

GESUCHT: DIE SUPERNUDEL

HINWEISE FÜR LEHRENDE

ÜBERBLICK

Die Versuchsreihe „Gesucht: die Supernudel“ besteht aus drei Arbeitsblättern („Forscherblättern“), die nicht zwingend nacheinander bearbeitet werden müssen.

DIE SUPERNUDEL 1 – DER EINSTIEG

Los geht es mit dem Kochen von Nudeln und der Zubereitung einer einfachen Soße aus Tomatenmark und Wasser. Die Forscherfragen beziehen sich auf die gekochte Nudel, die angerührte Soße und schließlich auf die Soßenmenge, die an einer Nudel hängen bleibt. Großer Wert wird auf das Führen des Laborbuches gelegt.

DIE SUPERNUDEL 2 – DAS NUDELLABOR

Hier geht es bei der Frage, wie viel Soße an einer Nudel hängen bleibt, um den Aspekt der Oberfläche. Es werden Spaghetti und Spirelli-Nudeln untersucht. Bei diesem und beim nächsten Arbeitsblatt ist zu erwarten, dass sich die einzelnen Gruppen unterschiedlichen Fragen zuwenden und diese individuell bearbeiten.

DIE SUPERNUDEL 3 – PREISVERDÄCHTIG

Bei diesem Arbeitsblatt sollen die Schülerinnen und Schüler (im Folgenden immer SuS) Nudelteige selber herstellen. Es wird untersucht, welchen Einfluss deren Zusammensetzung und Viskosität auf die Fähigkeit haben, Soße zu halten.

WICHTIGE HINWEISE – BITTE BEACHTEN

In Laborräumen darf nicht gegessen und getrunken werden. Dies gilt auch, wenn die SuS für die Untersuchung von Lebensmitteln Töpfe und Zutaten von zu Hause mitbringen. Im Normalfall müssen die zubereiteten Speisen daher leider weggeworfen werden.

PRAXISTIPP

Vielleicht ist es möglich, dieses Forschungsprojekt in die Schulküche oder in ein normales Klassenzimmer zu verlegen. Hier darf gegessen werden.

METHODISCH-DIDAKTISCHE HINWEISE

VORSCHLAG FÜR EINEN EINSTIEG

„Stell dir vor, du kochst für deine Freundinnen und Freunde und nach dem Essen fragen sie dich erstaunt, warum bei dir die Nudeln so gut schmecken. Sie werden noch mehr staunen, wenn du ihnen erzählst, dass du das wissenschaftlich herausgefunden hast.“

DIE SUPERNUDEL 1 – DER EINSTIEG

Die Einstiegsstunde sollte stärker strukturiert sein als die anderen. Da man nicht voraussetzen kann, dass alle SuS wissen, wie man Nudeln kocht, wird dies kleinschrittig im Arbeitsblatt erklärt. Es ist in dieser Stunde sinnvoll, dass alle etwa in gleichem Tempo die vorgegebenen Aufgaben erledigen. Für diese Doppelstunde reicht es aus, wenn die SuS Methoden lernen: Nudeln kochen, Nudeln und Soße beschreiben, Gewichtsunterschiede messen.

PRAXISTIPP

Die SuS arbeiten mit Sachen und Geräten, die in jeder Küche zu finden sind. Weisen Sie unbedingt klar und deutlich auf die Gefahren von heißem Wasser und Elektrizität hin. Der Boden kann rutschig werden durch heruntergefallene Lebensmittel. Daher müssen diese sofort entfernt werden.



MATERIALIEN

Die Forscher-Checklisten der Arbeitsblätter enthalten die für jede Gruppe benötigten Materialien. Aus unserer Erfahrung geben wir Ihnen darüber hinaus folgende Empfehlungen.

Stellen Sie zwei Nudelsorten ungekocht bereit. Legen Sie die Packungen mit dazu, damit die SuS sich über die Kochzeit informieren können. Vermeiden Sie Spaghetti und Spirelli, weil diese im zweiten Arbeitsblatt verwendet werden. Pro Gruppe reichen 100 g Nudeln einer Sorte aus. Wählen Sie die bereitgestellten Mengen so, dass beide Nudelarten innerhalb der Klasse verwendet werden müssen.

