

Heiße Zuckerkunst

Für die einen ist es der Kariesverursacher Nummer eins – für den anderen die zauberhafteste Substanz überhaupt. Allerdings birgt Zucker so manche Herausforderung. Davon weiß jeder, dessen erste Karamellierungsversuche komplett in die Hose gingen und der dabei Töpfe gründlich mit einer braunen, unappetitlichen Pampe versaut hat, ein Lied zu singen. Vor allem deshalb, weil sich eben jene festgebackene Zuckermasse allen Putz- und Lösungsanstrengungen verweigerte. Dabei liest sich die Anweisung „den Zucker mit etwas Wasser in einem Topf karamellisieren“ gar nicht schwer, der Vorgang selbst hat allerdings einige Tücken. Vor allem sind das Zuckerformen und Karamellisieren die Krönung der Kunst eines jeden Konditors und Patissiers, sieht man die feinen Kunstwerke, die in den Auslagen der Schaufenster liegen. Feine Gitter, filigrane Figuren, Rosenblüten – alles geformt aus dem Urstoff der Süße, dem Zucker.

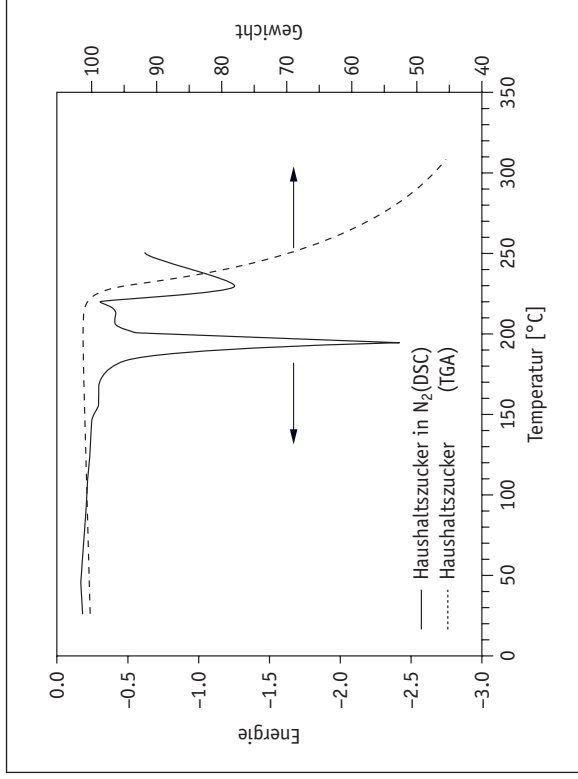
Derartiges handwerkliches Gestalten gelingt nur, wenn Zucker während des Gestaltens und des Verarbeitungsprozesses die plastischen Eigenschaften eines thermoreversiblen Werkstoffs besitzt. Die Künstler nehmen den eher unkulinarischen, dafür aber handwerklichen Begriff „Werkstoff“ nur allzu wörtlich, denn ein gelernter Patissier formt mittels technischer Geräte wie Crème-brûlée-verkrustenden Lötlampen und bloßen Händen Zucker zu kunstvollen Gebilden. Derartige Chef-d'œuvres gelingen nur, wenn der Zucker mit sich machen lässt, was der Meister will. Die Fließeigenschaften des Zuckers müssen deshalb so eingestellt werden, dass er zwar formbar ist, aber dabei keinesfalls zu flüssig. Also plastisch und elastisch gleichzeitig.

Gar nicht so einfach, denn der Zuckerverkstoff besteht lediglich aus Kohlen-, Sauer- und Wasserstoff. Aus des Chemikers Sicht ist Zucker ein eher uninteressantes Molekül: Glucose, nichts weiter als sechs Sauerstoff-, zwölf Wasserstoff- und sechs Kohlenstoffatome zu einem Ring geformt. Dies ist der Grundbaustein, der Einfachzucker. Allerdings kann dieses Molekül mit seinen Nachbarn reagieren und dabei sich selbst verlängern. So entstehen durch chemische Reaktionen aus Einfachzucker Zwei- und Dreifachzucker, je aus zwei bzw. drei Glucosemolekülen, die sich chemisch aneinander binden. Das ist aber noch nicht das Ende, denn durch weitere Reaktionen entstehen noch längere Moleküle: die Oligosaccharide oder gar Polysaccharide.

