

# Stabilisatoren

Christine Melcher, Regina Bruischütz, Walter Wagner\*, Universität Bayreuth.

## Gliederung

1	Der Begriff im Alltag.....	1
2	Stabilisatoren in der Lebensmittel-Technologie.....	4
3	Johannisbrotkernmehl (JBKM) aus chemischer Sicht.....	5
4	Zusammenfassung.....	8
5	Speise-Eis Rezept „Regina“.....	10

### Einstieg:

## 1 Der Begriff im Alltag

Dies ist ein Stabilisator:

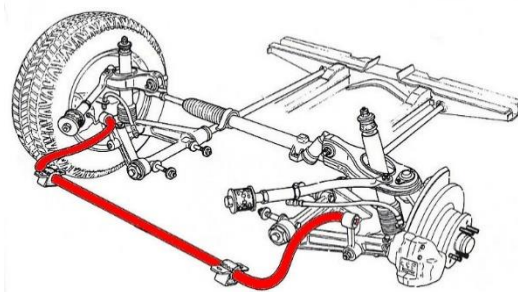


Abb. 1: Stabilisator an einer Doppelquerlenkerachse [4]

In der Chemie ist mit „Stabilisatoren“ natürlich etwas gänzlich Anderes gemeint:

Ziel	Anwendung auf...	Beispiele
<b>Alterungsschutz vor:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ozon</li> <li>• Licht</li> <li>• Sauerstoff</li> <li>• Temperatur-Einflüssen</li> <li>• Feuchtigkeit</li> <li>• Schwermetall-Wirkungen</li> <li>• ...</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kunststoffe (PVC)</li> <li>• Gummi</li> <li>• Kautschuk</li> <li>• Mineralöl</li> <li>• Farbstoffe</li> <li>• Lacke</li> <li>• Lasuren</li> </ul>	<b>Additive je nach Zweck:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Radikal-Fänger</li> <li>• Antioxidantien</li> <li>• UV-Absorber</li> <li>• Metall-Seifen</li> <li>• ...</li> </ul>
<b>chemische Stabilität:</b> metastabiler Verbindungen und von Monomeren-Vorräten	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Peroxo-Bleichmittel</li> <li>• Monomere</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• EDTA</li> <li>• <math>Mg_2SiO_4</math></li> <li>• Radikal-Fänger</li> </ul>
<b>biologische Stabilität</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lebensmittel</li> <li>• Kosmetika</li> <li>• Pharmazeutika</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konservierungsmittel</li> <li>• Fungizide</li> <li>• Insektizide</li> <li>• ...</li> </ul>
<b>Phlegmatisierung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Explosiv-Stoffe</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Öl</li> <li>• Wachs</li> <li>• Paraffin</li> </ul>
<b>Inertisierung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Feine Stäube (z. B. unedle Metalle)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inert-Gase</li> </ul>
<b>Erhärtung, Verfestigung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Böden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zement</li> <li>• Bitumen</li> <li>• Silikate</li> <li>• Acryl-Harze</li> <li>• Silicone</li> </ul>
<b>Struktur-Stabilisierung bei</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geweben („knitterarm“)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Textil-Hilfsmittel: Knitterfreimittel (Kunstharz-Kondensate)</li> </ul>
	<b>kolloidalen Systemen</b>	
	Dispersionen Emulsionen Suspensionen	<b>Verdickungsmittel</b> <b>Dispergierhilfsmittel</b> <b>Emulgatoren</b>
	<b>Schäume (Shampoo, Schaumbad, Spülmittel, Schaum-Kunststoffe)</b>	<b>Schaum-Stabilisatoren (Fettsäurealkanolamide, Polysiloxane)</b>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Andere Produkte (z. B. Süßwaren)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Feuchthaltemittel</li> <li>• Überzugsmittel</li> <li>• Trennmittel</li> </ul>

Bei den meisten Beispielen kann man sich ihre chemische Wirkung leicht vorstellen:

- Radikal-Fänger
- Antioxidantien
- UV-Absorber
- bakterizide Konservierungsstoffe

sind aus anderen Themen-Kreisen hinlänglich bekannt. Etwas undurchsichtiger wird es bei den Struktur-Stabilisatoren: die Liste möglicher zu stabilisierender Struktur-Merkmale ist lang. Um die Funktion dieser Stabilisatoren-Gruppe darzustellen, haben wir und das Muster-System Speise-Eis (Sorte Eiskrem) ausgesucht.

