



Chemie

Natriumalginatsole und -gele

Abiturvorbereitung

Aufgaben

- 1 **Stellen** Sie Alginatsole unterschiedlicher Konzentration her und bestimmen Sie deren Viskosität (**M1**).
- 2 **Recherchieren** Sie die Molekülstruktur des Alginats und **erläutern** Sie damit die unterschiedlichen Viskositäten über Solbildung (nutzen Sie bspw. den QR-Code).
- 3 **Führen** Sie den Versuch zur Gelbildung und zum Ionenaustausch durch (**M2**).
- 4 **Erläutern** Sie mithilfe der Molekülstruktur des Alginats die Gelbildung bei der Herstellung von Alginatperlen.
- 5 Alginats sind ein vielfältig eingesetzter Lebensmittelzusatzstoff. **Diskutieren** Sie, inwieweit Alginats Einfluss auf Mangelkrankungen haben können. Nutzen Sie auch den QR-Code.



Material

M1: Versuchsanleitung Alginatsol und Viskosität

Geräte und Materialien

Bechergläser (3 x 50 mL, 3 x 500 mL), Messzylinder (200 mL, 100 mL), Glasmurmeln, Milchaufschäumer, Spatel, Waage, Wägeschälchen, Stoppuhr, Trichter, Tropftrichter (100 mL), Stativmaterial

Chemikalien

Natriumalginat, demineralisiertes Wasser

Durchführung

Herstellen der Alginatsole

1. Die drei 500 mL-Bechergläser werden jeweils mit 200 mL Wasser befüllt.
2. 1 g, 2 g und 4 g Natriumalginat werden abgewogen.
3. Man lässt das Natriumalginat nach und nach in das Wasser rieseln und vermischt dabei kräftig mit dem Milchaufschäumer bis alle Alginat-Klumpchen gelöst sind.

Bestimmung der Viskosität der Alginatsole mittels Kugelfall

1. Der 100-mL-Messzylinder wird mit Alginatsol befüllt.
2. Eine Glasmurmel wird in diese Lösungen fallen gelassen und ab dem Eintritt der Murmel in das Alginatsol die Zeit gestoppt bis die Murmel den Boden des Zylinders erreicht.
3. Der Versuch wird mit allen Alginatsolen sowie demineralisiertem Wasser wiederholt.

Bestimmung der Viskosität der Alginatsole mittels Tropfenverfahren

1. Der 100-mL-Tropftrichter wird am Stativ eingespannt und mit Alginatsol befüllt.
2. Der Trichter wird geöffnet und die Zeit bis zum vollständigen Entleeren des Trichters gestoppt.
3. Der Versuch wird mit allen Alginatsolen sowie demineralisiertem Wasser wiederholt.

Entsorgung

Reste können über das Abwasser oder im Hausmüll entsorgt werden.

M2: Versuchsanleitung Alginatgel und Ionenaustausch

Geräte und Materialien

2 Erlenmeyerkolben mit Stopfen (100 mL), 2 Messpipetten (1 mL), Peleusball, 4 Messkolben (100 mL), Bechergläser (600 mL), Sieb, Spritze (20 mL)

Chemikalien

Natriumalginatsol (10 g/L), Calciumchlorid-Dihydrat-Lösung (10 g/L), Eisen(III)chlorid-Hexahydrat-Lösung (10 g/L), demineralisiertes Wasser, Teststäbchen Quantofix® Eisen 100, Messbereich: 5-1000 mg/L, Testtröpfchen Viscolor Eco® Calcium mit 1 Tropfen = 5 mg/L Ca²⁺

Durchführung Alginatperlen

1. In ein 600-mL-Becherglas werden 300 mL Calciumchlorid-Dihydrat-Lösung gefüllt.
2. Mit der Spritze werden 20 mL des Natriumalginatsols aufgezogen und vorsichtig in die Lösung getropft.
3. Der Vorgang wird wiederholt, bis etwa 60 mL Sol verbraucht sind.
4. Die entstandenen Calciumalginat-Perlen werden mit einem Sieb aufgefangen und mit demin. Wasser gewaschen.

Durchführung Ionenaustausch

1. Jeweils 10 g der aufgefangenen Perlen werden in zwei Erlenmeyerkolben gefüllt.
2. Ein Kolben wird mit 50 mL der Calciumsalz-Lösung befüllt, der andere mit 50 mL der Eisensalzlösung.
3. Beiden Salzlösungen wird 1 mL Lösung entnommen, in Messkolben gefüllt und bis zur Eichmarke mit dem. Wasser aufgefüllt. Alle vier Kolben werden verschlossen und über Nacht stengelassen.
4. Am nächsten Tag werden beiden Salzlösungen nochmals 1 mL Lösung entnommen, in Messkolben gefüllt und bis zur Eichmarke mit demineralisiertem Wasser aufgefüllt.
5. In den vier Messkolben wird der Gehalt an Calcium- und Magnesium-Ionen nach den Herstellerangaben bestimmt.

