

Dr. Nelson Rajendran

Kulinarische Chemie – Experimente zum Aufessen

Lehrerfortbildungsworkshop

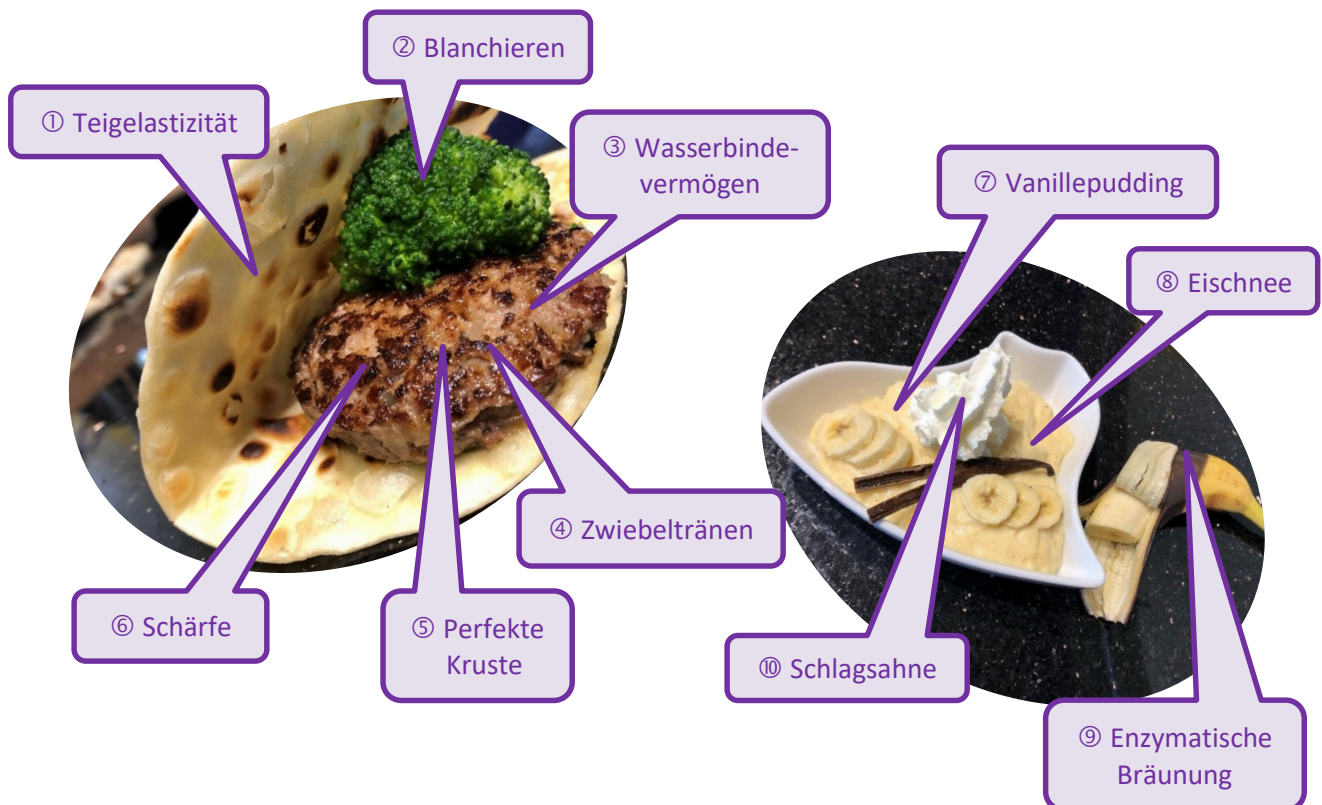
Kochen hat ein hohes motivierendes Potential, das kulinarische Experimente für den Chemieunterricht nutzen.



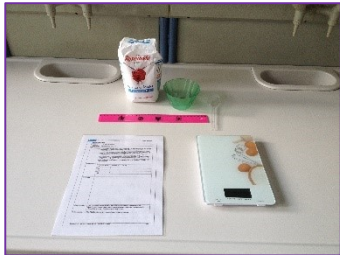
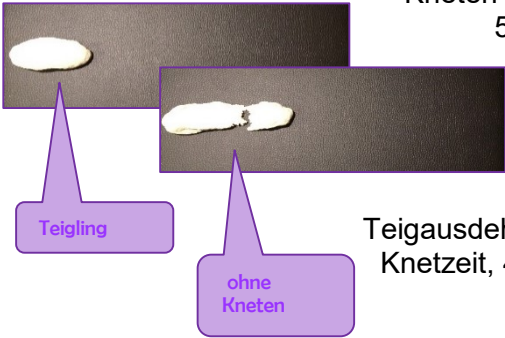
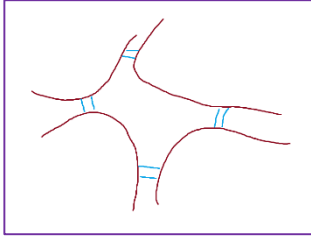
Die hier vorgestellten zehn Experimente eignen sich für den Einsatz im Unterricht – auch im homeschooling – oder als Hausaufgabe zum Verspeisen.

Alle Versuche können einzeln zur Erarbeitung oder Vertiefung diverser Teilbereiche des Chemieunterrichts oder kombiniert als 2-Gänge-Menü im Rahmen eines Projektes im Labor oder in der Küche durchgeführt werden. Natürlich dürfen die Ergebnisse nur aufgegessen werden, wenn außerhalb eines Labors experimentiert wurde. Ausführlichere Informationen und weitere Experimente finden sich in „Kulinarische Chemie – Experimente zum Aufessen“ (ISBN 978-3-939427-60-5, Erscheinungsdatum: 24.11.2021)

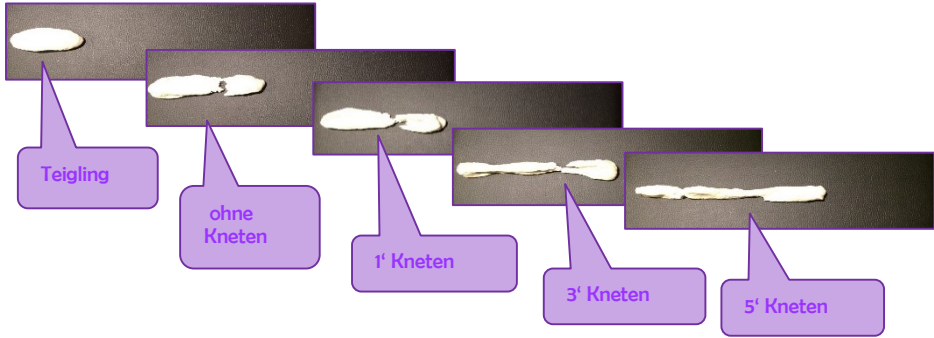
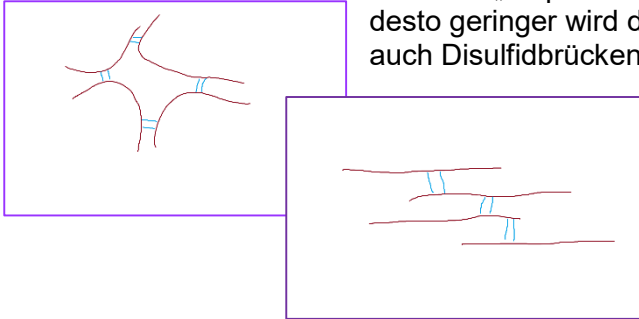
Reihenfolge der Zubereitung als 2-Gänge-Menü (alle Experimentieranweisungen beinhalten die Rezepte für eine Person):



