

Zentrale schriftliche Abiturprüfung

2015

Chemie

Leistungskurs

Teil A (CH-1)

für Prüflinge

Materialgebundene Aufgabe mit Schülerexperiment

Thema/Inhalt:	Redoxreaktionen, Thermodynamik
Titel:	Wärme durch schnelles Rosten?
Hilfsmittel:	Nachschlagewerk zur Rechtschreibung der deutschen Sprache, nicht programmierbarer und nicht grafikfähiger Taschenrechner, an der Schule eingeführtes Tafelwerk / Formelsammlung
Material:	M1 – M4
Gesamtbearbeitungszeit:	270 Minuten für zwei Teile inklusive Lese- und Auswahlzeit
Hinweis:	Es müssen zwei Teile bearbeitet werden.



In Apotheken und im Handel werden unter verschiedenen Bezeichnungen Wärme erzeugende Produkte angeboten. Ihre Verwendungspalette ist groß und reicht vom einfachen Hand- oder Fußwärmer an kalten Wintertagen bis zur Schmerzlinderung bei Muskelverspannungen oder Schulter- und Rückenschmerzen. Obwohl man sie ganz unterschiedlich, als Kissen, Umschlag oder Pflaster, erhalten kann, beruht ihre Wirkung auf demselben Prinzip: dem einer schnellen, aber lang anhaltenden, exothermen und freiwilligen Reaktion. Die zugrundeliegende chemische Reaktion wird auch als Rosten bezeichnet und ist als eher langsamer Prozess, z. B. beim Rosten von Auto-Karosserien, ohne offensichtliche Wärmeentwicklung bekannt. Es stellt sich nun die Frage, inwiefern das Rosten für die Funktionsweise der Wärmepackungen verantwortlich ist.

Material 1: Packungsbeilage eines Wärmepflasters [1]

Das Pflaster besteht aus einem angenehm weichen Gewebe, mit eingebetteten Wärmezellen. Die Mischung enthält Eisenpulver, Aktivkohle und Kochsalz, daneben auch Wasser, das an Zellulose gebunden ist. Das Wärmepflaster ist mit einer hautfreundlichen, gut haftenden Klebmasse beschichtet. Es kann gezielt zur Behandlung eingesetzt werden wie z. B. bei Muskelschmerzen, Hexenschuss oder rheumatischen Erkrankungen. Positive Effekte sind eine verbesserte Durchblutung und Versorgung der Muskulatur mit Sauerstoff. Verkrampfte Muskeln entspannen sich, Schmerzen werden gelindert.

D

Anwendungshinweise:

- Die Haut muss an der zu behandelnden Stelle sauber und trocken sein.
- Das Wärmepflaster darf nicht beschädigt werden.
- Die Schutzfolie entfernen und das Wärmepflaster mit leichtem Druck aufbringen.
- Das Wärmepflaster erwärmt sich innerhalb weniger Minuten und hält die angenehme Wärme ca. 8 Stunden.
- Das Wärmepflaster sollte erst kurz vor der Anwendung geöffnet werden, da sich die Mischung durch den Kontakt mit der Luft erwärmt.

Warnhinweise:

- Bei Kindern nur unter Aufsicht anwenden.
- Bei falscher Anwendung kann das Wärmepflaster, auch bei niedrigen Temperaturen, zu Brandwunden führen.
- Bei älteren Menschen und bei Menschen mit dünner Haut steigt das Risiko von Verbrennungen.
- Nicht auf das Wärmepflaster legen (vor allem im Bett).
- Wärmepflaster sind nur für die einmalige Anwendung vorgesehen.

Entsorgung:

- Im normalen Hausmüll.

**Material 2: Experiment zur Untersuchung der Funktionsweise von Wärmekissen [2]****Geräte / Chemikalien:**

- | | | |
|----------------|--|------------------------|
| - Waage | - Becherglas (50 ml, hohe Form) | - Eisenpulver |
| - Filterpapier | - Pipette mit Skala oder Messzylinder (5 ml) | - Aktivkohle, fein |
| - Spatel | - 2 kleine Plastikbeutel | - Natriumchlorid |
| - Glasstab | | - destilliertes Wasser |

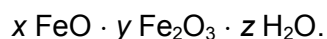
Durchführung:

1. Mischen Sie 8 g Eisenpulver, 1,5 g Aktivkohle und 1,5 g Natriumchlorid in einem Becherglas.
2. Geben Sie zu diesem Gemisch genau 2,5 ml destilliertes Wasser und verrühren Sie gut.
3. Formen Sie aus der Masse zwei etwa gleichgroße lockere Haufen und bringen Sie diese in je einen Plastikbeutel. Während ein Beutel weit geöffnet bleibt, wird der andere Beutel verschlossen.
4. Halten Sie beide Beutel locker in Ihren Handflächen und beobachten Sie über 2 bis 5 Minuten vergleichend die Veränderungen.

