

DIE INNERE STRUKTUR VON RAHMGLACE



Franziska Walker / 29

**Lieblingsessen:
Härdöpfelchnole**



Lukrezia Walker / 27

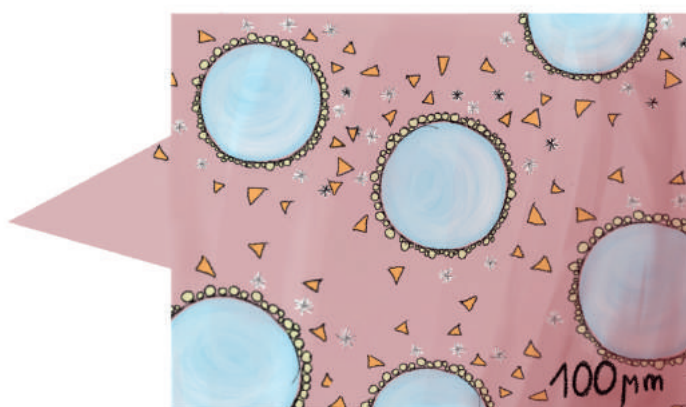
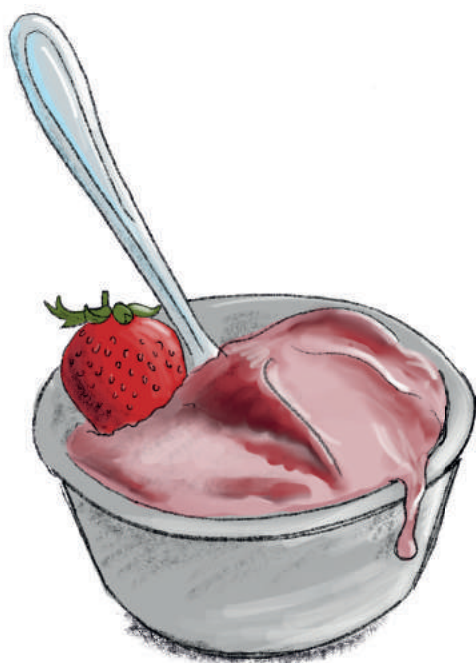
**Lieblingsessen:
Capuns**

Was gibt dir den erfrischenden Kick im Sommer und ist gleichzeitig der krönende Abschluss eines Festessens im Winter? Der Genuss einer sanft kühlen Rahmglace!

Dies ist kein Zufall. Das Ess- und Geschmackserlebnis von Glace wird über die Herstellung präzise gesteuert. Im ersten Teil des folgenden Artikels analysieren wir die innere Struktur einer Rahmglace. Im zweiten Teil erklären wir, wie diese Struktur in der industriellen Herstellung zustande kommt. Dabei werden wir die faszinierenden Zusammenhänge zwischen Glace, wissenschaftlichen Konzepten und wirtschaftlichen Überlegungen aufzeigen.

1. DIE MIKROSTRUKTUR DER GLACE

Rahmglace besteht aus Fett (bis zu 20%), Milchproteinen, Eiweissen, Süsstoffen, Wasser, Luft und Stabilisatoren wie Mehrfachzucker und Ballaststoffen. Die Inhaltsstoffe sind allerdings nur das halbe Geheimnis hinter dem Glacegenuss. Sie müssen richtig verteilt und strukturiert sein, nur so tragen sie wesentlich zur Qualität der Glace bei (Clarke, 2012). Im folgenden Bild ist schematisch aufgezeigt, wie die innere Struktur einer Rahmglace aussieht und wie die Inhaltsstoffe angeordnet sind.



In der obigen Abbildung ist zu sehen, wie sich die Fetttropfen um die Luftbläschen angelagert haben. Dazwischen fließt die Zuckerlösung, welche kristallisierten Zucker und Eiskristalle enthält. Die dargestellte Struktur der einzelnen Inhaltsstoffe ist entscheidend für einen guten Geschmack im Mund und die Stabilität der Glace. Warum das so ist, zeigen wir in den folgenden Unterkapiteln auf.