Teigelastizität

Geräte + Hilfsmittel:	Lineal, Becherglas														
Chemikalien und Zutaten:	Weizenmehl, Wasser														
Durchführung:	Vermengen Sie 50g Mehl mit 25mL Wasser. Der entstandene Teig soll gerade nicht mehr an den Fingern kleben. Ist der Teig zu fest, geben Sie tropfenweise wenig Wasser hinzu, ist er zu klebrig, muss mehr Mehl hinzugefügt werden. Formen Sie den Teig zu einer Rolle und messen Sie deren Durchmesser und Länge. Halten Sie das eine Ende der Rolle fest, legen Sie hier das Lineal bei 0cm an und ziehen Sie am anderen Ende so lange, bis die Rolle gerade abreißt. Messen Sie so die längst mögliche Teigausdehnung. Kneten Sie den Teig! Messen Sie nach jeweils 5 Minuten Knetzeit erneut die Teigausdehnung. Formen Sie vor jeder Vermessung die Rolle jeweils so dick und lang wie zu Beginn des Versuchs. Wiederholen Sie die Messungen, bis das Maximum an Teigausdehnung erreicht ist (20-25 Minuten Knetzeit, 4-5 Messungen)!  														
Beobachtung:	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Knetzeit [min]</th><th>Teigausdehnung [cm]</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td></tr> <tr><td>15</td><td></td></tr> <tr><td>20</td><td></td></tr> <tr><td>25</td><td></td></tr> </tbody> </table>	Knetzeit [min]	Teigausdehnung [cm]	0		5		10		15		20		25	
Knetzeit [min]	Teigausdehnung [cm]														
0															
5															
10															
15															
20															
25															
Erklärung:															
Erläuterungen:	Das Gluten (= Kleber-Eiweiß; besteht aus Prolaminen=Gliadinen und Glutelin=Glutenine) des Weizens bewirkt beim Mischen mit Wasser die Klebrigkeit und den Zusammenhalt des Teiges.  <i>Gluten vor dem Kneten, verändert nach: W. Ternes, Naturwissenschaftliche Grundlagen der Lebensmittelzubereitung, 2. Aufl., Behr's Verlag, Hamburg, 1994, S. 550, Abb. 15.11</i>														
Entsorgung:	Alle Abfälle können im Haushaltsmüll entsorgt werden.														

Teigelastizität – Lehrerarbeitsblatt

Geräte + Hilfsmittel:	Lineal, Becherglas
Chemikalien und Zutaten:	Weizenmehl, Wasser
Durchführung:	Vermengen Sie 50g Mehl mit 25mL Wasser. Der entstandene Teig soll gerade nicht mehr an den Fingern kleben. Ist der Teig zu fest, geben Sie tropfenweise wenig Wasser hinzu, ist er zu klebrig, muss mehr Mehl hinzugefügt werden. Formen Sie den Teig zu einer Rolle und messen Sie deren Durchmesser und Länge. Halten Sie das eine Ende der Rolle fest, legen Sie hier das Lineal bei 0cm an und ziehen Sie am anderen Ende so lange, bis die Rolle gerade abreißt. Messen Sie so die längst mögliche Teigausdehnung. Kneten Sie den Teig! Messen Sie nach jeweils 5 Minuten Knetzeit erneut die Teigausdehnung. Formen Sie vor jeder Vermessung die Rolle jeweils so dick und lang wie zu Beginn des Versuchs. Wiederholen Sie die Messungen, bis das Maximum an Teigausdehnung erreicht ist (20-25 Minuten Knetzeit, 4-5 Messungen)!
Beobachtung:	Je länger der Teig geknetet wird, desto länger kann man ihn ausdehnen und desto weniger zieht sich der Teig wieder elastisch zusammen. 
Erläuterungen + Erklärung:	Das Gluten (= Kleber-Eiweiß; besteht aus Prolaminen=Gliadinen und Glutelinen=Glutenine) des Weizens bewirkt beim Mischen mit Wasser die Klebrigkeit und den Zusammenhalt des Teiges. Beim Kneten wandeln sich die Teig-Eigenschaften von elastisch zu plastisch. Die Glutenine richten sich in Richtung der Scherbeanspruchung aus, wodurch Moleküle gedehnt werden und auch reißen. Es werden neue intra- und intermolekulare Verknüpfungen aufgebaut. Je mehr die und orientiert werden, Elastizität. Dabei können brechen. Moleküle „entpackt“ desto geringer wird die auch Disulfidbrücken  <i>Gluten vor (li) und nach dem Kneten (re), verändert nach: W. Ternes, Naturwissenschaftliche Grundlagen der Lebensmittelzubereitung, 2. Aufl., Behr's Verlag, Hamburg, 1994, S. 550, Abb. 15.11</i>
Entsorgung:	Alle Abfälle können im Haushaltsmüll entsorgt werden.

Blanchieren

Geräte + Hilfsmittel:	Drahtkelle, Topf, Heizplatte/Wasserkocher
Chemikalien und Zutaten:	3 Zuckerschoten oder 3 Brokkoli-Röschen
Durchführung:	Geben Sie 1 Zuckerschote oder 1 Brokkoli-Röschen und 300mL kaltes Wasser in ein Becherglas und erhitzen Sie langsam. Geben Sie dann eine zweite Zuckerschote für 30 Sekunden oder 1 Brokkoli-Röschen für 60 Sekunden in das siedende Wasser. Vergleichen Sie die Färbungen beider unterschiedlich erhitzten Gemüse-Portionen mit der dritten ungekochten Portion! 
Beobachtung:	
Erklärung:	
Erläuterungen:	Blanchieren bedeutet, das Blanchiergut in kleinen Portionen für kurze Zeit in heißes Wasser zu geben, das kurz vor dem Siedepunkt ist. Häufig wird nach dem Blanchieren in Eiswasser abgeschreckt, um den Kochprozess sofort zu stoppen. Danach werden die blanchierten Lebensmittel unterschiedlich weiterverarbeitet, z.B. fertiggegart oder eingefroren. Die grüne Farbe des Gemüses stammt von den Farbstoffen Chlorophyll a und b. Diese können durch das Enzym Chlorophyllase zu den Chlorophylliden a und b abgebaut werden, wodurch die sonst von den Chlorophyllen überdeckten gelborangen Carotinoide sichtbar werden und das Gemüse gelblich erscheint.
Entsorgung:	Alle Abfälle können im Haushaltsmüll entsorgt werden.