Legen Sie alle Materialien auf einem Tisch bereit, sodass sich die einzelnen Gruppen ihre Sachen selber holen können. Grundregel: Jeder bringt die Sachen dorthin zurück, wo er sie geholt hat.

Legen Sie auch verschiedene Utensilien aus, die gebraucht werden könnten: Schnüre, Wäscheklammern, Pinzetten, Messbecher ... Wir empfehlen, immer eine „Gedönskiste“ (siehe Seite 8) zur Verfügung zu stellen.

PRAXISTIPP

Falls in Ihrer Schule nicht genügend Töpfe, Nudelsiebe und Topflappen vorhanden sind, klären Sie mit den SuS einige Tage vorher, wer was mitbringen kann. Jede Gruppe muss versorgt sein.

ZEITBEDARF

Dieses Arbeitsblatt ist für eine Doppelstunde konzipiert. Die SuS sollten auf jeden Fall wissen, zu welcher Uhrzeit sie mit dem Putzen und Aufräumen beginnen müssen!

- ▶ Nudeln kochen: ca. 40 Minuten (incl. kurzer Einführung durch die Lehrkraft, Materialbeschaffung und Kochen)
- ▶ Experimentierphase und Führen des Laborbuches: ca. 30 Minuten
- ▶ Evtl. Essen, Putzen und Aufräumen: ca. 20 Minuten

PRAXISTIPP

Bestimmen Sie eine Schülerin oder einen Schüler, die oder der an die Aufräumzeit erinnert.

MÖGLICHE ELEMENTE DER EXPERIMENTIERPHASE

Das Zubereiten von Nudeln und Soße ist ein wesentlicher Bestandteil dieser Einheit. Daher ist es sinnvoll, auch die Eigenschaften der gekochten Nudeln und der angerührten Soße ins Laborbuch aufzunehmen. Wenn eine Verkostung nicht möglich ist, sind folgende Untersuchungen denkbar:

- ▶ Sind die Nudeln fest oder weich?
- ▶ Beginnen sie bereits sich aufzulösen?
- ▶ Sind sie im Innern noch mehlig?
- ▶ Sind sie elastisch?
- ▶ Glänzen sie oder sind sie matt?

- ▶ Wie hat sich das Gewicht der Nudeln durch das Kochen geändert?
- ▶ Ist die Soße zu wässrig oder zu fest?
- ▶ Wann ist die Soße „gerade richtig“? (Anmerkung: Auch wenn es sich um einen subjektiven Eindruck handelt, kann dieser doch exakt „wissenschaftlich“ beschrieben werden.)
- ▶ Man kann eine Nudel in die Soße hineinstecken und wieder herausziehen, man kann die Soße über eine Nudel gießen, man kann einige Nudeln mit Soße auf eine Gabel nehmen und jeweils durch eine Gewichtsmessung herausfinden, wie viel Gramm Soße an den Nudeln hängt.
- ▶ Wird eine Nudel rundherum gleichmäßig von der Soße bedeckt? An welchen Stellen bleibt mehr Soße haften?
- ▶ Wie wird die Soßenmenge eingeschätzt?

PRAXISTIPP

Wichtig ist bei diesen Experimenten, dass die SuS dazu angeleitet werden, exakte Beobachtungen zu machen und diese im Laborbuch auch festzuhalten.

DIE SUPERNUDEL 2 – DAS NUDELLABOR

Die im Arbeitsblatt genannten Fragen dienen zur Anregung. Sie müssen nicht alle bearbeitet werden; auch die Reihenfolge können die Gruppenmitglieder selbst festlegen. Es ist ebenfalls in Ordnung, wenn Gruppen andere Untersuchungen anstellen wollen. Wir halten es für wichtig, hier die Eigenständigkeit zu fördern und zu unterstützen. Verdeutlichen Sie den SuS sehr bestimmt und klar, wie wichtig in diesem Fall eine sorgfältige Laborbuchführung ist.

