

STAATLICHE FACHSCHULE FÜR LEBENSMITTELTECHNIK

AN DER EMIL-FISCHER-SCHULE ZU BERLIN

Technikerarbeit

Die Wirkung von verschiedenen Zuckerarten, von Milchfett und von
lactosereduzierten Molkereiprodukten auf die Herstellung und das
Schmelzverhalten von Speiseeis

von

Anja Schlegel

Alfred-Kowalke-Straße 28c
10315 Berlin
Tel.: 030 25562651
E-Mail: a.b.schlegel@gmx.de

Berlin, den 5. Mai 2006

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	3
2	Allgemeiner Teil	4
2.1	Richtlinien für Speiseeis	4
2.2	Besondere Probleme bei der Eisbereitung	5
2.3	Die Struktur von Speiseeis	6
2.4	Ernährungsphysiologische Bedeutung	7
2.5	Lactoseintoleranz	8
3	Parameter bei der Versuchsdurchführung	11
3.1	Verschiedene Rohstoffe in den Versuchen mit unterschiedlichen Zuckerarten	11
3.2	Mixbereitung mit verschiedenen Zuckerarten	14
3.3	Verschiedene lactosereduzierte Rohstoffe	16
3.4	Mixbereitung des lactosereduzierten Speiseeises	16
4	Versuchsergebnisse	18
4.1	Ergebnisse der Zuckerarten	18
4.2	Ergebnisse des lactosereduzierten Eises	23
4.3	Sensorische Beurteilung der einzelnen Versuchsreihen	27
5	Fazit	28
6	Zusammenfassung	30
7	Summary	31
8	Literaturverzeichnis	32
9	Danksagung	35

1 Einleitung

Diese Arbeit untersucht, wie sich verschiedene Zucker und Milchfett auf die Produktion und das Schmelzverhalten von Speiseeis auswirken. Außerdem geht es um den Versuch, ein Eis mit einem verringerten Lactosegehalt herzustellen. Unter Speiseeis versteht man ein disperses Mehrphasensystem, da es zugleich eine Emulsion, Suspension und Schaum ist. Es enthält Wasser, Zucker, Milchbestandteile und geschmacksgebende Zutaten wie Aromen, Früchte und Kuvertüre. Die Herstellung des Eismixes und das Gefrieren des Speiseeises erfolgt in fünf Phasen. Dabei kann es bei der Rezeptur, durch einzelne Zutaten und durch technische Einflüsse zu Behinderungen und Fehlern kommen.

In der Durchführung der Versuche werden die einzelnen Eissorten traditionell und handwerklich hergestellt. Dabei wird auf die Einhaltung der Leitsätze der Speiseeisverordnung geachtet. Es sollen mögliche qualitative und quantitative Unterschiede hinsichtlich des Schmelzverhaltens des Speiseeises festgestellt werden. Die zu untersuchenden Merkmale sind Löffelbarkeit, Cremigkeit, Volumenausbeute und Kälteempfinden des Eises.

In einer ersten Versuchsreihe wird Vanillecremeeis mit unterschiedlichen Zuckerarten wie Glucosesirup, Saccharose, Fructose, Invertzucker hergestellt. Außerdem erfolgt in dieser Versuchsreihe die Produktion eines milchfettreduzierten Speiseeises. Als Vorüberlegung zu den einzelnen Versuchsreihen ist zu bemerken, dass Zucker die Textur des Eises verbessert aber gleichzeitig auch die Aufschlaggeschwindigkeit verlangsamt. Zusätzlich unterstützt Zucker den Flavor der Eiscreme. Dies variiert je nach zugesetztem Zucker.

Fructose besitzt im Gegensatz zur Saccharose eine aufdringliche und etwa 120-prozentige Süße. Dies wird zu einer negativen Beeinflussung im Geschmack sowie im Aroma führen. Wird Invertzucker eingesetzt, kann man davon ausgehen, dass kaum Veränderungen im Geschmack und Aroma zu bemerken sein werden. Bei Glucosesirup dagegen ist von einer stark bitteren Süße auszugehen, welche je nach Zugabemenge stärker oder schwächer hervorsteht. Zusätzlich wird das Aroma negativ beeinflusst. Glucosesirup senkt zusätzlich die Aufschlaggeschwindigkeit, so dass von einer längeren Gefrierdauer im Gegensatz zu den anderen Eismixen ausgegangen werden muss. Reduziert man den Fettanteil in der Milch, so wird das Eis einen nicht so vollmundigen Geschmack bekommen, trotzdem aber einen zarten Schmelz erhalten. Die Färbung wird aufgrund des fehlenden Milchfettes etwas blasser und weniger glänzend ausfallen.

In einer zweiten Versuchsreihe erfolgt die Herstellung und Optimierung eines lactosereduzierten Speiseeises. Hierzu werden das *Lactosweetpulver* und das *Molkenkonzentrat 70/70* der Fa. Lactoprot benutzt. Dem lactosereduzierten Eis wird es trotz der in beiden Produkten enthaltenen Monosaccharide an Süße fehlen. Damit wird ein Aroma- und Farbverlust einhergehen und somit der vollmundige, aromatische, vanillige Geschmack etwas zu kurz kommen.

2 Allgemeiner Teil

Im Folgenden wird auf die Besonderheiten und die Richtlinien für Speiseeis, Cremeeis und Milcheis und anschließend auf mögliche Herstellungsfehler eingegangen. Weiterhin werden die Struktur von Speiseeis und die ernährungsphysiologische Bedeutung der einzelnen Zutaten behandelt. Zuletzt soll der Versuch einer Definition und die Beschreibung der Lactoseintoleranz unternommen sowie auf deren Besonderheiten aufmerksam gemacht werden.

2.1 Richtlinien für Speiseeis

Bei allen Versuchen wird entsprechend des 77. Leitsatzes für Speiseeis und Speiseeishalberzeugnisse gearbeitet. Entsprechend dieser Richtlinien versteht man unter Speiseeis „eine durch einen Gefrierprozess bei der Herstellung in einen festen oder pastenartigen Zustand gebrachte Zubereitung, die gefroren in den Verkehr gebracht wird und dazu bestimmt ist, in diesem Zustand verzehrt zu werden.“ Zutaten sind insbesondere Milch, Milcherzeugnisse, Eier, Zucker und je nach herzustellendem Endprodukt Früchte, Aromen und färbende Lebensmittel.

Als Milch und Milcherzeugnisse gelten standardisierte Vollmilch oder Milch mit natürlichem Fettgehalt. Man darf aber ebenso Rohmilch verwenden. Möglich ist ebenfalls der Gebrauch getrockneter Milchsorten oder Milcherzeugnisse. Dabei ist zu beachten, dass deren Menge an Milchfett und fettfreier Trockenmasse dem Gehalt von Vollmilch entspricht.

Sahne (Rahm) muss mindestens 10 Prozent Milchfett enthalten. Bei der Verwendung von Eiern ist getrocknetes Vollei und Eigelb ebenso zulässig wie handelsübliches pasteurisiertes Vollei (Trockenmassegehalt von mindestens 24 Prozent) und Eigelb (Trockenmassegehalt von mindestens 50 Prozent). Frisch aufgeschlagenes Vollei und Eigelb kann ebenfalls eingesetzt werden.

Zuckerarten im Sinne dieser Leitsätze sind alle handelsüblichen Zuckerarten. Zur Herstellung von Speiseeis werden Aromen nach Maßgabe der Aromenverordnung verwendet.

Cremeeis muss mindestens 50 Prozent Milch und auf einen Liter Milch 270 g Vollei oder 90 g Eigelb enthalten aber kein zusätzliches Wasser. Bei der Herstellung von Rahmeis oder Sahneeis sollten mindestens 18 Prozent Milchfett aus der bei der Herstellung verwendeten Sahne kommen. Milcheis muss mindestens 70 Prozent Milch enthalten. In Eiscreme müssen mindestens 10 Prozent des Fettes der Milch entstammen [35].

2.2 Besondere Probleme bei der Eisbereitung

In diesem Abschnitt soll kurz auf mögliche Fehler bei der Speiseeisbereitung eingegangen werden. Fehler können die Konsistenz, den Geschmack und das Aussehen des Eises betreffen. Einer der häufigsten Fehler bei der handwerklichen Herstellung entsteht bei der Bereitung des Eismixes. Hier kann es zu einer *zu schaumigen Masse* kommen, was meistens an einer zu starken und langen Mischung der Zutaten liegt. Dies führt zu einer größeren Luftaufnahme bei der Bereitung. Diese Luft wird dann aber wieder beim Frieren abgegeben.

Ein weiteres Problem bei der Herstellung des Mixes sind *geronnene Eier*. Mögliche Ursachen sind die Wahl einer zu hohen Temperatur während der Pasteurisierung (maximal 85°C bei Eigelb, 65°C bei Vollei) oder eine ungenügende oder fehlende Vermischung der Eier in der Flüssigkeit.

In Hinblick auf die Konsistenz können die meisten Fehler auftreten, da schon ein *zu weiches Eis* oder *zu festes Eis* zu Problemen führen kann. Aber diese Fehler können problemlos behoben werden, da eine der häufigsten Ursachen eine falsch eingestellte Maschine sein kann.

Eine weitere Fehlerquelle kann ein *zu hoher Zuckergehalt* sein. Dies können eine sensorische Verkostung und ein Versuch mit weniger Zucker klären. Ist das Speiseeis *zu fest*, so ist eventuell der Zuckeranteil zu niedrig. Ein anderer Grund ist ein *zu hoher Wasseranteil*. Abhilfe schafft die Überprüfung der Zutatenmengen.

Ein häufig auftretender Fehler ist eine *raue, körnige Konsistenz* des Eises. Hier sind manche Eiskristalle so groß, dass sie auf der Zunge zu bemerken sind. Ein weiterer Konsistenzfehler ist das *Sandig-sein*, womit man einen sandig-grießigen Charakter des Eises beschreibt. Dabei ist dieses Eis dann fast nicht genießbar, da die vorhandenen Lactosekristalle nicht im Mund schmelzen. Der Grund für diesen Fehler ist ein zu hoher fettfreier Milchtrockenmassegehalt. Dieser Speiseeisfehler wird häufig vom Verbraucher negativ beurteilt.

Auftretende Geschmacksfehler sind beispielsweise *Fremdgeschmack* oder *Kochgeschmack*. Vor allem der Fremdgeschmack ist leicht zu verhindern, indem das Speiseeis und die dafür verwendeten Zutaten gut verpackt und getrennt von stark riechenden Substanzen aufbewahrt werden. Vor allem Milch und Milchprodukte sind anfällig für fremde Gerüche und nehmen diese schnell auf.

Für den Kochgeschmack kommen mehrere Ursachen in Frage. Möglicherweise ist zu viel Milchpulver verwendet worden oder der Mix wurde zu hoch und zu lange pasteurisiert. Verstärkt sich der Kochgeschmack noch weiter wird er als *brandig* bezeichnet.

