



# Herstellung von Eiskrem nach industriellem Vorbild

## Gliederung

1	Warum Eiskrem-Herstellung im Chemieunterricht? Eine didaktische Begründung ..	1
2	Wissensbasis zum Themenfeld Eiskrem .....	7
3	Hinweise zu Arbeitsformen und Erfahrungen .....	10
4	Das Grundrezept für (industrielle) Eiskrem.....	12
5	Berechnung anderer Rezepte .....	14
6	Brennwertreduzierte Eiskrem .....	16
7	Ein Grundrezept für „italienische“ Einfacheiskrem.....	18
8	Einfacheiskrem mit Früchten .....	20
9	Nachweis der O/W-Emulsion.....	22
10	Bezugsquellen .....	23

## 1 Warum Eiskrem-Herstellung im Chemieunterricht? Eine didaktische Begründung

Das Fach Chemie als Natur**wissenschaft**, nach herkömmlicher Methodik unterrichtet, bemüht sich primär nur um die ersten beiden Phasen menschlicher Aktivität:

### 1. **Bezeichnen.**

Zugehörige Fragen: „Was ist das?“ im Sinne von „Wie heißt das?“.

Ergebnis ist ein Begriff zum Zweck der Kommunikation.

Beispiele: das ist eine Säure, ein Salz, eine Reduktion...

### 2. **Untersuchen.**

Zugehörige Fragen: „Was kann man damit machen?“, implizit auch „Woraus besteht das?“ bzw. „Wie funktioniert das?“.

Ergebnis von Beobachtung, Klassifizierung, Experiment und Abstraktion ist eine übertragbare Erkenntnis.

Beispiele: Säuren lösen Metalle auf, mit Salzen kann man Pflanzen düngen, über Reduktion lassen sich Elemente aus Verbindungen herstellen...

### 3. **Handeln.**

Zugehörig: eine Aufforderung, ein Wunsch nach Aktivität „Nun möchte ich ... machen!“.

Ergebnis dieser Anwendungsphase ist eine Veränderung der Umwelt gemäß den neu gewonnenen Erkenntnissen mit dem Ziel, diese Umwelt unseren Bedürfnissen weiter anzupassen.

Beispiele: Kupfer in Schwefelsäure auflösen, Beobachten des gesteigerten Pflanzenwachstums im Schulgarten nach Mineraldüngung, Herstellung von Kupfermetall aus Kupferoxid durch Reduktion mit Wasserstoff...

Nach der zweiten Phase der Aktivität („Was kann man damit machen?“) bleibt oft die Frage im Raum: „**Wozu** habe ich nun gelernt, was man machen kann ... wenn ich es dann nicht ausprobere?“. Sie wird gerne in die Zukunft verschoben („Wissen auf Vorrat“) oder aus großindustrieller Sicht (Ammoniaksynthese, Schwefelsäureproduktion, Petrochemie) exemplarisch gelöst. Mit lebensmittelchemischen Themen lässt sich die Frage jedoch viel näher an der Erfahrungswelt der Lernenden konkret beantworten und sie sollte oft beantwortet werden, um Motivation für weitere theoretische Explorationsphasen zu schöpfen.

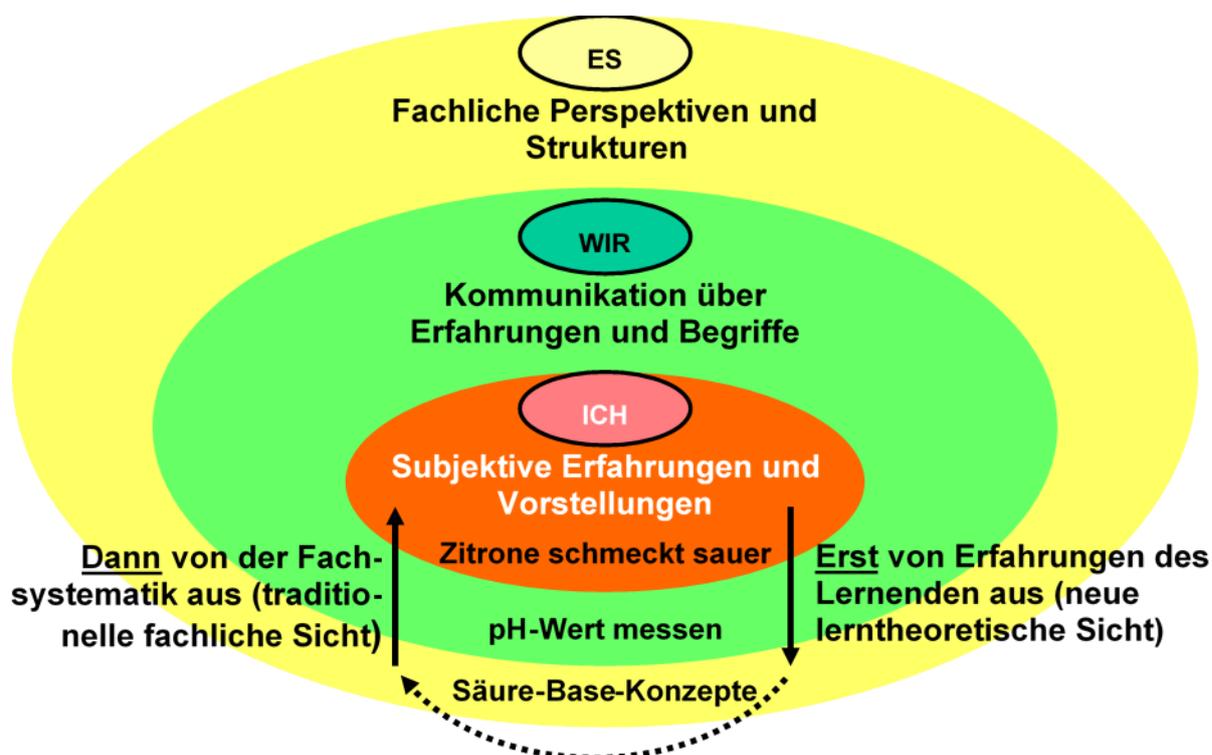


Abb. 1: Das Entfaltungsmodell [1]

Eine Reihe weiterer Argumente spricht für den Einsatz lebensmitteltechnologischer Experimente im Chemieunterricht:

- Die rezenten fachsystematischen Lehrgänge haben ihre Stärken, aber sie sollten planmäßig durch induktive Phasen untermauert werden. Lebensmittelchemische Themen, besonders solche zur Produktion, eignen sich hierfür besonders gut. [2]
- Das Verfolgen **affektiver und motorischer Lehrziele** fällt leicht: besonders die Experimente zur Lebensmitteltechnologie behandeln für Schüler sehr attraktive Produkte des Alltags (neben Eiskrem auch Gummibärchen [3] oder Brause [**Fehler! Textmarke nicht definiert.**]). An die attraktiven Tätigkeiten lassen sich traditionelle Lehrinhalte anbinden.
- Die Fachinformation **kann** lehrerzentriert erfolgen, sie eignet sich aber grundsätzlich gut für eigene Recherchen der Schüler im WWW. Ein „Grundrezept“ ist zwar vorkonzipiert, doch bieten die Experimente viel Raum für eigene Variationen der Schüler auf unterschiedlichen Niveaus. Die **forschend-entwickelnde Methode** bzw. Erarbeitungsexperimente bieten sich als Abwechslung zum, in manchen Fällen unvermeidlichen, Unterrichtsgespräch an.
- Schüler erkennen am Beispiel alltäglicher Produkte, wie grundlegende Forschung sich in praktischen Anwendungen äußern kann (Zucker- oder Fettersatzstoffe) und

bringen eher Geduld für Themen auf, bei denen das Vermitteln eines fertigen Abbildes eines Teilbereiches der Chemie unvermeidlich ist, etwa bei mathematischen Modellen. Der Umgang mit „Wissen auf Vorrat“ kann auf das notwendige Minimum beschränkt werden.