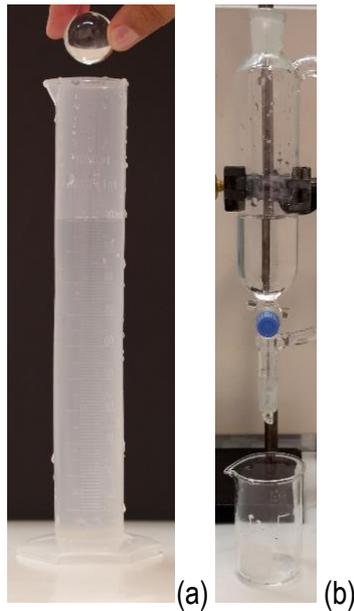
Entsorgung

Reste können über das Abwasser oder im Hausmüll entsorgt werden.

Hinweise für Lehrkräfte

Beobachtungen und Auswertung M 1

	0,5	1,0	2,0
Natriumalginatsol [%]			
Fotos: Akram			



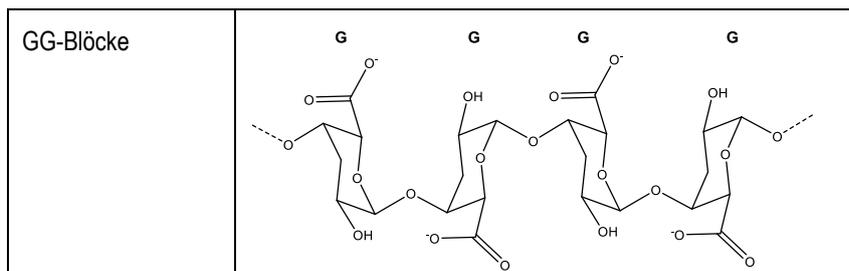
Viskositätsüberprüfung mithilfe eines Messzylinders (a) und eines Tropftrichters (b) (Fotos: Akram)

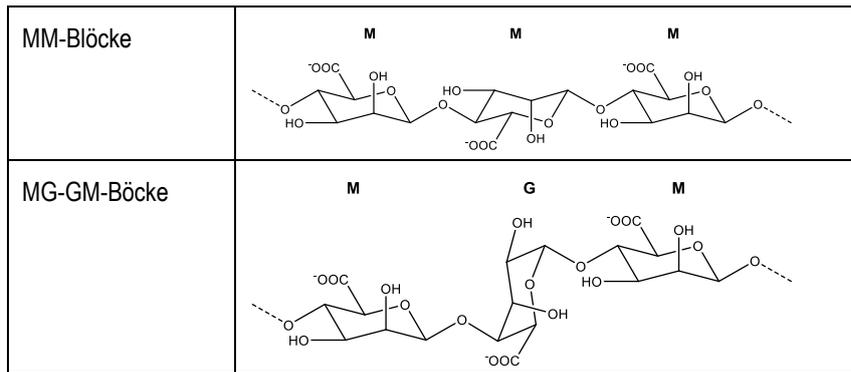
Kugelfall bzw. Auslaufzeit beim Viskositätsvergleich

	Wasser	Natriumalginatsol [%]		
		0,5	1,0	2,0
Kugelfallzeit in s	0,8	2,1	4,5	8,0
Auslaufzeit in s	5,1	8,0	56,0	330,0

Auswertung (Aufgabe 2)

Alginat sind aus Algen gewonnene Polysaccharide, in denen α -L-Guluronsäure-Moleküle und β -D-Mannuronsäure-Moleküle 1,4-glycosidisch in wechselndem Verhältnis zu linearen Ketten verbunden sind. Die Ketten enthalten homopolymere Bereiche, in denen α -L-Guluronsäure-Moleküle α -1,4-glycosidisch zu GG-Blöcken (wannenartig) und β -D-Mannuronsäure-Moleküle β -1,4-glycosidisch zu MM-Blöcken verknüpft sind. Daneben liegen auch heteropolymere Abschnitte mit statistisch verteilten Säuremolekülen vor, die MG- oder GM-Blöcke.