Sollte sich eine Gruppe an einer Frage „festbeißen“, wägen Sie ab, ob Sie das zulassen oder den SuS empfehlen, zu einem – vielleicht auch offenen – Abschluss zu kommen und sich einer neuen Frage zuzuwenden.

PRAXISTIPP

Weil das Kochen viel Zeit beansprucht, können Sie die SuS darauf hinweisen, für die folgenden Stunden bereits gekochte Nudeln mitzubringen.

MATERIALIEN

Die benötigten Materialien sind in der Forscher-Checkliste des Arbeitsblattes aufgezählt. Wir empfehlen, dass Sie den SuS zeigen, wo die einzelnen Materialien in den Schränken zu finden sind. Dann kann sich jede Gruppe nehmen, was sie braucht, und alles am Ende wieder wegräumen. Auch eine Gedöns-Kiste (siehe Seite 8) ist sinnvoll.

Die Lupe dient zum Betrachten der Nudeloberfläche. Es ist sehr schön, wenn ein Binokular zur Verfügung steht und die SuS ihre Beobachtungen möglichst genau in ihr Laborbuch zeichnen.

ZEITBEDARF

Die Gruppen werden einige Doppelstunden mit diesem Blatt beschäftigt sein. Sinn der Beschäftigung ist die Vertiefung der Forschungsarbeiten an Fragen, die die SuS interessieren.

PRAXISTIPP


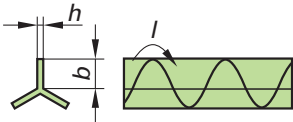
Schnellere Forschergruppen können sinnvoll beschäftigt werden, indem sie zum Weiterdenken und zu neuen Experimenten angeregt werden. Auch eine schönere Darstellung der Ergebnisse im Laborbuch ist für manche Gruppen reizvoll. Wichtig ist, dass man als Lehrkraft auf die Frage „Was kann ich noch machen?“ schnell und ruhig eine Antwort liefern kann.

MÖGLICHE ERGEBNISSE DER EXPERIMENTIERPHASE

Es gehört zum Forschen dazu, dass man Zusammenhänge herstellt und Begründungen sucht. Vermutlich wird es so sein, dass die Aussage „Die Nudelsorte xy hält pro Gramm die meiste Soße, weil ...“ nicht eindeutig beantwortet werden kann. Zu viele Faktoren haben einen Einfluss und eine vollständige Argumentation kann nicht auf Schülerniveau erfolgen. Es ist aber gewünscht, dass die SuS Vermutungen über Zusammenhänge aufstellen. Wichtig ist, dass die Vermutungen sinnvoll begründet werden.

Im Laufe der Versuchsreihe wird immer deutlicher, dass die Größe der Oberfläche einen wichtigen Einfluss auf die gehaltene Soßenmenge haben wird. Vielleicht kommen SuS auf diesen Zusammenhang. Sonst weisen Sie darauf hin, dass man die Soßenmenge auf das Gewicht oder auf die Oberfläche beziehen kann.

Die Berechnung der Oberfläche könnte nach dem Beispiel auf der folgenden Seite (oben) erfolgen.

Nudelsorte 1	Messung	Berechnung
Combino Spaghetti 	Gewicht: 0,1 g Länge l : 30 mm Durchmesser d : 2 mm	$Umfang = d \cdot \pi = 2 \text{ mm} \cdot 3,14 = 6,28 \text{ mm}$ $Mantelfläche = U \cdot l = 6,28 \text{ mm} \cdot 30 \text{ mm} = 188,4 \text{ mm}^2$ $Schnittfläche = (2 \text{ mm} / 2)^2 \cdot 3,14 = 3,14 \text{ mm}^2$ $Oberfläche = \text{Mantelfläche} + 2 \cdot \text{Schnittfläche}$ $= 188,4 \text{ mm}^2 + 2 \cdot 3,14 \text{ mm}^2 = 195 \text{ mm}^2$ $Oberfläche \text{ pro Gramm} = 195 \text{ mm}^2 / 0,1 \text{ g} = 1950 \text{ mm}^2/\text{g}$
Nudelsorte 2	Messung	Berechnung
Combino Fusilli 	Gewicht: 2,0 g Länge l : 48 mm Breite b : 5,3 mm Höhe h : 1,7 mm	$Umfang \text{ (Sternfläche)} = 6 \cdot b + 3 \cdot h$ $= 6 \cdot 5,3 \text{ mm} + 3 \cdot 1,7 \text{ mm} = 37 \text{ mm}$ $Oberfläche = U \cdot l = 37 \text{ mm} \cdot 48 \text{ mm} = 1776 \text{ mm}^2$ $Oberfläche \text{ pro Gramm} = 1715 \text{ mm}^2 / 1,2 \text{ g} = 888 \text{ mm}^2/\text{g}$