- Die Anwendungsphase darf sich nicht auf die theoretische Beschreibung von bereits gefundenen industriellen Lösungen beschränken, sondern muss **in eigenes Handeln münden**. Sowohl der motorische als auch der kognitive Bereich kann durch den Lernenden selbständig geplant, beschränkt und ausgewertet werden. Die Schwierigkeitsgrade Transfer und problemlösendes Denken sind zwanglos möglich.
- Das offensichtliche Erreichen affektiver Lernziele („endlich machen wir mal was sinnvolles“, mehrfach geäußerte Schülermeinung) motiviert Lernende **und** Lehrer. Das oft nicht vorhandene Gefühl, heute im Schulalltag etwas Nützliches geleistet bzw. gelernt zu haben, ist wieder wahrnehmbar.
- Selbst zu treffende und leicht zu realisierende Variationen der angebotenen Rezepte führen vorsichtig zur Umsetzung jener Forderung hin, dass zu einem gegebenen Problem **mehrere Lösungen** zu finden möglich sein soll.
- Besonders für die nicht weiterführenden Schularten können **Berufsbilder** chemischer Berufe realitätsnäher vermittelt werden. Die Lebensmittel-Branche beschäftigt mehr chemisch-technische Arbeitskräfte als die chemische Industrie selbst.

Im Unterricht bauen sich, vom Lernenden wie vom Lehrenden meistens unbemerkt, Fächergrenzen z.B. zwischen Hauswirtschaft, Biologie, Physik und Chemie auf, die völlig unnötig, für die Bedeutung der Chemie sogar höchst schädlich sind („weißer Zucker ist Chemie, also ungesund, brauner Zucker Biologie, also gesund“). Eine verstärkte Kooperation vor allem der Hauswirtschaft mit dem Chemieunterricht könnte diesem Mangel abhelfen. Die Umsetzung von Rezepten erfolgt durch einen Chemiker durchaus anders als durch Fachlehrer für Hauswirtschaft, wobei beide Seiten profitieren können. Während Hauswirtschaftslehrer Kenntnisse von Methoden zur Schaumbildung in Lebensmitteln besitzen, können Chemielehrer Grundlagen der Emulsions- und Konsistenzstabilisierung auf Teilchenebene erklären. Deshalb finden Fortbildungen an der Universität Bayreuth zu diesem Thema nach Möglichkeit im Tandem statt: Chemielehrer bringen Hauswirtschaftslehrer ihrer Schule zu einschlägigen Chemiefortbildungen mit. Aus der Erfahrung heraus, dass bei Fortbildung und Unterricht beide Fachlehrer vergleichbares tun, ist ein Abbau der Fächergrenzen ableitbar.

Mathematik in ihrer Teilfunktion als Hilfswissenschaft für die naturwissenschaftlichen Fächer hat oft Mühe, praxisrelevante Beispiele für Rechenverfahren zu finden. Die Rezeptanpassung für Eiskrem an den Wasser- bzw. Fetteintrag durch Geschmack gebende Zutaten kann sowohl über Gleichungen als auch über Dreisatzaufgaben gelöst werden. Die daran anschließende praktische Umsetzung des errechneten Rezeptes beweist den Lernenden die Bedeutung und die gegenseitige Abhängigkeit beider Fächer, Mathematik und Chemie.



Abb. 2: Lehrer-Tandem stellt im Rahmen einer Fortbildung Eiskrem her

Üblicherweise werden im **Chemieunterricht** Stoffe hergestellt, die entsorgt bzw. für eine vergleichbare Verwendung recycelt werden müssen.

Üblicherweise werden im **Hauswirtschaftsunterricht**, Teilgebiet Kochen, Speisen hergestellt, die gegessen werden (müssen).

In beiden Fällen gehen die Lernenden oft mit denselben Stoffen um (Saccharose / Zucker, Natriumchlorid / Kochsalz, Amylose / Maisstärke...), ohne sich jedoch dessen bewusst zu sein. Die Lernenden werden mit dem Knüpfen von Beziehungen zwischen dem, was sie an Fertigkeiten in der Schulküche bzw. zu Hause gelernt, und dem Wissen, das sie im Chemie- bzw. Biologieunterricht in den Fachräumen erworben haben, allein gelassen. Sehr widersprüchliche Argumentation beweist den Mangel an erkannten Beziehungen zwischen den Fächern („Saure Gurken – ohne Chemie“. Wie soll das ohne Essig gehen?).

Lebensmittelanalytik hat eine etwas längere Tradition im Chemieunterricht als die Lebensmitteltechnologie. Einschlägige Experimente weisen neben unbestreitbaren Vorteilen aber eine Reihe von Nachteilen auf:

- Nur das untersuchte Objekt (z. B. Spinat bei der quantitativen Bestimmung des Eisengehaltes) bietet Alltagsorientierung, nicht die Arbeitsmethode (Veraschung, Verdünnungsreihe).
- Reagenzien sind im Schullabor z.T. selten (schwermetallhaltige Fällmittel), teuer (Enzyme) und für unerfahrene bzw. junge Schüler gefährlich (konzentrierte Säuren).
- Die Arbeitstechniken sind oft sehr komplex (Aufstellen einer Eichkurve), langwierig (mehrmalige Messungen zur statistischen Absicherung) und aufwändig (durchstimmbare Photometer).
- Oft sind teure Arbeitsgeräte (Mikropipetten, Photometer, thermostatische Bäder) erforderlich und benötigen einen erheblichen Aufwand für die Einweisung.

- Deshalb ist die Intensität der Betreuung hoch, die sinnvolle Arbeitsgruppengröße gering.
- Reste und Produkte müssen entsorgt werden.

Lebensmitteltechnologische Experimente zeigen diese Nachteile nicht:

<b>Vorteile:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sie bieten maximalen Bezug zur Erfahrungswelt der Lernenden.</li> <li>• Eigentätigkeit der Lernenden ist in allen Altersstufen möglich.</li> <li>• Sie berühren stets affektive Komponenten des Unterrichts.</li> <li>• Das Vermeiden von „Lernen auf Vorrat“ fällt leicht.</li> <li>• Sie werden von Lernenden stets als „sehr interessant“ und „sinnvoll“ eingestuft.</li> <li>• Sowohl Objekt (Eiskrem) als auch Arbeitsmethode (Wiegen, Rühren, Aufschlagen, Messen) bieten Alltagsorientierung.</li> <li>• Reagenzien sind i.d.R. einfach beziehbar (Supermarkt), preisgünstig und für unerfahrene Schüler gut handhabbar (eben Lebensmittel).</li> <li>• Arbeitstechniken sind zeitlich und motorisch wenig aufwändig, oft aus dem Alltag schon bekannt.</li> <li>• Arbeitsgeräte (Löffel, Edelstahltopf, Rührbesen) sind preisgünstig, in Schülerhaushalten verfügbar und i.d.R. ohne Einweisung handhabbar.</li> <li>• Die Produkte sind stets essbar.</li> <li>• Die Intensität der Betreuung ist gering, größere oder viele Arbeitsgruppen unproblematisch.</li> </ul>
<b>Nachteile:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lehrer besitzen von der Ausbildung her wenig Hintergrundwissen (z.B. Fettersatzstoffe, Aromen).</li> <li>• Schullabors sind mit Haushaltsgeräten nicht planmäßig ausgestattet.</li> <li>• Besondere organisatorische Maßnahmen sind in Übungssälen bei gleichzeitiger Anwesenheit essbarer und giftiger Stoffe erforderlich.</li> </ul>