Blanchieren - Lehrerarbeitsblatt

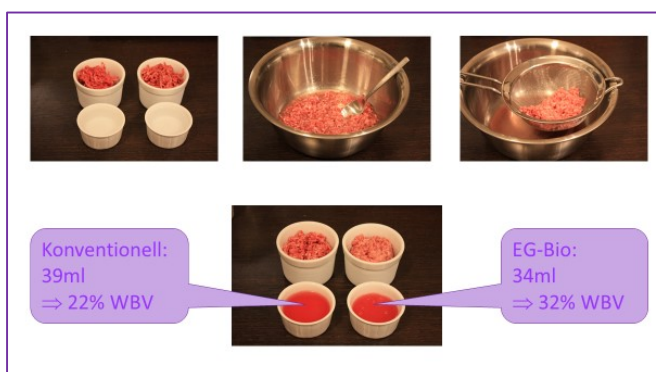
Geräte + Hilfsmittel:	Drahtkelle, Topf, Heizplatte/Wasserkocher
Chemikalien und Zutaten:	3 Zuckerschoten oder 3 Brokkoli-Röschen
Durchführung:	Geben Sie 1 Zuckerschote oder 1 Brokkoli-Röschen und 300mL kaltes Wasser in ein Becherglas und erhitzen Sie langsam. Geben Sie dann eine zweite Zuckerschote für 30 Sekunden oder 1 Brokkoli-Röschen für 60 Sekunden in das siedende Wasser. Vergleichen Sie die Färbungen beider unterschiedlich erhitzten Gemüse-Portionen mit der dritten ungekochten Portion! 
Beobachtung:	Die rohe Schote erscheint fahl grün. Die Schote, die in das kalte Wasser gegeben und dann aufgekocht wurde, färbt sich olivgrün-olivbraun. Die Schote, die kurz ins siedende Wasser gehalten wurde, zeigt einen satten Grünton.
Erläuterungen + Erklärung:	Blanchieren bedeutet, das Blanchiergut in kleinen Portionen für kurze Zeit in heißes Wasser zu geben, das kurz vor dem Siedepunkt ist. Häufig wird nach dem Blanchieren in Eiswasser abgeschreckt, um den Kochprozess sofort zu stoppen. Danach werden die blanchierten Lebensmittel unterschiedlich weiterverarbeitet, z.B. fertiggegart oder eingefroren. Die grüne Farbe des Gemüses stammt von den Farbstoffen Chlorophyll a und b. Diese können durch das Enzym Chlorophyllase zu den farblosen Chlorophylliden a und b und dann weiter zu den olivgrünen-olivbraunen Phäophytinen und Phäophorbiden abgebaut werden.  Die Chlorophyllasen kommen mit den Chlorophyllen erst in Kontakt, wenn die Zellen zerstört werden, weil sie vorher in eigenen Kompartimenten isoliert sind. Dies geschieht beim Tiefgefrieren, beim Kochen oder beim Schneiden. Beim Blanchieren werden die Chlorophyllase und andere Enzyme, bei denen es sich ja um Proteine handelt, denaturiert und damit inaktiviert. Infolgedessen wird kaum Chlorophyll abgebaut, und die frische, grüne Farbe bleibt erhalten.  Auch vor dem Garprozess sollte Gemüse blanchiert werden, damit es nicht verblasst, denn das Enzym Chlorophyllase hat seine höchste Aktivität bei 75°C, einer Temperatur, die beim langsamen Garen lange Zeit gegeben ist. Nach dem Blanchieren ist die Chlorophyllase inaktiv und kann beim anschließenden Garen keinen „Schaden“ mehr anrichten. Ohne Blanchieren kühlt das Wasser bei der Zugabe einer großen Portion Gemüse auf einmal stark ab, sodass die Enzyme unbeschadet ihre Arbeit aufnehmen können. Deshalb blanchiert man in kleinen Portionen. Richtig (li) und falsch (re) blanchierte Zuckerschoten Durch die starke Bewegung des sprudelnd kochenden Wassers können feine Strukturen wie die eines zarten Spinatblattes leicht zerstört werden. Dies wird vermieden, indem man immer in Wasser blanchiert, dessen Temperatur sich kurz vor dem Siedepunkt befindet. Somit findet keine stark aufwühlende Bewegung statt.
Entsorgung:	Alle Abfälle können im Haushaltsmüll entsorgt werden.

Wasserbindevermögen – WBV-Test

Geräte + Hilfsmittel:	Waage, Messzylinder, Sieb, Bechergläser, Glasstab, pH-Papier																								
Chemikalien und Zutaten:	Je 50g Hackfleisch (jeweils nur Schweinehackfleisch oder nur Rinderhackfleisch oder nur gemischtes Hackfleisch in den gleichen Anteilen) nach konventioneller Herstellung – nach EG-Bio-Verordnung – nach Demeter/Bioland-Richtlinien, Wasser																								
Durchführung:	Wiegen Sie in drei Bechergläser jeweils 50g Hackfleisch verschiedener Herstellungsmethode ein. Messen Sie den pH-Wert. Fügen Sie jeweils 50mL Wasser hinzu. Rühren Sie mit einem Glasstab gut um. Wiegen Sie ein leeres Becherglas. Hängen Sie ein Sieb in dieses Becherglas ein und kippen Sie jede Mischung einzeln hierauf. Wiegen Sie das Becherglas erneut und ermitteln Sie die Masse – und hieraus das Volumen – des nicht gebundenen Wassers. Berechnen Sie, wie viel Wasser von jeder Hackfleischsorte gebunden wurde!																								
Beobachtung:	<table border="1"><thead><tr><th>WBV</th><th>Zugefügtes Wasser [g]</th><th>Ausfließendes Wasser [g]</th><th>Gebundenes Wasser [g]</th><th>WBV [%]</th></tr></thead><tbody><tr><td>Konventionelles Mischhack</td><td>50</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>EG-Bio-Mischhack</td><td>50</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Naturland-Bio-Mischhack</td><td>50</td><td></td><td></td><td></td></tr></tbody></table>					WBV	Zugefügtes Wasser [g]	Ausfließendes Wasser [g]	Gebundenes Wasser [g]	WBV [%]	Konventionelles Mischhack	50				EG-Bio-Mischhack	50				Naturland-Bio-Mischhack	50			
WBV	Zugefügtes Wasser [g]	Ausfließendes Wasser [g]	Gebundenes Wasser [g]	WBV [%]																					
Konventionelles Mischhack	50																								
EG-Bio-Mischhack	50																								
Naturland-Bio-Mischhack	50																								
Erklärung:																									
Erläuterungen:	Muskelgewebe enthält bei einem Eiweißanteil von 21% ca. 75% Wasser. Unter PSE-Fleisch versteht man geschlachtetes Schweinefleisch, das blass (Pale), weich (Soft) und wässrig (Exudative) ist. Meist tritt es bei hochgezüchteten Schweinerassen auf, bei denen der stressige Schlachtvorgang zu erhöhter Milchsäureproduktion führt. Der pH-Wert fällt unter 5,8. https://www.oekolandbau.de/fileadmin/redaktion/oeko_lehrmittel/Ernaehrungswirtschaft/Fleischerhandwerk/fl_modul_b/fl_b_01/flmb01_08.pdf																								
Entsorgung:	Alle Abfälle können im Haushaltsmüll entsorgt werden.																								

