

Chemie im Advent



Gebrannte Mandeln aus der Mikrowelle

als Schülerexperiment erlaubt in **allen Jgst.**



Chemikalien

- Backpapier
- Zutaten

	Durchlauf 1	Durchlauf 2
Wasser	5 ml	3 ml
Zimt	1,5 g	0,75 g
Vanillezucker	1 g	0,5 g
Weißer Zucker	20 g	10 g
Brauner Zucker	3 g	1,5 g
Fruchtzucker (wenn vorhanden)	2 g	1 g
Mandeln (roh, ungeschält)	50 g	-

Geräte

- Kleine Mikrowellenform mit Deckel
- Mehrere Esslöffel / Teelöffel
- Haushaltsmikrowellenofen mit Drehteller
- 0,01 g Waage
- Spritze und Gefäß zum Abmessen / -wiegen
- Backpapier

Sicherheitshinweise Geschmolzener Zucker kann sehr heiß sein (200 -300 °C). Vorsicht!

V

Durchlauf 1:

- Sämtliche Zutaten außer Mandeln werden vermischt und für 1 min mit Deckel in die Mikrowelle gestellt (mittlere Einstellung: 600 W).
- Danach werden Mandeln untergemischt und wieder mit Deckel für 1 min in die Mikrowelle gegeben.
- Gefäß wird herausgenommen, umgerührt und weitere 1-2 min ohne Deckel in die Mikrowelle gestellt.
- Danach werden die Mandeln auf das Backpapier gekippt, verteilt und kurzzeitig ausgekühlt.

Durchlauf 2: bei Bedarf!

- Währenddessen wird eine zweite Zucker-Wasser-Gewürze-Mischung gemäß Liste hergestellt und für 1 min mit Deckel in die Mikrowelle gestellt (mittlere Einstellung).
- Mandeln werden wieder hinzugeben, gut vermischen und erneut 1-2 min ohne Deckel in die Mikrowelle gegeben.
- Mandeln werden wieder auf dem Backpapier ausgebreitet und 5-10 min ausgekühlt.

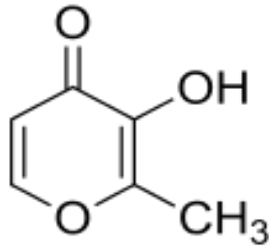
B

Nach Zugabe von Wasser schmilzt die Zuckermischung im Mikrowellenofen. Die Mandeln erhalten einen braunen wohlriechenden und -schmeckenden Überzug.

E

Durch Mikrowellenstrahlen werden Moleküle zum Schwingen angeregt. Dies gelingt bei Dipolmolekülen wie Wassermolekülen gut, bei unpolaren Moleküle (z. B. im Öl) dagegen nicht. Die angeregten Wasser-Moleküle übertragen die Energie der Mikrowellenstrahlung anschließend als Wärmestrahlung auf die Moleküle in ihrer Umgebung. Die übertragene Energie reicht aus, um zum einen den Zucker zu schmelzen, indem die Anziehungskräfte zwischen den Zuckermolekülen überwunden werden und zum anderen die Atombindungen in Zuckermolekülen teilweise zu trennen und neue auszubilden. So entsteht in diversen, teilweise sehr komplizierten chemischen Reaktionen der wohlriechende und -schmeckende Überzug aus Karamell und anderen Stoffen.

Sowohl weißer als auch brauner Zucker besteht hauptsächlich aus Saccharose. Fruchtzucker ist Fructose. Fructose beginnt bei niedrigerer Temperatur (110 °C) zu karamellisieren als Saccharose (160 °C).

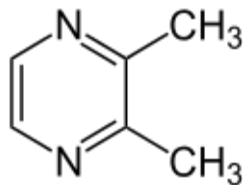


Maltol

Weißer Zucker karamellisiert besonders gleichmäßig. Brauner Zucker enthält neben Saccharose geringe Mengen anderer Stoffe (z.B. Melassereste), karamellisiert daher etwas ungleichmäßiger und sorgt für haptische Wahrnehmungen („Textur“) beim Verzehren.

Karamell-Aromastoffe sind v.a. O-heterozyklische Ketone wie Dihydrofuranone, Cyclopentenolone und Pyrone. Beispiel: Maltol.

Da Mandeln auch Eiweiß enthalten, tragen wohl auch Aromastoffe, die nach der **Maillard-Reaktion** (nicht-enzymatische Bräunung) gebildet werden, zum Wohlgeruch und -geschmack bei. Im ersten Schritt wird hier an die Carbonylgruppe eines nicht reduzierenden Zuckers an die Aminogruppe einer Aminosäure addiert. In komplizierten



2,3-Dimethylpyrazin

Folgereaktionen entstehen Farb- und Aromastoffe, z.B. N-haltige Heterocyclen. Beispiel: 2,3-Dimethylpyrazin.

Geröstete Lebensmittel enthalten wohl mehrere hundert Farb- und Aromastoffe.

Tipps und Tricks

Keine Mikrowellengefäße aus Kunststoff verwenden, da diese durch die hohen Temperaturen der Zucker-Schmelze evtl. schmelzen können. Da jeder Mikrowellenofen eine etwas andere Leistung hat, muss die Zeit zum Erhitzen evtl. variiert werden.

Backpapier evtl. vorher leicht einölen, damit sich die Mandeln besser wieder davon ablösen lassen.

Mit verschiedenen Zuckerarten experimentieren.

Der Versuch kann zum Anlass genommen werden, um Zuckerherstellung, Zuckerarten im chemischen Sinn und Zuckersorten zu thematisieren.

Viel Freude beim Experimentieren und beim Genießen!