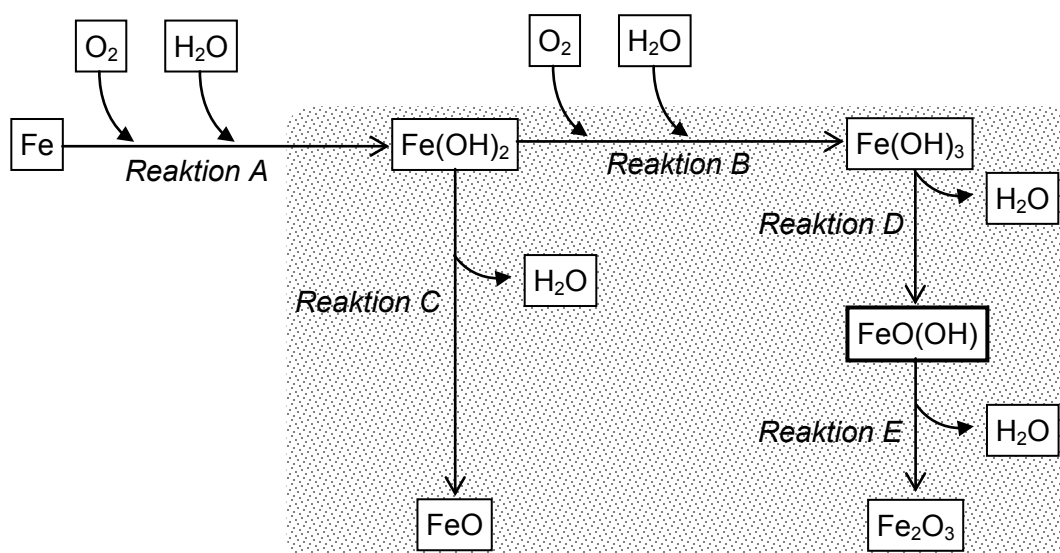
Material 3: Das Rosten [3], [4], [5]


Als Rost bezeichnet man das Korrosionsprodukt, das aus Eisen durch Oxidation mit Sauerstoff in Anwesenheit von Wasser entsteht. Weil Rost porös ist, „zerbröckeln“ durch den Vorgang des Rostens eisenhaltige Bau- und Werkstoffe. Jährlich entstehen durch diesen Prozess weltweit Schäden in Millionenhöhe.

Chemisch betrachtet ist Rost ein Stoffgemisch aus Eisen(II)-oxid und Eisen(III)-oxid, deren Teilchen von Wasser-Molekülen (Kristallwasser) umlagert sind. Da sich das Stoffgemisch nicht stöchiometrisch exakt in seiner Zusammensetzung beschreiben lässt, gilt die folgende Formel:



Dieses braun gefärbte Stoffgemisch wird aus Eisen(II)-hydroxid und Eisen(III)-hydroxid durch Wasserabgabe gebildet. Eisen(II)-hydroxid entsteht durch den direkten Kontakt von Eisen mit Sauerstoff und Wasser. Es ist sehr unbeständig und oxidiert schnell unter den gleichen Bedingungen zu Eisen(III)-hydroxid weiter. Dieses bildet durch die Abspaltung von Wasser-Molekülen (und Anlagerung dieser als Kristallwasser) Eisen(III)-oxid mit unterschiedlicher Hydratation: Das dabei unter anderem entstehende Eisen(III)-oxidhydroxid gibt dem Rost seine typisch braune Farbe.

Fließschema zum Rosten:**Legende:**

 Bestandteile von Rost; vereinfachend verwendet man für **Rost** die Formel **FeO(OH)**

Material 4: Thermodynamische Standardwerte [6]

Name	Formel	Aggregat- zustand	$\Delta_f H^\circ$ in $\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$	$\Delta_f^\circ G$ in $\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$	ΔS° in $\frac{\text{J}}{\text{mol}\cdot\text{K}}$
Eisen	Fe	(s)	0	0	27
Eisen(III)-hydroxid	Fe(OH) ₃	(s)	- 823	- 697	107
Eisen(III)-oxidhydroxid	FeO(OH)	(s)	- 562	- 491	59
Eisen(III)-oxid	Fe ₂ O ₃	(s)	- 824	- 742	87
Sauerstoff	O ₂	(g)	0	0	205
Wasser	H ₂ O	(l)	- 286	- 237	70
Wasser	H ₂ O	(g)	- 242	- 229	189

Aufgaben:**BE**

1. Führen Sie das Experiment durch, notieren Sie Ihre Beobachtungen und deuten Sie die Rolle des Luftsauerstoffs. **7**
Hinweis: Für den Fall, dass Sie keine auswertbaren Beobachtungen erzielt haben, können Sie sich eine Hilfekarte geben lassen (Abzug von 2 BE).
2. Formulieren Sie für die Reaktionen A, B und D aus dem Fließschema die Reaktionsgleichungen in Formelschreibweise. **13**
Entwickeln Sie aus diesen Reaktionen eine Gesamtreaktionsgleichung für die Bildung von Rost, FeO(OH).
Zeigen Sie auf der Grundlage des Donator-Akzeptor-Konzeptes, dass es sich hierbei um eine Redoxreaktion handelt.
3. Berechnen Sie die Reaktionsenthalpie, die beim Rosten von einem Mol Eisen im Wärmepflaster freigesetzt wird. **8**
Hinweis: Sollten Sie die Gesamtreaktionsgleichung aus Aufgabe 2 nicht formuliert haben, verwenden Sie diese: $4 \text{ Fe} + 3 \text{ O}_2 \rightarrow 2 \text{ Fe}_2\text{O}_3$
4. Diskutieren Sie den Einfluss von Enthalpie und Entropie auf die Reaktion aus Aufgabe 3. **12**
Belegen Sie mit Hilfe einer Berechnung die Freiwilligkeit dieser Reaktion bei Zimmertemperatur.
5. Erläutern Sie zusammenfassend die Funktionsweise des Wärmepflasters. **10**
Gehen Sie dabei auch auf die Funktion der Bestandteile ein.