Gründe für die Auswahl genau dieses Muster-System waren:

1. komplexeres Wirken des Gegenstandes (Struktur-Stabilisator)
2. didaktisches Potential: produktorientierte, alltagsorientierte, projektorientierte Unterrichtsverfahren möglich
3. Alltagsrelevant
4. Attraktivität für Lernende
5. hohes Potential für Selbsttätigkeit in allen Jahrgangsstufen
6. Produkt essbar
7. Produkt schmeckt dem Projekt-Leiter

In den Inhaltsstoff-Deklarationen der beliebten Sorten industriell hergestellter Eiskrem findet man fast die ganze Palette der für Lebensmittel zugelassenen Stabilisatoren:



Abb. 2: Zutaten-Deklaration 1



Abb. 3: Zutaten-Deklaration 2

## 2 Stabilisatoren in der Lebensmittel-Technologie

Die Speiseeis-Verordnung kennt folgende Speiseeis-Sorten:

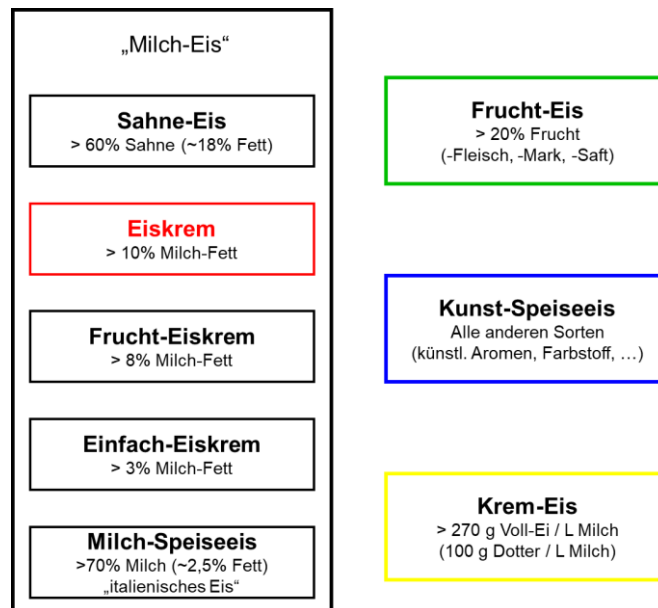


Abb. 4: Speiseeis-Sorten in Deutschland gemäß der Speiseeis-Verordnung [1]

Worauf sich dieser Beitrag konzentriert, ist die Sorte „Eiskrem“:

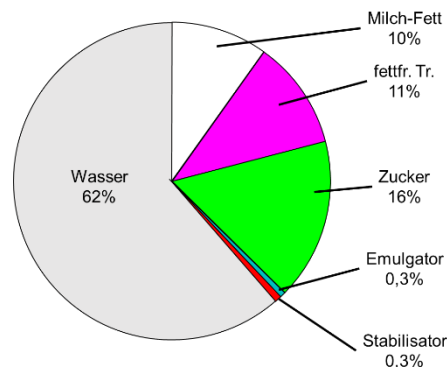


Abb. 5: Eiskrem aus chemischer Sicht

Die Qualitäts-Anforderungen an Eiskrem verhalten sich z. T. widersprüchlich, so dass der Hersteller sich um Optima bemühen muss:

### Qualitative Anforderungen durch Verbraucher:

- cremig – nicht fett
- süß – nicht zu süß
- erfrischend – nicht wässrig
- leicht – nicht butterig-schwer
- geringer Brennwert

### Technologische Anforderungen durch den Hersteller:

- Tropffestigkeit nach dem Schmelzen
- hohe Lagerfähigkeit, deshalb:
  - Langzeit-Stabilisierung der O/W-Emulsion
  - Langzeit-Stabilisierung des Drei-Phasen-Systems
  - Stabilisierung des thermolabilen Schaums

Wie kommt man diesen Forderungen mit Hilfe von Johannisbrotkernmehl (JBKM) möglichst nahe?