Was macht den kulinarischen Reiz des Zuckers – und vor allem seine physikalischen Eigenschaften – aus? Nach der Raffnade (da- bei wird so lange gereinigt, bis chemische Verunreinigungen so gut wie möglich entfernt sind), bleibt der weiße Zucker, Saccharose genannt, übrig. Dieses aus zwei Ringen (einem Glucose- und einem Fructosering) bestehende Disaccharid bildet Kristalle, die unterschiedliche Größen ha- ben können. Die großen Kristalle des Kandiszuckers knacken, sobald sie mit heißem Friesentee übergossen werden, und lösen sich nur zögerlich auf; ein Löffel Zucker im Kaffee süßt schnell und heftig. Kristallzucker bewirkt Wundersames und hilft Konfitüren zu gelieren, ohne deren Ei- gengeschmack zu schmälern, und selbst die fein zermahlene Winzkris- talle des Puderzuckers finden noch zwischen den Schaumbläschen von Eischnee oder Schlagsahne Platz. Auf all diese Eigenschaften werden wir im Laufe dieses Buches zurückkommen.

Der Griff in die richtige Zuckerkiste hat also mit dessen Lö- sungseigenschaften zu tun. Die Oberfläche macht's, denn das Lösungs- mittel Wasser trifft dort auf die Kristalle und löst sie auf. Allerdings funktioniert dies an zerklüfteten Oberflächen und kleinen Kristallen wesentlich besser. Kandis besitzt zwar glatte Flächen, aber an denen greifen Wassermoleküle nicht so gut an wie an den zerklüfteten Ober- flächen des Haushaltszuckers. Deshalb ist die Lösungskinetik langsam, und Kandis löst sich nur gemächlich, was einem friedlich-frohen Tee- genuss mehr als entgegenkommt. Dass aber selbst die glatten Riesen- kristalle des Kandiszuckers im Inneren nicht perfekt sind, knackt der Brocken Kandis im Darjeeling ins Ohr der Teetrinker: Dieses Geräusch hat seinen Ursprung in „Verspannungen“ in den Kristallen. Die großen Temperaturunterschiede – 20 °C beim Zucker und 80 °C beim Tee – sind diesen Spannungen zu viel, und der Zuckerkristall gibt einfach mittels Spannungsrissen nach.

Ein weiterer Knackpunkt ist, dass Haushaltszucker nicht ein- fach aus 100 % Saccharose besteht, sondern „Verunreinigungen“ aus verschiedenen Molekülen enthält, welche die Raffnade überstanden haben. Daher sind die Kristalle, so schön sie ausschauen, alles andere als perfekt. Alle Moleküle, die nicht Saccharose heißen, fügen sich nur ungern in die physikalisch festgelegte Kristallform ein und stören so das Kristallwachstum. Diese Störstellen verhindern vielerorts die Kristall- bildung, und so bleibt der Zucker in ihrer Umgebung nichtkristallin, also amorph. Vor allem deshalb gelingt es, mit Zucker atemberaubende Plastiken herzustellen. Dazu muss er nur erhitzt werden, und zwar so



Haushaltszucker wissenschaftlich im Differentialkalorimeter betrachtet. Er wird kontrolliert einmal unter Stickstoff (N_2) und einmal an der Luft erwärmt. Unter Stickstoff kann nichts oxidieren und verbrennen (durchgezogene Linie, linke Skala), deshalb misst man dabei alle Wärmemengen und Energien, die benötigt bzw. frei werden, sobald sich die Struktur ändert. So bedeuten die kleine Stufe bei etwa $170^\circ C$ die Erweichung der nichtkristallinen Anteile, der große Ausschlag bei $190^\circ C$ das Aufschmelzen der Kristalle und die bei höheren Temperaturen den chemischen Umbau. Unter Sauerstoff (Umgebungsluft) wird das Gewicht des Zuckers gemessen (gestrichelte Kurve, rechte Skala). Bis zum Schmelzen verändert es sich nicht, erst über $200^\circ C$ nimmt es ab: Sauerstoff und Wasserstoff spalten sich ab und bilden Wasser, das verdampft. Das Gewicht sinkt stark und der Zucker baut sich chemisch um. Er polymerisiert bzw. karamellisiert.

weit, bis er sich zu langen Fäden ziehen lässt. Aber dies ist gar nicht so einfach: Bleibt er zu kühl, verbrennt sich der Zuckerbäcker zwar nicht unbedingt die Finger, dafür ist der Zucker aber klebrig. Wird er zu heiß, läuft er davon und beginnt zu bräunen.