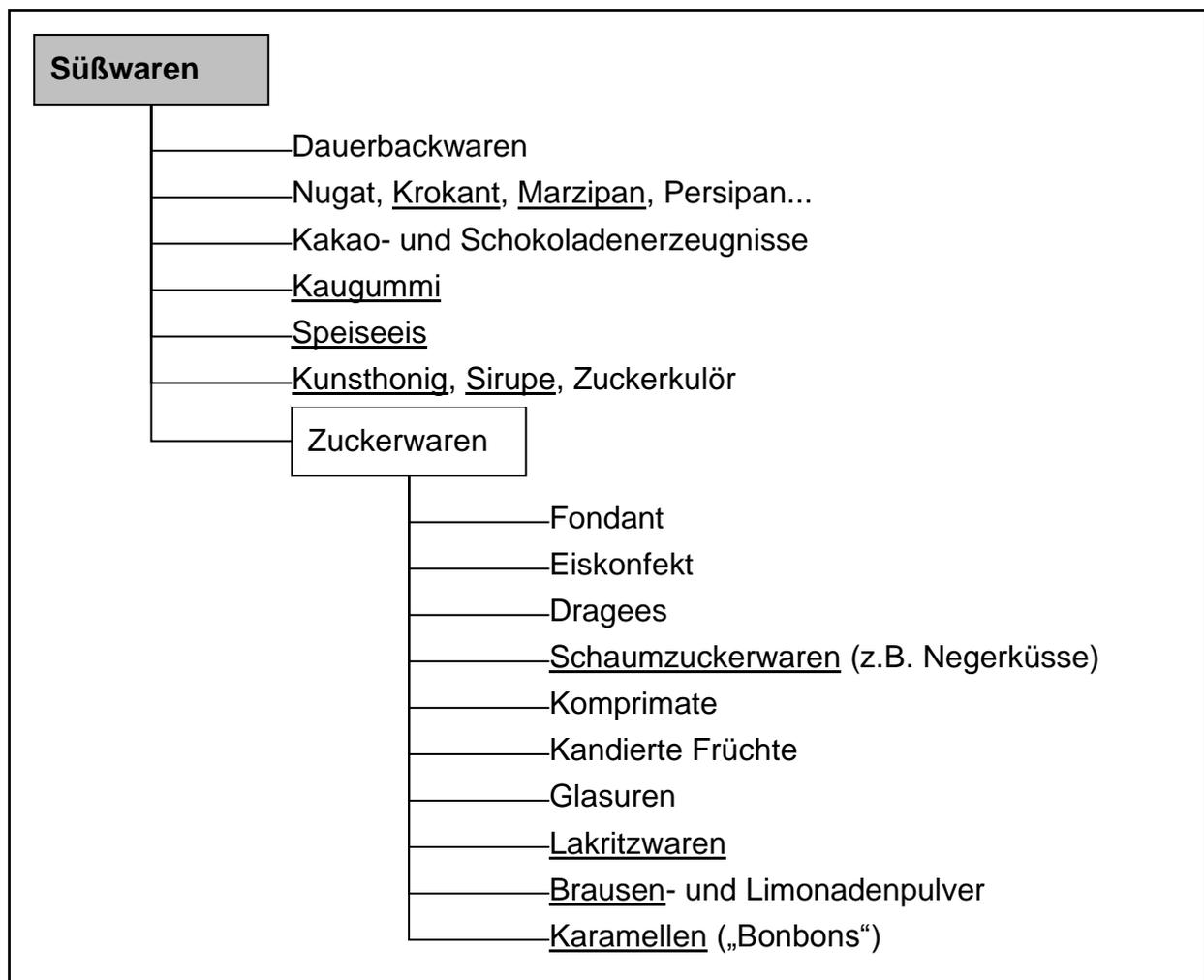
Tab. 1: Vor- und Nachteile lebensmitteltechnologischer Experimente im Unterricht

<b>Muss:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gleichzeitig aktive Arbeitsbereiche zur Lebensmittelchemie (Produktion) und zu Experimenten mit giftigen Stoffen sind zu vermeiden.</li> <li>• Schüler müssen die ausdrückliche Erlaubnis zum Probieren von Stoffen abwarten.</li> <li>• Nur solche Chemikalien einsetzen, die aus Lebensmittelmärkten stammen oder ausdrücklich im Chemikalienhandel mit E-Nummern oder dem Ph-Eur- bzw. „Lebensmittelqualität“-Siegel angeboten werden. Für Stoffe, die im Endeffekt in ppm-Mengen verzehrt werden, sollte p.A.-Qualität auch verwendbar sein.</li> </ul>
<b>Soll:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeitsgeräte sollten nach Verwendungszweck getrennt aufbewahrt werden. In einem für die Lebensmittelherstellung ausgewiesenen Bereich können die als Ersatz gedachten neuen Glasgeräte so lange</li> </ul>

	<p>verwendet werden, bis der Bedarf im Bereich mit giftigen Stoffen gegeben ist. Dann nur in dieser Richtung überführen, nie umgekehrt!</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Essbare Chemikalien doppelt aufbewahren: den für den Verzehr gedachten Teil besonders kennzeichnen (z.B. Zucker als „Lebensmittel!“; gegenüber der Verwendung für „chemische“ Experimente) und auch nur dafür benutzen.</li> </ul>
<b>Kann:</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Besonders neu aussehende Hilfsgeräte (Spatel, Thermometer...) verwenden; auch wenn Flecken völlig harmlos sein sollten, hier spielt der optische Eindruck bei Schülern (und ihren Eltern) oft eine große Rolle.</li> <li>• Glasgeräte mit VE-Wasser spülen; auch Kalkflecken wirken (wie bei Geschirr) wenig appetitlich.</li> </ul>

Tab. 2: Organisatorische Maßnahmen zum sicheren Umgang mit Lebensmitteln im chemischen Labor

Eiskrem gehört von der Produktgruppe her zu den Süßwaren.



Tab. 3: Produktgruppen der Süßwaren, nach [4] und [5]; die Herstellung von Beispielen aus den unterstrichenen Gruppen ist im Chemieunterricht leicht möglich [Fehler! Textmarke nicht definiert.], [6]

## 2 Wissensbasis zum Themenfeld Eiskrem

**Rezeptur.** Üblicherweise findet man in den Kochbüchern völlig andere Rezepte, als sie hier dargestellt sind. Ziele bei der Erarbeitung unserer Rezepturen waren:

**Rezeptur.** Üblicherweise findet man in den Kochbüchern völlig andere Rezepte, als sie hier dargestellt sind. Ziele bei der Erarbeitung unserer Rezepturen waren:

- Die Zutaten sollen möglichst genau denen entsprechen, die auch bei der industriellen Fertigung von Speiseeis verwendet werden (Magnum, Nogger, Cornetto...) und von den Lernenden so auch verzehrt werden.
- Bei der Herstellung erworbene Kenntnisse sollen die Schüler in die Lage versetzen, Inhaltsstoffdeklarationen auf Eisprodukten zu verstehen.

Dabei wurde klar, dass die „Kochbuchrezepte“ ein **anderes Produkt** lieferten. Man unterscheidet:

Speiseeis-Sorte	Anforderung	Fettanteil
Sahneeis	Min. 60% Sahne	>64 %
Eiskrem	Min. 10% Milchfett	>46%
Fruchteiskrem	Min. 8% Milchfett	ca. 40%
Einfacheiskrem	Min. 3% Milchfett	>22%
Milcheis	Min. 70% Vollmilch	>20%
Sorbet	Min. 25% Frucht o.ä.	Keine Festlegung
Fruchteis	Min. 20% frisches Obst o.ä.	
Kunstspeiseeis	Künstliche Farb-, Geschmacks- und Aromastoffe erlaubt	

Tab. 4: Ausgewählte Speiseeis-Sorten, nach [7]

Dabei ist das Eisprodukt aus den Kochbüchern dasselbe, was wir in italienischen Eisdienlen kaufen, nämlich Einfacheiskrem (im Volksmund: „Milcheis“) bzw. Fruchteis. Das industrielle Produkt ist Eiskrem, also mit einem recht hohen Fettanteil und somit auch einem nicht zu unterschätzenden Brennwert.

Verbraucher und Hersteller haben eine Reihe von z.T. sich widersprechenden Erwartungen an ein Speiseeisprodukt:

- Verbraucher: Eiskrem soll
  - ✓ cremig – aber nicht fettig,
  - ✓ süß – aber nicht zu süß,
  - ✓ erfrischend – aber nicht wässrig,
  - ✓ leicht – aber nicht butterig sein und
  - ✓ nicht dick machen (geringer Brennwert).
- Hersteller wollen erreichen:
  - ✓ Tropffestigkeit nach dem Schmelzen,
  - ✓ Hohe Lagerfähigkeit, deshalb
  - ✓ Langzeitstabilisierung der OW-Emulsion,

- ✓ Langzeitstabilisierung des Dreiphasensystems und
- ✓ Stabilisierung des thermolabilen Schaums.

Es könnte nun für den Unterricht wertvoll sein, zu verfolgen, wie diese Ansprüche realisiert wurden. Dazu noch ein paar Anmerkungen zu einem der unbekannteren Stoffe aus der Zutatendeklaration: „Stabilisator: Johannisbrotkernmehl“.

**Johannisbrotkernmehl** (JBKM) ist in Reformhäusern zu kaufen. Wenn JBKM normaler Qualität mit heißem Wasser (85°C) versetzt wird, quillt es und bildet schon bei einem Gehalt von 0.5% eine schleimige, etwas klebrige, trübe Lösung. Darauf geht die historische, heute noch im englischen gebräuchliche Bezeichnung „gum“ (Gummi) zurück. Chemisch gesehen handelt es sich bei JBKM um Carubin, einen verzweigten  $\beta$ -(1,4)-Polymannosepolyether. Mehr Informationen dazu finden sich in [8].