Wasserbindevermögen – WBV-Test – Lehrerarbeitsblatt

Geräte + Hilfsmittel:	Waage, Messzylinder, Sieb, Bechergläser, Glasstab, pH-Papier
Chemikalien und Zutaten:	Je 50g Hackfleisch (jeweils nur Schweinehackfleisch oder nur Rinderhackfleisch oder nur gemischtes Hackfleisch in den gleichen Anteilen) nach konventioneller Herstellung – nach EG-Bio-Verordnung – nach Demeter/Bioland-Richtlinien, Wasser
Durchführung:	Wiegen Sie in drei Bechergläser jeweils 50g Hackfleisch verschiedener Herstellungsmethode ein. Messen Sie den pH-Wert. Fügen Sie jeweils 50mL Wasser hinzu. Rühren Sie mit einem Glasstab gut um. Wiegen Sie ein leeres Becherglas. Hängen Sie ein Sieb in dieses Becherglas ein und kippen Sie jede Mischung einzeln hierauf. Wiegen Sie das Becherglas erneut und ermitteln Sie die Masse – und hieraus das Volumen – des nicht gebundenen Wassers. Berechnen Sie, wie viel Wasser von jeder Hackfleischsorte gebunden wurde!
Beobachtung:	Das konventionelle Hackfleisch hat den höchsten Anteil an ausfließendem Wasser, den niedrigsten an gebundenem Wasser und somit das niedrigste Wasserbindevermögen. Das Bio-Fleisch hat niedrigere Anteile an ausfließendem Wasser, höhere an gebundenem Wasser und entsprechend höhere Wasserbindevermögen. Je strenger die Bio-Kriterien sind, desto höher ist das Wasserbindevermögen.
Erläuterungen + Erklärung:	Muskelgewebe enthält bei einem Eiweißanteil von 21% ca. 75% Wasser. Unter PSE-Fleisch versteht man geschlachtetes Schweinefleisch, das blass (Pale), weich (Soft) und wässrig (Exudative) ist. Meist tritt es bei hochgezüchteten Schweinerassen auf, bei denen der stressige Schlachtvorgang zu erhöhter Milchsäureproduktion führt. Der pH-Wert fällt unter 5,8. Es kommt zu einer teilweisen Denaturierung von Muskelpoteinen, wodurch sich das Wasserbindevermögen des Fleisches verringert. https://www.oekolandbau.de/fileadmin/redaktion/oeko_lehrmittel/Ernaehrungswirtschaft/Fleischerhandwerk/fl_modul_b/fl_b_01/flmb01_08.pdf Das Wasserbindevermögen ist ein Qualitätskriterium, weil es zeigt, wie gut die Muskelstruktur im Tier entwickelt war.
Entsorgung:	Alle Abfälle können im Haushaltsmüll entsorgt werden.



Zwiebeltränen

Geräte + Hilfsmittel:	Messer, Taucherbrille, Essig, pneumatische Wanne, Schneidbrett, Streichhölzer														
Chemikalien und Zutaten:	3 Zwiebeln, Wasser														
Durchführung:	Schälen und halbieren Sie die drei Zwiebeln. Für die Vergleichsprobe müssen Sie eine Zwiebel würfeln und ihren Tränenfluss als 100%-Wert festhalten. Zwischen jedem Test müssen sich Augen und Nase in zwiebelfreier Atmosphäre beruhigen. Vergleichen Sie Ihren Tränenfluss, wenn Sie eine Zwiebelhälfte würfeln • und die Zwiebel sowie Ihre Hände vorher mit Essig einreiben! • und beim Schneiden eine Taucherbrille aufsetzen! • und vor dem Würfeln zwei Streichhölzer über dem Schneidbrett entzünden (Rauchbildung)! • und während des Schneidens einen großen Schluck Wasser in Ihrem Mund halten, sodass dieser prall gefüllt ist! • und die Zwiebel beim Schneiden in einer pneumatischen Wanne vollständig mit Wasser bedeckt ist!														
Beobachtung:	Notieren Sie hier Ihren Tränenfluss-Wert! [100% = Tränenfluss wie beim Vergleichsversuch, <100% = weniger Tränenfluss, >100% = mehr Tränenfluss] <table border="1"> <thead> <tr> <th>Methode</th><th>Tränenfluss [%]</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vergleichsprobe</td><td>100</td></tr> <tr> <td>Essig</td><td></td></tr> <tr> <td>Taucherbrille</td><td></td></tr> <tr> <td>Streichhölzer</td><td></td></tr> <tr> <td>Schluck Wasser</td><td></td></tr> <tr> <td>unter Wasser</td><td></td></tr> </tbody> </table>	Methode	Tränenfluss [%]	Vergleichsprobe	100	Essig		Taucherbrille		Streichhölzer		Schluck Wasser		unter Wasser	
Methode	Tränenfluss [%]														
Vergleichsprobe	100														
Essig															
Taucherbrille															
Streichhölzer															
Schluck Wasser															
unter Wasser															
Erklärung:															
Entsorgung:	Alle Abfälle können im Haushaltsmüll entsorgt werden.														



Zwiebeltränen - Lehrerarbeitsblatt

Geräte + Hilfsmittel:	Messer, Taucherbrille, Essig, pneumatische Wanne, Schneidbrett, Streichhölzer														
Chemikalien und Zutaten:	3 Zwiebeln, Wasser														
Durchführung:	Schälen und halbieren Sie die drei Zwiebeln. Für die Vergleichsprobe müssen Sie eine Zwiebel würfeln und ihren Tränenfluss als 100%-Wert festhalten. Zwischen jedem Test müssen sich Augen und Nase in zwiebelfreier Atmosphäre beruhigen. Vergleichen Sie Ihren Tränenfluss, wenn Sie eine Zwiebelhälfte würfeln • und die Zwiebel sowie Ihre Hände vorher mit Essig einreiben! • und beim Schneiden eine Taucherbrille aufsetzen! • und vor dem Würfeln zwei Streichhölzer über dem Schneidbrett entzünden (Rauchbildung)! • und während des Schneidens einen großen Schluck Wasser in Ihrem Mund halten, sodass dieser prall gefüllt ist! • und die Zwiebel beim Schneiden in einer pneumatischen Wanne vollständig mit Wasser bedeckt ist!														
Beobachtung:	Notieren Sie hier Ihren Tränenfluss-Wert! [100% = Tränenfluss wie beim Vergleichsversuch, <100% = weniger Tränenfluss, >100% = mehr Tränenfluss] <table border="1"> <thead> <tr> <th>Methode</th><th>Tränenfluss [%]</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Vergleichsprobe</td><td>100</td></tr> <tr> <td>Essig</td><td></td></tr> <tr> <td>Taucherbrille</td><td></td></tr> <tr> <td>Streichhölzer</td><td></td></tr> <tr> <td>Schluck Wasser</td><td></td></tr> <tr> <td>unter Wasser</td><td></td></tr> </tbody> </table> Die Taucherbrille und das Schneiden unter Wasser verhindern den Tränenfluss vollständig. Der Einsatz von Essig, Streichhölzern und dem Schluck Wasser vermindern den Tränenfluss kaum bis gar nicht.	Methode	Tränenfluss [%]	Vergleichsprobe	100	Essig		Taucherbrille		Streichhölzer		Schluck Wasser		unter Wasser	
Methode	Tränenfluss [%]														
Vergleichsprobe	100														
Essig															
Taucherbrille															
Streichhölzer															
Schluck Wasser															
unter Wasser															
Erläuterungen + Erklärung:	Beim Anschneiden reagieren das Enzym Alliinase und S-Propenyl-cystein-sulfoxid zur aromatisch riechenden, schleimhautreizenden Substanz Thiopropionaldehyd-S-oxid. Vor dem Schneiden lagen beide Stoffe in verschiedenen Kompartimenten vor. Da das Thiopropionaldehyd-S-oxid erst nach dem Schneiden entsteht, kann jegliche Behandlung vorher (Abwaschen, Essig) das Entstehen des Aldehyds nicht verhindern. Die Taucherbrille verhindert den Kontakt des Tränengases mit den Schleimhäuten in Nase und Auge. Nur wenige Tränengaspartikel adsorbieren an den Rauchteilchen des Streichholzrauches. Druck auf die lakrimatorischen Drüsen (Schluck Wasser) erleichtert den Tränenfluss, wodurch viele Tränengasmoleküle nicht bis zur empfindlichen Schleimhaut vordringen. Da Thiopropionaldehyd-S-oxid Wasser nicht durchdringen kann, bleibt auch das Schneiden unter Wasser tränenfrei. Weitere Tests: Ventilator oder Schneiden mit geschlossener Nase und Mundatmung. The diagram shows the chemical reaction: S-Propenyl-cystein-sulfoxid (CH₃-CH=CH-S⁺(O⁻)-CH₂-CH(NH₂)-COOH) reacts with the enzyme Alliinase to produce Thiopropionaldehyd-S-oxid (CH₃-CH₂-CH=CH-S⁺(O⁻)-O⁻) and Propenylsulfensäure (CH₃-CH=CH-S-OH). <i>N. Rajendran, Kulinarische Biologie und Chemie, Knecht Verlag, Landau 2002, S. 31</i>														
Entsorgung:	Alle Abfälle können im Haushaltsmüll entsorgt werden.														