Fundorte:
(Material bearbeitet)

- [1] Angaben des Herstellers auf der Gebrauchsanleitung und der Verpackung, Firma Allcoplast GmbH
 [2] http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/03_05.htm (02.01.2014)
 [3] <http://de.wikipedia.org/wiki/Rost> (02.01.2014)
 [4] <http://www.u-helmich.de/che/Q1/02-ec/01/index.html> (02.01.2014)
 [5] <http://www.buetzer.info/fileadmin/pb/pdf-Dateien/Handw%C3%A4rmer.pdf> (02.01.2014)
 [6] <http://www.periodensystem-online.de/index.php?el=26&id=compound&cpid=1071> ff. (02.01.2014)

Zentrale schriftliche Abiturprüfung
2015

Chemie

Leistungskurs

Teil B (CH-2)
für Prüflinge
Materialgebundene Aufgabe

Thema/Inhalt:	Chemisches Gleichgewicht, Säure-Base-Reaktion, Redoxreaktion
Kurztitel:	Desinfektion im Swimmingpool – eine klare Sache?
Hilfsmittel:	Nachschlagewerk zur Rechtschreibung der deutschen Sprache, an der Schule eingeführtes Tafelwerk/Formelsammlung
Material:	M1 – M3
Gesamtbearbeitungszeit:	270 Minuten für zwei Teile inklusive Lese- und Auswahlzeit
Hinweis:	Es müssen zwei Teile bearbeitet werden.

Desinfektion im Swimmingpool – eine klare Sache?

Der eigene Pool ist schon etwas Besonderes: Man ist unabhängig, kann immer in der Nähe schwimmen und das zu jeder beliebigen Tageszeit. Der Traum vieler Hausbesitzer! Doch ein Pool macht auch viel Arbeit und man benötigt Chemikalien für die Pflege. Allen voran steht hier die Chlorung des Swimmingpools. Sauberkeit muss sein und nicht nur das, es müssen auch zahlreiche Bakterien bekämpft werden, denn sauber heißt noch lange nicht keimfrei.



Die Poolpflege gliedert sich in fünf Bereiche:

- Desinfektion,
- pH-Wert-Regulierung,
- Filtration schwerlöslicher Stoffe (z. B. Calciumverbindungen),
- Algenbekämpfung und
- Wassererneuerung.

Die wichtigsten Desinfektionsmittel sind Chlor und Verbindungen auf Chlorbasis. Chlor führt zum Abtöten von Bakterien, Viren und Pilzen, kann in zu hohen Mengen aber auch für den Menschen gefährlich werden. Deshalb dürfen weder zu wenig noch zu viel Chlor bzw. Chlorverbindungen im Poolwasser gelöst sein.

Wie funktionieren die im Handel erhältlichen Produkte zur Swimmingpool-Desinfektion?

Material 1: Desinfektionsmittel auf Chlorbasis [1]

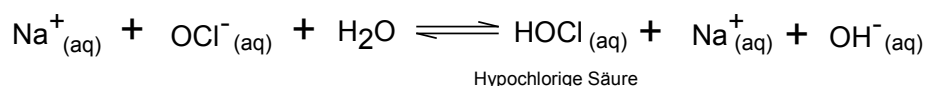
Allgemein sind Desinfektionsmittel Stoffe, die Mikroorganismen abtöten. Dazu nutzt man Chlor und Verbindungen auf Chlorbasis. Für die Einschätzung ihrer Desinfektionskraft wird der Gehalt an so genanntem „aktivem Chlor“ angegeben. Das Element Chlor dient in den Verbindungen als Maß für die Wirkung, unabhängig davon, ob es selbst daran beteiligt ist oder nicht. Je höher also der Gehalt an „aktivem Chlor“ ist, desto stärker wirkt das Produkt und kann in kleineren Konzentrationen angewendet werden.

Nach besonders starkem Badebetrieb, nach längerem Stillstand des Wassers oder bei Verkeimung des Filters nutzt man die schnellwirksame Methode der „Stoßchlorung“. Dabei wird das Wasser mit einer Überdosis an „aktivem Chlor“ behandelt. Im Normalfall wird jedoch die Methode der Langzeitchlorung angewendet, bei der durch langsames Auflösen des Desinfektionsmittels eine über einen längeren Zeitraum andauernde Wirkung erzielt wird.

Während in öffentlichen Schwimmbädern in 75 % der Fälle mit Chlorgas aus der Druckgasflasche desinfiziert wird, stehen dem privaten Swimmingpool-Besitzer einfacher zu handhabende Produkte zur Verfügung: Natriumhypochlorit-Lösung, Calciumhypochlorit-Tabletten sowie Trichlorisocyanursäure-Tabletten (TCCS).

**Natriumhypochlorit**Summenformel: NaOClStrukturformel: Na⁺ O⁻Cl

Natriumhypochlorit ist das Natriumsalz der Hypochlorigen Säure und kommt zumeist in gelöster Form in den Handel. Es enthält ca. 10 % „aktives Chlor“. In einer Natriumhypochlorit-Lösung stellt sich das folgende chemische Gleichgewicht ein:

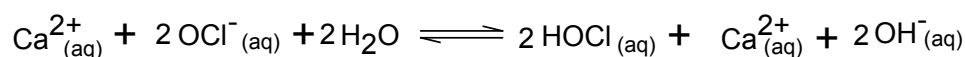


Als Salze einer schwachen Säure reagieren Hypochlorite in Lösung alkalisch.

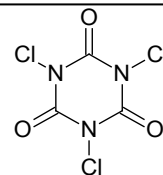
Die desinfizierende Wirkung von Natriumhypochlorit besteht in der Bildung von Hypochloriger Säure, deren Zerfall für die Oxidation der Keime und damit für die Desinfektion verantwortlich ist.