### 3 Johannisbrotkernmehl (JBKM) aus chemischer Sicht

JBKM wird aus den Kernen der Frucht des Johannisbrotbaumes (*Ceratonia siliqua* L., *Caesalpiniaceae*) gewonnen. *Ceratonia* ist am Mittelmeer heimisch, bildet hülsige Früchte, deren süßes Fruchtfleisch gerne in „biogesunden“ Süßwaren (30% Saccharose) verarbeitet wird.



Abb. 6: *Ceratonia siliqua* L. Habitus (Kreta, GR)



Abb. 7: *Ceratonia siliqua* L., reife Frucht, Blatt und weibliche Blüte

Die Kerne werden aufgebrochen, gemahlen und das Mehl für die meisten Anwendungen physikalisch gereinigt. Das Mehl nun enthält in hohem Prozentsatz hochmolekulares.

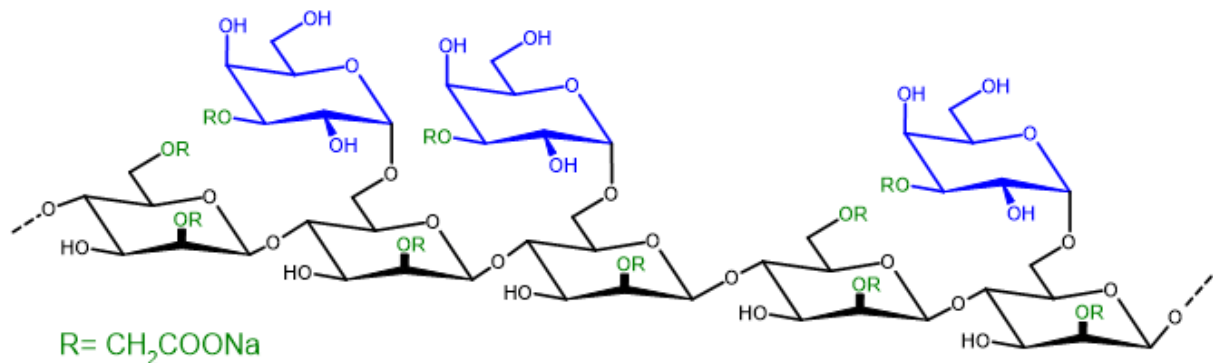


Abb. 8: Carubin;  $\beta$ -(1,4)-Polymannose-Polyether mit  $\alpha$ -(1,6)-Galactose-Ether-Verzweigungen; Mannose : Galactose = 2 : 1; Anordnung der Gal-Reste in Paaren oder Triplets.

Galaktomannane sind aufquellende, vom menschlichen Organismus nicht verwertbare Kohlehydrate, „die eine reinigende Wirkung im Verdauungstrakt entfalten“ [RÖMPP], eine Formulierung, die u. a. auf die abführende Wirkung bei höheren Dosen hinweist.

Es tauchen je nach Literatur die Begriffe auf:

- Verdickungsmittel
- Dickungsmittel
- Stabilisator
- Gummi
- Feuchthaltemittel
- Mundgefühl-Regulator [2]

Was davon Stimmt denn nun für Johannisbrotkernmehl?