1.1. LUFTBLÄSCHEN

Die Luftbläschen in der Glace beeinflussen insbesondere das Geschmacksempfinden im Mund. Sie bringen «Leichtigkeit» in die Glace. Ohne Luftbläschen würde die Glace zu viel Zucker und Fett enthalten, so dass sie dadurch viel zu süß im Geschmack wäre. Zwei weitere geschmackliche Wirkungen der Luftbläschen sind, dass sie die Konsistenz weich machen und bewirken, dass sich die Glace im Mund nicht zu kalt anfühlt. Der Grund für das geringere Kälteempfinden ist, dass die Luft Wärme schlecht leitet und dadurch die Geschwindigkeit bremst mit der die Eiskristalle und Fette im Mund schmelzen. Da die Fette und Eiskristalle langsamer schmelzen, entziehen sie dem Mund weniger Wärme. Die Glace fühlt sich weniger kalt an (Walstra et al., 2005).

WIRTSCHAFTLICHER HINTERGRUND

Der Anteil an Luft in der Glace wird «Overrun» genannt. Diesen berechnet man aus dem Verhältnis von Luftvolumen zu Volumen der restlichen Inhaltsstoffe (Trout & Jacobsen, 2020). Die Glacehersteller sind dazu verpflichtet sowohl das Gewicht als auch das Volumen auf der Verpackung zu deklarieren. Dies dient der Vorbeugung der Konsumententäuschung. Bei einem grossen Overrun wird auch viel Luft verkauft.

1.2. FETTTRÖPFCHEN

Die Fetttröpfchen tragen dazu bei die Luftbläschen zu stabilisieren und machen dadurch die Glace cremiger. Die stabilisierende Eigenschaft der Fetttröpfchen kommt daher, dass sie grösstenteils in kristalliner Form vorliegen. Sie bilden eine feste Schicht um die Luftbläschen (Clarke, 2003), eine Art «Fett-Ummantelung». Die Struktur kann man sich vorstellen wie einen Luftballon, der die Luft einschliesst. Im Gegensatz zu einem Luftballon sind die Fett-Ummantelungen der einzelnen Luftbläschen miteinander verbunden- sie bilden ein Fett-Netzwerk. Die Luftbläschen in der Glace können dem Fett-Netzwerk nicht mehr entweichen. Selbst wenn die Glace zu schmelzen beginnt, bleibt die Luft drinnen (Varela et al., 2014). Wenn man die Glace zu lange stehen lässt kann man beobachten, dass eine luftige, relativ stabile Creme übrigbleibt. Doch warum ist das so? Das vorhandene gefrorene Wasser schmilzt bei Raumtemperatur. Die Fette hingegen schmelzen erst vollständig bei Körpertemperatur und stabilisieren die Luftblasen daher weiterhin. Wenn die Glace gegessen wird, also Körpertemperatur erreicht wird, schmelzen die Fettpartikel sanft auf der Zunge und hinterlassen einen cremigen Eindruck im Mund.

Die Fetttröpfchen selbst werden von Milchproteinen und Eiweissen stabilisiert. Ähnlich wie sich die Fetttröpfchen um das Luftbläschen anordnen, ordnen sich die Milchproteine und Eiweisse um die Fetttröpfchen an.

WISSENSCHAFTLICHER HINTERGRUND

Moleküle, die sich an der Grenze zwischen Wasser und Fett anlagern, werden Emulgatoren genannt. Sie bestehen aus einem Fett-liebenden und einem Wasser-liebenden Teil. Dadurch werden die Fetttröpfchen im Wasser stabilisiert und schwimmen nicht direkt an die Oberfläche. Emulgatoren werden beispielsweise auch in Salatsaucen verwendet, damit sich Fette und Wasser nicht so schnell trennen.

1.3. EISKRISTALLE

Es ist wichtig, dass die Eiskristalle in der Glace klein bleiben, da kleine Kristalle für eine höhere Stabilität sorgen und dadurch den Geschmack seidiger machen. Ein physikalisches Gesetz besagt: Je mehr kleine Teilchen in einer Flüssigkeit sind, desto zähflüssiger wird die Flüssigkeit. Wenn nun also die Eiskristalle genug klein bleiben und sich ihre Anzahl erhöht, wird die Glace immer zähflüssiger und dadurch auch fester und stabiler.