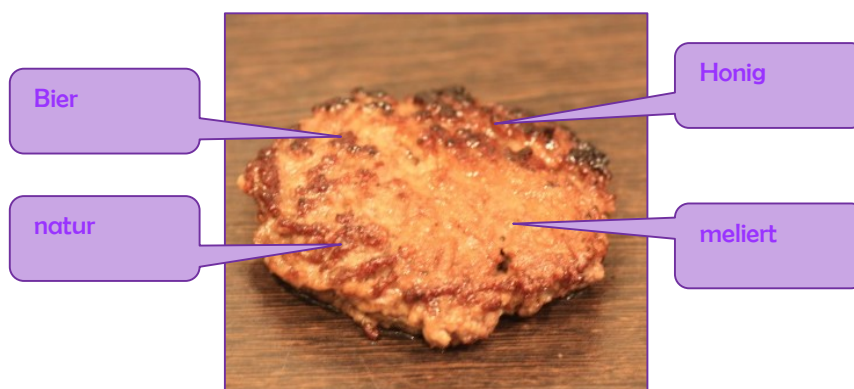
Perfekte Kruste

Geräte + Hilfsmittel:	Pfanne, Heizplatte, Pinsel
Chemikalien und Zutaten:	Burgerpatty (Hackfleisch nach dem Versuch „WBV-Test – Wasserbindevermögen), Bier, verdünnter Honig (1 TL in 20mL Wasser aufgelöst), Mehl, Butterschmalz
Durchführung:	Ein Quadrant des Burgerpatties dient unbehandelt als Vergleichsprobe. Je ein weiteres Viertel wird mit Bier, verdünntem Honig oder Mehl bepinselt. In einer Pfanne wird 1 TL Butterschmalz erhitzt. Der Burger wird mit der bepinselten Seite nach unten hineingelegt und bei mittlerer Hitze von jeder Seite 2 Minuten gebraten. Vergleichen Sie die Krustenbildung unter den vier Quadranten!
Beobachtung:	
Erklärung:	
Erläuterungen:	Reduzierende Zucker und Aminosäuren können bei Temperaturen ab 140°C die Maillard-Reaktion starten, an deren Ende eine Vielfalt von braunen Aromastoffen steht. Start der Maillard-Reaktion; http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/images/maill1.gif Der limitierende Faktor bei dieser Bräunungsreaktion sind die Zucker; Aminosäuren entstehen beim Braten des Fleisches durch die Zersetzung des Proteins in ausreichender Menge.
Entsorgung:	Alle Abfälle können im Haushaltsmüll entsorgt werden.



Perfekte Kruste - Lehrerarbeitsblatt

Geräte + Hilfsmittel:	Pfanne, Heizplatte, Bechergläser
Chemikalien und Zutaten:	Burgerpatty (Hackfleisch nach dem Versuch „WBV-Test – Wasserbindevermögen), Bier, verdünnter Honig (1 TL in 20mL Wasser aufgelöst), Mehl, Butterschmalz
Durchführung:	Ein Quadrant des Burgerpatties dient unbehandelt als Vergleichsprobe. Je ein weiteres Viertel wird mit Bier, verdünntem Honig oder Mehl bepinselt. In einer Pfanne wird 1 TL Butterschmalz erhitzt. Der Burger wird mit der bepinselten Seite nach unten hineingelegt und bei mittlerer Hitze von jeder Seite 2 Minuten gebraten. Vergleichen Sie die Krustenbildung unter den vier Quadranten!
Beobachtung:	Die Kruste des Fleischstückes, das in Honig mariniert wurde, färbt sich intensiv braun. Die Fleischstücke, die in Bier mariniert oder meliert wurden, sind brauner als die Vergleichsprobe, aber nicht so braun wie das in Honig marinierte Stück.
Erläuterungen + Erklärung:	Reduzierende Zucker und Aminosäuren können bei Temperaturen ab 140°C die Maillard-Reaktion starten, an deren Ende eine Vielfalt von braunen Aromastoffen steht. Start der Maillard-Reaktion; http://www.chemieunterricht.de/dc2/tip/images/maill1.gif Der limitierende Faktor bei dieser Bräunungsreaktion sind die Zucker; Aminosäuren entstehen beim Braten des Fleisches durch die Zersetzung des Proteins in ausreichender Menge. Zuckerzugabe erhöht die Reaktionsgeschwindigkeit und verändert die Lage des Gleichgewichts bei vielen der Folgereaktion zu Gunsten der Produkte. Bier oder Honig enthalten reduzierende Zucker (Glucose, Fructose). Das Mehl wird bei hoher Hitze zu Dextrin und dieses dann zu Glucose abgebaut.
Entsorgung:	Alle Abfälle können im Haushaltsmüll entsorgt werden.



Schärfe

Geräte + Hilfsmittel:	Pfeffermühle oder Mörser mit Pistill, Messer, Handschuhe
Chemikalien und Zutaten:	1 Chilischote, 5 Pfefferkörner, kalte Vollmilchschokolade, Schnaps
Durchführung:	1 Chilischote wird längs halbiert (Handschuhe!). Der Pfeffer wird frisch gemahlen oder gemörsert. Vergleichen Sie den Geruchs- und Geschmackseindruck von Pfeffer und Chili! Versuchen Sie nun, die Schärfe aus dem Mund zu bekommen, indem Sie • einen Schluck Wasser trinken! • Ein Stück kalte Vollmilchschokolade auf der Zunge zergehen lassen! • den Mundraum mit einem Schnaps (20mL) spülen! 
Beobachtung:	
Erklärung:	
Erläuterungen:	Die Schärfe entsteht bei Rosenpaprika und Chillies (die beide zur Gattung <i>Capsicum</i> gehören) durch Capsaicin, beim Pfeffer durch Piperin.  <chem>O=C1CCCCCN1C=CC=CC=Cc2cc3c(cc2)OCO3</chem> Piperin  <chem>CCCCCCCCCCCCCCCC(=O)NCCC1=CC=C(C=C1)C(=O)OC</chem> Capsaicin <i>Piperin aus Pfeffer (li) und Capsaicin aus Chilli (re)</i>
Entsorgung:	Alle Abfälle können im Haushaltsmüll entsorgt werden.