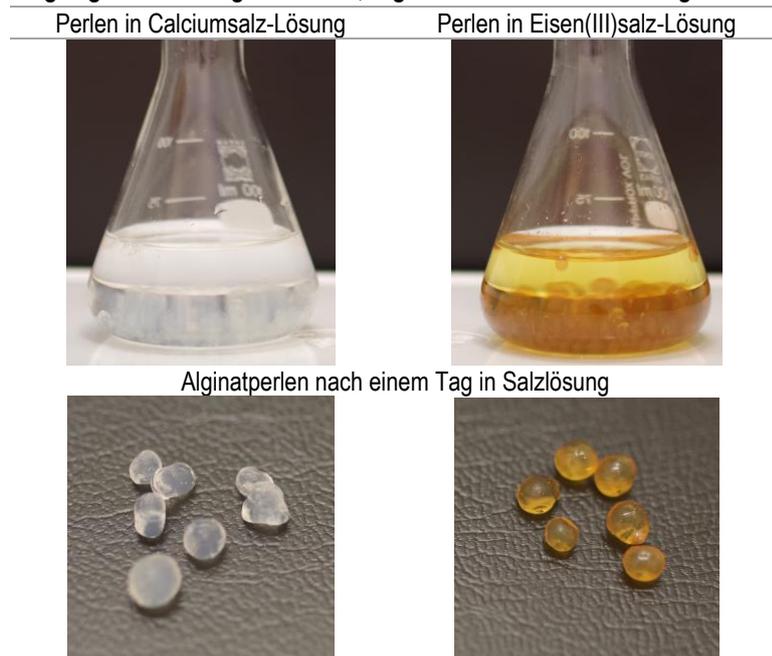


Vereinfachte Darstellung nach Marburger, S. 8

Alginat hydratisieren bei der Zugabe zu Wasser und bilden viskose Lösungen. Der Viskositätsanstieg mit wachsender Alginatkonzentration wird durch eine zunehmende Dissoziation der Carboxylgruppen und der dadurch zunehmenden elektrostatischen Abstoßung der ionischen Gruppen entlang der Polymerketten verursacht. Die zuvor geknäulten Ketten gehen immer mehr in eine gestreckte Stäbchenform über und die innere Reibung der Lösung vergrößert sich.

Beobachtungen und Auswertung M 2

Eingelegte Calciumalginat-Perlen, Alginat-Perlen nach einem Tag in Salzlösung



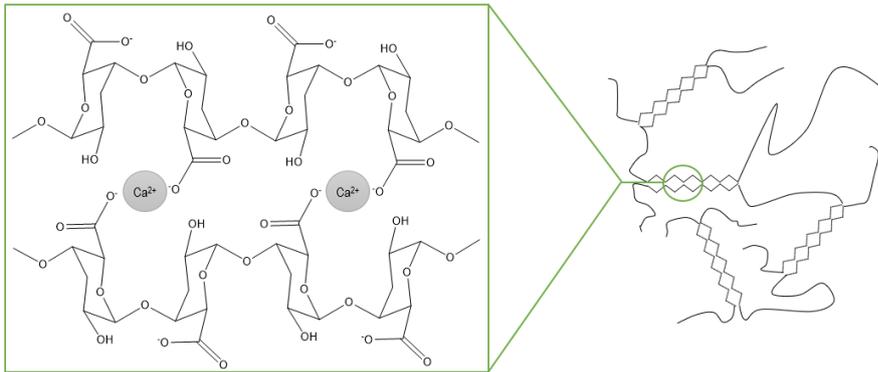
Fotos: Akram

Konzentrationen an Ca^{2+} - und Fe^{3+} -Ionen in den Ausgangslösungen und den Lösungen nach einem Tag

	Calciumsalzlösung		Eisensalzlösung	
	sofort	nach 1 Tag	sofort	nach 1 Tag
Ca^{2+} [mg/L]	1500	400	-	500
Fe^{3+} [mg/L]	-	-	2000	500

Auswertung (Aufgabe 4)

Die wannenartigen Abschnitte der GG-Blöcke können über die freien Carboxylatgruppen Metallionen koordinativ binden. Mit mehrfach positiv geladenen Metallionen bilden sich stabile Komplexe, die durch die Strukturänderung zu unlöslichen Gelen führen. Dabei werden die Metallionen zwischen zwei Polymerketten in den Wannern der GG-Blöcke koordiniert. Sie liegen dabei wie Eier in einer Schachtel, so dass vom Eggbox-Modell gesprochen wird.



Vereinfachte Darstellung nach Shaari, Kamarudin, S. 18

Auswertung (Aufgabe 5)

Alginatreiche Ernährung kann zu einer verringerten Resorption von Spurenelementen, wie bspw. Eisenionen, führen. Liegt durch weitere Faktoren bereits ein verringerter Eisengehalt im Körper vor kann dieses zu Mangelercheinungen führen (Schmuck et al., S. 360).

Literatur

- Marburger, A. (2003): Alginate und Carrageenane – Eigenschaften, Gewinnung und Anwendungen in Schule und Hochschule. URL: <https://archiv.ub.uni-marburg.de/diss/z2004/0110/pdf/dam.pdf> [15.1.2022]
- NDR: Eisenmangel: Rechtzeitig erkennen und richtig behandeln. URL: <https://www.ndr.de/ratgeber/gesundheit/Eisenmangel-Rechtzeitig-erkennen-und-richtig-behandeln,eisen104.html> [15.1.2022]
- Schmuck, C., Engels, B., Schirmeister, T., Fink, R. (2008): Chemie für Mediziner. Pearson Studium, München
- Shaari, N., Kamarudin, S. K.: Recent advances in additive-enhanced polymer electrolyte membrane properties in fuel cell applications: An overview. Int. Journal of Energy Research 2019, S. 1–39