Möchte man die verwendeten Zutaten in ihrer Wirkung charakterisieren, trennt man die Speiseeisherstellung in Schritte auf. Erst wird eine Stabilisatoren-Lösung hergestellt. In der Regel wird eine Mischung eingesetzt, weil sie Synergieeffekte zeigt: 0.1g JBKM und 0.1g Guarkernmehl verhalten sich wie 0.3g JBKM allein. Eine Lösung mit  $w(\max)=0.3\%$  (bezogen auf das fertige Produkt) genügt. Schüler sollen die Konsistenz beschreiben. Meistens wird sie mit „schleimig“, bezeichnet. Würde man einen Schleimstoff unter diesem Namen auf einer Produktpackung deklarieren?

Dann werden mehrere Grundstoffe zu einem Mix verrührt, die Stabilisatoren-Lösung in warmem Zustand zugegeben. In diesem Schritt spielt der schleimige Zustand der Stabilisatoren-Mischung noch keine besondere Rolle. Beim Verzehr jedoch erhöht der Schleim die Tropffestigkeit der Eiskrem und verursacht ein „schmieriges“ Gefühl auf der Zunge (Mundgefühlregulator), das einen hohen Fettanteil suggeriert. Dadurch kann die Fettmenge in Eiskrem bis auf den Anteil reduziert werden, der für das physikalische Gefüge unbedingt nötig ist. Neben dem positiven Effekt der Brennwertsenkung erreicht man aber auch eine Verbesserung der Geschmacksqualität: Lebensmittel mit einem hohen Fettanteil schmecken „schwer“ (Buttercreme in Torten), hier jedoch stellt sich ein „leichterer“ Geschmackseindruck ein, der zudem noch von einem zweiten Effekt verstärkt wird (Aufschlag, s.u.).

Nun wird der Eismix vorgekühlt und mit einem Küchenmixer bei höchster Drehzahl gerührt. Beachten Sie: 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 Luftblasen im Mix festhalten. Die Luftblasen drin nennt man Aufschlag. Erwünscht ist ein Wert von ca. 100%, d.h. wenn Sie 1 Liter Eiskrem kaufen, wiegt die Packung nur etwa 500g, der Rest des Volumens ist Luft. Lassen Sie Ihre Schüler (und Kollegen) vor dieser Information schätzen! JBKM stabilisiert den Schaum bzw. die gasförmige Phase im Dreiphasensystem Eiskrem (neben der flüssigen Phase aus konzentrierter Zuckerlösung und der festen Phase aus Eiskristallen und Fettkügelchen), indem es die Luftbläschen festhält und günstig darauf einwirkt, dass sich eine gleichförmige Bläschengröße von ca. 100 $\mu$ m einstellt. Letzteres hat neben sensorischen auch eher optische Gründe: große Luftblasen geben dem Eis einen „ungesund“ aussehenden gräulichen Farbton. Bei niedrigeren Temperaturen wird die ursprüngliche Lösung zum Gel.

Gleichzeitig soll im Eismix 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 Eiskristalle sind, desto cremiger wirkt das Produkt“. JBKM bindet das Wasser in so kleinen Einheiten, dass sich keine wahrnehmbaren Eiskristallgrößen ausbilden können. Hierauf beruht auch die Verwendung von JBKM als Feuchthaltemittel. Eiskristalle ab 50 $\mu$ m würden von der Zunge einzeln wahrgenommen werden und hinterlassen einen „sandigen“ Eindruck. Bei langer Lagerung wachsen die Eiskristalle und würden ohne JBKM in die fühlbare Größenordnung geraten.

Auch für die Fettkügelchen gilt: dadurch, dass sie klein sind und vom Wasser getrennt festgehalten werden, ergibt sich eine gewisse emulgierende Wirkung des JBKM. Freilich ist der Hauptbeitrag dazu der der mechanischen Bearbeitung: durch besondere Homogenisierungsverfahren werden die Zutaten fein verteilt.

Qualitative sensorische Anforderungen	Traditionelle Lösung	Moderne Lösung: zusätzliche Maßnahmen
cremiger Geschmack	Fett, flüssige Phase, Aufschlag	<b>JBKM</b> , erhöhter Aufschlag
süß	Zucker	Aromaverstärker, ggf. Süßstoffe
frischer Geschmack	Wasser, Früchte, Zucker	Aromenzusatz, Genusssäuren
leichter Geschmack	Aufschlag	<b>JBKM</b> statt Fettanteil, optimierter Aufschlag
geringer Brennwert	-	<b>JBKM</b> statt Fettanteil, Zuckersatzstoffe

Tab. 5: Anforderungen an das Produkt und ihre Erfüllung

In zwei Punkten entspricht das Rezept allerdings nicht dem industriellen Vorbild: Milch und Sahne. Diese Zutaten werden als „Molkeneiweiß“, „Milchpulver“ und andere verarbeitete Milchprodukten eingesetzt. Ein Grund ist technologischer Natur: der Wasser- und Fetteintrag kann besser und getrennt voneinander dosiert werden. Der bedeutendere Grund ist aber betriebswirtschaftlicher Art: verarbeitete Milchprodukte sind von der EU subventioniert, somit deutlich billiger als die Milch selbst!

**Brennwertreduktion.** Inulin ist Reservepolysaccharid in vielen Asteraceen (Topinambur, Löwenzahn, Alant). Chemisch gesehen ist es ein Polyfructosan, lineare Ketten aus ca. 30  $\beta$ -2,1-Fructosen. Es gilt als „Ballaststoff“, da es während der Passage durch unser Verdauungssystem von Enzymen viel langsamer abgebaut wird als Fette oder die gewohnten Polyglucosane (Stärke). Die vorgestellte Rezeptur liefert ein Produkt mit einem physiologischen Brennwert von ca. 540kJ/100g: der Fettanteil ist um ca. 60% reduziert. Beachten Sie dabei die Sahneanteile im Vergleich. Bei der unveränderten Rezeptur sind es noch ca. 1100kJ/100g.

**Berechnungen.** Weiter unten sind Werte und ein Flussdiagramm angegeben, mit denen man die optimalen Verhältnisse der bedeutenden Komponenten einstellen kann, auch wenn man neue Geschmacksrichtungen ausprobieren möchte. Wenn man mit Frischobst oder tiefgefrorenem Obst arbeitet, ist es klar, dass man eine größere Menge Wasser einträgt, die das einzuhaltende Verhältnis Wasser:Fett:Zucker stört. Das Flussdiagramm kann Schüler leiten,

- ein neues Rezept nur zu berechnen,
- sich mit Massenanteilen auseinander zu setzen,
- ein Computerprogramm zu schreiben, das die Berechnung übernimmt.

### 3 Hinweise zu Arbeitsformen und Erfahrungen

Mögliche Lehrziele:

- Bei der Herstellung geübte Fertigkeiten und ausgeübte Maßnahmen sollen die Schüler in die Lage versetzen, technologische Schritte und Anforderungen bei der Eisproduktion zu verstehen.
- Kenntnisse über Anforderungen an das Produkt (durch Verbraucher, Handel und Hersteller) sollen zum Verständnis technologischer Maßnahmen und der Wahl von Inhaltsstoffen führen.
- Ein Vergleich von Rezepturen mit und ohne einen bestimmten Zusatzstoff soll zum Verständnis der Wirkung und zur Bewertung der Notwendigkeit führen (Diskussion).

Als Arbeitsform bietet sich die arbeitsteilige Gruppenarbeit an. Eine Klasse mit 30 Schülern ergibt 10 Arbeitsgruppen zu je 3 Schülern.

- Gruppe 1: Eiskrem (Vanille) ohne Emulgator
- Gruppe 2: Eiskrem (Vanille) ohne Stabilisator
- Gruppe 3: Eiskrem (Vanille), vollständiges Rezept
- Gruppe 4: Einfacheiskrem (Vanille) ohne Ei
- Gruppe 5: Einfacheiskrem (Vanille) mit Farbstoff
- Gruppe 6: Einfacheiskrem (Vanille), vollständiges Rezept
- Gruppe 7: Eiskrem (Schoko), vollständiges Rezept
- Gruppe 8: Einfacheiskrem (Schoko), vollständiges Rezept
- Gruppe 9: Eiskrem (Schoko), brennwertreduziertes Rezept
- Gruppe 10: Fruchteis (Himbeere).

Schüler experimentieren gern mit höheren Farbstoffmengen (rot, gelb) ungewöhnlichen Farben (blau, pink) und Mischungen (rosa, grün, violett). Genauso mit ungewöhnlichen Aromen: Red Bull, Krauseminze, Zitronenmelisse, Lakritz... Nicht verschweigen sollte man den „Harry-Potter-Effekt“, wenn Pfeffer, Tomate, Käse oder Salz eingearbeitet werden, um die Mitschüler aus der Parallelklasse reinzulegen.