Schärfe - Lehrerarbeitsblatt

Geräte + Hilfsmittel:	Pfeffermühle oder Mörser mit Pistill, Messer, Handschuhe
Chemikalien und Zutaten:	1 Chilischote, 5 Pfefferkörner, kalte Vollmilchschokolade, Schnaps
Durchführung:	1 Chilischote wird längs halbiert (Handschuhe!). Der Pfeffer wird frisch gemahlen oder gemörsert. Vergleichen Sie den Geruchs- und Geschmackseindruck von Pfeffer und Chili! Versuchen Sie nun, die Schärfe aus dem Mund zu bekommen, indem Sie • einen Schluck Wasser trinken! • Ein Stück kalte Vollmilchschokolade auf der Zunge zergehen lassen! • den Mundraum mit einem Schnaps (20mL) spülen! 
Beobachtung:	Pfeffer und Chili schmecken und riechen anders, vermitteln aber beide den Eindruck „scharf“. Das Trinken von Wasser lindert den Schmerz auf der Zunge nur kurz. Spätestens nach dem Schlucken tritt der Schärfe-Schmerz wieder auf. Die kalte Schokolade lindert den Schmerz auf der Zunge langanhaltend. Beim Trinken des Schnapses intensiviert sich der Schmerz zunächst, nach dem Schlucken ist der Schärfe-Eindruck aber verschwunden.
Erläuterungen + Erklärung:	Pfeffer bewirkt einen anderen Schärfeeindruck als Rosenpaprika oder Chillies. Die Schärfe entsteht bei Rosenpaprika und Chillies (die beide zur Gattung <i>Capsicum</i> gehören) durch Capsaicin, beim Pfeffer durch Piperin. Beide Stoffe bewirken unterschiedliche Sinneseindrücke, allerdings nur, wenn die Versuchsperson die getestete Schärfe ohne größere Probleme aushält, sonst lässt der massive Schärfeeindruck eine vergleichende Beurteilung nicht mehr zu.   <chem>C1CCN(CC1)C(=O)C=CC=CC2=CC=CC=C2O2</chem> Piperin <chem>CCCCCCCCCCCCCCCC(=O)NC1=CC=C(C=C1)O</chem> Capsaicin <i>Piperin aus Pfeffer (li) und Capsaicin aus Chili (re)</i> Nach der Einnahme von fetthaltigen Nahrungsmitteln (Butter, Schokolade, ...) oder alkoholischen Getränken ist die Schärfeempfindung sofort stark vermindert und hört nach kurzer Zeit auf. Da Capsaicin und Piperin lipophile (fettliebende) Kohlenwasserstoffe sind, lassen sie sich mit organischen Lösungsmitteln (Fett, Alkohol...), nicht aber mit hydrophilem Wasser, aus dem Mundbereich entfernen, wodurch die Schärfewirkung aufgehoben wird. Die Empfindung der Schärfe ist eine Kontaktchemorezeption, d.h. Piperin- oder Capsaicinmoleküle müssen zum Rezeptor der reizaufnehmenden Sinneszelle diffundieren, um den Schärfeeindruck hervorzurufen. Kälte verlangsamt die Moleküle und lindert den Schärfeeindruck.
Entsorgung:	Alle Abfälle können im Haushaltsmüll entsorgt werden.

Vanillepudding

Geräte + Hilfsmittel:	Heizplatte, Becherglas/Topf, Messer, Topfbesen
Chemikalien und Zutaten:	200mL Milch, 15g Stärke, ½ Vanilleschote, 10g Zucker
Durchführung:	150mL Milch aufkochen. Vanilleschote der Länge nach halbieren, mit dem Messerrücken das Mark auskratzen. Schote und Mark in der Milch mit kochen.  50mL kalte Milch mit der Stärke und dem Zucker glattrühren. Diese Mischung in die heiße Vanillemilch rühren. Kurz aufkochen lassen und von der Heizplatte nehmen. 
Beobachtung:	
Erklärung:	
Entsorgung:	Alle Abfälle können im Haushaltsmüll entsorgt werden.

Vanillepudding - Lehrerarbeitsblatt

Geräte + Hilfsmittel:	Heizplatte, Becherglas/Topf, Messer, Topfbesen
Chemikalien und Zutaten:	200mL Milch, 15g Stärke, 1 Vanilleschote, 10g Zucker
Durchführung:	150mL Milch aufkochen. Vanilleschote der Länge nach halbieren, mit dem Messerrücken das Mark auskratzen. Schote und Mark in der Milch mit kochen.  50mL kalte Milch mit der Stärke und dem Zucker glattrühren. Diese Mischung in die heiße Vanillemilch rühren. Kurz aufkochen lassen und von der Heizplatte nehmen. 
Beobachtung:	Nach dem Einrühren der Stärke-Zucker-Suspension verdickt sich der Pudding schlagartig.
Erläuterungen + Erklärungen:	Beim Aufkochen bildet die Stärke den sehr zähen Stärkekleister. Stärke besteht aus Amylose und Amylopektin, zwei Polysacchariden, die in Stärkekörnern fest zusammengelagert sind. Beim Anrühren mit Wasser quillt das Stärkekorn (Vergrößerung des $\varnothing$ um 30-40%). Bei Temperaturen von 50-80°C werden die Wasserstoffbrückenbindungen zwischen den Stärkemolekülen zerstört, und das Stärkekorn quillt weiter, weil Wasser von den frisch getrennten polaren Stärkemolekülen gebunden wird (20-40g Wasser pro 1g Stärke). Somit wird die Flüssigkeit immobilisiert, und es entsteht ein sturzfähiger, schnittfester Pudding. <i>Veränderung von Stärkekörnern beim Aufkochen in Wasser, N. Rajendran, Kulinarische Biologie und Chemie, Knecht Verlag, Landau 2002, S. 93</i> Als Vergleichsprobe zur Geschmacksschulung kann parallel ein Pudding mit Puddingpulver +/- Bourbon-Vanille verkostet werden. Zur Geschmacksintensivierung sollten Vanillemark und –Schote 30 Minuten bei ausgeschaltetem Herd in der heißen Milch ziehen, bevor diese mit der Stärke gebunden wird. Für eine sämige Vanillesauce benötigt man nur 10g Stärke (ansonsten die gleiche Rezeptur).
Entsorgung:	Alle Abfälle können im Haushaltsmüll entsorgt werden.

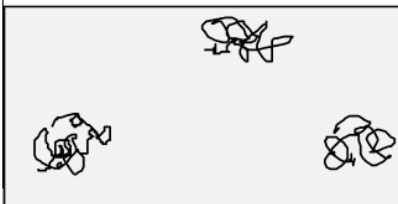
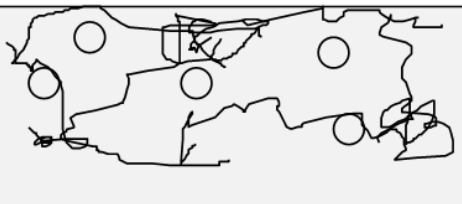
Eischnee