Quelle: Florian Hölz, Schüler experimentieren, 2015

In den Versuchsreihen von Florian Hölz hat sich herausgestellt, dass die Menge der aufgenommenen Soße in erste Linie von der Form und weniger von der Oberfläche abhängt. Er machte keine Aussagen zur Auswirkung des Eigehtes. Ihre SuS können zu anderen Ergebnissen kommen!

LINK

Einen guten Einstieg in die „Nudelforschung“ bietet folgende Quelle:
www.welt.de/print-welt/article698879/Raue-Oberflaeche-harter-Kern-die-perfekte-Pasta.html

DIE SUPERNUDEL 3 – PREISVERDÄCHTIG

Dieses Arbeitsblatt kann auf sehr unterschiedliche Weise bearbeitet werden. Alle SuS werden Freude bei der Teigherstellung haben. Schwächere Gruppen bleiben bei der mehr oder weniger phänomenologischen Beschreibung von Zusammenhängen, stärkere Gruppen können Theorien aufstellen und Thesen überprüfen.

Auch für eine erfahrene Lehrkraft ist es in diesem Stadium nichts Ungewöhnliches, nicht sofort alle Schülerfragen beantworten zu können. Sie und Ihre SuS betreten einen Bereich, in dem man nicht mehr „alles wissen“ kann. Hier entstehen Neugierde und der Drang zum Forschen – genau das, was wir erreichen wollen.

Wichtig ist die Systematisierung der Messungen. Aussagen über Eigehalte zum Beispiel lassen sich nur dann machen, wenn standardisierte Bedingungen vorliegen, nach denen der Teig untersucht wird. Auch ein „Kontrollversuch“, mit dem neue Ansätze verglichen werden, kann wichtig sein. An dieser Stelle wird den SuS oft die Herausforderung klar, valide Versuchsumgebungen zu schaffen. Neben den Zutaten spielt beispielsweise auch die Trocknungszeit eine Rolle für die Haltefähigkeit von Soße.

MATERIALIEN

Sie sollten sich einige Tage vorher informieren, welche Teigarten es gibt, und möglichst viele der benötigten Zutaten besorgen.

Eine Nudelmaschine ist von Vorteil, um eine gleichmäßige Konsistenz und vergleichbare Teigstärken zu erzielen.

PRAXISTIPP

Besprechen Sie einige Tage vorher mit den SuS, wer eine Nudelmaschine oder ein Nudelholz mitbringen kann. Jede Gruppe muss versorgt sein. Es gibt aufrollbare Auflagen, die ein sauberes und hygienisches Arbeiten auch auf normalen Tischen ermöglichen.

ZEITBEDARF

Je nach Art der Umsetzung wird diese Phase unterschiedlich lang dauern. Wegen des Aufwands der Teig-

herstellung muss mehr Zeit als nur eine Doppelstunde eingeplant werden. Als Gruppe in einem Klassenverband lässt sich an einem Termin jeweils höchstens ein (vorher abgesprochener) Parameter untersuchen. In freien Forschungsphasen, in denen verschiedene Gruppen unterschiedliche Dinge untersuchen, können auch mehrere Fragen gleichzeitig behandelt werden.

WEITERFÜHRENDE INFORMATIONEN

HERSTELLUNG VON NUDELTEIG

Für die Nudelherstellung gibt es zwei Verfahren: das Pressverfahren, bei dem der Nudelteig durch eine Form, die sogenannte Pressmatrize (Extruder), gepresst wird, und das Walzverfahren. Dabei wird der Nudelteig durch Walzen transportiert, bis er die gewünschte Stärke erreicht hat. So arbeiten auch Nudelmaschinen.