Geschmackliche Vergleiche zwischen den Gruppen liefern Antworten auf folgende Fragen:

- Ist Emulgator wirklich nötig? Wie „schmeckt“ seine Wirkung? Empfindungen: sandig-rau, fettig.
- Sind Stabilisatoren wirklich erforderlich? Wie „schmeckt“ ihre Wirkung? Empfindungen: weniger cremig, nur im direkten Vergleich wahrnehmbar.
- Welche Rolle spielt das Ei in Einfacheiskrem? Lösung: Emulgator. Der Effekt ist durch Schüler kaum wahrnehmbar.
- Welche Rolle spielen Farbstoffe in Einfacheiskrem? Lösung: sie suggerieren mehr Fruchtanteil und aromatischeren Geschmack.
- Ist Brennwertreduzierung mit Geschmackseinbuße verbunden? Überwiegende Schülermeinungen: nein.

Eindeutige Antworten auf die ersten Teile der Fragen 1 und 2 wird es nicht geben. Die Schüler können sich, je nach eigener Beurteilung des Geschmacksempfindens, wahlweise dafür oder dagegen entscheiden, diesmal aber **mit** Kenntnis der (unmittelbaren) Wirkung und der fachlichen Grundlagen.

Dass Eiskrem (im geschmolzenen Zustand) eine Emulsion ist und zu welchem Typ (O/W oder W/O) sie zuzuordnen ist, kann mit einem einfachen Experiment (siehe unten) geklärt werden.

Mit den Arbeiten von Sommer [9] lässt sich die Herstellung von Speiseeis zu einem **Projekt „Von der Pflanze zum Produkt“** verknüpfen: isolieren Sie Inulin aus Zichorienwurzeln und setzen Sie das Produkt anschließend zur Brennwertreduktion in Eiskrem ein.

Zum fachübergreifenden Arbeiten bietet das Thema Eiskrem Querbezüge zur Mathematik. Eiskrem ist ja ein recht komplexes Gemisch aus sich nicht unbedingt „vertragenden“ Substanzen: unterschiedliche wässrige Lösungen und verschiedene Fettquellen. Die Textur des Produktes, das Mundgefühl, hängt im Wesentlichen von 4 Größen ab, die in Abb. 3 grau unterlegt sind.

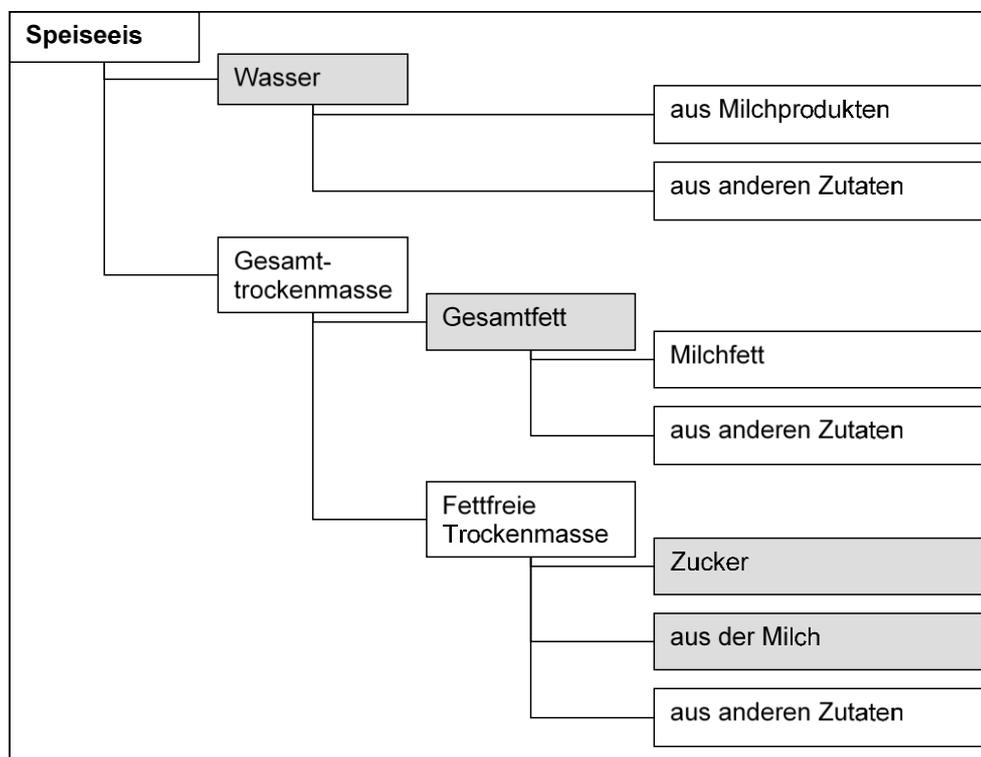


Abb. 3: Hauptsächliche Baustoffe des Speiseeises [5]

Wie die Grafik genauso zeigt, können diese Komponenten aus unterschiedlichen Quellen stammen. Um nun untere und obere Grenzen für ein gutes Verhältnis dieser Komponenten sicher zu stellen, muss die gegenseitige Abhängigkeit berücksichtigt werden. Das Ablaufdiagramm erleichtert die Berechnung auf unterschiedlichen Stufen:

- nur mathematisch,
- mit Bezügen zur chemischen Analytik unter Einbeziehung der Fachbegriffe wie Massenanteil u.ä.
- mit Bezügen zur Informatik, indem man ein Programm für die Berechnung schreibt.

## 4 Das Grundrezept für (industrielle) Eiskrem

**Zeitbedarf:** ca. 30 Minuten + 20 Minuten Kühlung

**Ziel:** Emulsion, Fette, Lösungsenthalpie, Emulgator, Milch Sahen, Rolle der Inhaltsstoffe, besonders der Stabilisatoren

### Material:

- Magnetrührer, heizbar
- Becherglas, 600 mL
- Rührstäbchen, -Entferner
- Handrührgerät mit Rührbesen
- Teigschaber
- Thermometer
- Waage, 0,00g
- kleines Gefäß zum Mischen (z. B. Marmeladen-Glas)
- kleines Messer
- Schneid-Brett
- Edelstahl-Gefäß, ca. 1000 mL (Topf)
- Styropor-Schachtel

### „Chemikalien“:

- Vollmilch (H-Milch)
- Sahne
- Saccharose  
(Haushaltszucker)  
CAS-Nr.: 57-50-1
- Vanille-Schote
- Vanillin-Zucker
- Johannisbrotkern-Mehl E410
- Magermilch-Pulver  
CAS-Nr.: 68514-61-4
- Tegomuls (Emulgator)
- Natriumchlorid  
Kochsalz  
CAS-Nr.: 7647-14-5
- Eis (crashed)

**Durchführung:** Mark und Hülse von  $\frac{1}{4}$  Vanille-Schote, mit dem Messer auf dem Brett auskratzen, 100 g Milch und 65 g Sahne werden im Becherglas eingewogen.

Im kleinen Gefäß werden 9 g Vanillin-Zucker (1 Päckchen), 15 g Zucker, 0,3 g Johannisbrotkern-Mehl, 6,5 g Magermilch-Pulver und 0,8 g Tegomuls eingewogen, verschließen und durch Schütteln gut durchmischen.

Dann mit Hilfe des Rührstäbchens in den Milch-Mix einrühren, wobei auf ca. 70°C erwärmt wird. Nach Erreichen dieser Temperatur Vanille-Hülse und **Rührstäbchen entfernen** und mit dem Rührgerät auf höchster Stufe ca. 5 Minuten aufschlagen (Temperatur beibehalten).

Nach den 5 Minuten den Mix in das Edelstahl-Gefäß gießen und in die mit Kühl-Mischung versetzte Styropor-Schachtel stellen. Weiter schlagen, beobachten.

Nach Erreichen von ca. 5°C mit dem Teigschaberiterrühren und später Eis von den Wänden gelegentlich abkratzen.

Kühl-Mischung: Auf ca. 1200 g Eis (crashed) sollten ca. 300 g Kochsalz gestreut werden und gut durchmischen.

**Beobachtung:** Mix-Volumen: Vergleich mit den Ergebnissen der anderen Gruppen.

**Entsorgung:** Oral

**Quelle:** Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth

**Literatur:**

- Römpp Chemie-Lexikon Bde. 1-6 und Sonderband Lebensmittelchemie

**Hintergrund:**

Eiskrem besteht zu etwa 62% aus Wasser, zu 10% aus Milch-Pulver- und Fetten; sie dienen der Geschmacks-Bestimmung.