Zu äußeren Mängeln zählen eine *zu dunkle* oder *zu helle Verfärbung* der Oberfläche. Dies kommt von der Oberflächenaustrocknung des Eises. Einer der bekanntesten Fehler ist der so genannte *white spot*. Dabei entstehen durch die Kristallisation des Zuckers weiße Flecken an der Eisoberfläche. Verantwortlich dafür ist eine zu lange oder fehlerhafte Lagerung bei wechselnden Temperaturen wie auch ein zu hoher Zuckergehalt [TIMM 1985: 200f., KOCH 2001: 164f.].

2.3 Die Struktur von Speiseeis

In der Fachliteratur wird bei Speiseeis häufig von einem Mehrphasensystem gesprochen, weil Speiseeis eine Emulsion, Suspension und Schaum zugleich ist. Dabei spricht man von einem thermostabilen Schaum, in dem Luftbläschen in einer teilweise gefrorenen kontinuierlichen Phase fein verteilt werden. Die Mikrostruktur besteht aus einer kontinuierlichen und mehreren dispersen Phasen, weil die Herstellung vom Eismix zum Speiseeis in fünf Phasen erfolgt. Dazu gehören das Mischen und Pasteurisieren der Zutaten, das Homogenisieren und das Reifen des Mixes, das Aufschäumen und Frieren des Mixes im Freezer und der Aushärtungs- und Lagerungsprozess. Die eigentliche Strukturierung erfolgt im Freezer, es wird die Ausgangsstruktur durch Dispergieren der Gasphase und das Teilgefrieren der wässrigen Phase gebildet. In der äußeren wässrigen Zuckerlösung sind Proteine mikroskopisch fein gelöst. Flüssige Fetttropfchen mit einem kristallinen Anteil und Eiskristalle sind suspendiert. Die Luftbläschen sind inkorporiert und die Fetttropfchen emulgieren. Die im Speiseeis feinverteilte Luft macht rund die Hälfte seines Volumens aus [ROHENKOHL 2002, TERNES 1994: 426f., BAUMEISTER 2005].

In der ersten und zweiten Phase erfolgt die Adsorption der Caseine an die Fettkügelchen. Vorteilhaft ist die Verwendung spezieller Emulgatoren oder grenzflächenaktiver Stoffe. Diese bewirken eine Desorption der Caseinmicelen von den Fettkügelchen und die Anlagerung grenzflächenaktiver Stoffe, die um die Fetttropfchen einen Film bilden.

Während der dritten Phase findet ein Austausch von Caseinen und Emulgatoren in der Grenzschicht statt. Ebenso kommt es in diesem Stadium zu einer weitergehenden Hydratisierung der Milchproteine und Hydrokolloide sowie zur Kristallisation des Milchfettes. Beim Aufschäumen und Frieren des Mixes bilden sich Fettaggregate, die sich in der Grenzschicht um die Luftbläschen ansammeln und teilweise die eingeschlagenen Luftbläschen durch den kristallinen Anteil stabilisieren (Abb. 1). Das flüssige Milchfett dient dabei als Kittsubstanz für die kristallinen Aggregate. Die nun erzeugte Schaumstruktur wird durch ein möglichst weitgehendes Gefrieren der wässrigen Phase gegen Koaleszenz und Diffusion stabilisiert [ROHENKOHL 2002, TERNES 1994: 426f., BAUMEISTER 2005].

Die vierte oder wässrige Phase besteht aus drei Komponenten. Die echte Lösung enthält gelöste Zucker und Salze. In der Suspension liegen Eiskristalle und Kyrohydrate (glasähn-

liche Verbindung aus Lactose in wässriger Phase) vor. Die Kolloidlösung besteht aus Milchproteinen und Hydrokolloiden. Das vorhandene Wasser ist an polare Gruppen der Hydrokolloide und Milchproteine gebunden. So wird ein Teil des Wassers gebunden und kann nicht mehr gefrieren. Der ungebundene Teil des Wassers kristallisiert nur in kleinen Eiskristallen aus. Da Rührbewegungen stattfinden, können sich während des Gefrierprozesses keine zusammenwachsenden größeren Eiskristalle bilden. Die Hydrokolloide verringern zusätzlich das Abschmelzen von Eiscreme (Abb. 1) [TERNES 1994: 426f.].

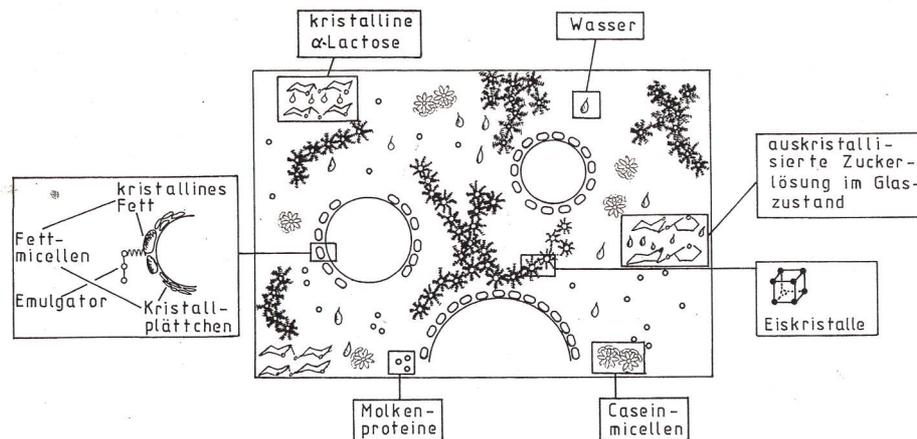


Abbildung 1: Die Struktur von Speiseeis (aus: Ternes 1994: 427)

In der fünften Phase kommt es vor allem in der äußeren, wässrigen Phase zu weiteren Kristallisationsvorgängen. Durch den vorhandenen Fettanteil wird Speiseeis auch als Fettschaum bezeichnet, durch die Anlagerung von Fettkügelchen wird eine Stabilisierung der Grenzfläche Gas/Fluid erreicht. Während der Speiseeisbereitung bildet sich ein Fettgerüst. Dieses Fett buttert zu etwa 10–30 Prozent aus und besitzt in etwa einen Durchmesser von 20–100 μm . Setzt man Emulgatoren ein, so haben diese einen Einfluss auf die Größe der ausgebutterten Fettagglomerate. Ist ein zu geringer Fettanteil vorhanden, kommt es zwar zur Anlagerung der Fettkügelchen an den Grenzflächen, es entsteht aber kein so stabiles Gerüst der Fettagglomerate, was eventuell zu einem Zusammenbruch der Gasblasenstruktur führen kann [TERNES 1994: 426f.].

2.4 Ernährungsphysiologische Bedeutung

Speiseeis wird den vollwertigen Lebensmitteln zugeordnet, da es für den Körper sehr wichtige Aminosäuren und Vitamine enthält. Die meisten Vitamine gelangen durch die Milch in das Produkt. Dazu gehören fettlösliche (Vitamine A, D, E, K) ebenso wie wasserlösliche Vitamine (Vitamine B₁, B₂, B₆, B₁₂).

Zusätzlich sind wichtige Mineralsalze in konzentrierter Form vorhanden, unter anderem Calcium, Kalium und Phosphor. Der Proteinanteil ist bis zu 30 Prozent höher als in Milch. Das Milchfett wird im Gegensatz zu anderen Fetten sehr schnell und vollständig resorbiert. Die feine Verteilung des Milchfettes und der hohe Anteil an kurz- und mittelkettigen Fettsäuren sind dafür verantwortlich, ebenso wie die spezifische Triglyceridstruktur (α -Stellung kurzkettiger Fettsäuren), welche der Lipolyse leicht zugänglich ist. Lactosefreie Biomilch und fettarme Milch (0,1 Prozent) sind ebenso wie normale Milch und Milchprodukte sehr reich an Vitaminen und Kohlenhydraten (Aminozucker, Phosphatester, Mono- und Oligosaccharide).

Die im Speiseeis enthaltenen Eier sind preiswerte und konzentrierte Nährstofflieferanten. Besonders wertvoll ist der Eiweißstoff Ovalbumin. Dagegen sind im Hühnerei kaum Kohlenhydrate vorhanden. Das Eidotter enthält hauptsächlich Mineralstoffe wie Eisen und Calcium sowie Vitamine. Die Nährstoffe des Hühnereis sind fast komplett (bis zu 90 Prozent) resorbierbar.

Niedermolekulare Zucker werden schnell resorbiert und enthalten keine Mineralstoffe, Vitamine und Ballaststoffe. Zum Abbau dieser Zucker im Körper wird Thiamin (Vitamin B₁) benötigt. Ohne Thiamin werden der Kohlenhydratabbau und damit auch die Energiegewinnung im Körper gestört. Zucker wird sehr schnell von der Darmwand aufgenommen und ins Blut abgegeben. Allerdings haben die verschiedenen Zuckerarten unterschiedlich große Wirkungen auf den Blutzuckerspiegel, dementsprechend ist die Dauer des Sättigungsgefühls verschieden. Dieser Einfluss ist bei Glucosesirup größer als bei Saccharose und Fructose. Den größten Einfluss auf den Blutzuckerspiegel haben Lactose und Glucosesirup. Am kleinsten ist er bei Fructose, was einer der Gründe ist, weshalb Fructose als Zuckeraustauschstoff bei Diabetikerprodukten genommen wird. Allerdings verträgt nicht jeder jedes Kohlenhydrat. Beispielsweise fehlt bestimmten Personen Lactase, um Lactose zu verwerten [SCHLIEPER 1992: 196f.].

2.5 Lactoseintoleranz

Als Intoleranz bezeichnet man ernährungsphysiologisch nicht immunologisch vermittelte Unverträglichkeitsreaktionen. Diese führen zu Störungen im Magen-Darm-Trakt. Die Lactoseintoleranz beruht auf einem Mangel an dem Enzym β -Galaktosidase (Lactase) in den Schleimhautzellen des Dünndarms. Dort wird die Lactose gar nicht oder nur ungenügend gespalten und metabolisiert, weshalb man von einer Unverträglichkeit oder Intoleranz und nicht von einer Allergie spricht. Andere Bezeichnungen für Lactoseintoleranz sind Milchzucker-Unverträglichkeit (MZU), Lactasemangelsyndrom oder Lactasemalabsorption. Normalerweise wird das Disaccharid Lactose von dem Enzym Lactase in die zwei Monosaccharide Glukose und Galactose gespalten. Erst wenn diese beiden isoliert im Darm vorliegen, können sie über die Darmschleimhaut ins Blut aufgenommen werden. Bei Menschen mit einem Lactasemangel findet dies ungenügend oder gar

nicht statt. Das hat zur Folge, dass eine vermehrte Gasbildung erfolgt. Die Betroffenen klagen über Völlegefühl, Übelkeit und krampfartige Schmerzen nach dem Verzehr von lactosehaltigen Produkten [15, BALTES 2000, BORELLI 1991, TIMM 1985: 75].