Geräte + Hilfsmittel:	Schneebeesen, Schüssel
Chemikalien und Zutaten:	1 Ei
Durchführung:	Zur Herstellung des Eischnees muss zuerst das Hühnerei getrennt werden, d.h. man muss Eiklar (Eiweiß) und Eigelb sauber voneinander trennen. Dies geschieht, indem man das Ei in der Mitte vorsichtig (evtl. mit einem Messer) aufschlägt, dann über einer Schüssel die obere Eischalenhälfte abhebt, wobei das Eiklar in die Schüssel gleitet. Nun lässt man das Eigelb von einer Schalenhälfte immer wieder in die andere rutschen, ohne es zu zerstören. Das Eiklar fließt in die Schüssel. Man kann auch das gesamte Ei nach dem Aufschlagen in eine Hand fließen lassen und mit der anderen Hand das Eiklar in die Schüssel schieben. Danach wird das Eiklar solange mit einem Schneebeesen geschlagen, bis der Eischnee so fest ist, dass beim Umdrehen der Schüssel nichts herausfließt. Welche Veränderungen beobachten Sie beim Schlagen?
Beobachtung:	
Erklärung:	
Erläuterungen:	Das Eiklar ist eine 10%ige wässrige Proteinlösung und aufgrund der gelösten Proteine zähflüssig (viskos). Eines der bisher bekannten acht Proteine im Eiklar ist das Ovalbumin, das 65% der Gesamtproteinmenge ausmacht. Seine wichtigste Eigenschaft für die Küche ist, dass Ovalbumin durch Schütteln oder Schlagen denaturiert werden kann.
Entsorgung:	Alle Abfälle können im Haushaltsmüll entsorgt werden.



Abbildung: Eischnee

Eischnee - Lehrerarbeitsblatt

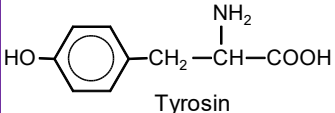
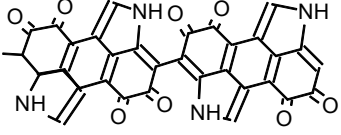
Geräte + Hilfsmittel:	Schneebeesen, Schüssel
Chemikalien und Zutaten:	1 Ei
Durchführung:	Zur Herstellung des Eischnees muss zuerst das Hühnerei getrennt werden, d.h. man muss Eiklar (Eiweiß) und Eigelb sauber voneinander trennen. Dies geschieht, indem man das Ei in der Mitte vorsichtig (evtl. mit einem Messer) aufschlägt, dann über einer Schüssel die obere Eischalenhälfte abhebt, wobei das Eiklar in die Schüssel gleitet. Nun lässt man das Eigelb von einer Schalenhälfte immer wieder in die andere rutschen, ohne es zu zerstören. Das Eiklar fließt in die Schüssel. Man kann auch das gesamte Ei nach dem Aufschlagen in eine Hand fließen lassen und mit der anderen Hand das Eiklar in die Schüssel schieben. Danach wird das Eiklar solange mit einem Schneebesen geschlagen, bis der Eischnee so fest ist, dass beim Umdrehen der Schüssel nichts herausfließt. Welche Veränderungen beobachten Sie beim Schlagen?
Beobachtung:	Die zunächst klare Lösung wird beim Schlagen weiß; Luftblasen bleiben im Eischnee gefangen.
Erläuterungen + Erklärung:	Das Eiklar ist eine 10%ige wässrige Proteinlösung und aufgrund der gelösten Proteine zähflüssig (viskos). Eines der bisher bekannten acht Proteine im Eiklar ist das Ovalbumin, das 65% der Gesamtproteinmenge ausmacht. Seine wichtigste Eigenschaft für die Küche ist, dass Ovalbumin durch Schütteln oder Schlagen denaturiert werden kann. Beim Steifschlagen werden Luftbläschen eingeschlagen und die Knäuel der fadenförmigen Proteinmoleküle zerschlagen. Es bildet sich ein Netz aus Proteinfäden, deren unpolare Molekülteile Luftblasen und deren polare Molekülteile Wasser festhalten. Deshalb wird der Eischnee so fest (immobilisiert), dass beim Umdrehen der Schüssel nichts herausfließen sollte. Das Eigelb enthält Emulgatoren (Lecithin, Cholesterin, u.a.), die Grenzflächenaktivität zeigen, wie Spülmittel auch. Diese Stoffe machen die hydrophoben (wasserabweisenden) Aminosäurereste besser wasserlöslich. Dabei geht die hochgeordnete Proteinkonformation in einen ungeordneten Zustand über, und das Protein wird irreversibel denaturiert. Das so veränderte Protein hat die Denaturierungsfähigkeit durch Schlagen teilweise eingebüßt. Deshalb entsteht kein Eischnee, wenn das Eiklar auch nur durch wenige Tropfen Eigelb verunreinigt wurde. rohes Eiklar: fadenförmige Proteinmoleküle liegen als Knäuel vereinzelt in der Proteinlösung vor  Eischnee: Knäuel teilweise aufgelöst, Proteine vernetzt und verfestigt, Luftbläschen und Wasser in ihren Bewegungsmöglichkeiten eingeschränkt  <i>Veränderungen beim Schlagen von Eiklar, N. Rajendran, Kulinarische Biologie und Chemie, Knecht Verlag, Landau 2002, S. 31</i>
Entsorgung:	Alle Abfälle können im Haushaltsmüll entsorgt werden.



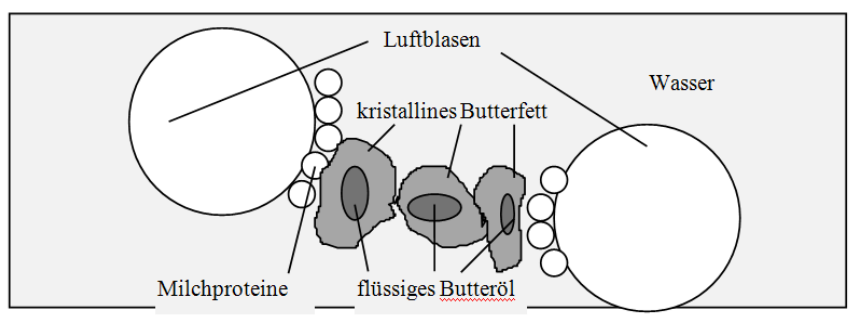
Enzymatische Bräunung

Geräte + Hilfsmittel:	Becherglas/Topf, Heizplatte
Chemikalien und Zutaten:	1 Banane, Wasser
Durchführung:	Halten Sie eine ungeschälte Banane zur Hälfte 30 Sekunden lang in kochendes Wasser! Was beobachten Sie nach ca. 3 Minuten? 
Beobachtung:	
Erklärung:	
Erläuterungen:	In einer intakten Zelle gibt es verschiedene abgegrenzte Räume, die Zellorganellen. Beim Zerstören der Zellen durch das Kochen werden auch die Begrenzungen dieser Zellorganellen zerstört, sodass sich deren Inhalt mit den restlichen Zellsäften vermischen kann.
Entsorgung:	Alle Abfälle können im Haushaltsmüll entsorgt werden.