WISSENSCHAFTLICHER HINTERGRUND

Zähflüssigkeit wird in der Wissenschaft als Viskosität $[\eta]$ bezeichnet und in der Fachdisziplin der Rheologie analysiert. Die Viskosität wird durch den Reibungswiderstand definiert. Das ist der Widerstand, den eine Flüssigkeit einer Verformung durch Druck- oder Schubspannung entgegensetzt. Die Viskosität von Wasser ist beispielsweise $1 \text{ mPa}\cdot\text{s}$, die Viskosität von Honig $10000 \text{ mPa}\cdot\text{s}$.

Die Grösse der Eiskristalle hat Einfluss darauf, wie wir die Glace im Mund wahrnehmen. Je grösser sie werden, desto «körniger» fühlt sich die Glace an (Clarke, 2012). Das passiert beispielsweise, wenn man einen Becher Glace aus der Gefriertruhe nimmt und nach einiger Zeit wieder dorthin versorgt. Durch die Wärme schmelzen die kleinen Eiskristalle, nur die grösseren bleiben erhalten. Wenn man die Glace erneut einfriert, wächst das geschmolzene Wasser zu grösseren Eiskristallen zusammen (Clarke, 2012).

2. RAHMGLACE – DIE HERSTELLUNG

Im vorherigen Kapitel haben wir aufgezeigt, wie Rahmglace im Innern aufgebaut ist. In diesem Kapitel erläutern wir, wie man diese Strukturen industriell herstellt. Dabei verfolgen wir die Produktion von Rahmglace Schritt für Schritt.

2.1. DIE «MIX»-HERSTELLUNG

Als Erstes erstellt man einen sogenannten Glace-«Mix». Hierfür werden die Inhaltsstoffe gemischt, erhitzt und homogenisiert.

Das Erhitzen tötet vorhandene Mikroorganismen ab. Dieser Schritt ist für die mikrobiologische Qualität einer Glace sehr wichtig, da in späteren Verarbeitungsschritten keine Massnahmen gegen Mikroorganismen mehr getroffen werden können. (Walstra et al., 2005).

WISSENSCHAFTLICHER HINTERGRUND

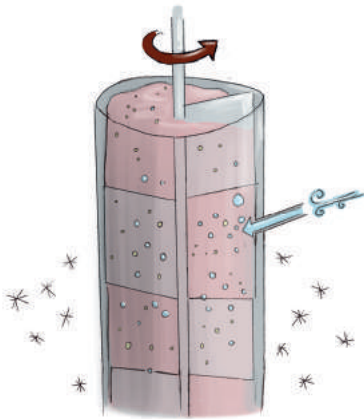
Es gibt in der Industrie zwei Standard-Verfahren, um Mikroorganismen mit Hitze abzutöten. Dies ist zum einen die Pasteurisation, dort liegt die gesetzliche Vorgabe für die Erhitzung der Milch bei mindestens $71.7 \text{ }^\circ\text{C}$ für 15 s. Zum andern ist dies die Ultraheissbehandlung (auch bekannt unter UHT), dabei wird die Milch für einige Sekunden auf $135\text{--}155 \text{ }^\circ\text{C}$ erhitzt (Lebensmittelverordnung, 1995). Beide Verfahren haben den gleichen Tötungseffekt auf die Mikroorganismen- je höher die Temperatur, desto sensibler reagieren sie.



Für die Homogenisierung wird der Mix mit hohem Druck durch ein kleines Ventil durchgedrückt. Wie im Bild oben aufgezeigt, werden dadurch die Fetttröpfchen aufgebrochen. Ziel ist es, dass möglichst viele, möglichst kleine Fetttröpfchen entstehen (kleiner als $1 \mu\text{m}$). Diese formieren sich später um die Luftbläschen (Clarke, 2012). Die Milchproteine lagern sich an der Oberfläche der Fetttröpfchen an und stabilisieren dadurch die Tröpfchen, wie in Kapitel 1.2 erklärt (Varela et al., 2014).