Um die Oberflächenbeschaffenheit der Nudeln zu beeinflussen, können die Pressformen bzw. Walzen unterschiedlich beschichtet sein. Ist die Oberfläche mit Teflon beschichtet, erhalten die Nudeln eine glatte Oberfläche, während bei einer Buntmetallbeschichtung (Bronze, Kupfer oder Messing) der Nudelteig aufgeraut wird.

Auch beim anschließenden Trocknen gibt es Unterschiede. Durch ein schnelles Trocknen bei 90 °C bis 100 °C erhalten die Nudeln eine gelbe Färbung. Auf der Oberfläche geliert dabei die Stärke, wodurch die Soßenhaftung verringert werden soll. Werden die Nudeln langsam und schonend bei 50 °C bis 60 °C getrocknet, erhalten sie eine helle, weißliche Färbung. Die Oberfläche bleibt rau und sollte dadurch die Soße besser aufnehmen.

Nudelteig lässt sich auf unterschiedliche Weise zubereiten. In Italien gelten für die Herstellung der Nudeln bestimmte Normen. Nudeln dürfen hier nur aus feinem Hartweizengrieß und Wasser hergestellt werden. Eiernudeln dürfen ebenfalls nur aus Hartweizengrieß sowie mindestens vier Eiern pro Kilo hergestellt werden (mit einem Gewicht von höchstens 200 g/kg).

VISKOSITÄT DER SOSSE

Für gute und interessierte SuS ist die Begegnung mit dem Begriff „Viskosität“ spannend, weil sich unter der Zähflüssigkeit jeder etwas vorstellen kann. Hier wird mit der dynamischen Viskosität η gearbeitet, die theoretisch von vielen Faktoren abhängt. Unter sonst gleichen Versuchsbedingungen besitzt aber jede flüssige Substanz einen spezifischen konstanten Faktor („Viskositätskonstante“), der in $\text{Pa} \cdot \text{s}$ (Pascalsekunde) angegeben wird. Über diesen Faktor, der die Zähflüssigkeit beschreibt, lassen sich unterschiedliche Flüssigkeiten recht einfach miteinander vergleichen.

Beispiele:

Substanz (bei 20 °C, wenn ohne Angaben)	η in $\text{mPa} \cdot \text{s}$
Wasser	1,0
Wasser (25 °C)	0,891
Glycerin	1480
Asphalt	$\sim 10^5$
Blut (37 °C)	4 bis 25
Traubensaft	2 bis 5
Olivienöl	$\sim 10^2$
Honig	$\sim 10^4$
Kaffeesahne	~ 10

Öl ist also etwa 100-mal zähflüssiger als Wasser und Honig noch einmal 100-mal zähflüssiger als Öl.

VERSUCH ZUR VISKOSITÄT

Dieser Versuch lässt sich auch in Forscher-AGs durchführen. Man braucht dazu gleiche Versuchsbedingungen und kann dann im Vergleich verschiedener Flüssigkeiten halbquantitative Ergebnisse erhalten in Form von „sehr viel größer“, „deutlich kleiner“ oder „in etwa gleich groß“.

Dazu benötigt man einen Drehteller, einen Kraftmesser, ein Becherglas sowie einen Akkuschauber und eine auf einen Stab montierte Dose (oder irgendeinen anderen beliebigen Zylinder).

Das Becherglas mit der zu bestimmenden Flüssigkeit steht bei der Messung auf dem Drehteller. Der Stab mit der Dose wird in den Akkuschauber eingespannt und so befestigt, dass die Dose in die Flüssigkeit taucht. Wenn der Akkuschauber angeschaltet wird und der



Versuch zur Viskosität

Zylinder im Becherglas rotiert, dreht sich aufgrund der Viskosität der Flüssigkeit das Becherglas mit. Mit dem Kraftmesser am Drehteller kann man nun messen, wie stark dieser Effekt ist. Je mehr der Kraftmesser anzeigt, umso größer ist die Viskositätskonstante. Eine zehnfache Kraft bedeutet (in etwa) eine zehnfache Viskosität.