Enzymatische Bräunung - Lehrerarbeitsblatt

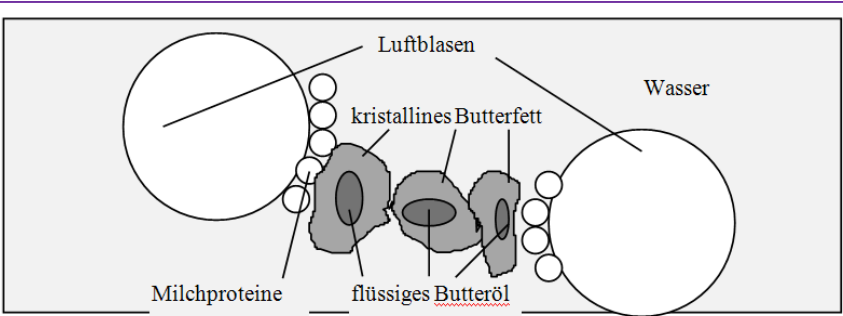
Geräte + Hilfsmittel:	Becherglas/Topf, Heizplatte
Chemikalien und Zutaten:	1 Banane, Wasser
Durchführung:	Halten Sie eine ungeschälte Banane zur Hälfte 30 Sekunden lang in kochendes Wasser! Was beobachten Sie nach ca. 3 Minuten? 
Beobachtung:	Der in das kochende Wasser gehaltene Teil der Banane färbt sich zusehends braun und ist am Ende schwarz. 
Erläuterungen + Erklärung:	In einer intakten Zelle gibt es verschiedene abgegrenzte Räume, die Zellorganellen. Beim Zerstören der Zellen durch das Schneiden werden auch die Begrenzungen dieser Zellorganellen zerstört, sodass sich deren Inhalt mit den restlichen Zellsäften vermischen kann. Im Falle der Braunfärbung wird das Enzym Phenoloxidase (auch Tyrosinase) aus bestimmten Zellorganellen (Peroxisomen) freigesetzt. Es oxidiert die Aminosäure Tyrosin (aus Protein) und andere Pflanzenphenole, die weiter über Zwischenstufen zum braunen Melanin reagieren. Die Hitzeeinwirkung zerstört die Zellmembranen am Schalenrand, sodass Phenoloxidase freigesetzt und die Melaninbildung einleitet wird. Gleichzeitig nimmt die Schale aber so viel thermische Energie auf, dass eine Denaturierung der Enzyme aus den innen liegenden Zellschichten verhindert wird. Das Fruchtfleisch bleibt unverändert.  Tyrosin  Melanin <i>Tyrosin und Melanin, N. Rajendran, Kulinarische Biologie und Chemie, Knecht Verlag, Landau 2002, S. 23</i>
Entsorgung:	Alle Abfälle können im Haushaltsmüll entsorgt werden.

Schlagsahne

Geräte + Hilfsmittel:	elektrisches Rührgerät, 2 Schüsseln
Chemikalien und Zutaten:	Je 100g Schlagsahne (Kühlschranktemperatur und Raumtemperatur)
Durchführung:	100g gekühlte Schlagsahne wird auf höchster Stufe in ca. zwei Minuten mit dem elektrischen Rührgerät steif geschlagen. Danach werden 100g ungekühlte Schlagsahne (Raumtemperatur) in einer anderen Schüssel genauso so lange auf höchster Stufe geschlagen. Vergleichen Sie die Steifheit das Sahnen!
Beobachtung:	
Erklärung:	
Erläuterungen:	Sahne ist ein Milchprodukt, das mindestens 10% Fett enthält. Schlagsahne enthält mindestens 30% Fett. Beim Schlagen der Sahne wird Luft eingerührt. An die Luftblasen adsorbieren Proteine aus der Sahne, daran lagern sich Fettteilchen an. Auf diese Weise entsteht ein Lamellensystem. Das Fett besteht aus Fettkügelchen, die aus einer hydrophilen (wasserliebenden) Außenmembran mit Wasser und Proteinen, der Grenzschicht mit oberflächenaktiven Stoffen, der Schicht aus kristallinem, festem Butterfett und dem Kern aus flüssigem Butteröl aufgebaut sind. Durch das Schlagen werden die Membranen der Fettkügelchen zerstört, und das Fett lagert sich in den Lamellen zu größeren Verbänden zusammen (aggregiert), wobei die Fettteilchen Brücken bilden zwischen den einzelnen Luftblasen. Die kristallinen, festen Fette verfestigen die Schaumlamellen (Gelierung), und die Sahne ist zur stabilen, luftigen Schlagsahne geworden.  <i>Schema der Schaumlamellen von Schlagsahne, N. Rajendran, Kulinarische Biologie und Chemie, Knecht Verlag, Landau 2002, S. 23, Abb. verändert nach: W. Ternes, Naturwissenschaftliche Grundlagen der Lebensmittelzubereitung, 2. Aufl., Behr's Verlag, Hamburg, 1994, S. 423, Abb. 12.24</i>
Entsorgung:	Alle Abfälle können im Haushaltsmüll entsorgt werden.



Schlagsahne - Lehrerarbeitsblatt

Geräte + Hilfsmittel:	elektrisches Rührgerät, 2 Schüsseln
Chemikalien und Zutaten:	Je 100g Schlagsahne (Kühlschranktemperatur und Raumtemperatur)
Durchführung:	100g gekühlte Schlagsahne wird auf höchster Stufe in ca. zwei Minuten mit dem elektrischen Rührgerät steif geschlagen. Danach werden 100g ungekühlte Schlagsahne (Raumtemperatur) in einer anderen Schüssel genauso so lange auf höchster Stufe geschlagen. Vergleichen Sie die Steifheit der Sahnen! 
Beobachtung:	Die gekühlte Sahne wird schnell cremig und nach ca. zwei Minuten steif. Die bei Raumtemperatur gelagerte Sahne wird ebenfalls cremig, aber auch nach mehr als zwei Minuten ist sie nicht mehr steif zu schlagen.
Erläuterungen + Erklärung:	Sahne ist ein Milchprodukt, das mindestens 10% Fett enthält. Schlagsahne enthält mindestens 30% Fett. Beim Schlagen der Sahne wird Luft eingerührt. An die Luftblasen adsorbieren Proteine aus der Sahne, daran lagern sich Fetteilchen an. Auf diese Weise entsteht ein Lamellensystem. Das Fett besteht aus Fettkügelchen, die aus einer hydrophilen (wasserliebenden) Außenmembran mit Wasser und Proteinen, der Grenzschicht mit oberflächenaktiven Stoffen, der Schicht aus kristallinem, festem Butterfett und dem Kern aus flüssigem Butteröl aufgebaut sind. Durch das Schlagen werden die Membranen der Fettkügelchen zerstört, und das Fett lagert sich in den Lamellen zu größeren Verbänden zusammen (aggregiert), wobei die Fetteilchen Brücken bilden zwischen den einzelnen Luftblasen. Die kristallinen, festen Fette verfestigen die Schaumlamellen (Gelierung), und die Sahne ist zur stabilen, luftigen Schlagsahne geworden. Bei hoher Temperatur ($> 17^{\circ}\text{C}$) gibt es keine oder kaum kristalline, also feste Fette. Sie sind geschmolzen und zu Butteröl geworden. Da aber nur feste, kristalline Fette die Schaumlamellen der Schlagsahne verfestigen können, werden die Lamellen gar nicht fest. Das Schlagen bewirkt nur die Zerstörung der Fettkügelchen, sodass die Butterfette auslaufen und Butterkörner bis 2 mm $\varnothing$ bilden. Diese Butterkörner schwimmen auf der restlichen Flüssigkeit, der Buttermilch. Sahne darf also nie warm geschlagen werden!  <i>Schema der Schaumlamellen von Schlagsahne, N. Rajendran, Kulinarische Biologie und Chemie, Knecht Verlag, Landau 2002, S. 23, Abb. verändert nach: W. Ternes, Naturwissenschaftliche Grundlagen der Lebensmittelzubereitung, 2. Aufl., Behr's Verlag, Hamburg, 1994, S. 423, Abb. 12.24</i>
Entsorgung:	Alle Abfälle können im Haushaltsmüll entsorgt werden.