

## **Unterrichtseinheit Naturstoffe (Basisfach)**

### **Verdickungsmittel in Lebensmitteln fachliche Informationen**

#### **Gelier- und Verdickungsmittel in Lebensmitteln**

Gelier- und Verdickungsmittel kommen in vielen Cremespeisen, Desserts, Puddings, Milchprodukten, Joghurt und Suppenerzeugnissen sowie in Speiseeis und Konfitüre vor. Sie haben die Aufgabe die stabile Struktur und Konsistenz eines Lebensmittels zu gewährleisten

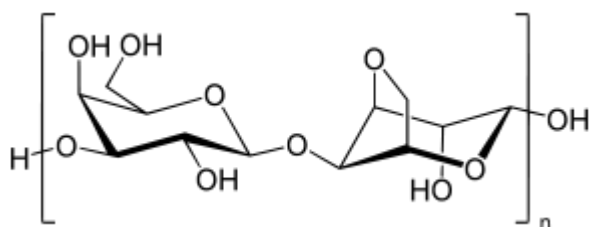
Mit Pektin, Agar-Agar, Johannisbrotkernmehl und Gelatine werden hier vier Vertreter aus der Zusatzstoffklasse der Gelier- und Verdickungsmittel ausgewählt, die auf molekularer Ebene zweier verschiedener Gruppen von Makromolekülen angehören. Während Pektin, Agar-Agar und Johannisbrotkernmehl Polysaccharide sind, gehört Gelatine zu den Proteinen. Zwei sehr unterschiedliche Arten von Makromolekülen können also die gleichen Funktionen erfüllen und ähnliche Eigenschaften besitzen. Doch auch strukturell gibt es durchaus Gemeinsamkeiten. Dazu gehört unter anderem der kettenähnliche Aufbau der jeweiligen Moleküle aus Monomeren, die polare Gruppen besitzen, sodass sie in der Lage sind Wassermoleküle anzulagern. (BÄCHLE).



## Agar-Agar (E604)

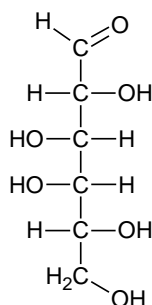
Agar-Agar wird aus den Zellwänden asiatischer Braunalgen gewonnen. Es besteht zu etwa 70 % aus **Agarose** und zu 30 % aus nicht gelierenden **Agaropektinen**.

**Agarose** ist ein Polysaccharid aus D-Galactose und 3,6-Anhydro-L-Galactose, die glycosidisch miteinander verbunden sind.



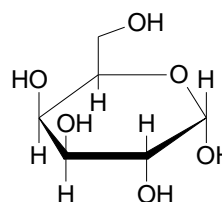
Agarose <https://de.wikipedia.org/wiki/Agarose> (Gemeinfrei)

Die Zucker der L-Reihe spielen in der Schule kaum eine Rolle. Auch die Entstehung von Anhydro-Monosacchariden durch Wasserabspaltung aus zwei OH-Gruppen ist selten Unterrichtsgegenstand. Aus diesen Gründen wird Agar-Agar hier vereinfacht als Polymer der  $\alpha$ -D-Galactose betrachtet.

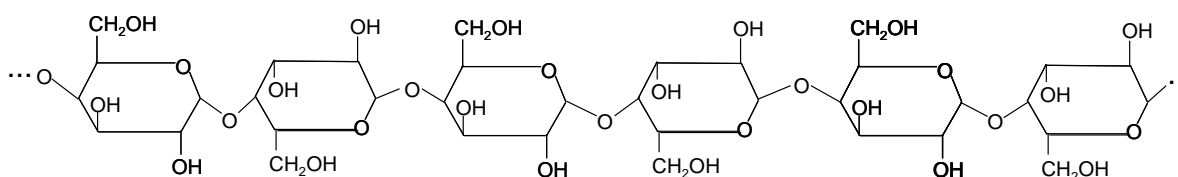


D-Galactose

(E. Henker, eigene Zeichnungen)



$\alpha$ -D-Galactose



$\alpha$ -D-Galactose, 1,4-glycosidisch verknüpft (E. Henker - eigene Zeichnungen)

Aus biologischer Sicht ist Agar-Agar hauptsächlich ein Ballaststoff, der die Verdauung anregt und keine Kalorien enthält. Agar-Agar kann Gelatine in fast jedem Fall ersetzen und wird in der vegetarischen Küche auch hauptsächlich in diesem Sinne benutzt. Er muss zunächst in Wasser oder direkt in der zu gelierenden Masse auf mindestens 95°C erhitzt werden. Die gelierende Wirkung setzt jedoch erst bei Temperaturen unterhalb von 45°C ein, sodass auch temperaturempfindliche Massen damit verarbeitet werden können. Süßspeisen mit Ananas oder Kiwi werden meistens mit Agar-Agar geliert, da sie Enzyme enthalten, die Gelatine zersetzen würden. Ein stark saures Milieu beeinträchtigt jedoch die Gelierwirkung von Agar-Agar, sodass er für Speisen mit stark sauren Früchten nicht verwendet werden kann (vgl. Pixelhouse 2003, Bächle).