Auf diese Weise lassen sich leicht verschiedene zähflüssige Substanzen direkt miteinander vergleichen.

LINKS

www.techniklexikon.net/d/viskositaeet/viskositaeet.htm

WETTBEWERB ZUM ABSCHLUSS

Am Ende der Einheit „Die Supernudel“ kann ein Wettbewerb stattfinden. Wir schlagen Folgendes vor:

WER IST DER BESTE NUDEL-FORSCHER?

1. Entwirf aus einem beliebigen essbaren Teig eine Supernudel, die maximal 5 cm lang ist

und die pro Gramm Nudelteig am meisten Soße hält. Gewinnen kann man nur mit einer „wissenschaftlichen“ Erklärung, warum der eigene Teig so gut sein soll!

2. „Das NUDEL-Gericht!“ – eine Jury präsentiert fünf verschiedene Nudeln. Welches wird die beste Nudel sein? Ein „wissenschaftlicher“ Test entscheidet über den Sieg.

DIE SUPERNUDEL 1 – DER EINSTIEG

Forscher-Checkliste	
	ein großer Topf für die Nudeln, ein kleiner Topf für die Soße
	Salz
	eine Nudelsorte nach freier Wahl
	Soßenzutaten (Tomatenmark oder Bratensoße zum Anrühren und Wasser)
	Waage
	Nudelsieb
	Stoppuhr
	elektrische Herdplatte
	2 Topflappen
	Alufolie zum Schutz des Tisches
	Kochlöffel oder Glasstab zum Umrühren
	Fehlt noch etwas? Besprich es mit deiner Lehrkraft.

Wann ist für dich eine Nudel eine „Supernudel“? Das soll nun in einer Forschergruppe untersucht werden.

VORBEREITUNGEN

Sprich dich mit deiner Gruppe ab, welche Nudelsorte ihr untersuchen wollt.

Zuerst sollte das Wasser aufgesetzt werden, weil das Kochen der Nudeln einige Zeit braucht. In der Zwi-

ERSTER EINTRAG INS LABORBUCH

- ▶ Name des Forscherblattes, Datum
- ▶ Mitglieder der Gruppe mit Aufgabenzuordnung (Protokoll? Zeitmanager?)
- ▶ Welche Forscherfrage wollt ihr beantworten? Ein Plan in Stichworten hilft!

Auch alle weiteren Versuche müssen im Laborbuch protokolliert werden.

AUCH DAS GEHÖRT INS LABORBUCH

- ▶ Welche Nudelsorte habt ihr gewählt?
- ▶ Welche Menge Nudeln gebt ihr in welche Menge Wasser?
- ▶ Wie lange haben die Nudeln gekocht?
- ▶ In welchem Mengenverhältnis wurden die Zutaten für die Soße angerührt?

schenzeit kannst du die restlichen Materialien aus der Forscher-Checkliste besorgen, die Soße anrühren und das Laborbuch führen.

KOCHREZEPT NUDELN UND SOSSE

ACHTUNG

Falls der Unterricht in einem naturwissenschaftlichen Fachraum stattfindet, darf nichts gegessen oder getrunken werden. Auch ein Probieren, ob die Nudeln gar sind, ist verboten.

- ▶ Ein bis zwei Liter Wasser in einen großen Topf füllen und etwas Salz dazugeben. Auf einer Herdplatte zum Kochen bringen.

ACHTUNG

Heißes Wasser und Wasserdampf sind gefährlich. Gehe vorsichtig damit um und achte darauf, dass immer eine Person aus deiner Gruppe bei dem Topf mit heißem Wasser aufpasst.