Eine Milchzuckerunverträglichkeit ist eine verbreitete Erscheinung. Sie beruht auf der limitierten Hydrolysekapazität für Lactose, auch bei Menschen die keinen Lactasemangel haben. Dies rührt meist von einer Erkrankung im Darm her und geht einher mit einer verminderten Lactaseproduktion. Eine Behandlung der Intoleranz kann nur durch eine spezielle Diät erfolgen, in der der Patient den Verbrauch lactosehaltiger Nahrungsmittel einschränkt. Die Grenzen der Verträglichkeit einer bestimmten Menge an Lactose sind aber individuell verschieden. Da Lactose in vielen Nahrungsmitteln enthalten ist, werden für die betroffenen Personen vor allem die Zutatenlisten der einzelnen Produkte wichtig [15, 18, 19].

Eine Lactoseintoleranz betrifft in etwa 75–80 Prozent der Weltbevölkerung, wobei diese Intoleranz weltweit mit erheblichen regionalen Unterschieden auftritt (Abb. 2). In Europa kann man von einem Nord-Süd-Gefälle reden, in Skandinavien ist die Lactoseintoleranz wenig verbreitet. Dagegen liegt im Mittelmeerraum der Anteil bei circa 30 Prozent. In einigen Teilen von Afrika sowie in Asien betrifft die Lactoseintoleranz sogar fast die gesamte Bevölkerung. Dabei fällt auf, dass hellhäutige Menschen Lactose besser vertragen können als dunkelhäutige Menschen [15, 18, 19, 21].

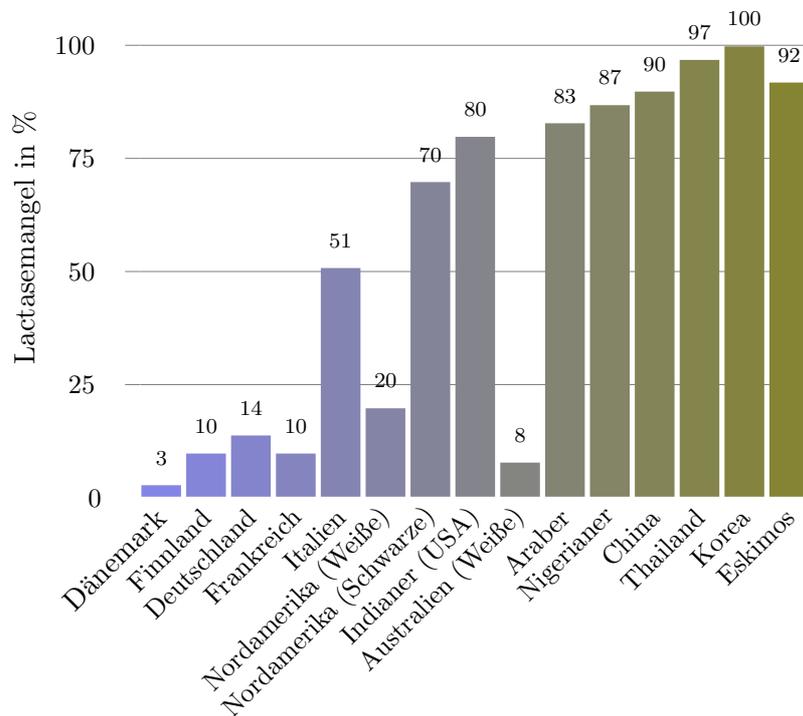


Abbildung 2: Häufigkeit des Lactasemangels in der Welt

Es gibt verschiedene Formen der Lactoseintoleranz, dazu gehören:

- kongenitaler Lactasemangel bei Säuglingen
- passagerer Lactasemangel bei Frühgeborenen
- schwere Intoleranz bei Kleinkindern ohne Lactasemangel
- genetisch bedingter Lactasemangel mit verzögertem Beginn
- sekundärer Lactasemangel bei Darmerkrankungen
- sekundärer Lactasemangel bei ungenügender Kontaktzeit (Magenoperation, Kurzdarmsyndrom) [19]

Meistens verlieren die Menschen ab dem 2. Lebensjahr die Fähigkeit, Lactose infolge des fehlenden Enzyms Lactase zu verdauen. Ein kongenitaler Lactasemangel macht sich bereits kurz nach der Geburt bemerkbar, wobei einige Kinder später noch eine normale Lactaseaktivität entwickeln können.

Bei Frühgeburten besteht ein passagerer Lactasemangel, weil die Lactaseaktivität in der Darmwand erst kurz vor dem Geburtstermin beginnt. Da die Lactase aber sehr schnell nachproduziert wird, kann dieser Mangel vom Körper schnell behoben werden.

Die häufigste Form ist der Lactasemangel mit späterem Beginn, welcher genetisch bestimmt ist. Er macht sich meist im Alter von 3 Jahren bemerkbar, kann aber auch erst Jahre später auftreten. Das ist auch abhängig von der Prävalenz des Lactasemangels in der betreffenden Population. Beispielsweise tritt die Intoleranz bei Finnen oft erst nach dem 13. Lebensjahr auf. Häufig ist es nicht möglich, zwischen einem angeborenem Lactasemangel oder einer sekundären Lactoseintoleranz zu unterscheiden. Auffallend ist, dass in den letzten Jahren eine deutliche Zunahme der Betroffenen zu bemerken ist. Dies kann aber mit der fortgeschrittenen medizinischen Aufklärung und gezielten Untersuchungen bei Beschwerden im Magen-Darm-Bereich begründet werden. Hieraus ergeben sich Anreize, um Produkte zu entwickeln, welche keine oder kaum Lactose enthalten [19].

3 Parameter bei der Versuchsdurchführung

Im Folgenden werden die verschiedenen Rohstoffe behandelt. Im Blick sind zuerst die verwendeten Milchprodukte, anschließend die verschiedenen Zuckerarten. Desweiteren wird auf die Bereitung der Eismixe und die lactosereduzierten Produkte eingegangen.

3.1 Verschiedene Rohstoffe in den Versuchen mit unterschiedlichen Zuckerarten

Die für die Eisherstellung erforderlichen Roh- und Zusatzstoffe, welche im technologischen Prozess be- und verarbeitet werden, bestimmen die Qualität des Endproduktes maßgeblich. Das Schmelzverhalten und das Mundgefühl von Speiseeis werden durch die Konsistenz und die Struktur des Eises bestimmt. Wichtig für das Verhalten beim Frieren sind die zugesetzten Zuckerarten sowie die löslichen Mixbestandteile im Eismix. Der Gefrierpunkt ist abhängig von der Zusammensetzung der Zutaten und daher variabel. Auf diese Eigenschaften hat das MilCHFett keinen direkten Einfluss. Temperatur und Dauer des Gefriervorgangs sind die wichtigsten Faktoren, die Konsistenz und Gefüge der Eiscreme beeinflussen. So kann eine veränderte Temperaturführung während der Herstellung des Eismixes eine positive oder negative Produktqualität zur Folge haben.

Entscheidende Qualitätscharakteristiken sind die Löffelbarkeit, die Cremigkeit und das Kälteempfinden des Eises. Wichtig ist, bei der Auswahl der Rohstoffe auf die Struktur und die sensorischen Eigenschaften sowie auf den damit verbundenen Lactose- und Mineralstoffanteil zu achten. Die einzelnen Zutaten spielen eine mehr oder weniger große Rolle beim Herstellen des Eises.

Hauptinhaltsstoffe des Eises sind unter anderem Milch und Sahne. Milch besteht zu etwa 87,5 Prozent aus Wasser, der Rest sind fein verteilte Nährstoffe. Allein dieses Wasser in der Milch kann gefrieren. Normalerweise enthält Milch etwa 4,6–5 Prozent Lactose, außerdem sind noch andere Kohlenhydrate wie Aminozucker, Mono-, Oligosaccharide enthalten. Ebenfalls ist etwas Phosphatester in der Milch enthalten. Der Fettgehalt bei Vollmilch liegt meist zwischen 3–3,8 Prozent. Als fettarm bezeichnet man Milch mit einem Fettgehalt von 1,5 Prozent.

Der Fettgehalt von Schlagsahne beträgt mindestens 30 Prozent. Ihr Geschmack wird vom Fettgehalt mit beeinflusst. Das Fett ist einer der wichtigsten Bestandteile des Speiseeises. Es bestimmt die Aufschlagbereitschaft des Mixes, es beeinflusst die Verteilung der Luftbläschen sowie die Textur, den Geschmack und den Nährwert des Eises. Es sind vor allem physikalische Eigenschaften, wie die Größe der Fettkügelchen und der Agglomerationsgrad, die sich auf die Struktur des Eises auswirken. Allgemein sieht man einen Fettgehalt von 10–14 Prozent in der Eiscreme für optimal an [ECKSTEIN 1973: 332ff.].

Das Milchfett ist erheblich am Aufbau der Textur beteiligt und sorgt im fertigen Eis für ein stabilisierendes Gerüst. Je höher der Fettgehalt im Eismix ist, desto höher ist die Viskosität und umso besser lässt sich das Eis aufschlagen. Dadurch wird das Gefüge des Eises sahniger und glatter, es schmeckt vollmundiger. Man erreicht eine bessere Formstabilität mit einem höheren Schmelzwiderstand. Der hohe Fettgehalt bewirkt die Bildung kleinerer Wasserkristalle, die für ein gutes Mundgefühl des Eises sorgen. Ebenso ist Milchfett leicht verdaulich, weil es in homogenisierter Form vorliegt.

Die Zuckerstoffe sollen allgemein zum Süßen dienen. Sie sind für das Einstellen der Gesamttrockenmasse von Eismixen mitverantwortlich. Zucker ist ein Hauptbestandteil von Eiscreme und der Anteil sollte etwa 15 Prozent betragen. Er beeinflusst das Gefrierverhalten sowie die Viskosität, das Aufschlagvermögen des Mixes, den Geschmack, die Schmelzeigenschaften, erhöht die Fließfähigkeit und erniedrigt den Gefrierpunkt der Eiscreme. Die verwendeten Zuckerarten unterscheiden sich in mehrfacher Hinsicht, da sie unterschiedlich stark süßen und in ihrer Geschmacksnote sehr vielfältig sind [KIELWEIN 1985].

Die einzelnen Zuckerarten dienen in den Versuchen als Versuchsparameter für die Speiseeisqualität. Tabelle 1 zeigt die einzelnen Zuckerarten mit ihrer unterschiedlichen Süßkraft.

Zuckerart	relative Süße
Saccharose	100
Lactose	20–80
Glucosesirup	50–80
Fructose	110–170
Invertzucker	95

Tabelle 1: Relative Süße verschiedener Zuckerarten
(nach: BELITZ, FRANZKE, BALTES)

Saccharose ist ein Disaccharid, welches sich aus Traubenzucker und Fruchtzucker zusammensetzt. Er hat eine Süßkraft von 100 Prozent und ist mit Abstand der wichtigste Zucker für die Speiseeisherstellung. Er hat eine kräftige Süße, welche aber sehr rein im Geschmack ist. Saccharose wird oft zusammen mit anderen Zuckern eingesetzt. Um die Eigensüße von Saccharose zu mildern, aber auch um die Konsistenz des Speiseeises zu verändern, wird häufig in Verbindung mit Saccharose Glucosesirup verwendet.