## Gelatine

Gelatine ist ein lineares Protein mit amphoterem Charakter, das durch selektive Hydrolyse von Collagen, einem tierischen Gerüsteiweiß, gewonnen wird (vgl. Bundesamt für Gesundheit Schweiz (BAG) 1993: 8; 18, Bächle). „Als Ausgangsmaterial werden Knochen, Hautstücke und Schweineschwarten verwendet“ (BAG 1993: 8; 18).

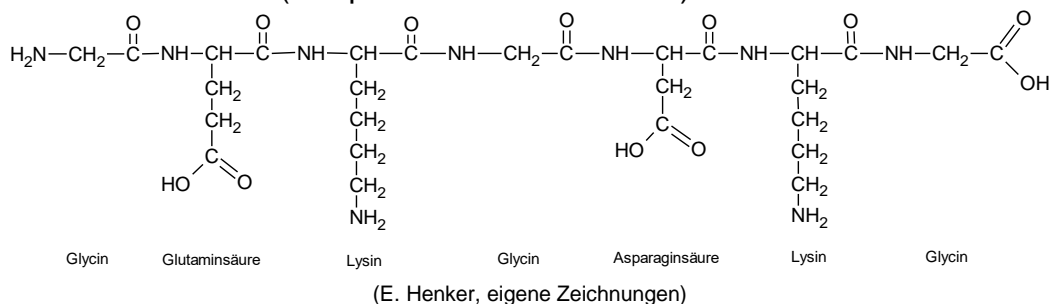
Die Ausgangssubstanz Collagen weist einen relativ hohen Gehalt an Glycin auf, der einzigen seitenkettenfreien Aminosäure, die mit nahezu 27 % einen extrem hohen Anteil am Gesamtmolekül ausmacht. Auch die polaren Aminosäuren, sowohl die sauren, wie Glutamin- und Asparaginsäure, als auch die basischen, wie Lysin und Arginin, sind mit 18,5 bzw. 15 % reichlich vertreten. Bemerkenswert ist weiterhin der relativ hohe Gehalt an Prolin und Oxyprolin von etwa 17 %, was deshalb Beachtung verdient, weil dies die beiden einzigen Aminosäuren sind, in denen die Aminogruppe ringförmig gebunden ist (vergl. Gustav Parmentier)

Anschauliche Darstellungen der Molekülveränderungen während der Gelatineproduktion finden Sie unter

<http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/gelatine/archiv/gelatine.htm>.

Als Folge der BSE-Krise ist inzwischen nahezu alle zum Einsatz kommende Gelatine Schweinegelatine und es dürfen nur klar vorgeschriebene Teile des Tieres dazu verwendet werden. (vgl. Information Medien Agrar e.V. 2011, Bächle). Gelatine gilt selbst als Lebensmittel und nicht als Lebensmittelzusatzstoff (besitzt keine E-Nummer). Als Zutat zum Kochen oder Backen kann man sie im Supermarkt in Blatt- oder Pulverform kaufen. Sie wird stets in kaltem Wasser einige Minuten eingeweicht, dann ausgedrückt und in der leicht erwärmten Speise aufgelöst. Je nach angewandter Konzentration bildet sie im Temperaturbereich zwischen 20°C und 40°C Gele, die sich beim Erhitzen wieder verflüssigen und beim Abkühlen erneut erstarren (Thermoreversibilität) (vgl. BAG 1993: 8; 18).