CalciumhypochloritSummenformel: Ca(OCl)₂Strukturformel: Cl-O⁻ Ca⁺ O⁻Cl

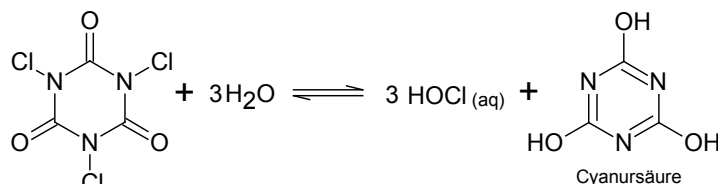
Calciumhypochlorit kommt in fester Form in den Handel und hat einen Gehalt von 60 bis 70 % an „aktivem Chlor“. Wird es in Wasser gelöst, stellt sich ein chemisches Gleichgewicht ein:



Da Calciumhypochlorit das Salz einer schwachen Säure ist, reagiert es in Lösung alkalisch. Die bei der Reaktion von Calciumhypochlorit mit Wasser gebildete Hypochlorige Säure ist für die Desinfektion des Poolwassers verantwortlich. Bei ihrem Zerfall bilden sich Sauerstoff-Atome, die die Keime oxidieren.

Organische Chlorverbindungen: TrichlorisocyanursäureSummenformel: $C_3Cl_3N_3O_3$ Strukturformel:

Trichlorisocyanursäure (TCCS) enthält mehr als 90 % „aktives Chlor“ und löst sich nur langsam in Wasser. Dabei stellt sich ein chemisches Gleichgewicht zwischen den Molekülen der Trichlorisocyanursäure, der Hypochlorigen Säure und der Cyanursäure ein:



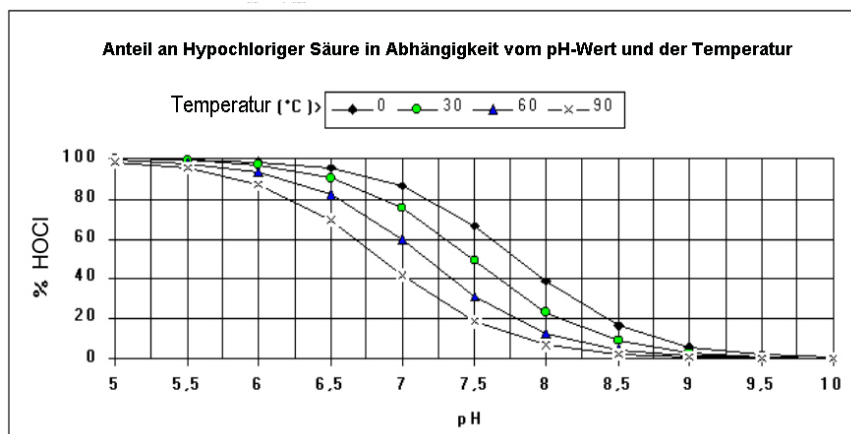
Auch bei dieser Reaktion ist es die Hypochlorige Säure, die für die Desinfektion des Poolwassers benötigt wird. Bei ihrem Zerfall bildet sich atomarer Sauerstoff, der die Keime oxidiert. Cyanursäure wirkt als „Chlorstabilisator“, da durch die Gleichgewichtslage ein Teil des Chlors gebunden bleibt.

Material 2: Hypochlorige Säure [1], [2]

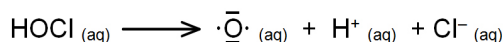
Beim Einsatz aller oben genannten Desinfektionsmittel bildet sich Hypochlorige Säure, die in Wasser dissoziiert: $HOCl_{(aq)} + H_2O \rightleftharpoons H_3O^+_{(aq)} + OCl^-_{(aq)}$

Hypochlorit-Ion

Die Gleichgewichtskonstante beträgt $K = 2,9 \cdot 10^{-8}$.



Der beim Zerfall von Hypochloriger Säure frei werdende atomare Sauerstoff oxidiert die Keime:

**Material 3: Löslichkeit einiger fester chemischer Verbindungen [3], [4], [5]**

Verbindung	Formel	Löslichkeit bei 20 °C	Verbindung	Formel	Löslichkeit bei 20 °C
Natriumhypochlorit	NaOCl	9,6 g/l	Natriumhydroxid	NaOH	1050 g/l
Calciumhypochlorit	Ca(OCl) ₂	200 g/l	Calciumhydroxid	Ca(OH) ₂	1,7 g/l
Trichlorisocyanursäure	C ₃ Cl ₃ N ₃ O ₃	12 g/l			

- Aufgaben:** **BE**
1. Erläutern Sie die Merkmale des chemischen Gleichgewichts am Beispiel der Dissoziation von Hypochloriger Säure. **10**
Leiten Sie ausgehend vom mathematischen Ausdruck des Massenwirkungsgesetzes eine Aussage über die Säurestärke dieser Säure her.

 2. Begründen Sie den Einfluss des pH-Wertes auf das Dissoziationsgleichgewicht der Hypochlorigen Säure. **10**
Leiten Sie aus dem Diagramm begründet ab, ob diese Reaktion exotherm oder endotherm verläuft.

 3. Vergleichen Sie die drei Desinfektionsmittel hinsichtlich der Löslichkeit und der Desinfektionswirkung miteinander. **15**
Ermitteln Sie auf der Grundlage des Donator-Akzeptor-Konzeptes die Art der chemischen Reaktion für den jeweiligen Lösevorgang.