Solche Lebensweisheiten der Profis geben doch selbst nach misslungener Karamellisierung Anlass zur Hoffnung. Aber auch zum Nachdenken und genauerem Hinschauen. Also bleibt einem eher naiven Küchenphysiker nichts anderes übrig, als etwas Haushaltszucker in ein Differentialkalorimeter (DSC) zu geben. In diesem Gerät wird der Zucker kontrolliert; es misst während des langsamen Heizvorgangs auch die noch so kleinsten Wärmemengen, die vom Zucker bei molekularen Umwandlungen aufgenommen oder abgegeben werden.

Das Ergebnis wird vom Kalorimeter in Form einer Messkurve ausgegeben, die man schnell interpretiert: Sie zeigt eine kleine Stufe bei Temperaturen von etwa 160 °C. Für den Zuckerbäcker der entscheidende Bereich, wie sich sofort herausstellen wird. Danach passiert erst einmal wenig, dann aber geht bei 190–200 °C die Post ab, denn der große Schmelzeinbruch kommt, der Zucker wird rasch flüssig. Die ganze Energie, die sich in Form von Struktur und Gestalt in den schön anzusehenden Zuckerkriställchen befindet, wird frei und zeigt sich in Form eines riesigen Messausschlags. Die Folge ist: Alle Kristalle sind geschmolzen – und der Zucker ist für unseren Zuckerkünstler schon „hinüber“.

Mittels dieser Messung werden die Aussagen von Patissiers schnell klar: Am besten verhandwertet sich Zucker bei 70–80 °C, allerdings erst, wenn er zunächst auf 170 °C erwärmt wurde. Also hat der Zuckerbäcker während des Abkühlens genügend Zeit, sein Kunstwerk herzustellen. Wie eng die Temperaturbereiche sind, lässt sich kaum erahnen, denn bei 115 °C lässt er sich zu Fäden ziehen, bei 120 °C zu unkomplizierten Formen und ab 144 °C klebt er fast gar nicht mehr. Wahre Könner erhitzen ihn bis zu 170 °C, bevor sie sich ans Handwerk machen. Klar, hakt dabei der Physiker ein, denn bei 170 °C sehen wir eine kleine Erweichungsstufe. Alle nicht-kristallinen Anteile des Zuckers sind dann aufgeweicht – und bleiben es für eine gewisse Zeit, denn dieser Prozess verläuft beim Abkühlen nicht immer sofort und gleichzeitig für alle Bereiche. Der Zucker klebt dann nicht mehr und ist beliebig für längere Zeit formbar. Dieser lange Zeitbereich erklärt sich dadurch, dass die Bewegung der sperrigen, doppelringförmigen Zuckermoleküle in diesem erweichten Zustand sehr langsam ist. Sobald der Zucker während des Verarbeitungsprozesses unter 70 °C abkühlt, ist es mit diesen Eigenschaften vorbei und der sich verfestigende Zucker muss wieder mit besagter Lötlampe erwärmt und aufgeweicht werden.

Bei 180–200 °C schmilzt der Zucker vollständig auf, in der Messkurve wird dies an dem starken Ausschlag deutlich. Und ab etwa 230 °C verabschiedet sich der geschmolzene Zucker von seiner bisherigen molekularen Struktur und beginnt sich chemisch zu verändern. Sauerstoff und Wasser spalten sich ab, das Kalorimeter signalisiert dies in seiner Thermoanalyse (TGA) mit einem erheblichen Gewichtsverlust. Hier ist die Physik zu Ende und die Chemie schlägt zu.