### Molekülstruktur Gelatine (beispielhafte Primärstruktur)

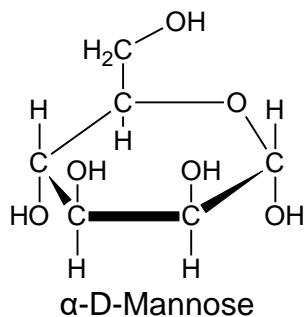
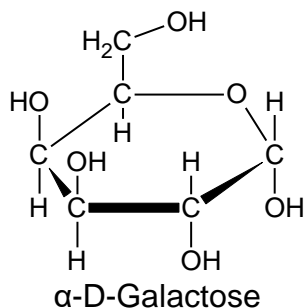
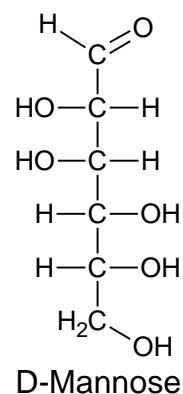
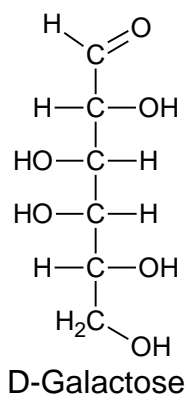


## Johannisbrotkernmehl (E 410)

Johannisbrotkernmehl wird aus den Früchten des Johannisbrodbaumes gewonnen und ist im Handel als gelblich-beiges geruchs- und geschmacksneutrales Pulver erhältlich. Für seine Verwendung muss es nicht aufgekocht werden, sondern eignet sich auch für eine kalte Verarbeitung (vergl. Bähle).

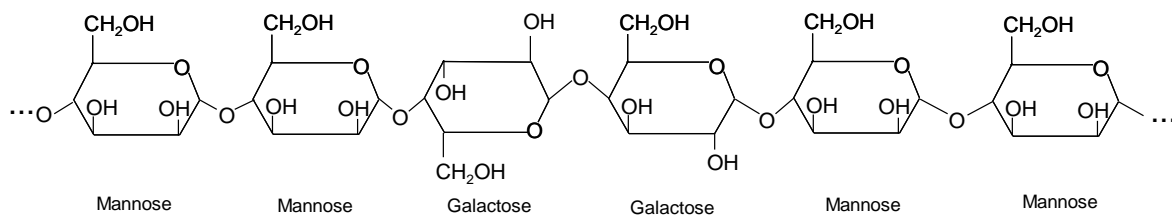
Johannisbrotkernmehl enthält 5 - 6 % Eiweiß sowie 88 % Polysaccharide. Diese bestehen aus 20 % D-Galaktose-Bausteinen und 80 % D-Mannose-Bausteinen. Es kann zwischen dem 80 bis 100-fachen seines Eigengewichtes Wasser aufnehmen und ist damit 5-mal quellfähiger als Stärke.

Johannisbrotkernmehl ist zum Großteil unverdaulich und wird als Füllstoff in kalorienarmen Produkten verwendet.



E. Henker (eigene Zeichnungen)

### Molekülstruktur Johannisbrotkernmehl (beispielhafter Kettenausschnitt)



E. Henker (eigene Zeichnung)

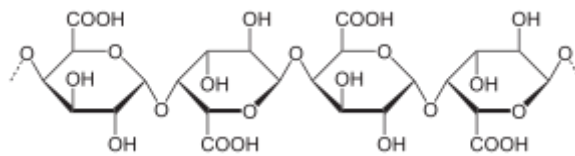
## Pektine (E440)

Die Substanzklasse der Pektine umfasst eine Vielzahl von Strukturen. Allen gemein ist, dass es sich hierbei um Polysaccharide handelt, deren Hauptbestandteil (ca. 65 Gewichts-%) die  $\alpha$ -D-Galacturonsäure (pKa-Wert 2,9) als Monomer ist. Diese Galacturonsäure-Monomere sind über  $\alpha$ -1,4-, meist auch zu einem geringen Anteil über  $\beta$ -1,4-glycosidische Bindungen miteinander verbunden und bilden so das Rückgrat des Pektinmoleküls. Die Carboxylgruppen der Bausteine liegen teilweise als Methylester vor.

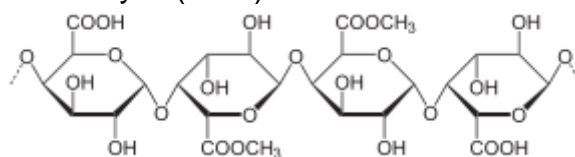
Dieses lineare Rückgrat wird periodisch durch 1,2-Bindungen mit  $\alpha$ -L-Rhamnose unterbrochen. Daher ist die systematische Bezeichnung für Pektin Rhamno-Galacturonsäure. Der Einbau von Rhamnose-Einheiten führt dazu, dass es in der formal geradlinigen Polygalacturonsäurekette zu Störungen kommt: die Ketten werden „geknickt“