Bei der Beschreibung der Rolle möchte ich der Herstellungsweise für industrielle Eiskrem folgen:

1. **Schritt:** Wenn JBKM normaler Qualität mit heißem Wasser (85°C) versetzt wird, quillt es und bildet eine schleimige, etwas klebrige, trübe Lösung. Darauf geht die historische, heute noch im englischen gebräuchliche Bezeichnung „gum“ (Gummi) zurück.
2. **Schritt:** In einem zweiten Schritt werden mehrere Grundstoffe zu einem Mix verrührt, die Stabilisatoren-Lösung in warmem Zustand zugegeben. Auch in diesem Schritt spielt der **schleimige Zustand** noch keine besondere Rolle. Beim **Verzehr** jedoch erhöht der Schleim die Tropffestigkeit der Eiskrem und verursacht ein „schmieriges“ Gefühl auf der Zunge („**Mundgefühl-Regulator**“), das einen hohen Fett-Anteil suggeriert. Dadurch kann die Fett-Menge in Eiskrem bis auf den Anteil reduziert werden, der für das physikalische Gefüge unbedingt nötig ist. Neben dem positiven Effekt der Brennwert-Senkung erreicht man aber auch eine Verbesserung der **Geschmacks-Qualität:** Lebensmittel mit einem hohen Fett-Anteil schmecken „schwer“ (Butter-Creme in Torten), hier jedoch stellt sich ein „leichterer“ Geschmacks-Eindruck ein. Das liegt zum Teil auch an einem anderen Effekt.
3. **Schritt:** Nun wird der Eis-Mix vorgekühlt und mit einem Hand-Rührgerät auf höchster Dreh-Zahl gerührt. **Jetzt geht die Mischung plötzlich auf wie Sahne kurz vor dem Punkt, an dem sie steif ist.** Durch die niedrigere Temperatur wird der schleim zäher und kann mehr und größere Luft-Blasen im Mix festhalten. Die Luft-Blasen nennt man **Aufschlag**. Erwünscht ist ein Aufschlag von um die 100%, d. h., wenn Sie 1 L Eiskrem kaufen, bezahlen Sie 500 g Eis-Masse und 500 mL Luft. Hier stabilisiert nun JBKM den Schaum bzw. die gasförmige Phase im **Drei-Phasen-System** Eiskrem, indem es die Luft-Bläschen festhält und günstig darauf einwirkt, dass sich eine gleichförmige Bläschen-Größe von ca. 100 nm einstellt. Letzteres hat neben sensorischen auch eher optische Gründe: große Luft-Blasen geben dem Eis einen ungesund-gräulichen Farbton.

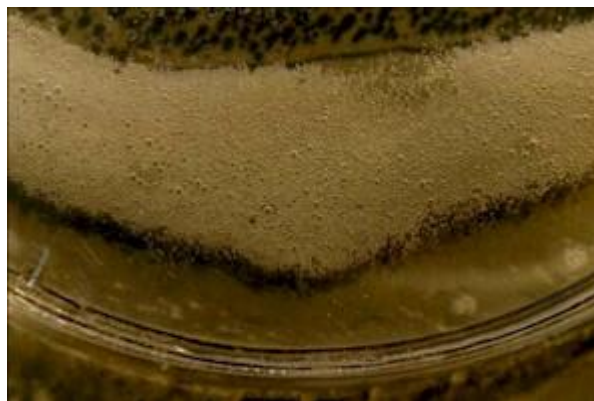


Abb. 9: Mit Zucker aufgeschlagene Johannisbrotkernmehl-Lösung; gefroren und wieder aufgetaut

Bei niedrigeren Temperaturen wird die ursprüngliche Lösung zum Gel:

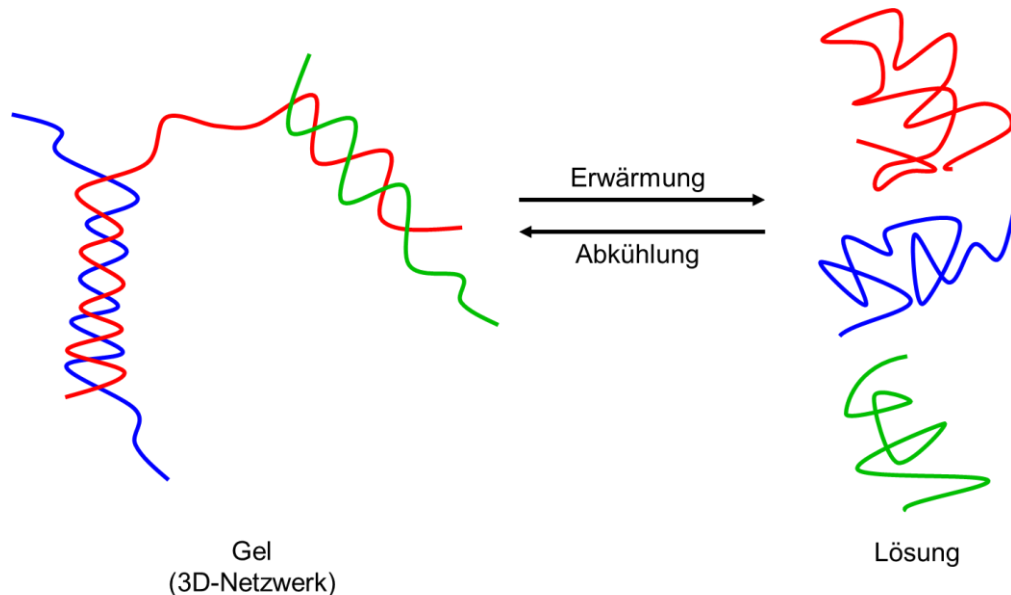


Abb. 10: Temperatur-Verhaltensweise von Heteroglykanen

Gleichzeitig soll im Eis-Mix viel Wasser festgehalten werden. Hier muss man auch ein Optimum finden: auf der einen Seite gilt „je mehr Wasser desto frischer der Geschmack“, auf der anderen Seite „je weniger und kleiner die Eis-Kristalle sind, desto cremiger wirkt das Produkt“. JBKM bindet das Wasser in so kleinen Einheiten, dass sich keine wahrnehmbaren Eis-Kristalle bilden können. Hierauf beruht die Verwendung von JBKM als **Feuchthalte-Mittel** und gleichzeitig ist dies der **Beitrag zum „cremigen“ Geschmack**: Eis-Kristalle ab 50 Mikrometer würden von der Zunge einzeln wahrgenommen werden und hinterlassen einen „sandigen“ Eindruck.

Ein ähnlicher Effekt tritt auch bei langer Lagerung ein:

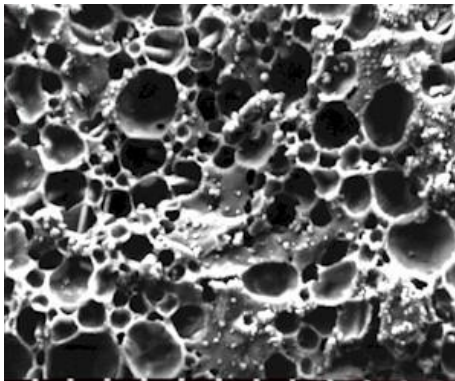


Abb. 11: frische Eiskrem; Balken-Abstand: 30 Mikrometer

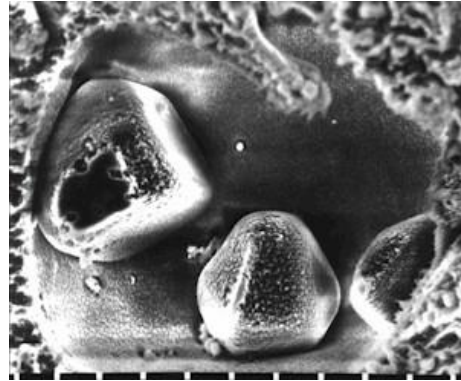


Abb. 12: drei Monate alte Eiskrem; Balken-Abstand: 100 Mikrometer

Das Gleiche gilt natürlich auch für die Fett-Kügelchen: dadurch, dass sie klein- und vom Wasser getrennt festgehalten werden, ergibt sich eine gewisse „**emulgierende Wirkung**“ des JBKM. Freilich ist der Haupt-Beitrag dazu der der mechanischen Bearbeitung: durch besondere Homogenisierungs-Verfahren werden die Zutaten fein verteilt.