Glucosesirup (Stärkesirup) wird industriell durch unvollständige Hydrolyse einer wässrigen Stärkesuspension unter Zugabe von Säure und Druck gewonnen. Dabei werden verschiedene Typen des Sirups gewonnen, unter anderem Bonbonsirup mit einem Dextroseäquivalent (DE) von 20–35, Kapillar (DE 38–45) und Fondantsirup (DE 54–62). Die Süßkraft beträgt circa ein Drittel der von Saccharose. Daher wird bei der Verwendung von Glucosesirup und Saccharose die aufdringliche Süße von Saccharose gemildert.



Abbildung 3: oben: Fructose, Invertzucker, unten: Saccharose, Glucosesirup

Zusätzlich vermindert er die Kristallisation. Eine weitere Eigenschaft ist die Erniedrigung des Gefrierpunktes vom Speiseeis. Nach Saccharose ist Glucosesirup, in Verbindung mit anderen Zuckerarten zusammen, eine der wichtigsten Zuckerarten für Eiscreme. Das Speiseeis lässt sich bei der Verwendung von Glucosesirup besser aufschlagen, die Konsistenz wird geschmeidig und glatt. Bei den Versuchen wird Glucosesirup mit einem mittleren Dextroseäquivalent von 48 genommen [FRANZKE 1996: 558f.].

Invertzuckersirup ist normalerweise ein Sirup aus Stärke oder Saccharose, welcher durch die Einwirkung der Invertase oder Säure zu einem Gemisch aus gleichen Teilen Traubenzucker und Fruchtzucker wurde. Er hat in etwa die gleiche Süßkraft wie Saccharose und ist leichter löslich. Zudem hat Invertzucker eine weichmachende, kristallisationshemmende Eigenschaft und ist ein Konsistenzregler. In dieser Versuchsreihe wird ein Gemisch aus Traubenzucker und Fruchtzucker selbst hergestellt. Der Austausch wird nur bedingt erfolgen. Es werden 16,67 Prozent der Saccharose durch Invertzucker ersetzt.

Fructose ist ebenso ein Monosaccharid, welcher die größte Süßkraft (120 Prozent) unter den Zuckern hat. Daher wird bei der Rezeptur darauf geachtet, den Fructoseanteil auf 75 Prozent zu begrenzen. Auch die aufdringliche, stark vorschmeckende Süße ist zu beachten. Fructose bewirkt die gleiche Gefrierpunktniedrigung wie Glucosesirup. Häufig wird er in Diabetikerwaren eingesetzt, da er im Stoffwechsel insulinunabhängig umgesetzt werden kann und außerdem als günstiges Süßungsmittel gilt. Er ist sehr hygroskopisch.

Zusammen mit den einzelnen Zuckern wird Eigelb in der Rezeptur verarbeitet. Daher ist bei der Verwendung von Eigelb stets darauf zu achten, dass entweder pasteurisiertes oder frisches Eigelb genommen wird, um keine Verunreinigung, wie zum Beispiel Salmonellen, im Speiseeis zu erhalten. Flüssiges Eigelb verbessert die Textur und Masse und verstärkt die Viskosität. Es hat aber keine Wirkung auf den Gefrierpunkt [SCHLIEPER 1992, TIMM 1985, ARBUCKLE 1986].

3.2 Mixbereitung mit verschiedenen Zuckerarten

Die Herstellung des Eismixes erfolgt klassisch handwerklich. Einige Parameter werden bei allen Versuchen gleich bleiben (Tab. 2). Zuerst werden die flüssigen Zutaten wie Milch und Sahne mit dem Vanillearoma und dem Glucosesirup zum Kochen gebracht. Parallel dazu wird der entsprechende Zucker mit dem Eigelb vermengt und nach dem Aufkochen der Milchmasse mit dieser angeglichen. Anschließend wird die Eimasse unter die Milchmasse gerührt und zur Rose abgezogen¹ und es erfolgt eine Temperaturmessung. Der Eismix wird im Froster unter mehrmaligem Rühren auf 20°C Raumtemperatur abgekühlt.

Zutaten	1. Standard	2. fettreduziert	3. Glucosesirup	4. Fructose	5. Invertzucker
Milch 0,1 % Fett	—	900 ml	—	—	—
Milch 3,8 % Fett	900 ml	—	900 ml	900 ml	900 ml
Sahne	600 ml	600 ml	600 ml	600 ml	600 ml
Eigelb (à 20 g)	10 Stk.	10 Stk.	10 Stk.	10 Stk.	10 Stk.
Kristallzucker	360 g	360 g	—	—	300 g
Glucosesirup	72 g	72 g	216 g	72 g	72 g
Fructose	—	—	—	270 g	—
Invertzucker	—	—	—	—	60 g
Vanillearoma	4,5 g	4,5 g	4,5 g	4,5 g	4,5 g

Tabelle 2: Rezepturen mit verschiedenen Zuckern

Vor dem Gefrierprozess wird die Masse des Eismixes bei einem Fassungsvermögen des Portionierers von 130 cm³ bestimmt. Das Frieren erfolgt in einer *Carpigani LABO 1420M* (Abb. 4), parallel wird die Dauer des Gefriervorganges gemessen. Danach erfolgt eine weitere Massenbestimmung zum Vergleich der Volumenzu- oder -abnahme und die Temperaturbestimmung des Speiseeises. Anschließend wird das Eis in der Tiefkühlung bei -18°C gelagert bis der Schmelzversuch durchgeführt wird.

Nach einer Stunde schließt sich das Messverfahren zur Ermittlung der Dauer und Temperaturunterschiede beim Schmelzen des Eises an. Der Schmelzversuch wird mit einer Teilmenge von 100 ml durchgeführt (Abb. 6). Der Schmelzvorgang endet mit dem ersten sichtbaren Tropfen des Eises am unteren Rand des Messbehälters. Parallel wird in einem vorher gekühlten Glasschälchen eine Kugel des Eises geschmolzen und das Innere verkostet.

¹ Zur Rose abziehen bedeutet, bei mindestens 80°C für wenige Sekunden die Temperatur zu halten.



Abbildung 4: Gefriermaschine Carpigani LABO 1420M



Abbildung 5: Massengewichtsbestimmung



Abbildung 6: Meßgerät für den Schmelzversuch

3.3 Verschiedene lactosereduzierte Rohstoffe

Für das lactosereduzierte Eis wird eine 3,5-prozentige H-Biomilch verwendet, deren Lactosegehalt unter 0,1 g pro 100 ml liegt. Laut Hersteller ist in der Milch Lactase enthalten. Die Färbung der Milch ist leicht bräunlich, der Geschmack etwas süßlich. Da keine Erfahrungswerte mit diesen Produkten vorliegen, kann man nur vermuten, dass die Milch die gleichen Eigenschaften wie normale Milch besitzt.

Je nach Versuch wird nun entweder das Molkenkonzentrat 70/70 oder das Lactosweetpulver der Firma Lactoprot verwendet. Das Molkenkonzentrat hat einen Lactosegehalt von maximal 24 Prozent (i. d. TM) und wird aus frischer Süßmolke hergestellt, welche durch ein Ionenaustauschverfahren entmineralisiert und zu mindestens 70 Prozent mittels Enzymen lactosehydrolysiert wird.² Das Konzentrat hat eine starke, reine Süßkraft und ist frei von artfremden Geruch und Geschmack. In den Versuchen wird es mit Wasser im Verhältnis 2:1 verdünnt. Bei dem verwendeten Molkenkonzentrat 70/70 ist darauf zu achten, dieses nicht so stark zu erhitzen. Bei zu langer oder stärkerer Erwärmung (etwa 85°C) kann es sonst zur Gerinnung des Produktes kommen. Dies kann nur durch ständige Überprüfung der Temperatur und dauernde Bewegung der Masse verbessert werden.

Das Lactosweetpulver wird durch eine schonende Sprühtrocknung aus 70 Prozent teilentmineralisierter und zu 25 Prozent lactosehydrolysiertes Molke hergestellt. Es hat eine kräftige Süße, ist milchig rein und frei von artfremden Geruch und Geschmack. Das Lactosweetpulver wird mit Wasser im Verhältnis 10:1,5 vermischt.

Beiden Mischungen muss dann etwas Zeit zum Quellen gegeben werden, um die entsprechenden Produkte ohne Mängel verarbeiten zu können.

3.4 Mixbereitung des lactosereduzierten Speiseeises

Bei der Herstellung des lactosereduzierten Eismixes wird, wie bei den Versuchen mit verschiedenen Zuckern, eine handwerkliche Herstellung erfolgen. Das Konzentrat bzw. das Lactosweetpulver wird mit Wasser verrührt und kurz quellen gelassen. Es erfolgt das Abwiegen entsprechend den Rezepturen. Die restliche Herstellung erfolgt analog zu den anderen Versuchsreihen. Allein die Menge des Zuckers wird in den Versuchsreihen variiert (Tab. 3, 4 und 5). Im optischen Vergleich der drei Massen sind keine Unterschiede festzustellen (Abb. 7).

² Produktangaben des Herstellers.

Zutaten	1. Vergleichsrezept	2. <i>Lactosweet-Pulver</i>	3. <i>Molkenkonzentrat 70/70</i>
Milch 3,5 % Fett	900 ml	—	—
Milch lactosefrei	—	900 ml	900 ml
Sahne	600 ml	—	—
Eigelb (à 20 g)	10 Stk.	10 Stk.	10 Stk.
Saccharose	360 g	360 g	360 g
Wasser/Pulver	—	10:1,5	2:1
Vanillearoma	4,5 g	4,5 g	4,5 g

Tabelle 3: Rezeptur für Versuchsreihe 1

Zutaten	1. Vergleichsrezept	2. <i>Lactosweet-Pulver</i>	3. <i>Molkenkonzentrat 70/70</i>
Saccharose	360 g	300 g	300 g

Tabelle 4: Änderung des Zuckergehaltes in Versuchsreihe 2

Zutaten	1. Vergleichsrezept	2. <i>Lactosweet-Pulver</i>	3. <i>Molkenkonzentrat 70/70</i>
Saccharose	360 g	310 g	330 g

Tabelle 5: Änderung des Zuckergehaltes in Versuchsreihe 3

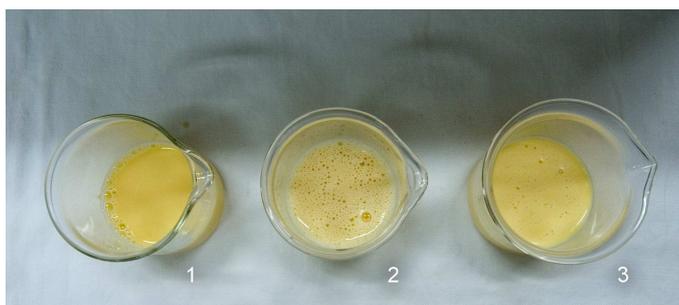


Abbildung 7: Lactose Eismix

4 Versuchsergebnisse

Im Folgenden wird auf die Ergebnisse der Versuchsreihen eingegangen. Dazu werden die einzelnen Speiseeissorten miteinander diskutiert. Anschließend wird die Veränderung bei den lactosereduzierten Eissorten betrachtet und Vor- und Nachteile gegenübergestellt. Über alle Versuche kann man sagen, dass sie eine arttypische Farbgebung erreicht haben und glänzend sind. Bei genauerer Betrachtung lassen sich gewisse Unterschiede in der Struktur, im Geschmack sowie im Schmelzverhalten feststellen.