Daneben sind ca. 10% Zucker, Zucker-Austauschstoffe und/oder Süß-Stoffe zur Versüßung sowie Aroma-Stoffe oder Frucht-Essenzen, die einen frischen Geschmack gewährleisten, enthalten (~11%).

Zuletzt besteht Eiskrem zu jeweils etwa 0,3% aus Emulgatoren und Verdickungsmitteln (Stabilisatoren), die eine Stütz-Funktion übernehmen. Bei Letzteren handelt es sich meist um organische, hochpolymere Stoffe, die Flüssigkeiten (i. d. R. Wasser) aufsaugen, dabei aufquellen und schließlich in zähflüssige Lösung übergehen (vgl. Gele).

Eis von führenden Firmen enthält meist Johannisbrotkern-Mehl (JBKM), Guarkern-Mehl, Alginat und Carrageen, mehrere davon.

Grund für den Einsatz: qualitative sensorische Anforderungen durch den Verbraucher. Eiskrem soll einerseits cremig, jedoch nicht fettig, süß aber nicht zu süß, erfrischend, aber nicht wässrig, leicht, aber nicht butterig-schwer schmecken und zudem nur über einen geringen Brennwert verfügen.

An zweiter Stelle stehen die technologischen Anforderungen durch den Hersteller: Tropf-Festigkeit nach dem Schmelzen. Durch sie wird ein „schmieriges“ Gefühl auf der Zunge verursacht und auf diese Weise ein hoher Fett-Anteil suggeriert.

Deshalb ist eine Reduktion der Fett-Menge nur auf das Nötigste (Brennwert-Senkung) und gleichzeitig eine Verbesserung der Geschmacks-Qualität (Lebensmittel mit hohem Fett-Anteil schmecken „schwer“, z. B. Buttercreme in Torten) möglich.

Man erhält einen leichteren Geschmacks-Eindruck. Außerdem: hohe Lager-Fähigkeit.

Aus diesem Grund sind eine Langzeit-Stabilisierung der O/W-Emulsion, d. h. die Fett-Kügelchen werden klein und vom Wasser getrennt festgehalten, sowie eine Stabilisierung des Dreiphasen-Systems unerlässlich.

Stabilisatoren besitzen ein hohes Wasser-Bindevermögen, so dass ein frischer Geschmack gewährleistet werden kann, binden es aber gleichzeitig in so kleinen Einheiten, dass sich keine wahrnehmbaren Eis-Kristalle bilden können, es entsteht ein cremiger Eindruck.

Eine Stabilisierung des thermolabilen Schaums bzw. der gasförmigen Phase durch Festhalten der Luft-Bläschen, sog. „Aufschlag“ Erwünscht ist ein Aufschlag von 100%, d. h. 1L Eiskrem sind 500g Eis-Masse und 550 mL Luft.

Die Einstellung einer gleichförmigen Bläschen-Größe von ca. 100µm ist wichtig, so entsteht kein gräulicher Farb-Ton durch große Luft-Blasen.

**WWW:**

- <http://www.langnese.de>
- <http://www.markeneis.de> , alle 29.10.2020

## 5 Berechnung anderer Rezepte

Erzeugnis	Wasser-Gehalt [%]	Trocken-Masse [%]	Zucker-Gehalt (Mono- und Disaccharide) [%]	Pflanzen-Fett [%]
Erdbeere	90,0	10,0	6,0	-
Haselnüsse	5,0	95,0	-	62,0
Kakao-Pulver, schwach entölt	6,0	94,0	-	25,0
Kakao-Pulver, stark entölt	6,0	94,0		12,0
Kokos-Raspeln	3,5	96,55	-	65,0
Marzipan	9,0	91,0	64,01	18,0
Nougat	1,0	99,0	55,01	35,0

Tab. 1: Zusammensetzung einiger Aroma-Bestandteile [1], 1Gesamt-Kohlenhydrate

Bestandteile	minimaler Gehalt [%]	maximaler Gehalt [%]
Erdbeere	12,0	20,0
Himbeere	8,0	20,0
Kakao-Pulver	1,5	4,0
Kokos-Raspeln	5,0	6,0
Marzipan-Rohmasse	10,0	12,0
Nougat-Rohmasse	10,0	18,0
Nuss-Kerne	8,0	15,0

Tab. 2: Richtwerte für den Einsatz einiger Aroma-Bestandteile in milchhaltigem Speise-Eis [1]

Eiscreme-Komponente	Empfohlener Massen-Anteil [%]
Trocken-Masse	38 - 40
Fett	12
fettfreie Milch-Trockenmasse	10 - 11,5
Zucker	13 - 16
Verdickungsmittel	0,2 - 0,5
Emulgator	0,1 - 0,3

Tab. 3: Richtwerte einiger Speiseeis-Zutaten [1]

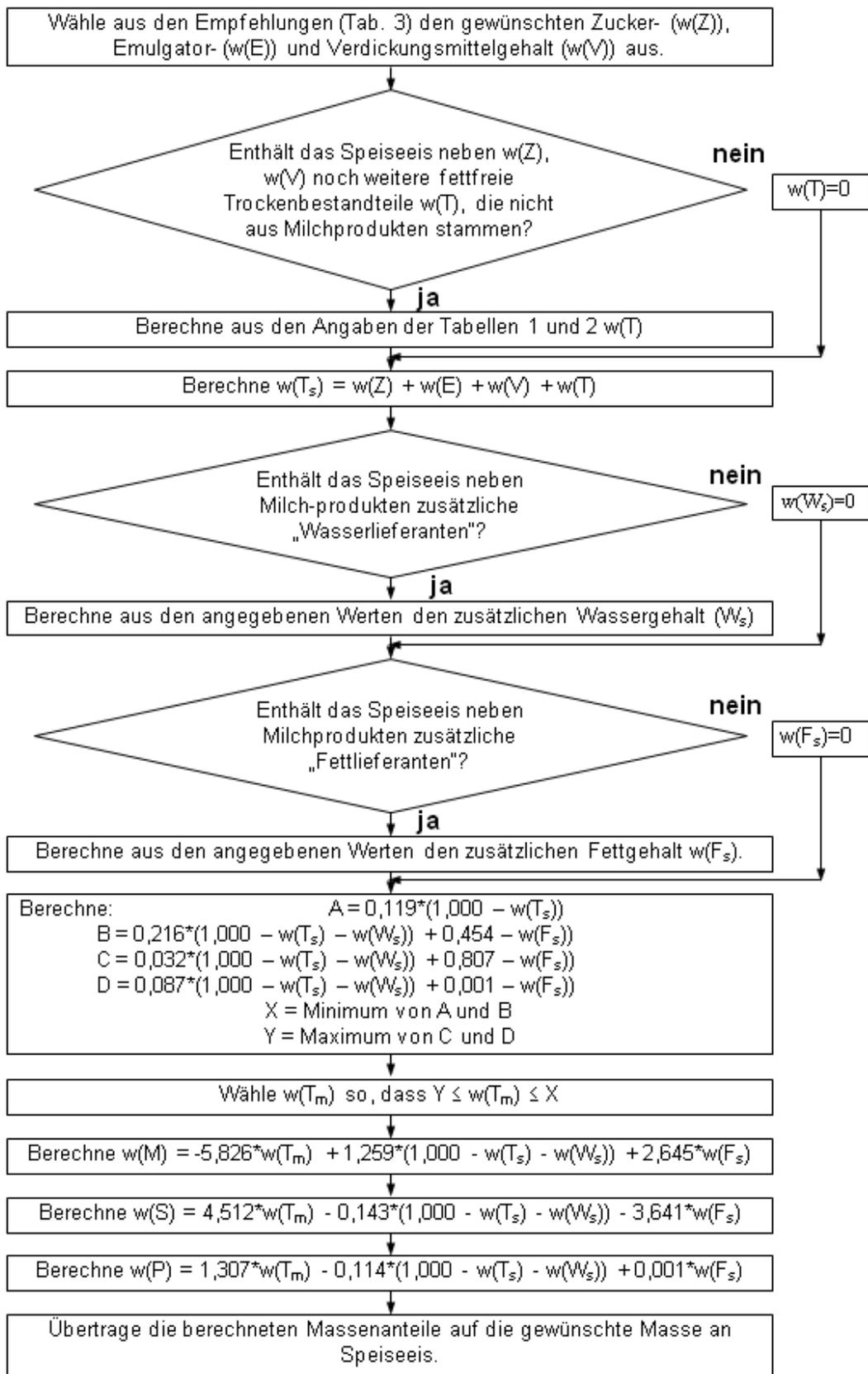


Abb. 4: Flussdiagramm [1]