Dadurch, dass JBKM Wasser festhält, erklärt sich auch der „**qualitäts-konservierende Einfluss**“: die in der REM-Aufnahme zu sehenden Eis-Kristalle können während der Monate dauernden Lagerung langsamer wachsen. Das Eis bleibt für den Hersteller und Verkäufer länger lagerfähig und für den Verbraucher länger „cremig“.

## 4 Zusammenfassung

Ausgangspunkte und Lösungen:

Qualitative sensorische Anforderungen	Traditionelle Lösung	Moderne Lösung: zusätzliche Maßnahmen
cremiger Geschmack	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fett</li> <li>• flüssige Phase</li> <li>• Aufschlag</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>JBKM</b></li> <li>• erhöhter Aufschlag</li> </ul>
süß	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zucker</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aroma-Verstärker</li> <li>• ggf. Süß-Stoffe</li> </ul>
frischer Geschmack	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasser</li> <li>• Früchte</li> <li>• Zucker</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aromen-Zusatz</li> <li>• Genuß-Säuren</li> </ul>
leichter Geschmack	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aufschlag</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>JBKM</b> statt Fett-Anteil</li> <li>• Optimierter Aufschlag</li> </ul>
geringer Brennwert	<ul style="list-style-type: none"> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>JBKM</b> statt Fett-Anteil</li> <li>• Zucker-Ersatzstoffe</li> </ul>

Technologische Anforderungen	Traditionelle Lösung	Moderne Lösung: zusätzliche Maßnahmen
Stabilisierung der OW-Emulsion	Emulgatoren der Milch	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>JBKM</b></li> <li>• Zusatz von Emulgatoren</li> </ul>
Stabilisierung des Drei-Phasen-Systems	Fett-Zucker-Verhältnis	<b>JBKM</b>
Stabilisierung des thermolabilen Schaums		<b>JBKM</b>
Tropffestigkeit nach dem Schmelzen		<b>JBKM</b>
hohe Lagerfähigkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pasteurisieren</li> <li>• Hygiene</li> <li>• schneller Verkauf</li> <li>• hoher Zucker-Gehalt</li> <li>• geschlossene Kühl-Kette</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>JBKM</b></li> <li>• Optimierungen</li> </ul>



Die EU-Richtlinie über Zusatzstoffe definiert in Artikel 1 Stabilisatoren als:

„Stoffe, die es ermöglichen, den physikalisch-chemischen Zustand eines Lebensmittels aufrechtzuerhalten. Stabilisatoren enthalten sowohl Stoffe, die es ermöglichen, die einheitliche Dispersion zweier oder mehrerer nicht mischbarer Phasen in einem Lebensmittel aufrechtzuerhalten, als auch Stoffe, durch welche die vorhandene Farbe eines Lebensmittels stabilisiert, bewahrt oder intensiviert wird“.

JBKM stabilisiert also durch sein Wasser-Bindevermögen sowohl die O/W-Emulsion als auch die Existenz der drei Phasen nebeneinander in Eiskrem.

Zur Zeit sind in Deutschland folgende Stabilisatoren zugelassen [2, 3]

Bezeichnung	E-Nummer	Bemerkung
Alginsäure / Alginate	400 – 405	Extrakt aus verschiedenen Braunalgen-Arten
Agar-Agar	406	Extrakt aus <i>Gelidium</i> -Arten (Rotalgen)
Carrageen	407	Extrakt aus verschiedenen Rotalgen-Arten
Johannisbrotkernmehl	410	gemahlene Samen von <i>Ceratonia siliqua L.</i>
Guarkernmehl	412	gemahlene Samen von <i>Cyamopsis tetragonoloba L.</i>
Traganth	413	Exsudat von <i>Astragalus</i> -Arten
Gummi arabicum	414	Rinden-Extrakt aus <i>Acacia arabica</i>
Xanthan	415	bakteriell veränderte Cellulose
Pektin	440	Extrakt aus Citrus-Schalen und Obst-Trester
Cellulosen	460 – 466	auch chemisch modifizierte Formen
Flunder AFP*	430 ;-)	Extrakt aus der Winter-Flunder (Platt-Fisch)