4.1 Ergebnisse der Zuckerarten

Bei den Versuchen mit verschiedenen Zuckern wurde eine durchschnittliche Volumenzunahme von etwa 13 Prozent des Volumens erreicht. Dabei erzielten Versuch 3 (Glucosesirup) und Versuch 4 (Fructose) das höchste Volumen. Bei den Versuchen 2 (fettreduziert) und 4 (Fructose) war eine etwas mattere Farbgebung erkennbar.

Versuch 1 wird mit Kristallzucker hergestellt und gilt in dieser Versuchsreihe als Vergleichsrezept. Dieses Eis braucht im Freezer die meiste Zeit und zeigt dabei ein arttypisches, glänzendes Gelb. Nach dem ersten optischen Eindruck lässt sich eine cremige, sämige Konsistenz sowie ein lockeres und luftiges Gefüge vermuten. Dies bestätigt sich bei der Verkostung. Das abschmelzende Vanilleeis erzeugt im Mund eine wohlige Kühle, die durch eine ausgeprägte Vanillenote ein angenehmes Mundgefühl hervorruft. Durch die geschmeidige Konsistenz kann das Eis gut portioniert werden. Beim Schmelzversuch hält die Eiskugel gut die Form ohne zu zerlaufen oder zu zerbrechen. Die Volumenzunahme liegt bei fast 10 Prozent. Der Schmelzbereich liegt zwischen -4 bis -8°C .

Im Vergleich zu Versuch 1 fällt bei Versuch 2 (fettreduziert) sofort die mattere aber dennoch glänzende Oberfläche auf. Bei diesem Eis ist ein schwächerer Gelbton vorhanden. Ebenso wie das Vergleichseis hält die portionierte Kugel gut die Form. Bei der Verkostung schmilzt das Eis mit wohltuender Kühle auf der Zunge. Bei Aroma und Süße treten keine Qualitätseinbußen auf. Bei der Volumenzunahme des Eises gibt es minimale Unterschiede, sie liegt bei etwa 13 Prozent. Der Schmelzbereich ist ähnlich zum Vergleichsrezept, gemessen -4 bis -7°C .

Versuch 3 wird mit Glucosesirup durchgeführt. Schon beim Frieren fällt auf, dass das Fett teilweise ausgeflockt und so Verluste bei Geschmack, Aroma und Konsistenz zu erwarten sind. Bei der Verkostung ist sofort ein leicht bitterer und unangenehmer Nachgeschmack bemerkbar. Es wird keine Süße festgestellt, das Eis schmeckt fade, hat kein Aroma und eine unnatürliche Gelbfärbung. Das Fett schmeckt durch das Ausflocken beim Frieren vor. Dabei fällt eine fehlende Feinverteilung auf, welches auf große Eiskristalle zurückzuführen ist. Die Konsistenz des Eises ist fest und brüchig. Bei der Portionierung bricht

es schnell auseinander. Die Kugel schmilzt außen sehr schnell und behält innen ihre feste Beschaffenheit. Dabei schrumpft das Eis aber stark zusammen, was auch auf das Frieren und das dabei erfolgende Ausbuttern zurückzuführen ist. Die Volumenzunahme scheint bis auf Fructose im Vergleich zu den anderen Sorten sehr gut zu sein und liegt bei nahezu 14 Prozent. Der Schmelzbereich ist im Gegensatz zu den anderen verwendeten Zuckerarten sehr hoch, bei etwa -4 bis $-1,5^{\circ}\text{C}$.

Versuch 4 wird mit Fructose hergestellt. Wegen der hohen Süßkraft werden nur 75 Prozent zugesetzt. Die Farbe ist im Vergleich zu Versuch 1 etwas matter, doch arttypisch gelb. Bei der Verkostung des Eises fällt eine aufdringliche, einseitige und nachschmeckende Süße auf, was aber typisch für diesen Zucker ist. Das Vanillearoma wird durch den Zucker kaum beeinträchtigt. Das Eis verursacht auf der Zunge eine angenehme Kühle, jedoch sind auch einige Partikel ausgeflockten Fettes zu spüren. Dadurch hinterlässt das Eis einen körnigen Eindruck, hat aber trotzdem einen zarten Schmelz. Zudem ist es gut formbar und formbeständig. Die Volumenzunahme des Eises fällt etwas besser aus als in Versuch 3 mit Glucosesirup und liegt knapp über 15 Prozent. Der Schmelzbereich liegt bei ca. $-9,5$ bis $-5,5^{\circ}\text{C}$.

Das Eis in Versuch 5 wird mit Invertzucker hergestellt. Dabei wird der Zucker aus gleichen Teilen Traubenzucker und Fruchtzucker selbst gemischt. Das Speiseeis zeigt eine kräftigere und leicht glänzende Gelbfärbung. Bei der Verkostung sorgt der Invertzucker gegenüber dem Vergleichsrezept für eine etwas kräftigere Süße und für ein arttypisches Aroma. In der dritten Versuchsreihe erscheint das Eis weniger cremig als in den anderen beiden Versuchsreihen und schmeckt leicht wässrig. Eine Ursache dafür ist nicht ermittelt worden. Das Eis schmilzt schnell und ohne kühlende Wirkung auf der Zunge. Die Konsistenz ist eher weich und daher schlechter portionierbar. Ungeachtet dessen behält die Kugel bis kurz vor dem Schmelzpunkt ihre Form. Die Volumenzunahme liegt bei fast 12 Prozent. Der Schmelzbereich liegt zwischen $-8,5$ bis $-5,5^{\circ}\text{C}$.

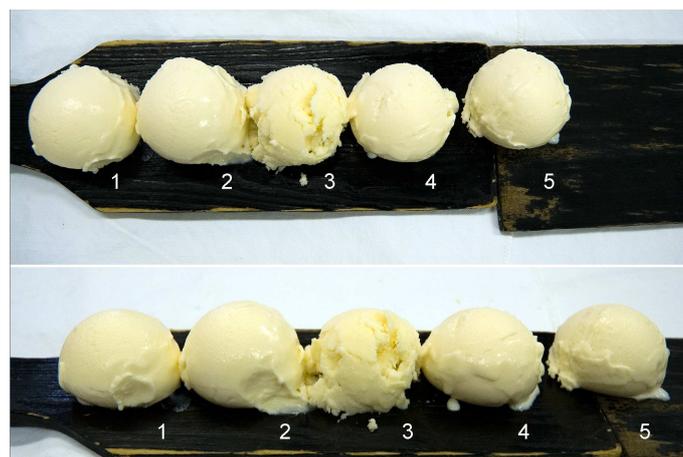


Abbildung 8: Eiskugeln Zucker Versuchsreihe 2

	Pasteur.- Temp. (°C)	Eismix- Temp. (°C)	vorher (g)	Volumen nachher (g)	Zunahme (%)
Versuch 1	86,1	21,6	132,9	112,3	15,6
Versuch 2	80,0	19,5	122,4	109,9	10,2
Versuch 3	85,7	20,9	129,1	106,9	17,2
Versuch 4	85,8	21,9	128,1	108,1	15,6
Versuch 5	86,0	22,0	129,5	111,9	13,6
	Temp. nach dem Frieren (°C)	Gefrier- dauer (min:s)	Schmelztemp. vorher (°C)	Schmelztemp. nachher (°C)	Schmelz- dauer (min:s)
Versuch 1	-7,2	19:05	-8,2	-4,0	14:10
Versuch 2	-7,6	18:15	-7,2	-5,7	8:21
Versuch 3	-4,0	17:40	-4,9	-1,6	15:21
Versuch 4	-7,8	14:30	-9,3	-5,6	13:15
Versuch 5	-7,2	12:00	-7,4	-7,4	9:35

Tabelle 6: Ergebnis Zucker Versuchsreihe 1

	Pasteur.- Temp. (°C)	Eismix- Temp. (°C)	vorher (g)	Volumen nachher (g)	Zunahme (%)
Versuch 1	82,2	21,5	128,4	126,8	1,3
Versuch 2	80,0	20,1	125,2	107,8	13,9
Versuch 3	86,9	16,4	127,7	116,6	8,7
Versuch 4	80,2	19,2	125,6	109,2	13,1
Versuch 5	83,8	18,1	125,4	114,1	9,0
	Temp. nach dem Frieren (°C)	Gefrier- dauer (min:s)	Schmelztemp. vorher (°C)	Schmelztemp. nachher (°C)	Schmelz- dauer (min:s)
Versuch 1	-6,9	15:37	-7,6	-4,8	10:41
Versuch 2	-6,3	17:45	-7,1	-3,8	15:01
Versuch 3	-3,0	10:04	-4,7	-1,8	18:30
Versuch 4	-6,4	14:00	-9,9	-6,5	11:25
Versuch 5	-7,9	15:27	-8,4	-5,8	14:05

Tabelle 7: Ergebnis Zucker Versuchsreihe 2

	Pasteur.- Temp. (°C)	Eismix- Temp. (°C)	vorher (g)	Volumen nachher (g)	Zunahme (%)
Versuch 1	81,0	20,4	128,2	111,1	13,3
Versuch 2	76,9	20,5	126,9	106,3	16,2
Versuch 3	83,4	21,1	128,3	105,1	18,1
Versuch 4	75,2	22,3	125,8	105,0	16,5
Versuch 5	79,6	17,6	125,6	110,8	11,8
	Temp. nach dem Frieren (°C)	Gefrier- dauer (min:s)	Schmelztemp. vorher (°C)	Schmelztemp. nachher (°C)	Schmelz- dauer (min:s)
Versuch 1	-6,9	14:49	-7,8	-5,6	14:02
Versuch 2	-6,0	14:44	-7,5	-7,5	9:34
Versuch 3	-3,2	9:47	-3,8	-2,0	8:33
Versuch 4	-7,0	14:12	-7,2	-6,6	10:29
Versuch 5	-7,5	14:08	-7,5	-5,4	11:30

Tabelle 8: Ergebnis Zucker Versuchsreihe 3



Abbildung 9: Eiskugeln Zucker Versuchsreihe 3

In Abbildung 10 kann die durchschnittliche Volumenzunahme aller Versuchsreihen gesehen werden (von links nach rechts: Standard, fettreduziert, Glucosesirup, Fructose, Invertzucker). Die Abweichungen sind durch einen schwarzen Balken kenntlich gemacht. Die Eissorten mit Fructose und Glucosesirup schneiden am besten ab.