2.2. WIE DER MIX ZUR GLACE WIRD

Anschliessend wird der Mix auf 0 bis -4 °C gekühlt und dabei langsam und konstant gerührt. In diesem Schritt werden hitzesensible Inhaltsstoffe zugegeben. Bei 4 °C beginnt das Fett zu kristallisieren, was bedeutet, dass sich in den Fetttropfchen feste Fettkristalle bilden. Dieser Prozess dauert lange, daher wird der Mix unter langsamen Rühren 2- 24 h stehen gelassen (Goff & Hartel, 2013).



Im nächsten Schritt wird der Mix in sogenannten «Freezern» gefroren. Wie im Bild oben aufgezeigt, ist der Freezer eine zu -30 °C gekühlte Trommel. Darin drehen sich Messer und schaben laufend die gefrorene Masse vom Trommelrand (Clarke, 2003). Das kontinuierliche Schaben ist wichtig, denn so wird verhindert, dass die Eiskristalle zu gross werden. Durch das Schaben wird gleichzeitig wieder Energie in den Mix eingetragen, die sich in Wärme umwandelt. Der gekühlte Trommelrand von -30 °C zusammen mit dem Energieeintrag von dem Schaben ergeben eine Durchschnittstemperatur von -5 °C des Glace-Mixes im Freezer (Clarke, 2012).

Neben dem Kühlen und Rühren bringt der Freezer die benötigte Luft in den Glace-Mix. Diese wird in den Freezer hineingepumpt, was zum Überdruck im Inneren des Behälters führt. Durch den hohen Druck bleiben die Luftbläschen klein und werden mit den sich-drehenden Messern gleichmässig in den Mix eingearbeitet (Clarke, 2003). Sobald der Mix aus einer Düse des Freezers herauskommt, fällt der Druck ab. Durch den Druckabfall wachsen die Luftbläschen.

Der auf -5 °C gekühlte Mix aus dem Freezer hat nach diesem Produktionsschritt die richtige Konsistenz um geformt zu werden. Über Rohre wird der Mix in die Verpackungsbehältnisse, beispielsweise Cornets oder Becher gespritzt. Anschliessend werden die einzelnen Glaces in einen Kühltunnel von ca. -30 °C tiefgefroren.

INTERESSANTES AUS DER INDUSTRIE ÜBER DAS KÜHLMITTEL

Um so tiefe Temperaturen wie die -30°C im Freezer oder im Kühltunnel zu erreichen, wird oft auf Ammoniak als Kühlmittel zurückgegriffen. Ammoniak ist giftig und daher ist es wichtig, dass die Industrien gute Pläne haben, um für den Fall eines Leckes im Kühlsystem gerüstet zu sein. Ammoniak ist schon bei sehr kleinen Konzentrationen an seinem stechenden Geruch identifizierbar, so dient auch unsere Nase als Frühwarnsystem.

SCHLUSSFOLGERUNG

DAS NÄCHSTE MAL, WENN IHR EINE RAHMGLACE GENIESST, DENKT AUCH EIN BISSCHEN AN DIE PHYSIK. DENN DURCH DIE PHYSIKALISCHEN ZUSAMMENHÄNGE FÜHLT SICH DIE GLACE WEICH UND SEIDIG AN UND SCHMILZT NICHT ZU SCHNELL IN EUREM MUND.

Literaturverzeichnis

- Clarke, C. (2003). The physics of ice cream. *Physics Education*, 38(284). <https://doi.org/10.1038/d41586-019-03833-5>
- Clarke, C. (2012). *The Science of Ice Cream* (2nd Edition). RSC Publishing.
- Goff, H. D., & Hartel, R. W. (2013). *Ice Cream*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4614-6096-1>
- Lebensmittelverordnung (LMV), 817.02 (1995).
- Trout, J. J., & Jacobsen, T. (2020). «The Science of Ice Cream.» an undergraduate, interdisciplinary, general education course taught in the physics program. *Physics Education*, 55(1). <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ab51ef>
- Varela, P., Pintor, A., & Fiszman, S. (2014). How hydrocolloids affect the temporal oral perception of ice cream. *Food Hydrocolloids*, 36, 220–228.
- Walstra, P., Wouters, J. T., & Geurts, T. J. (2005). *Dairy Science and Technology*. CRC Press.