Keine Frage, bei diesem Zittern in der Messkurve setzen chemische Prozesse ein, die gern im Topf misslingen: Karamellisierung, Polymerisation, Bräunung und bald die vollständige Verkokelung. Dass

hier die Chemie den Zucker regiert, erkennt man an dem gleichzeitig einsetzenden und sehr dramatischen Gewichtsverlust. Wasser spaltet sich ab, verdampft und verabschiedet sich in die Umgebung. Gleichzeitig verbinden sich die Zuckermoleküle an den frei gewordenen Andockstellen, verketteten sich, und dabei entstehen höhere Zucker wie mehrringige Oligosaccharide oder auch größere Molekülverbände.

Bei diesem Polymerisationsprozess wird der Zucker schnell bräunlich und duftet nach Karamell. Spätestens hier geht dem physikalischen Hobbykoch ein Licht auf. Jetzt sofort aufhören mit dem Heizen. Der Karamell wird sonst zu dicklich, denn die Moleküle werden länger und die Viskosität, also die Zähigkeit, nimmt zu. Karamellisiert der Zucker weiter, schreitet diese Maillard-Reaktion immer weiter fort. Der noch brauner werdende Karamell nimmt dann einen bitteren Geschmack an. Nach dem Abkühlen bilden sich aus den größeren Molekülen neue, viel kompliziertere Strukturen – und schon deshalb löst sich der Karamell deutlich schlechter.

Jedes Karamellmissgeschick zeigt dies: Der fest gewordene Karamell in der Pfanne lässt sich nur unter größten Anstrengungen wieder lösen. Außerdem sind die Vielfachzucker auch nicht mehr so süß; während die Moleküle des feinen weißen Zuckers vom hauptsächlich aus Wasser bestehenden Speichel schnell gelöst werden und auf den Geschmacksknospen der Zunge die Empfindung „süß“ bewirken, braucht der karamellisierte Zucker wesentlich länger, um sich im Mund aufzulösen, und besetzt, wenn überhaupt, die Rezeptoren eher lendenlahm. Damit Karamellbonbons gut schmecken, wird dem langkettigen Zucker Sahne und Butter untergemischt. Deren Bestandteile, wie Fett und Milchproteine, halten die Zuckermoleküle schlicht auf Abstand. Also können die Oligosaccharide kaum kristallisieren oder verhaken und damit zu hart werden. Sonst hätten Lutschfreaks statt eines weichen Rahmbonbons ein hartes Stück knirschenden Kristalls im Mund, offensichtlich ein weit unangenehmeres Mundgefühl als ein waschechtes, die Zahnzwischenräume verklebendes Karamellbonbon.

Auch die beliebte Zuckerwatte macht von der physikalischen Erweichung des Zuckers Gebrauch. In die Zuckerwattemaschine, einen Handwagen mit einer motorgetriebenen, rotierenden Aluminiumwanne und Einfüllstutzen, wird Zucker gefüllt und von einem 300-Watt-Öfchen bis knapp vor seinen Schmelzbereich erwärmt. Mit entsprechend hohem Druck wird der dickflüssige Zuckersirup durch feine Düsen geblasen und in die sich drehende Wanne geschleudert. Dort kühlen die langen,

dünnen Spinnfäden zugleich ab und erstarren. Der Zuckerwattemann wickelt sie mit einem Holzstäbchen auf und drückt sie Kindern in die Hand. Meist haben die Kinder nach der halben Portion genug und reichen den Rest Vati weiter, der gierig dran saugt, leckt und knabbert, sich dabei Mund, Nase und Kinn großflächig verschmiert, bis es so aussieht, als hätte Papa einen schütterten, weißen Bart im Gesicht. Vielleicht wird Zuckerwatte ja deshalb in Frankreich sehr zutreffend „Barbe-à-papa“ genannt.

Kristalle zu Tisch

Von der Hitze machen wir nun einen weiten Sprung ins Reich der eisigen Kälte. Auch in diesem Temperaturbereich entscheiden Kristalle über Erfolg oder Misserfolg unserer Köchekunst. Die Größe dieser Kristalle muss stimmen, wie man am besten bei selbst gemachtem Eis und Parfait beobachten kann.