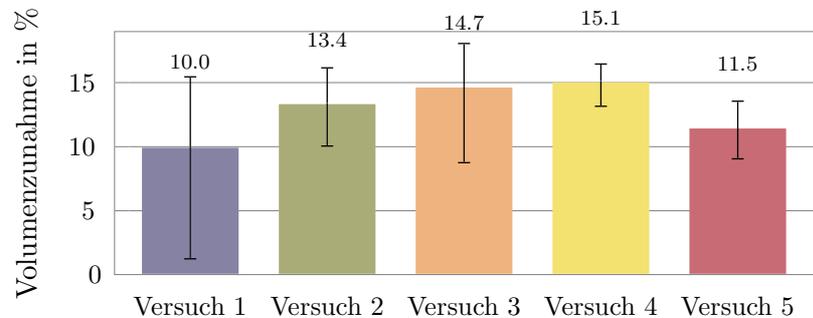


Abbildung 10: Ergebnis Zucker durchschnittliche Volumenzunahme

In Abbildung 11 sieht man die Gefriertemperatur der einzelnen Versuche. Die Gefriertemperatur bestimmt den Anteil an ausgefrorenem Wasser. Mit durchschnittlich $-3,4^{\circ}\text{C}$ bei Glucosesirup ist dieses Eis am niedrigsten ausgefroren. Dies bedeutet, dass in diesem Speiseeis der geringste Wasseranteil ausgefroren ist. Den höchsten ausgefrorenen Wasseranteil hat demnach das Speiseeis mit Fructose und Invertzucker. Amend hat den Zusammenhang zwischen der Gefriertemperatur und dem Anteil an ausgefrorenem Wasser beschrieben [AMEND 1998].

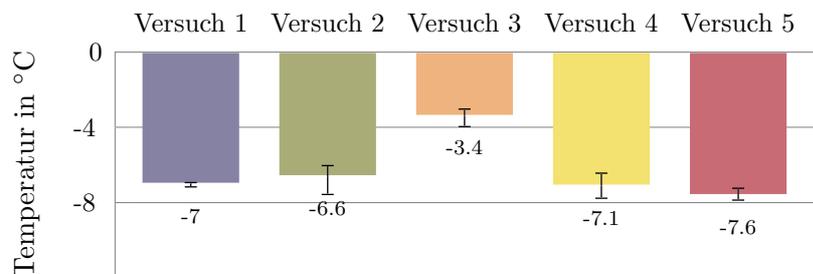


Abbildung 11: Ergebnis Zucker durchschnittliche Gefriertemperatur

4.2 Ergebnisse des lactosereduzierten Eises

Bei diesen Versuchsreihen wird aus zwei lactosehydrolysierten Produkten Speiseeis hergestellt. Als Vergleichsrezept dient ein Speiseeis mit normalem Lactosegehalt. Ziel ist es, ein Speiseeis herzustellen und dieses geschmacklich zu optimieren. Im Folgenden wird auf die einzelnen Ergebnisse der drei Versuchsreihen mit den jeweils leicht abgeänderten Rezepturen näher eingegangen.

Versuch 1 dient als Referenz. Dabei wird Rezeptur 1 aus der vorherigen Versuchsreihe mit den unterschiedlichen Zuckern genommen, um eine bessere Vergleichbarkeit zu erzielen. Dieser Eismix braucht dabei im Freezer die wenigste Zeit und zeigt ein arttypisches Gelb. Der erste optische Eindruck lässt eine cremige Konsistenz vermuten, was sich bei der Verkostung bestätigt. Das abschmelzende Vanilleeis erzeugt im Mund eine erfrischende Kühle, die durch eine ausgeprägte Vanillenote ein angenehmes Mundgefühl erzeugt.

Im direkten Vergleich mit den zwei lactosereduzierten Eissorten, zeigt sich ein leichter Eigeschmack, welcher aber unbedingt positiv zu werten ist. Ferner fällt ein leicht pelziger Gaumeneindruck auf. Durch die geschmeidige Konsistenz kann das Eis sehr gut portioniert werden. Die Eiskugel hält beim Schmelzversuch gut die Form, ohne zu zerlaufen oder zu zerbrechen. Der Schmelzbereich liegt zwischen -9 bis $-4,6^{\circ}\text{C}$. Die durchschnittliche Volumenzunahme liegt mit 10 Prozent im unteren Bereich. Dies ist aber ein Durchschnittswert, weil sich die Werte teilweise massiv in den einzelnen Versuchen unterscheiden.

In Versuch 2 wird das Eis mit Lactosweetpulver hergestellt und die Sahne im Rezept durch dieses Produkt ersetzt. Das Pulver wird zuvor im Verhältnis 10:1,5 gemischt und dann auf die Zugabemenge der Sahne gewogen.

In den Versuchen zeigt dieses Speiseeis ein leicht blasses Gelb, welches in Ansätzen durchaus arttypisch zu nennen ist. Es hat eine glänzende, cremige Oberfläche in Abhängigkeit des Zuckeranteils. Bei der Veränderung des Zuckeranteils zeigt sich eine einseitige Süße, welche bei reduzierter Zuckermenge noch stärker zum Vorschein kommt. Das Aroma wird dadurch gemildert und kann sich nicht so gut entfalten. Weiterhin fällt ein leicht wässriger Geschmack bei der Verkostung auf, der sich aber hauptsächlich bei der letzten Versuchsreihe bemerkbar macht.

Die Konsistenz ist durchweg cremig und weich, so dass das Eis gut portionierbar und formbeständig ist. Der Schmelzbereich liegt zwischen -9 bis $-4,5^{\circ}\text{C}$. Die durchschnittliche Volumenzunahme beträgt fast 16 Prozent und ist für die erste Herstellung eines solchen Produktes als relativ gut anzusehen. Das beste Ergebnis wird in der dritten Versuchsreihe mit etwa 29 Prozent erzielt.

In Versuch 3 wird das Eis mit dem Molkenkonzentrat 70/70 hergestellt. Auch bei dieser Rezeptur wird der Zuckeranteil in jeder Versuchreihe aufgrund zu starker oder zu geringer Süße geändert. Dieses Eis zeigt ein arttypisches aber leicht blasses Gelb. Dabei ist es von der Farbgebung ähnlich zu Versuch 2. Es hat ebenfalls eine cremige, glänzende Oberfläche in Abhängigkeit vom Zuckeranteil. Bei der Änderung in den unterschiedlichen Versuchreihen zeigt das Speiseeis eine kräftige Süße in den Versuchreihen 1 und 3. Bei der zweiten Versuchsreihe zeigt sich dagegen eine erwünschte Süße. Das Aroma wird dabei wenig beeinflusst.

Das Eis erzeugt ein stark kühlendes Mundgefühl beim Abschmelzen am Gaumen. Die Konsistenz ist cremig und sämig, so dass es gut portionierbar und formbeständig ist. Der Schmelzbereich liegt bei etwa -9 bis -5°C und ist damit vergleichbar mit Versuch 2. Allerdings ist die Volumenzunahme etwas schwächer als bei Versuch 2, aber mit durchschnittlich 15 Prozent als gut anzusehen. In der letzten Versuchsreihe wird mit fast 26 Prozent das beste Ergebnis erzielt.

	Pasteur.- Temp. ($^{\circ}\text{C}$)	Eismix- Temp. ($^{\circ}\text{C}$)	vorher (g)	Volumen nachher (g)	Zunahme (%)
Versuch 1	90,4	21,9	136,9	128,8	5,9
Versuch 2	84,6	22,5	136,4	105,1	22,9
Versuch 3	85,2	20,9	137,7	115,0	16,5
	Temp. nach dem Frieren ($^{\circ}\text{C}$)	Gefrier- dauer (min:s)	Schmelztemp. vorher ($^{\circ}\text{C}$)	Schmelztemp. nachher ($^{\circ}\text{C}$)	Schmelz- dauer (min:s)
Versuch 1	-7,6	14:30	-8,9	-6,0	13:23
Versuch 2	-7,6	15:25	-7,5	-4,5	14:39
Versuch 3	-6,9	16:58	-8,8	-7,0	7:38

Tabelle 9: Ergebnis Lactose Versuchsreihe 1

	Pasteur.- Temp. ($^{\circ}\text{C}$)	Eismix- Temp. ($^{\circ}\text{C}$)	vorher (g)	Volumen nachher (g)	Zunahme (%)
Versuch 1	86,0	23,0	137,8	132,2	4,1
Versuch 2	86,2	16,9	132,3	140,3	-6,1
Versuch 3	89,3	20,6	132,9	131,4	1,1
	Temp. nach dem Frieren ($^{\circ}\text{C}$)	Gefrier- dauer (min:s)	Schmelztemp. vorher ($^{\circ}\text{C}$)	Schmelztemp. nachher ($^{\circ}\text{C}$)	Schmelz- dauer (min:s)
Versuch 1	-6,1	11:49	-7,4	-4,6	11:22
Versuch 2	-7,6	15:03	-5,8	-4,7	12:18
Versuch 3	-7,2	14:59	-7,8	-5,0	14:41

Tabelle 10: Ergebnis Lactose Versuchsreihe 2

	Pasteur.- Temp. (°C)	Eismix- Temp. (°C)	vorher (g)	Volumen nachher (g)	Zunahme (%)
Versuch 1	81,2	19,0	129,1	102,9	20,3
Versuch 2	81,6	24,8	136,1	95,4	29,9
Versuch 3	80,4	19,5	132,2	98,1	25,8
	Temp. nach dem Frieren (°C)	Gefrier- dauer (min:s)	Schmelztemp. vorher (°C)	Schmelztemp. nachher (°C)	Schmelz- dauer (min:s)
Versuch 1	-7,6	12:02	-7,9	-6,0	7:54
Versuch 2	-7,9	14:12	-8,2	-5,0	16:21
Versuch 3	-8,6	12:35	-8,9	-7,4	10:15

Tabelle 11: Ergebnis Lactose Versuchsreihe 3

In Abbildung 12 ist sehr gut erkennbar, dass eine Veränderung des Zuckeranteils auch eine Veränderung des Volumens nach sich zieht. In Versuch 2 kann mit dem Lactosweetpulver in allen drei Versuchsreihen nur eine unbefriedigende Zunahme erzielt werden. Wesentlich bessere Ergebnisse werden mit dem Molkenkonzentrat erzielt.