 4. Beurteilen Sie die Eignung von Calciumhypochlorit für eine „Stoßchlorung“ des Swimmingpools. **10**

 5. Schlagen Sie eine begründete Desinfektionsmaßnahme für eine Langzeitchlorung eines Swimmingpools vor. **5**

Fundorte:
(Material bearbeitet)

- [1] <http://webdoc.sub.gwdg.de/ebook/dissts/Muenster/Wanjek2000.pdf> (31.08.2013)
[2] http://www.geo.tu-freiberg.de/hydro/vorl_portal/gw-schutz/seminarvortr%E4ge/Chlorierung_von_Trinkwasser.pdf (31.08.2013)
[3] <http://www.wasser-wissen.de/abwasserlexikon/n/natriumhypochlorit.htm> (31.08.2013)
[4] <http://de.wikipedia.org/wiki/Calciumhypochlorit>, <http://de.wikipedia.org/wiki/Natriumhypochlorit> (31.08.2013)
[5] http://www.merckmillipore.de/germany/chemicals/trichlorisocyanursaeure/MDA_CHEM-808607/p_hwWb.s1LETQAAAEWnOEFvhtI (31.08.2013)

Zentrale schriftliche Abiturprüfung
2015

Chemie

Leistungskurs

Teil C (CH-3)
für Prüflinge
Materialgebundene Aufgabe

Thema:	Kunststoffe
Titel:	Polylactid-Kunststoffe
Hilfsmittel:	Nachschlagewerk zur Rechtschreibung der deutschen Sprache, an der Schule eingeführtes Tafelwerk/Formelsammlung
Material:	M1 - M4
Gesamtbearbeitungszeit:	270 Minuten für zwei Teile inklusive Lese- und Auswahlzeit
Hinweis:	Es müssen zwei Teile bearbeitet werden.

SPIEGEL ONLINE
Bio-Kunststoffe: Mit Mais gegen die Plastikflut
Die Welt ist abhängig vom Kunststoff – mit fatalen Folgen: Plastikmüll verschmutzt die Meere, der hohe Ölpreis verteuert die Herstellung.

Mehr als 230 Millionen Tonnen Kunststoff werden nach Angaben von Branchenverbänden weltweit pro Jahr produziert – Tendenz steigend. Mit gravierenden Folgen: Plastikabfall füllt die Mülldeponien.

Politik, Wirtschaft und Wissenschaft wissen um das Problem. Doch so schnell wird man die Welt nicht vom Plastikrausch entwöhnen können. Immerhin: Recycling hilft wenigstens, die neu produzierten Mengen zu drosseln. Doch auf absehbare Zeit wird das die Probleme nicht lösen.

Forscher fahnden deshalb nach alternativen Kunststoffen. Zwei Ziele sind maßgeblich, gesucht wird...

... Plastik, das nicht auf Rohöl basiert, sondern auf nachwachsenden Rohstoffen oder Abfällen,

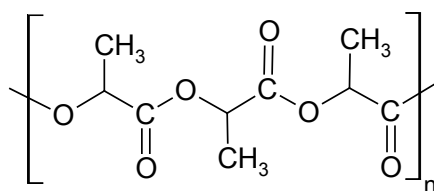
... Plastik, das biologisch abbaubar ist.

Große Bedeutung haben Pflanzen als alternativer Rohstoff: Zuckerrohr, Mais und Holz beispielsweise. Einige Produkte sind in Europa bereits auf dem Markt, aber Biokunststoffe sind bislang Nischenprodukte. [1]

Sind Bio-Kunststoffe aus nachwachsenden Rohstoffen eine wirkliche Alternative zu herkömmlichen Kunststoffen?

Material 1: Polylactid [2], [3]

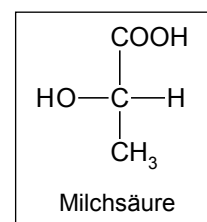
Ein Kunststoff, der in den 30er Jahren des 20. Jahrhunderts entdeckt wurde, macht mittlerweile Schlagzeilen. Er ist vielseitig einsetzbar und außerdem biologisch abbaubar.



Polylactid

Es handelt sich um die Polymilchsäure (PLA), die auch als Polylactid bezeichnet wird.

Ausgangsstoff für die Herstellung von Polymilchsäure ist Milchsäure. Auf natürlichem Weg entsteht diese bei der Vergärung von Lactose. Auf technischem Weg wird sie durch eine ähnliche biochemische Reaktion hergestellt. Aus Stärke (z. B. Maisstärke) wird zunächst Maltose mittels des Enzyms Diastase erzeugt. Die Maltose wird dann in Gegenwart geeigneter Bakterien zu Milchsäure vergoren.



Milchsäure liegt jedoch nicht frei als Monomer vor. Sie bildet Dimere, so genannte Lactide. Diese Lactide können als cyclische Diester (*gesprochen: Di-Ester*) aus zwei Milchsäure-Molekülen vorkommen.

Die Bildung des Diesters zwischen zwei Molekülen erfolgt spontan, so dass es in konzentrierten Lösungen kaum einzelne Milchsäure-Moleküle gibt. Lactide reagieren beim Erhitzen miteinander, wobei die Ringe geöffnet werden. Man spricht von Ringöffnungspolymerisation. Die Reaktion wird durch verschiedene Metallsalze katalysiert. Ein Beispiel hierfür ist Zinn(II)-chlorid.

Polylactide finden ihr größtes Anwendungsgebiet in der Verpackungsindustrie, da ihre plastischen Eigenschaften sehr denen von Polyethylenterephthalat (PET) ähneln. PLA und PLA-Blends, das sind Mischungen aus PLA und weiteren biologisch abbaubaren Polymeren, werden als Granulate in verschiedenen Qualitäten für die Kunststoff verarbeitende Industrie zur Herstellung von Folien, Formteilen, Dosen, Bechern, Flaschen und sonstigen Gebrauchsgegenständen angeboten.