- ▶ Gib die Nudeln vorsichtig ins kochende Wasser und stelle die Herdplatte auf mittlere Hitze so ein, dass das Wasser gerade noch blubbert. Rühre die Nudeln kräftig durch, damit sie nicht zusammenkleben. Informiere dich, wie lange die Nudeln kochen sollen, und rühre auch zwischendurch immer wieder um.
- ▶ Du kannst jetzt schon Topflappen bereitlegen und das Nudelsieb in die Spüle stellen.
- ▶ **Während die Nudeln kochen, kannst du die Soße zubereiten:** Verrühre Tomatenmark mit Wasser zu einer dickflüssigen Soße oder rühre die Bratensoße mit Wasser an. Notiere die verwendeten Mengen. Ein Erwärmen der Soße ist nicht unbedingt notwendig.
- ▶ Gieße die Nudeln mit dem Nudelwasser nach Ablauf der Kochzeit vorsichtig in das Sieb. Spüle die Nudeln kurz mit kaltem Wasser ab und stelle sie mit dem Nudelsieb in den Topf, damit sie abtropfen können. Fertig. Gieße die Soße noch **nicht** über die Nudeln!

JETZT KANN DAS FORSCHEN BEGINNEN

ERSTER FORSCHUNGSSCHRITT: NUDELN UND SOSSE GETRENNT UNTERSUCHEN

Wenn du die Nudeln und die Soßen aller Gruppen betrachtest, wirst du Gemeinsamkeiten und Unterschiede feststellen. Überlege gemeinsam mit deinen Gruppenmitgliedern,

- ▶ wie ihr die Nudeln am besten beschreiben könnt (als Hilfe einige Stichworte: fest, glänzend, elastisch, innen mehlig, klebrig, schwer, wässrig, krümelig),
- ▶ welche Untersuchungen ihr noch machen könnt,
- ▶ welche Messverfahren ihr anwenden möchtet.

Übrigens: Es empfiehlt sich, jede Messung mehrmals zu machen, um Messfehler auszuschließen.

Tipp: Mittelwerte bilden.

DAS GEHÖRT INS LABORBUCH

Du musst die Ergebnisse eurer Überlegungen notieren. Beginne am einfachsten mit der Beschreibung der Nudeln:

- ▶ Nach welchen Kriterien sollen die Nudeln untersucht werden?
- ▶ Wie kann man die gekochten Nudeln beschreiben?
- ▶ Gibt es in den anderen Gruppen ähnliche oder ganz andere Ergebnisse?

Als Antwort kannst du beschreibende Sätze, Skizzen mit Erläuterungen oder Tabellenwerte wählen.

- ▶ Ergänze dein Laborbuch mit den Untersuchungen der Soße. Orientiere dich an den oben genannten Fragen.

ZWEITER FORSCHUNGSSCHRITT: NUDELN MIT SOSSE UNTERSUCHEN

Endlich kommen Nudeln und Soße zusammen. Gehe behutsam vor und schütte nicht gleich die ganze Soße über alle Nudeln. Diskutiert auch hier in der Gruppe, was ihr untersuchen wollt und vor allem: wie ihr die Soße auf die Nudel bringt. Man kann Nudeln mit Soße zum Beispiel überschütten, Nudeln mit Soße bestreichen oder sie in Soße eintauchen. Wenn du Nudeln mit Soße wiegen möchtest, benutze immer ein Schälchen oder Alufolie zum Drunterlegen.

DAS GEHÖRT INS LABORBUCH

- ▶ Welche Untersuchungen an den Nudeln mit Soße wurden durchgeführt?
- ▶ Welche Nudelsorte wurde untersucht?
- ▶ Welche Soße wurde benutzt?
- ▶ Wie sehen die Ergebnisse aus?



UND ZUM SCHLUSS

- ▶ Falls ihr etwas essen dürft: Guten Appetit.
- ▶ Vergleiche die unterschiedlichen Ergebnisse der einzelnen Gruppen miteinander.
- ▶ Zum Schluss wird aufgeräumt und alles gesäubert, auch die Tische und der Boden.

DIE SUPERNUDEL 2 – DAS NUDELLABOR

Forscher-Checkliste	
	Spaghetti und Spirelli
	Thermometer
	Waage
	Lineal
	Messschieber (Schieblehre)
	Lupe (evtl. Binokular)
	Außerdem brauchst du natürlich wieder die Dinge zum Kochen und Testen vom vorigen Forscherblatt (Die Supernudel 1 - der Einstieg)

Als echter Forscher kannst du noch genauer herausfinden, was eine Nudel zur Supernudel macht. Sprich dich mit deiner Gruppe ab, welche der genannten Fragen ihr in welcher Reihenfolge bearbeiten wollt. Vielleicht interessiert dich eine andere Fragestellung zur Nudel und du möchtest in dieser Richtung arbeiten. Eure Lehrkraft wird euch informieren, wie viel Zeit ihr für eure Forschungen habt.