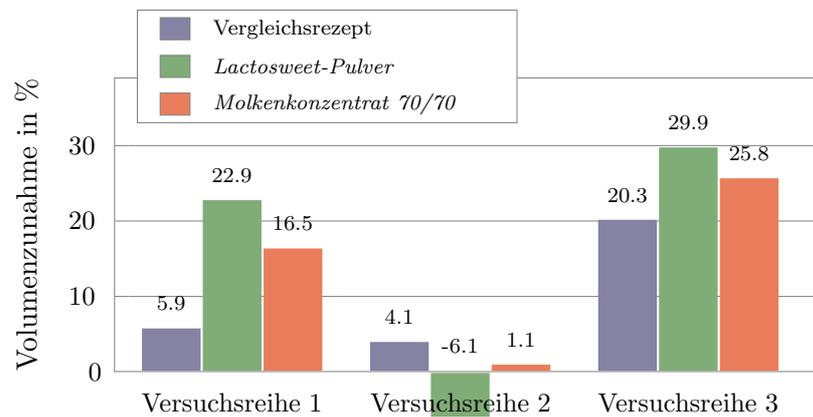


Abbildung 12: Ergebnis Lactose Volumenzunahme

Gute Resultate werden bei den Gefriertemperaturen erreicht (Abb. 13). Wie bereits erwähnt, bestimmt die Gefriertemperatur den Anteil an ausgefrorenem Wasser. Dieser Anteil ist im Standardversuch und für das Lactosweetpulver in der ersten und zweiten Versuchsreihe mit etwa 75 Prozent am besten. Für das Molkenkonzentrat ist die dritte Versuchsreihe mit über 85 Prozent am besten, aber auch die ersten beiden Versuchsreihen sind sehr gut.

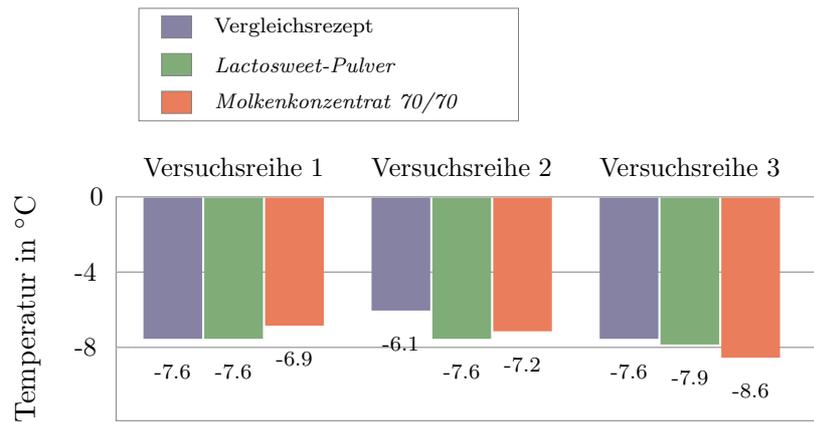


Abbildung 13: Ergebnis Lactose Gefriertemperatur

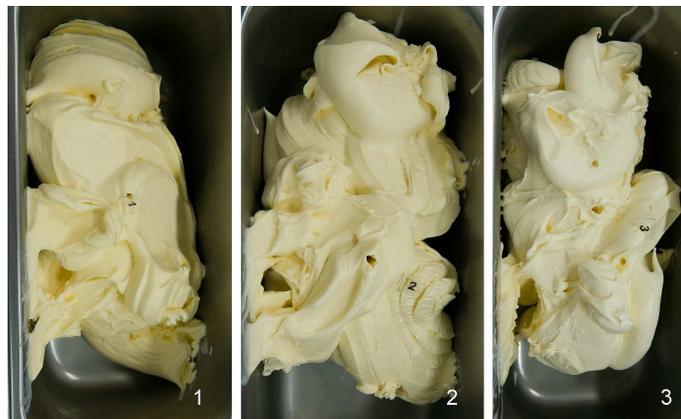


Abbildung 14: Eismasse Lactose 1

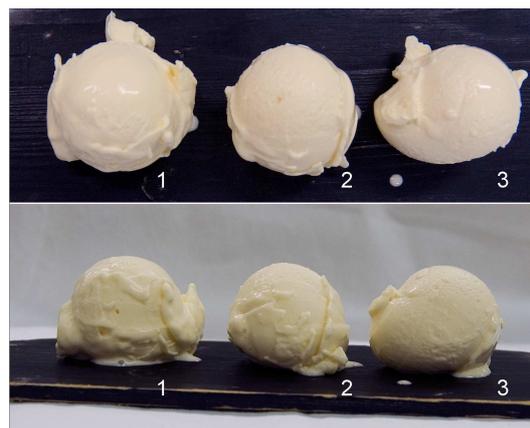


Abbildung 15: Eiskugeln Lactose Versuchsreihe 2

4.3 Sensorische Beurteilung der einzelnen Versuchsreihen

Da bei der Versuchsreihe mit Lactose verschiedene Rezepturen erprobt wurden, erfolgt anders als für die Versuchsreihe mit den verschiedenen Zuckerarten keine Gesamtbeurteilung der Versuche. Tabelle 12 zeigt die sensorische Beurteilung im durchschnittlichen Gesamtergebnis bei den Versuchsreihen mit verschiedenen Zuckerarten.

	Cremigkeit	Löffelbarkeit	Kälteempfinden	Farbe	Süße	Konsistenz
Standard	⊕⊕	⊕⊕	⊕⊕	⊕	⊕⊕	⊕⊕
fettreduziert	⊕	⊕	⊕⊕	⊕	⊕⊕	⊕⊕
Glucosesirup	⊖⊖	⊖⊖	—	○	⊖	⊖
Fructose	⊕	⊕	⊕	⊕	⊖	⊕
Invertzucker	⊕	⊕⊕	—	⊕	○	⊕

⊕⊕ sehr gut, ⊕ gut, ○ mittelmäßig, ⊖ schlecht, ⊖⊖ sehr schlecht, — nicht vorhanden

Tabelle 12: Sensorische Beurteilung Zucker

Tabelle 13 zeigt die sensorische Bewertung der einzelnen Versuchsreihen mit den Produkten der Firma Lactoprot und dem Standardrezept.

Versuchsreihe 1	Cremigkeit	Löffelbarkeit	Kälteempfinden	Farbe	Süße	Konsistenz
Standard	⊕⊕	⊕⊕	⊕	⊕⊕	⊕	⊕⊕
<i>Lactosweet-Pulver</i>	⊕	⊕⊕	○	⊕	○	○
<i>Molkenkonzentrat</i>	⊕⊕	⊕⊕	⊕	⊕	○	⊕
Versuchsreihe 2	Cremigkeit	Löffelbarkeit	Kälteempfinden	Farbe	Süße	Konsistenz
Standard	⊕	⊕⊕	⊕	⊕⊕	⊕	⊕
<i>Lactosweet-Pulver</i>	⊕	⊕⊕	⊕	⊕	⊕⊕	⊕
<i>Molkenkonzentrat</i>	⊕	⊕⊕	○	⊕	⊕	⊕
Versuchsreihe 3	Cremigkeit	Löffelbarkeit	Kälteempfinden	Farbe	Süße	Konsistenz
Standard	⊕	⊕⊕	⊕	⊕⊕	⊕	⊕
<i>Lactosweet-Pulver</i>	⊕	⊕⊕	○	⊕	○	⊕
<i>Molkenkonzentrat</i>	⊕	⊕⊕	○	⊕	⊕	⊕

⊕⊕ sehr gut, ⊕ gut, ○ mittelmäßig, ⊖ schlecht, ⊖⊖ sehr schlecht, — nicht vorhanden

Tabelle 13: Sensorische Beurteilung Lactose Versuchsreihen 1–3

5 Fazit

Abschließend wird auf die verschiedenen Versuche eingegangen und werden deren Ergebnisse erläutert. Generell ist festzustellen, dass durch die richtige Auswahl der Rohstoffe gute und gleich bleibende Ergebnisse erzielt werden können.

Bei der Versuchsdurchführung zeigen sich die typischen Eigenschaften der einzelnen Zuckerarten. Dies bedeutet im Einzelnen, dass die Zuckerarten den Gefrierpunkt erniedrigen, die Aufschlaggeschwindigkeit verlangsamen und gefrierhemmend wirken. Dennoch zeigen sich abhängig von der verwendeten Zuckerart charakteristische Unterschiede im Endprodukt. Daher muss der Zucker als einer der bedeutsamsten Bestandteile angesehen werden. Er gibt dem Eis sein Aroma, Geschmack und beeinflusst das Gefüge und die Konsistenz. Dieses Ergebnis trifft für beide Versuchsreihen zu. Zu einem späteren Zeitpunkt wird darauf erneut eingegangen.

Es zeigt sich, dass es nicht sinnvoll ist, ein Eis ausschließlich mit Glucosesirup (Versuch 3) herzustellen, denn dies führt zu nachteiligen Auswirkungen auf den Geschmack, das Aussehen oder die Konsistenz. Jedoch eignet sich Glucosesirup als Ergänzung, um den Schmelzpunkt zu senken.

Bei Versuch 4 mit Fructose sind kaum Qualitätseinbußen zu bemerken. Ein Herstellen und Verzehren eines solchen Eises scheint ohne größere Probleme möglich. Bei der Verwendung von Fructose muss auf die zugesetzte Menge geachtet werden, da sie eine höhere Süßkraft als Saccharose aufweist. Bei allen anderen Versuchen mit Invertzucker und Saccharose gibt es keine Auffälligkeiten.

Ebenso wichtig wie die einzelnen Zuckerstoffe sind die Molkereiprodukte. Dies nicht nur, weil sie essentielle Vitamine enthalten, sondern weil sie zur Verbesserung des Geschmacks und des Gefüges des Eises beitragen. Die beste Quelle für Milchfett ist aber immer frische Sahne. Je höher der Fettgehalt der Sahne ist, desto höher ist die Viskosität des Eises. Der Schmelzwiderstand ist besser als bei einem geringeren Fettgehalt. Der Fettanteil der Molkereiprodukte spielt eine wichtige Rolle für die Aromaverteilung im Mund, denn das Fett wird im Mund sehr langsam aufgelöst, so dass die Aromastoffe nur sehr zögerlich freigesetzt werden. Das Fett macht das Eis voller, cremiger und hält die eingeschlagene Luft. Andererseits verändert das Milchfett in gewissen Umfang die Aufschlagrate vom Eismix, hat aber keinen Einfluss auf den Gefrierpunkt. Um eventuelle Qualitätsunterschiede im Schmelz, Geschmack und Aussehen festzustellen, wird im zweiten Versuch der Fettanteil der Milch auf 0,1 Prozent herabgesenkt. Dabei werden keine merklichen Unterschiede bemerkt. Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass der Fettanteil der Milch keine essentielle Rolle spielt.

Das Eigelb selbst hat einen ausgeprägten Effekt im Verbessern der Textur und Masse, sowie dem Verstärken der Viskosität. Es hat aber keinerlei Auswirkung auf den Gefrierpunkt. Vergleicht man dagegen die lactosereduzierten Eissorten mit dem Standardversuch, so fällt im Gegensatz zu den anderen beiden Versuchen ein Eigengeschmack auf. Dies lässt den Schluss auf eine positive Beeinflussung der Molkereiprodukte, vor allem der Sahne zu.