In heißen Zeiten, in denen es immer wichtiger scheint, weniger davon zu essen, wofür Werbung gemacht wird, liegt es nahe, sich um Eis und Parfaits zu kümmern. Schließlich können kalte Genüsse nicht nur erhitzte Gemüter kühlen, sondern sommerliche Menüs zum perfekten Abschluss bringen. Sie selbst zu machen ist kein Hexenwerk. Wir brauchen Geduld – und etwas Verständnis dafür, welche Empfindungen Eiskristalle auf unseren Zungen auslösen. Einen besseren Selbstversuch zur Liaison von Physik und Geschmack gibt es kaum (Rezept S. 63). Der Gefriervorgang kann nicht sich selbst überlassen werden, denn die Größe der Eiskristalle ist für den Geschmack entscheidend: Je kleiner, desto besser, d. h. desto schneller schmelzen sie. Lecken wir z. B. an einem gefrorenen Block aus Fruchtmarmelade, ist das Geschmackserlebnis wenig erbaulich. Als sehr angenehm wird weiches, schaumiges Eis empfunden. Eis muss deshalb während des Gefrierens immer wieder kräftig geschlagen werden, um Luft unterzuheben und die sich bildenden Eiskristalle möglichst klein zu halten.

Parfaits benutzen einen Trick, der uns bei Schäumen noch einmal begegnen wird. Schäume sind komplexe Gebilde aus Luftblasen, Wasser und Proteinen, mit grenzflächenaktiven Molekülen stabilisiert (S. 161). Deshalb stellen wir erst einen Fruchtschaum her, den wir durch Gefrieren fixieren. Jetzt ersparen wir uns das Schlagen, denn Luft ist bereits vorhanden, der Schaum ist hinreichend stabil und die (kaseinstabi-

Himbeer-Fruchteis und -Parfait

Also erst das Fruchteis: Dazu die Beeren fein pürieren, je nach Geschmack Puderzucker darin auflösen, mit etwas Kirschwasser abschmecken und ab ins Gefrierfach. Während des Gefrierens alle 30 Minuten kräftig schlagen. Hier bleiben die Kristalle relativ groß, denn außer dem Fruchtfleisch gibt es keine „Störungen“. Deshalb müssen Sie alle halbe Stunde die wachsenden Kristalle mechanisch zerkleinern.

Mit dem obigen Grundprodukt können Sie auch ein Parfait herstellen: Dazu ein Eigelb mit etwas Zucker verrühren und unter das Fruchtpuree unterheben, ebenso steif geschlagene Sahne. Dabei reicht 1 Eigelb auf 500 g Beeren und 200 ml Sahne völlig aus. Die molekularen Bestandteile der Sahne und des Eigelbs wirken als Störstellen; die Kristalle können nicht beliebig wachsen. Während des Gefrierens muss das Parfait dann nicht oder nur wenig geschlagen werden. Es ist viel feiner als das reine Fruchteis.

lisierten) Fettröpfchen der Sahne verhindern das grenzenlose Wachstum der Wasserkristalle: Le parfait est parfait!

Die Sahne und das Eigelb im Parfait verhindern grenzenloses Kristallwachstum. Eine ganz andere Vorgehensweise bietet der Dessertklassiker Kulfi aus der indischen Küche (Rezept unten).

Das Kulfi ist ein sehr feines Eis, dessen Kristalle nie sehr groß werden können. Durch das starke Reduzieren der Milch verdampfen Sie den größten Teil des Wassers. Was übrig bleibt, sind Fett und Eiweiße. So erzielen Sie einen ähnlichen Effekt wie beim Parfait: Sie erhöhen den Anteil der nicht kristallisierenden Bestandteile. Und schon schmilzt das Kulfi angenehm auf der Zunge.

Kulfi – indisches Eis

Die Zutatenliste ist einfach: 1 l Milch, fein gemahlene Mandeln, frische, fein gehackte, ungesalzene Pistazien, Rosenwasser und Zucker. Zuerst die Milch in einem großen Topf unter ständigem Rühren bei schwacher Hitze einkochen, bis nur noch etwa 400 ml übrig sind. Sie ist dann sehr dick – und das ist der Trick. Nun 3 Esslöffel Zucker und die gemahlene Mandeln dazugeben, noch einmal 2–3 Minuten kochen und danach abkühlen lassen. Dann geben Sie die gehackten Pistazien und einen Schuss Rosenwasser dazu. Diese Mischung im Eisfach etwa 20 Minuten kühlen und umrühren, um allzu große Eiskristalle zu zerstören. Reichen Sie dazu z. B. eine zimmerwarme Dattel-Bananen-Sauce.