\*AFP= Anti Freeze Protein; Experimental-Stadium: dieses Produkt ist noch nicht zugelassen und hat auch noch keine E-Nummer zugewiesen bekommen, aber was nicht ist kann ja noch werden

## 5 Speise-Eis Rezept „Regina“

### Material:

- Becherglas, 1.000 mL
- Mess-Zylinder, 100 mL
- Esslöffel
- Waage, 000,0 g
- Magnetrührer, heizbar
- Rührstäbchen, -Entferner
- verschließbares Gefäß; ca. 100 mL
- Thermometer,  $T < 100^{\circ}\text{C}$
- Hand-Rührgerät
- Wanne (für Eisbad) ca. 2.500 mL
- Eis
- Kochsalz (für Gefriermischung) oder
- Haushalts-Küchenmaschine mit Gefrierakku

**Durchführung:** 100 g Milch (3,5%) abmessen und mit 65 g Sahne (Waage) in das Becherglas (1.000 mL) geben.

15 g Zucker in das trockene, verschließbare Gefäß geben, 6,5 g Mager-Milchpulver dazu wiegen, 1 Päckchen (ca. 9 g) Vanillin-Zucker zugeben. 0,3 g Johannisbrotkernmehl und 0,8 g Tegomuls getrennt abwiegen und ebenfalls zugeben.

Anschließend verschließen, mischen und mit Hilfe eines Magnet-Rührstäbchens in die Milch-Masse einrühren. Die Masse wird auf dem Heizrührer unter ständigem Rühren auf  $+70^{\circ}\text{C}$  erhitzt (Thermometer-Kontrolle), damit sich die zugegebenen Substanzen lösen können. Danach wird der Mix mit dem Handrührgerät ca. 5 Minuten auf höchster Stufe geschlagen, wobei die Temperatur von  $+70^{\circ}\text{C}$  beibehalten wird. Anschließend wird die Masse unter ständigem Weiterrühren in einem Eisbad rasch auf ca.  $+10^{\circ}\text{C}$  abgekühlt.

### Geschmacksrichtung:

- **Eiskrem Vanille:** In die Milch-Sahne-Mischung wird zusätzlich noch ein Viertel einer Vanille-Schote gegeben, die vorher längs aufgeschnitten wurde. Bevor man den Mix mit dem Hand-Rührgerät aufschlägt, wird die ausgekochte Schote entfernt.
- **Eiskrem Schokolade:** In das trockene Gefäß werden vor dem Schütteln zusätzlich noch 4 g Kakao-Pulver gegeben.

**Ergebnis:** Das Rezept liefert nach dem Gefrieren ca. 200 g Eiskrem, eine gut handhabbare Menge entweder für die manuelle Herstellung im Kochsalz-Eis-Wasser-Kühlbad oder bei Verwendung des Kühl-Akkus aus dem Zubehör zu Küchen-Maschinen in Haushaltsgröße.

*Eines unserer bedeutendsten Kriterien bei der Entwicklung von Experimenten ist, dass die „Zutaten“ überall und zu vernünftigem Preis zu erhalten sind. JBKM gibt es in Reformhäusern, Guarkernmehl nicht. Deshalb haben wir uns im Rezept auf nur einen Stabilisator beschränkt.*

### Quellen:

1. Timm, Fritz: Speiseeis; Parey, Hamburg 1985.
2. Pollmer, Udo u.a.: Vorsicht Geschmack; Hirzel, Stuttgart 1998
3. o. A.: Lebensmittel-Zutatenliste; Broschüre der Verbraucherzentrale, 51. Aufl., Hamburg 1995 (wimmelt von Tippfehlern!)
4. [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Alfetta\\_front\\_suspension\\_antiroll.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Alfetta_front_suspension_antiroll.jpg); Urheber: Evan Manson; Lizenz: „[Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen 3.0 nicht portiert](#)“; 08.12.2020