Bei den lactosereduzierten Versuchen kann aufgrund des Lactosegehaltes keine frische Sahne verwendet werden. Der Austausch erfolgt durch das Molkenkonzentrat 70/70 und das Lactosweetpulver der Fa. Lactoprot. Bei beiden Produkten sind in der Trockenmasse maximal 1,5 Prozent Fett enthalten. Damit entspricht dieser Gehalt den üblichen Werten einer fettarmen Milch. Zusammen mit der lactosefreien Vollmilch ist der Gesamtfettgehalt daher wesentlich geringer als in vergleichbaren Rezepturen. Dies hat keinen negativen Einfluss auf Schmelzverhalten und Cremigkeit in den einzelnen Versuchen ergeben.

Rückblickend ist festzuhalten, dass der Zucker einen wesentlich größeren Einfluss hat. In der zweiten Versuchsreihe soll durch eine Absenkung des Zuckergehaltes eine Verbesserung erfolgen. Dies führt zum schlechtesten Ergebnis aller drei Versuchsreihen. Um dieses negative Ergebnis zu verbessern, wird der Zuckergehalt in der letzten Versuchsreihe etwas erhöht, welches eine positive Beeinflussung in allen Kriterien bewirkt. Als einzige Ausnahme gilt der Versuch mit dem Lactosweetpulver, hier ist die Volumenzunahme nicht so gut wie gewünscht.

Sowohl das Lactosweetpulver als auch das Molkenkonzentrat lassen sich ohne Probleme verarbeiten, allerdings kann aufgrund der vorliegenden Ergebnisse darauf geschlossen werden, dass das Molkenkonzentrat besser geeignet ist als das Lactosweetpulver. Nachteilig wirkt sich die Temperaturempfindlichkeit des Molkenkonzentrats aus. Beim Einsatz desselben muss daher auf die genaue Einhaltung der Temperaturen beim Herstellen des Eismixes geachtet werden.

6 Zusammenfassung

Diese Arbeit beschäftigt sich mit dem Einfluss verschiedener Zuckerarten sowie des Milchfettes und der Reduzierung des Lactosegehaltes auf das Schmelzverhalten von Speiseeis in der handwerklichen Herstellung. Es werden qualitative und quantitative Unterschiede hinsichtlich Löffelbarkeit, Cremigkeit, Volumenausbeute und Kälteempfinden des Eises untersucht.

Anhand der durchgeführten Versuche kann gezeigt werden, dass von den verwendeten Zuckerarten Saccharose und Invertzucker die besten Ergebnisse bei der Herstellung aufweisen. Dabei spielt der Glucosesirup in der Rezeptur eine wichtige Rolle, da er den Gefrierpunkt positiv beeinflusst. Wird dagegen Glucosesirup als alleiniger Zucker genommen, sind die Ergebnisse gegenteilig.

Ebenfalls kann gezeigt werden, dass die Herstellung eines lactosereduzierten Eises mit keinen größeren Problemen verbunden ist. In weiteren Versuchen kann dies auf andere Geschmacksrichtungen ausgeweitet werden. Dies sollte ein Anreiz sein um Personen mit einer Lactoseintoleranz auch die Möglichkeit zum Verzehr von Speiseeis zu geben.

7 Summary

This study concerns the feasibility of non-industrially produced ice cream. The influence of different kinds of sugar as well as milk fat and the influence of lactose reduction was examined. The ice cream is tested for quantitative and qualitative differences with regard to its ability to stay on the spoon, creaminess, the volume yield, and cooling sensation.

The study suggests that the best results in the production process is determined by the use of both saccharose and invert sugar. The glucose syrup in the recipe plays an important role, as it has a positive effect on the freezing point. In contrast, when glucose syrup is used as the only sugar source, the results are the opposite.

Likewise, it can be shown that the production of lactose-reduced ice cream presents no major problems. Further studies could be conducted to address other taste issues. They could possibly include different flavours, which might be an incentive to make the consumption of ice cream possible for people with lactose intolerance.

8 Literaturverzeichnis

- [1] AMEND, T. (1998): Grundlagen der Speiseeisherstellung, in: Getreide Mehl und Brot 52 (1998), S. 248–250.
- [2] ARBUCKLE, Wendell Sherwood (1986): Ice Cream, 4. Auflage, Westport/Conn.
- [3] BALTES, Werner (2000): Baltes Lebensmittelchemie, 5. Auflage, Berlin u. a.
- [4] BAUMEISTER, Wilma (2003): Speiseeis, in: Unterrichtsmaterial der staatl. Fachschule für Lebensmitteltechnik, Berlin, S. 1–3.
- [5] BELITZ, Hans-Dieter u. a. (2001): Lehrbuch der Lebensmittelchemie, 5. Auflage, Berlin u. a.
- [6] BORELLI, Siegfried u. a. (1991): Nahrungsmittel-Allergien. So ernähren Sie sich richtig!, Niedernhausen/Ts.
- [7] ECKSTEIN, R. (1973): Entwicklungstendenzen in der industriellen Speiseeisproduktion, in: Bäcker und Konditor 2 (1973), S. 53–55.
- [8] ECKSTEIN, R. (1973): Technologische Grundkenntnisse über die industrielle Speiseeisproduktion 1, in: Bäcker und Konditor 4 (1973), S. 103–104.
- [9] ECKSTEIN, R. (1973): Technologische Grundkenntnisse über die industrielle Speiseeisproduktion 2, in: Bäcker und Konditor 5 (1973), S. 151–152.
- [10] ECKSTEIN, R. (1973): Die Bedeutung der Mixbestandteile und ihr Einfluß auf die Qualität von Eiskremprodukten, in: Bäcker und Konditor 11 (1973), S. 332–334.
- [11] EISNER, Matthias u. a. (2004): Der Struktur auf der Spur, in: Süßwaren 1–2 (2004), S. 10–13.
- [12] FRANZKE, Claus (1996): Allgemeines Lehrbuch der Lebensmittelchemie, Hamburg.
- [13] GROH, Björn F. (1998): Effects of ingredients on the microstructural stability of ice cream (= Fortschritts-Berichte VDI, R. 3, Bd. 553), Düsseldorf.
- [14] Lösungsvorschläge für Probleme bei Herstellung und Lagerung von handwerklich hergestelltem Speiseeis, Material der Fa. Anton Becker, Oberhausen. [<http://www.antonbecker.de/tips/tipseis.html>]

- [15] Was tun bei einer Lactoseintoleranz?, Patienteninformation der Landesärztekammer Baden-Württemberg. [http://www.aerztekammer-bw.de/15/02gesundheitstipps/g_m/lactoseintoleranz.html]
- [16] Lactose-Intoleranz, Informationsmaterial des Deutschen Allergie- und Asthmabunds. [http://www.daab.de/lactose_ern.php]
- [17] Lactase.de – Informationen zu Lactose-Intoleranz. [<http://www.lactase.de>]
- [18] Lactosennetzwerk. [<http://www.laktonet.de/laktonet.htm>]
- [19] Laktoseintoleranz (Medizinische Universitätsklinik Heidelberg). [<http://www.libase.de/thread.html?threadid=240&boardid=38&page=6>]
- [20] Laktase. Ein kleines Enzym mit großer Wirkung. [http://www.milchlos.de/milos_0402.htm]
- [21] Laktose. Was kann man bei einer Laktose-Intoleranz tun?, Materialien der Techniker Krankenkasse. [<http://www.tk-online.de>]
- [22] KIELWEIN, Gerhard (1985): Leitfaden der Milchkunde und Milchhygiene (= Pareys Studentexte, Bd. 11), 2. Auflage, Berlin u. a.
- [23] KOCH, Uwe (2001): Eis (= Praxishandbuch der traditionellen und handwerklichen Speiseeisherstellung), Stuttgart.
- [24] LUCAS, Diether (2001): Fettanteil beeinflusst Dosierung, in: ZSW 5 (2001).
- [25] ROHENKOHL, Hiltrud (2002a): Einfluß von Prozeß- und Rezepturparametern auf die Struktur und Lagerstabilität von Speiseeis, in: Getreide Mehl und Brot 56 (2002), S. 55–60.
- [26] ROHENKOHL, Hiltrud (2004a): Comparison of different Milk Component blends for Ice Cream, Deutsches Institut für Lebensmitteltechnik Report No. 2004/32, Quakenbrück.
- [27] ROHENKOHL, Hiltrud (2004b): Einfluss von Molkenproteinen auf die Eiskrem-Struktur, in: Süßwaren 1-2 (2004), S. 16–19.
- [28] ROHENKOHL, Hiltrud (2002b): Schaum ist nicht gleich Schaum, in: ZSW 9 (2002), S. 15–18.
- [29] SCHLIEPER, Cornelia A. (1992): Grundfragen der Ernährung, 11. Auflage, Hamburg.

-
- [30] SCHMID, Bettina (2000): Lactosereduzierte Milchprodukte für viele Anwendungen, in: ZSW 11 (2000), S. 334–335.
- [31] SELCK, Klaus-W. (2001): Auf die richtige Kombination kommt es an, in: ZSW 4 (2001), S. 6–8.
- [32] SINGLE, Günter (2002): Handwerkliche Eisherstellung, in: Getreide Mehl und Brot 56 (2002), S. 123–125.
- [33] TERNES, Waldemar (1994): Naturwissenschaftliche Grundlagen der Lebensmittelzubereitung, 2. Auflage, Hamburg.
- [34] TIMM, Fritz (1985): Speiseeis (= Grundlagen und Fortschritte der Lebensmitteluntersuchung und Lebensmitteltechnologie, Bd. 19), Berlin u. a.
- [35] 77. Leitsätze für Speiseeis und Speiseeishalberzeugnisse, vom 19. Oktober 1993 (BAnz. Nr. 101 v. 31. 5. 1995, GMBL. 1995 S. 362), geändert durch Bek. v. 15. 9. 1997 (BAnz. Nr. 179 v. 24. 9. 1997, GMBL. 1997 S. 578)

9 Danksagung

Mein Dank gilt all denen, die mich bei der Anfertigung dieser Arbeit unterstützt haben.

Insbesondere möchte ich meiner Betreuerin, Frau Wilma Baumeister, Fachschule für Lebensmitteltechnik Berlin, für ihr stetiges Engagement, für ihre Hilfestellung und ihren wertvollen Rat sowie für die von ihr investierte Zeit danken.

Außerdem bin ich Herrn Ingo Karnitzschky von der Fa. Lactoprot Deutschland GmbH für die kostenlose Bereitstellung von Produkten und dem Interesse an meiner Arbeit zu Dank verpflichtet.

Ich danke auch Herrn Franz Horlacher, Fachschule für Lebensmitteltechnik Berlin, und meiner Kommilitonin Bianca Ruddat für deren Gesprächsbereitschaft und Anregungen.

Meiner Mutter möchte ich ganz besonders danken für ihre Unterstützung und ihre Bereitschaft, Teile der Arbeit zu korrigieren.

Endlich will ich Konstantin Winkel für seine aufbauenden Worte und seine nicht enden wollende Unterstützung in vielerlei Hinsicht danken.

Erklärung

Ich versichere, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt sowie die Zitate kenntlich gemacht habe.

Berlin, 5. Mai 2006

Anja Schlegel