Material 2: Biokunststoffe in die Biotonne? [4]

Viele Kunden werfen kompostierbare Biokunststoffe fälschlicherweise in die gelbe Tonne. Die Materialien beeinträchtigen aber die Qualität des recycelten Kunststoffs. Deshalb werden sie im Abfallverwertungsbetrieb aussortiert. Die korrekte Entsorgung für abbaubare Biokunststoffe ist die Biotonne - nur in gewerblichen Kompostieranlagen werden Temperaturen erreicht, bei denen sich das Material zersetzen kann.

Allerdings sind die Betreiber dieser Anlagen über den neuen Müll nicht sonderlich erfreut. Nach europäischer Vorschrift müssen nach zehn Wochen nur 90 Prozent des Materials abgebaut sein – bei üblichen Verrottungszeiten von vier bis zwölf Wochen sind deshalb häufig

noch Plastikschnipsel im Kompost vorhanden, was von den Abnehmern nicht gewünscht ist. Kompost liefern die Kunststoffe auch kaum, weil sie fast vollständig in Wasser und CO_2 zerfallen.

In der Praxis werden die Kunststoffe sowieso mit den anderen im Biomüll enthaltenen Fremdstoffen aussortiert, da in der schmierigen Masse nicht zu erkennen ist, ob es sich bei einer Folie um einen abbaubaren Kunststoff handelt oder nicht. Also landen heute fast alle Bio-Verpackungen in der Müllverbrennungsanlage, wo immerhin ihre Energie verwertet werden kann – man könnte sie also auch gleich in die Reststofftonne werfen.

Material 3: Abbau von Polylactid [5]

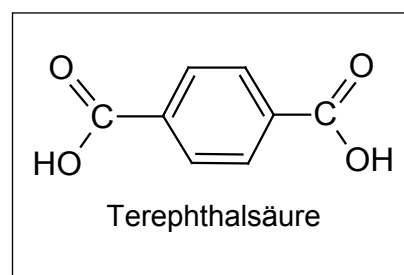
Temperatur ϑ in °C	4	25	25	40	60	60
rel. Luftfeuchtigkeit in %	100	20	80	80	20	80
vollständiger Abbau nach	10,2 Jahren	4,8 Jahren	3,1 Jahren	10 Monaten	2,5 Monaten	2 Monaten

Material 4: PET – Kunststoffe [6], [7]

Terephthalsäure und Ethylenglykol (Ethan-1,2-diol) sind die Monomere, aus denen PET hergestellt wird. Beide Monomere sind Erdölprodukte.

PET wird in vielen Formen verarbeitet und vielfältig eingesetzt. Zu den bekanntesten Verwendungszwecken zählen die Herstellung von Kunststoffflaschen und die Verarbeitung zu Textilfasern.

Im Jahr 2009 wurden europaweit 48,4 % aller PET-Flaschen recycelt. 40 % des recycelten PET wurden zu Textilfasern verarbeitet, 27 % zu Folien, aus 22 % wurden neue Flaschen und Behälter hergestellt und 7 % dienten zur Herstellung von anderen Verpackungsmaterialien. Die restlichen 4 % wurden anderweitig weiterverwendet.



- Aufgaben:** **BE**
1. Geben Sie einen strukturierten Überblick über die Stoffklasse der Kunststoffe auf der Grundlage des Struktur-Eigenschaft-Konzeptes. **9**

 2. Erklären Sie ausgehend von charakteristischen Strukturmerkmalen der Milchsäure die Bildung eines cyclischen Lactids. **10**
Geben Sie dazu eine Reaktionsgleichung in Strukturformeldarstellung an.

 3. Formulieren Sie für die Bildung von PLA und PET die Reaktionsgleichungen in Strukturformeldarstellung. **8**
Ordnen Sie PLA und PET begründet in Ihren Überblick aus Aufgabe 1 ein.

 4. Werten Sie die Daten zum Abbau von Polylactid aus und erklären Sie die sich daraus ergebenden Zusammenhänge aus chemischer Sicht. **8**

 5. Vergleichen Sie Herstellung, Verwendung und Recycling von PLA und PET. **15**
Beurteilen Sie den Einsatz von PLA unter ökologischen und ökonomischen Gesichtspunkten.

Fundorte:
(Material bearbeitet)

- [1] <http://www.spiegel.de/wissenschaft/technik/bio-kunststoffe-mit-mais-gegen-die-plastikflut-a-758020.html> (28.07.2013)
[2] <http://www.chemieunterricht.de/dc2/plaste/poly-ms.htm> (28.07.2013)
[3] <http://www.chemie.de/lexikon/Polylactid.html> (28.07.2013)
[4] <http://www.engineering-igmetall.de/biokunststoffe-bio-ist-nicht-gleich-grün> (29.07.2013)
[5] http://www.kunststoffe.de/ku/archiv/get_doc_free.asp?url=get_doc_free.asp&bin_id=251116134614-111967&o_id=251115171124-79 (22.08.2013)
[6] <http://www.chemie.de/lexikon/Polyethylenterephthalat.html> (29.07.2013)
[7] http://www.bfr.bund.de/cm/343/recycling_von_kunststoffverpackungen.pdf (02.03.2013)

Zentrale schriftliche Abiturprüfung

2015

Chemie

Leistungskurs

Teil D (CH-4)

für Prüflinge

Materialgebundene Aufgabe

Thema:	Farbstoffe
Titel:	β-Carotin
Hilfsmittel:	Nachschlagewerk zur Rechtschreibung der deutschen Sprache, nicht programmierbarer Taschenrechner, an der Schule eingeführtes Tafelwerk/Formelsammlung
Material:	M1 – M7
Gesamtbearbeitungszeit:	270 Minuten für zwei Teile inkl. Lese- und Auswahlzeit
Hinweis:	Es müssen zwei Teile bearbeitet werden.