D-Galacturonsäure	$\alpha$ -D-Galacturonsäure	D-Rhamnose, L-Rhamnose	$\alpha$ -L-Rhamnose
<a href="https://de.wikipedia.org/wiki/Galacturonsäure">https://de.wikipedia.org/wiki/Galacturonsäure</a> Gemeinfrei	<a href="https://de.wikipedia.org/wiki/Galacturonsäure">https://de.wikipedia.org/wiki/Galacturonsäure</a> Gemeinfrei	<a href="https://de.wikipedia.org/wiki/Rhamnose">https://de.wikipedia.org/wiki/Rhamnose</a> Gemeinfrei	<a href="https://de.wikipedia.org/wiki/Rhamnose">https://de.wikipedia.org/wiki/Rhamnose</a> Gemeinfrei

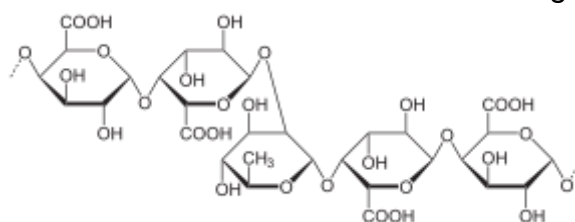
### Strukturmerkmale verschiedener Pektine



Ausschnitt aus dem Rückgrat von Pektinen:  
Poly- $\alpha$ -(1 $\rightarrow$ 4)-Galacturonsäure.



Teilweise veresterter Abschnitt des Rückgrats



Rhamnogalacturonan: Rückgrat mit „Knick durch eingebaute Rhamnose“

<https://de.wikipedia.org/wiki/Pektine> Gemeinfrei

Der Grad der Veresterung der Galacturon-Bausteine hat Auswirkungen auf die Eigenschaften des Pektins als Geliermittel. Je nach Veresterungsgrad benötigt man



für den Geliervorgang unterschiedlich viel Zucker. Je höher der Veresterungsgrad, desto mehr Zucker benötigt man; im Extremfall bis zu 60%. Dies hängt möglicherweise damit zusammen, dass die Pektinketten bei höherem Veresterungsgrad die Wassermoleküle nicht so gut über Wasserstoffbrücken binden können, wie bei niedrigerem Veresterungsgrad. Ein höherer Zuckergehalt kann dies vermutlich durch die zusätzliche Ausbildung von Wasserstoffbrücken kompensieren. Daher werden Pektine hauptsächlich zum Gelieren von Süßspeisen, speziell zur Herstellung von Marmeladen, Konfitüren und Gelees genutzt und sind ein wichtiger Bestandteil von Gelierzucker (Bäcke).

Pektine sind natürlicherweise in den Zellwänden vieler Früchte enthalten und werden aus Apfeltrester (Abfälle von der Apfelsaftherstellung) oder Zitruschalen gewonnen. Wie Agarose und Johannisbrotkernmehl sind auch Pektine für den Menschen unverdaulich, zählen somit zu den Ballaststoffen und kommen in vielen Diätprodukten vor (Bäcke).



## Literaturverzeichnis

Maiké Bächle, Geliermittel – Ein kompetenzorientierter Einstieg in die Chemie der Makromoleküle, Dokumentation einer Unterrichtseinheit, Staatliches Seminar für Didaktik und Lehrerbildung (Gymnasien) Rottweil

Pixelhouse (2003). Chefkoch.de. Pflanzliche Binde- und Geliermittel. Verfügbar unter <http://www.chefkoch.de/magazin/artikel/134,0/Chefkoch/Pflanzliche-Binde-und-Geliermittel.html>

Bundesamt für Gesundheit Schweiz (BAG) (1993). Schweizerisches Lebensmittelhandbuch.

Kapitel 40. Gelier- und Verdickungsmittel. Bern. Verfügbar unter

<http://www.bag.admin.ch>

[admin.ch/SLMB\\_Online\\_PDF/Data%20SLMB\\_MSDA/Version%20D/40\\_Geliermittel.pdf](http://www.bag.admin.ch/SLMB_Online_PDF/Data%20SLMB_MSDA/Version%20D/40_Geliermittel.pdf)

Information Medien Agrar e.V. (2011). Wiki-Agrar-Lexikon. Gelatine. Verfügbar unter <http://www.agrilexikon.de/index.php?id=684>

Dr. Johannes Parmentier,

<http://www.parmenier.de/gpfneu/gelatine/deutsch/struktur.php>