1. Bruischütz, R.: Speiseeis – Technologie und Nutzungspotential im fachübergreifenden Unterricht.
2. Schriftliche Hausarbeit zur Zulassung zum 1. Staatsexamen für Realschulen in Bayern, Bayreuth 1998

## 6 Brennwertreduzierte Eiskrem

**Zeitbedarf:** ca. 30 Minuten + 20 Minuten Kühlung

**Ziel:** Emulsion, Fett-Ersatzstoff, Emulgator, Stabilisator

**Material:**

- Magnetrührer, heizbar
- Becherglas, 600 mL
- Rührstäbchen, -Entferner
- Handrührgerät mit Rührbesen
- Teigschaber
- Thermometer
- Waage, 0,00g
- kleines Gefäß zum Mischen (z. B. Marmeladen-Glas)
- Edelstahl-Gefäß, ca. 1000 mL (Topf)
- Styropor-Schachtel

**„Chemikalien“:**

- Vollmilch (H-Milch)
- Sahne
- Kakao-Pulver
- Saccharose (Haushaltszucker) CAS-Nr.: 57-50-1
- Inulin CAS-Nr.: 9005-80-5
- Johannisbrotkern-Mehl E410
- Magermilch-Pulver CAS-Nr.: 68514-61-4
- Tegomuls (Emulgator)
- Natriumchlorid Kochsalz CAS-Nr.: 7647-14-5
- Eis (crashed)

**Durchführung:** Mix: 140g Milch und 22g Sahne werden im Becherglas eingewogen und kurz mit dem Rührgerät aufgeschlagen.

Im kleinen Gefäß werden 4g Kakao-Pulver, 20g Zucker, 0,3g Johannisbrotkern-Mehl, 20g Inulin und 0,8g Tegomuls eingewogen, verschließen und durch Schütteln gut durchmischen.

Dann mit Hilfe des Rührstäbchens in den Milch-Mix einrühren, wobei auf ca. 70°C erwärmt wird.

Nach Erreichen dieser Temperatur Rührstäbchen entfernen und mit dem Rührgerät auf höchster Stufe ca. 5 Minuten aufschlagen (Temperatur beibehalten).

Anschließend unter ständigem weiterrühren in ein Eis-Bad stellen, bis die Temperatur 10°C erreicht hat.

Nach Erreichen dieser Temperatur den Mix in das Edelstahl-Gefäß gießen und in die mit Kühl-Mischung versetzte Styropor-Schachtel stellen.

Weiter schlagen und beobachten.

Nach Erreichen von ca. 5°C mit dem Teigschaber weiterrühren und später Eis von den Wänden gelegentlich abkratzen.

Gegen Ende des Gefrier-Vorgangs ggf. 1 EL Schoko-Raspeln zugeben.

Kühl-Mischung: Auf ca. 1200g Eis (crashed) sollten ca. 300g Kochsalz gestreut werden und gut durchmischen.

**Beobachtung:** Mix vergrößert im kalten Zustand sein Volumen.

**Deutung:** Die Stabilisator-Lösung (Johannisbrotkern-Mehl) wird erst im kalten Zustand so steif, dass sie Luft-Bläschen fest zu halten vermag.

**Entsorgung:** Oral

**Quelle:** Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth

**Hinweise:** Vergleich Zutaten und Geschmack des Produktes mit jenen aus dem Rezept ohne Brennwert-Reduktion

Als Spritz-Schutz kann ein breiter Streifen Alu-Folie, um die Becherglas-Öffnung gelegt, dienen.

**WWW:**

- <http://www.sportmedinfo.de/Inulin.htm>

## 7 Ein Grundrezept für „italienische“ Einfacheiskrem

**Zeitbedarf:** 30 Minuten + 15 Minuten Kühl-Zeit

**Ziel:** Emulsion, Emulgator, Rolle von Ei, Kühl-Mischung

**Material:**

- Magnetrührer, heizbar
- Becherglas, 600 mL
- Rührstäbchen, -Entferner
- Handrührgerät mit Rührbesen
- Teigschaber
- Thermometer
- Waage, 0,00g
- kleines Messer
- Schneid-Brett
- Edelstahl-Gefäß, ca. 1000 mL (Topf)
- Styropor-Schachtel

**„Chemikalien“:**

- Vollmilch (H-Milch)
- Sahne
- Saccharose (Haushaltszucker) CAS-Nr.: 57-50-1
- Vanille-Schote
- Vanillin-Zucker
- Ei
- Natriumchlorid Kochsalz CAS-Nr.: 7647-14-5
- Eis (crashed)

**Durchführung:** 9 g Vanillin-Zucker (1 Päckchen), das Mark von  $\frac{1}{4}$  Vanille-Schote (mit dem Messer auf dem Brett auskratzen), 25 g Zucker, 80 g Milch, 80 g Sahne und ggf. ein Ei werden im Becherglas dazu gewogen und dann mit dem Rührgerät ca. 4 Minuten auf höchster Stufe aufgeschlagen.

Anschließend weiter Mix unter ständigem Weiterrühren auf dem Magnetrührer auf ca. 70°C erhitzt

Nach Erreichen dieser Temperatur den Mix in das Edelstahl-Gefäß gießen und in die mit kühl-Mischung versetzte Styropor-Schachtel stellen. Dazu stets weiter-rühren.

Mit dem Teigschaber von den Wänden die gefrorene Schicht durch Rühren abkratzen.

Kühl-Mischung: Auf ca. 1200 g Eis (crashed) sollten ca. 300 g Kochsalz gestreut werden und gut durchmischen.

**Beobachtung:** Das Mix-Volumen nimmt im warmen Zustand zu.

Vergleichen Sie das Ergebnis mit denen der anderen Gruppen

**Deutung:** Erst trägt die Sahne, dann auch das Ei-Protein zum Schaum-Bildung („Aufschlag“) bei.

Im warmen Zustand werden Proteine denaturiert und dadurch fester. Die Luft-Bläschen werden im Schaum gehalten.

**Entsorgung:** Oral

**Quelle:**

- W. Wagner, Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth

**Hintergrund:**

- Ei-Gelb stellt eine O/W-Emulsion dar
- Ei-Weiß: Beim Aufschlagen bildet sich Schaum (Schnee)

Luft wird eingearbeitet.

Aggregation von Proteinen durch Vergrößerung der Grenz-Fläche zwischen Flüssigkeit und Luft.

**Ovomucin** (Protein im Hühner-Eiweiß):

- Stabilisierung des Schaums durch Bildung eines Films unlöslichen Materials um die Luft-Bläschen.

**Globuline:**

- Erhöhung der Viskosität und Erniedrigung der Oberflächen-Spannung zu Beginn des Aufschlags-Vorgangs.

**Hinweise:** Herstellung mit und ohne Ei, um die Wirkung zu vergleichen

**WWW:**

- <http://www.markeneis.de/>, 18.04.2011

## 8 Einfacheiskrem mit Früchten

**Zeitbedarf:** 30 Minuten + 15 Minuten Kühl-Zeit

**Ziel:** Emulsion, Emulgator, Kühl-Mischung, Fruchteis

### Material:

- Magnetrührer, heizbar
- Becherglas, 600 mL
- Rührstäbchen, -Entferner
- Handrührgerät mit Rührbesen
- Teigschaber
- Thermometer
- Waage, 0,00g
- kleines Messer
- Schneid-Brett
- Edelstahl-Gefäß, ca. 1000 mL (Topf)
- Styropor-Schachtel

### „Chemikalien“:

- Vollmilch (H-Milch)
- Sahne
- Saccharose  
(Haushaltszucker)  
CAS-Nr.: 57-50-1
- Vanille-Schote
- Vanillin-Zucker
- Ei
- Natriumchlorid  
Kochsalz  
CAS-Nr.: 7647-14-5
- Eis (crashed)

### Eine der Varianten:

- Frisches Obst, Mix-Becher
- Tiefgefrorenes Obst, Mix-Becher
- Frucht-Soße
- Frusip 1:40
- Aroma

**Durchführung:** Mix: 9 g Vanillin-Zucker (1 Päckchen), 25 g Zucker, 60 g Milch, 80 g Sahne und ein Ei werden im Becherglas dazu gewogen und dann mit dem Hand-Rührgerät ca. 4 Minuten auf höchster Stufe aufgeschlagen.