β -Carotin



In Apotheken und Drogeriemärkten wird mit folgenden Wirkungen für Carotin-Kapseln geworben:

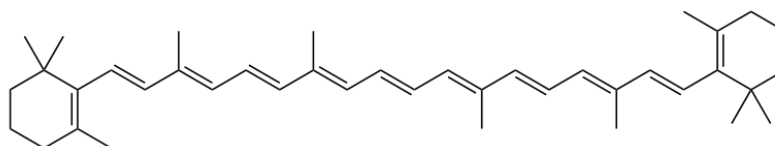
Hautschutz - Sonnenvitamine - für gesunde, schöne und gebräunte Haut - wichtig für Haut und Augen - zur Vorbereitung der Haut auf die Sonne - Erhalt der normalen Sehkraft - Gesunderhaltung von Haut und Schleimhaut

Allerdings enthalten auch viele Obst- und Gemüsesorten das angepriesene β -Carotin in nicht unerheblichen Mengen.

Es stellt sich die Frage, ob und ggf. für welche Personen eine Nahrungsergänzung durch Carotin-Kapseln sinnvoll wäre.

Material 1: Allgemeines zum β -Carotin [1]

β -Carotin ist orange. Dieser Farbstoff kommt neben vier weiteren Carotinen in der Natur vor. Seine Summenformel lautet $C_{40}H_{56}$.

Abbildung 1: β -Carotin-Molekül

Karotten, nach denen die Carotine benannt sind, enthalten ihre Farbe hauptsächlich vom β -Carotin. Dieses wird in großem Umfang zum Färben von Lebensmitteln verwendet (als E 160 a) sowie als Bestandteil von Vitaminpräparaten, da es im Körper in Vitamin A umgewandelt werden kann. Entsprechend wird es auch als „Provitamin A“ bezeichnet.

Material 2: β -Carotin - ein wichtiger Bestandteil der menschlichen Ernährung [2], [3]

Für Erwachsene wird eine tägliche β -Carotin-Aufnahme von bis zu 10 mg (Wissenschaftlicher Lebensmittelausschuss in Europa) empfohlen. In je einem Kilo gekochtem Gemüse ist es am häufigsten in Karotten (70 mg), Spinat (60 mg), Rote Bete (50 mg) und Grünkohl (50 mg) anzutreffen. Da es sehr gut fettlöslich ist, wird seine Aufnahme vom Darm in das Blut (Resorption) erleichtert, wenn das Gemüse mit etwas Öl oder Fett verzehrt wird. Allerdings liegt der Anteil des auf diesem Wege aufgenommenen β -Carotins auch unter günstigen Bedingungen nie über 50 %.

Die Funktion von β -Carotin im Körper lässt sich in eine Provitamin A- und in eine reine β -Carotin-Wirkung aufteilen. Ist ausreichend Vitamin A gebildet, steht der verbleibende β -Carotin-Anteil für andere Funktionen zur Verfügung.

Vitamin A	β -Carotin
<ul style="list-style-type: none"> • Vorstufe verschiedener Sehfärbstoffe • Förderung des Zellwachstums und der Reparatur von Haut und Schleimhäuten • Bildung neuer roter Blutkörperchen • Bildung neuer weißer Blutkörperchen 	<ul style="list-style-type: none"> • Antioxidans • Schutz vor UV-Licht • Hemmung von Entzündungen • Schutz / Linderung bei Sonnenallergie

Es gibt auch Warnungen vor einer gezielten Nahrungsergänzung durch β -Carotin bei langjährigen starken Rauchern. Studien haben gezeigt, dass die Häufigkeit von Lungenkrebs zunahm.

Material 3: Retinal - ein Bestandteil von Vitamin A [4], [5]

„Vitamin A“ ist ein Sammelbegriff für mehrere chemische Verbindungen, die in Menschen und Tieren biologische Funktionen haben. Sie werden teilweise direkt mit der Nahrung aufgenommen oder aus Carotinen gebildet. Beim Menschen stellt das Retinal eine der Komponenten des Vitamin A dar. Seine Bildung aus β -Carotin erfolgt enzymatisch und unter Verbrauch von Sauerstoff. Retinal ist ein orangeroter Feststoff und kommt gebunden an das Protein Opsin in den Stäbchenzellen der Netzhaut vor.

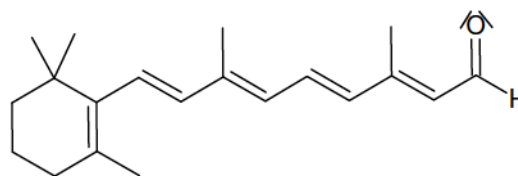


Abbildung 2: Retinal-Molekül

Material 4: β -Carotin als Sonnenschutz [6]

Dermatologen der Universität Düsseldorf konnten nachweisen, dass bereits 24 Milligramm dieser Substanz täglich ausreichen, um in der Haut einen Lichtschutzfaktor von 3 zu entwickeln. Andere Studien zeigen, dass sich der Sonnenschutz noch weiter ausbauen lässt, indem man das β -Carotin mehrere Wochen einnimmt und es mit Vitamin E kombiniert.

Material 5: Antioxidantien im Körper [7], [8], [9]

Bei Stoffwechselprozessen entstehen häufig kleine Teilchen mit freien Elektronen, sogenannte Radikale. Diese verursachen, sofern sie sauerstoffhaltig sind, bei übermäßigem Vorkommen oxidativen Stress, welcher als mitverantwortlich für den Alterungsprozess gilt und mit der Entstehung einer Reihe von Krankheiten in Zusammenhang gebracht wird. So verändern z. B. in den Zellen entstehende Hydroxy-Radikale ($\bullet\text{O-H}$) die Erbsubstanz, indem sie DNA-Moleküle angreifen.

Antioxidantien sind chemische Verbindungen, die eine unerwünschte Oxidation anderer Substanzen verhindern, indem Sie als sogenannte Radikalfänger wirken. Sie nehmen dabei selbst ein einzelnes Elektron auf oder geben eines ab. In der Folge reagieren sie nicht oder zumindest weniger aggressiv als das Ausgangsradikal weiter.

Für die Vernichtung von Hydroxy-Radikalen sind β -Carotin-Moleküle geeignet. Diese spalten bei der entsprechenden Reaktion je ein Wasserstoff-Atom ab. Die entstehenden β -Carotin-Radikale sind weniger reaktionsfähig als die Hydroxy-Radikale.

Die Zellen verfügen über eine ganze Reihe weiterer Moleküle, die antioxidative Eigenschaften haben. Dazu gehören auch die Vitamine E und C sowie die der B-Gruppe. Gemeinsam bilden sie das antioxidative Schutzsystem. Dessen Stoffe sind in einer festgelegten Reihenfolge zu einer Reaktionskette verknüpft, wobei der radikalische Charakter der Teilchen - durch Aufnahme bzw. Abgabe einzelner Elektronen - vom einen auf den nächsten Stoff übertragen wird, z. B.:

... \rightarrow Vitamin E \rightarrow Vitamin C \rightarrow \rightarrow Glutathion \rightarrow Vitamin B₂ \rightarrow Niacin \rightarrow ...

Über die bestmögliche Ernährung zum Erhalt eines effizienten antioxidativen Schutzsystems gibt es unterschiedliche Meinungen. Der Aufbau des System legt jedenfalls nahe, dass für die Funktion einer Reaktionskette alle Kettenglieder vorhanden sein müssen.

Material 6: Zusammensetzung von „Carotin-Kapseln“ (Nahrungsergänzungsmittel) [8]

Eine Tagesdosis enthält:	
Nachtkerzenöl (Fett)	600 mg
Niacin (Vitamin B ₃)	26,4 mg
β -Carotin	16 mg
Vitamin E	15 mg
Pantothensäure (Vitamin B ₅)	10 mg
Vitamin B ₂	2,1 mg
Vitamin B ₆	2,1 mg
Vitamin B ₁	1,66 mg
Folsäure (Vitamin B ₉)	300,0 μg
Biotin (Vitamin B ₇)	75,0 μg
Vitamin B ₁₂	3,76 μg

Material 7: Absorbiertes Licht und Farbe von Verbindungen [10]

Absorbiertes Licht		Farbe der Verbindung
λ in nm	Farbe	
390 - 430	violett	gelbgrün
430 - 480	blau	gelb
480 - 490	grünblau	orange
490 - 500	blaugrün	rot
500 - 560	grün	purpur
560 - 580	gelbgrün	violett
580 - 595	gelb	blau
595 - 605	orange	grünblau
605 - 750	rot	blaugrün

- Aufgaben:** **BE**
1. Beschreiben Sie allgemein das Zustandekommen eines Farbeindruckes bei organischen Verbindungen. Ordnen Sie β -Carotin einer Farbstoffklasse zu und begründen Sie seine Farbigkeit auch anhand mesomerer Grenzformeln. **16**

 2. Formulieren Sie die Strukturformelgleichung für die Bildung von Retinal aus β -Carotin. Geben Sie begründet den Reaktionstyp an. **13**
Erklären Sie die ähnliche Farbigkeit beider Stoffe.

 3. Entwickeln Sie eine Strukturformelgleichung für die Wirkung von β -Carotin als Radikalfänger. **6**
Erläutern Sie die geringere Reaktionsfähigkeit des entstandenen β -Carotin-Radikals.

 4. Begründen Sie die Fettlöslichkeit von β -Carotin. **9**
Berechnen Sie die Masse an gekochten Karotten, die ein Erwachsener zu sich nehmen müsste, um seinen täglichen β -Carotin-Bedarf auf diesem Wege zu decken.

 5. Beurteilen Sie die Zweckmäßigkeit von Nahrungsergänzungsmitteln in Form von Carotin-Kapseln. **6**

Fundorte:
(Material bearbeitet)

- [1] <http://flexikon.doccheck.com/de/Beta-Carotin> (29.05.2014)
[2] <http://www.hautarzt-senger.de/blog/hautnah-aktuell/sonnenschutz-von-innen-betacarotin/> (29.05.2014)
[3] <http://www.gesundheit.de/ernaehrung/naehrstoffe/vitamine/vitamin-a-retinol> (30.08.2014)
[4] http://de.wikipedia.org/wiki/Vitamin_A (29.05.2014)
[5] <http://de.wikipedia.org/wiki/Retinal> (29.05.2014)
[6] <http://www.welt.de/gesundheit/article8387833/Tee-und-Pillen-wirken-besser-als-Sonnencreme.html> (30.5.2014)
[7] <http://www.chemgapedia.de/vsengine/vlu/vsc/de/ch/16/im/antioxsys/antioxsys.vlu/Page/vsc/de/ch/16/im/antioxsys/molekuele.vscml.html> (30.5.2014)
[8] <http://de.wikipedia.org/wiki/Antioxidans> (30.5.2014)
[9] <http://flexikon.doccheck.com/de/Antioxidans> (30.5.2014)
[10] Kemnitz, E./Simon, R. (Hrsg.): "Chemie - Gymnasiale Oberstufe", 2005 DUDEN PAETEC GmbH, Berlin, 1. Auflage, S. 453