Anschließend wird der Mix unter ständigem Weiterrühren auf dem Magnetrührer auf ca. 70°C erhitzt.

Nach Erreichen dieser Temperatur den Mix in das Edelstahl-Gefäß gießen und in die mit Kühl-Mischung versetzte Styropor-Schachtel stellen.

### Aromatisierung:

- 60 g Obst oder Beeren ggf. entkernen und im Mix-Becher zu Mus verarbeiten
- 60 g Obst oder Beeren ggf. entkernen und im Mix-Becher zu Mus verarbeiten
- 50 g Frucht-Soße aus dem Glas
- 10 mL Frusip 1:40
- 3-7 Tropfen Aroma

Nach Erreichen von ca. 20°C wahlweise mit einer der Möglichkeiten aromatisieren, dabei stetsiterrühren.

Mit dem Tag-Schaber von den Wänden stets die gefrorene Schicht durchrühren abkratzen.

**Kühl-Mischung:** Auf ca. 1200 g Eis(würfel) sollten ca. 300 g Kochsalz gestreut und 250 mL Wasser gegossen werden.

**Beobachtung:** Das Mix-Volumen nimmt im warmen Zustand zu.

Vergleichen Sie das Ergebnis mit denen der anderen Gruppen

**Deutung:** Erst trägt die Sahne, dann auch das Ei-Protein zur Schaum-Bildung („Aufschlag“) bei.

Im warmen Zustand werden Proteine denaturiert und dadurch fester.

Die Luft-Blasen im Schaum werden festgehalten.

**Entsorgung:** Oral

**Quelle:**

- W. Wagner, Didaktik der Chemie, Universität Bayreuth

## 9 Nachweis der O/W-Emulsion

**Zeitbedarf:** 10 Minuten

**Ziel:** Charakterisierung des Emulsions-Typs von hydro- bzw. lipophilen Substanzen

**Material:**

- 4 Uhrgläser, d= 80mm
- 2 Glasstäbe
- Spatel
- Tee-Löffel
- Reagenzglas, d= 18mm
- Reagenzglas-Gestell
- Stopfen, 14\*18\*20 mm

**Chemikalien:**

- Eiskrem
- Butter
- Speise-Öl
- Sudan-III  
CAS-Nr.: 85-86-9  
Darf an Schulen nicht verwendet werden

- Methylenblau  
CAS-Nr.: 61-73-4



Achtung

H302

P301+P312+P330

**Durchführung 1:** Auf je 2 Uhrgläser mit dem Tee-Löffel je ein halberbsengroßes Stückchen Butter bzw. Eiskrem verstreichen.

Mit dem Spatel wenige Kristalle Sudan-III bzw. Methylenblau auf die Proben streuen.

Nach ca. 2-3 Minuten mit dem Glasstab verrühren

**Beobachtung 1:** Die Eiskrem wird durch das Methylenblau angefärbt, in der Butter bleibt es körnig.

Die Butter wird durch das Sudan-III rot gefärbt.

**Deutung 1:** Durch das unterschiedliche Löse-Verhalten von Methylenblau und Sudan-III lassen sich verschiedene Emulsions-Typen voneinander unterscheiden.

Da nur die Matrix (Dispersions-Phase) der jeweiligen Emulsion angefärbt wird nun nicht die in ihr fein verteilten Tröpfchen kann entschieden werden, ob es sich um eine O/W- oder eine W/O-Emulsion handelt.

**Durchführung 2:** In das Reagenzglas ca. 5 mL Wasser füllen und darauf ca. 5 mL Speise-Öl gießen.

Dann mit dem Spatel wenige Kristalle Sudan-III und Methylenblau dazugeben.

Reagenzglas verschließen und kräftig schütteln.

Ca. 5 Minuten ruhen lassen und beobachten.

**Beobachtung 2:** Methylenblau löst sich in der Wasser-Phase.

Sudan-III löst sich in der Öl-Phase

**Deutung 2:** Das unterschiedliche Löse-Verhalten der Farbstoffe wird ausgenutzt, um zu zeigen, welche Phase die Matrix bildet.

Nur die Matrix wird angefärbt, die Tröpfchen darin nicht.

Bei Butter handelt es sich als um eine W/O-, bei Eiskrem und eine O/W-Emulsion.

**Entsorgung:** Butter und Eiskrem abwischen: **E3** / Reagenzglas-Inhalt: **E10**

**Quelle:**

- Schriftliche Hausarbeit Regina Bruischütz: Speiseeis-Technologie, Universität Bayreuth, 1997

**Hintergrund:** Eine Emulsion kann allgemein als fein verteiltes Gemisch von zwei normalerweise nicht mischbaren Flüssigkeiten bezeichnet werden.

Sie besteht aus einer äußeren (Dispersions-) und einer inneren (dispersen) Phase. Die Abkürzungen W/O- bzw. O/W-Emulsion sagen aus welche Flüssigkeit die inneren und welche die äußere Phase bildet, wobei der erste Buchstabe die innere Phase angibt. Z. B. ist Butter eine W/O-Emulsion: Wasser in Öl, Milch ist eine O/W-Emulsion: Öl in Wasser.

In solchen Emulsionen bestehen große Grenz-Flächen zwischen den zwei Phasen, dadurch entstehen hohe Grenzflächen-Energien. Hohe „freie“ Energien sind thermodynamisch eher ungünstig und daher instabil. Aufgrund dieser Tatsache gibt man zu Emulsionen Stabilisatoren (Emulgatoren, Tenside, ...), die durch ihr lipophil und ihr hydrophiles Ende die Grenzflächen verkleinern.

Es gibt noch multiple Emulsionen (W/O/W bzw. O/W/O)

**Didaktischer Hinweis:** Je nach didaktischer Absicht kann Durchführung 2 vor Durchführung 1 sinnvoll sein

**WWW:**

- <http://de.wikipedia.org/wiki/Emulsion>
- <http://www.lebensmittellexikon.de/e0000190.php>, 29.10.2020

## 10 Bezugsquellen

- Johannisbrotkernmehl und Inulin: Reformhäuser, z.T. andere Handelsnamen.
- Tegomuls und Frusip aus Naturdrogerien, die Zutaten für Hobbythekrezepte führen. Siehe auch 3.
- Aromen: Backaromen und Liköraromen aus Supermärkten in Österreich, oder aus dem Versandhandel, etwa im WWW: <http://www.omikron-online.de/>, 11.05.2002.

**Literatur:**

1. Schorch, G.; Wagner, W. in: Konkrete Fachdidaktik Chemie, Oldenbourg, München 2002.
2. Wagner, W.: Genussmittel (im) Chemieunterricht. Handreichung der BLK, Kiel 2002 <http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/gic-ab/Lebensmittel-im-Chemieunterricht.pdf>, 11.05.2002
3. [Rezept](#) „Fruchtgummi“ in <http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/experimente/lebensmittel/Lebensmittel.pdf> , 29.10.2020
4. BLL Schriftenreihe: Richtlinien für Zuckerwaren, Bd. 123, 1995.
5. Schormüller, J.: Handbuch der Lebensmittelchemie, Bd. V/I, 1967, 711-737.
6. Pütz, J.; Niklas, C.: Süßigkeiten mit und ohne Zucker. Vgs, Köln 1989.
7. Timm, F.: Grundlagen und Fortschritte der Lebensmitteluntersuchung und Lebensmitteltechnologie, Bd. 19 Speiseeis. Verlag Paul Parey, Berlin 1985.

8. <http://www.uni-bayreuth.de/departments/didaktikchemie/umat/stabilisatoren/stabilisatoren.htm>; 11.05.2002
9. Sommer, K.; Pfeifer, P.: Inulin - Von der Wegwarte zum "Functional Food". In: Chemie & Schule (Salzburg) 14, 1999, 4, 10–21. Sommer, K.; Pfeifer, P.: Inulin in Lebensmitteln - Ein Thema für den praxisorientierten Chemieunterricht. In: Lebensmittelchemie 54, 2000, 1, 13–14. Sommer, K.; Pfeifer, P.: Inulin - Von der Wegwarte zum "Functional Food". In: VCRB Report, 2000, 27, 8–17. Sommer, K.: Inulin – Naturstoff und Lebensmittelinhaltsstoff. In: NiU-Chemie 12, 2001, 62, 24–28. Sommer, K.; Pfeifer, P.: Inulin: Ein Kohlenhydrat als Ballast- und Fettaustauschstoff. In: UB 25, 2001, 270, 34–39.