VORBEREITUNGEN

Ihr werdet zahlreiche Messungen durchführen. Es ist sinnvoll, die Aufgaben vorab zu verteilen:

- ▶ Denkt an den „Ersten Eintrag ins Laborbuch“.
- ▶ Wer ist mit Protokollschreiben an der Reihe?
- ▶ Wer kann geschickt mit den Materialien umgehen?
- ▶ Wer kann Messwerte exakt ablesen und klar diktieren?
- ▶ Mit welcher Forscherfrage will die Gruppe beginnen?

ALLGEMEINE UNTERSUCHUNGEN

Nun geht es los! Bearbeite die folgenden Fragen für beide Nudelarten in beliebiger Reihenfolge.

- ▶ Hält eine doppelt so schwere Nudel die doppelte Soßenmenge?
- ▶ Halten zwei Nudeln die doppelte Soßenmenge?
- ▶ Bleibt mehr Soße an der Nudel hängen, wenn die Soße wässrig oder dickflüssig ist? Gibt es eine optimale Soßenkonsistenz?
- ▶ Bleibt mehr Soße an der Nudel hängen, wenn die Soße heiß oder kalt ist? Gibt es eine optimale Soßentemperatur?
- ▶ Falls du die Nudeln essen darfst: Gilt die Regel „Je mehr Soße, desto leckerer“? Kommt ihr alle zum gleichen Ergebnis?
- ▶ Gibt es eine optimale Soßenmenge?

FÜR SPAGHETTI-FANS

- ▶ Ist es für die aufgenommene Soßenmenge egal, ob eine Spaghetti langgestreckt ist oder zusammengerollt?
- ▶ Wie viele Spaghetti nimmst du beim normalen Essen auf die Gabel? Wie viel Soße ist mit dabei?
- ▶ Zum Weiterforschen: Wie unterscheiden sich Spaghetti verschiedener Hersteller?

FÜR SPIRALNUDEL-FANS

- ▶ Wie hängen der Abstand der Wicklungen und die Soßenmenge zusammen? Gibt es eine optimale Spiralenhöhe?
- ▶ Gibt es einen Zusammenhang zwischen Soßenmenge und Durchmesser der Spirelli?
- ▶ Es gibt Spirelli, deren Oberfläche geriffelt ist. Welche Rolle spielt diese Struktur?

UNTERSUCHUNGEN FÜR SPEZIALISTEN

- ▶ Welche Rolle spielt eigentlich das Ende einer Nudel? (Macht es einen Unterschied, ob man 10 cm, 15 cm oder 20 cm vom Ende einer Spaghettinudel untersucht?)
Tipp: Hier ist ein Schaubild sinnvoll; die Soßenmenge auf der y-Achse, die Nudellänge auf der x-Achse abtragen.
- ▶ Behauptung: Aufgerollt schmecken Spaghetti noch besser. Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Menge der Soße und der Anzahl der Spaghetti in einem „Nest“?
- ▶ Was meinst du: Hält eine doppelt so dicke Spaghetti auch doppelt so viel Soße?
Tipp: Hier könntest du eine Theorie aufstellen. Eine ideale Spaghettinudel hat ja die Form eines Zylinders.



DAS GEHÖRT INS LABORBUCH

- ▶ Name des Forscherblattes, Datum
- ▶ Mitglieder der Gruppe mit Aufgabenzuordnung
- ▶ Welche Nudelsorte hast du (heute) untersucht?
- ▶ Welche Fragen hast du (heute) bearbeitet?
- ▶ Bei Messungen: Trage alle gemessenen Werte mit Einheiten in übersichtliche Tabellen ein.
- ▶ Welche Ergebnisse hast du herausgefunden? Formuliere sie in Sätzen.
- ▶ Vermutest du schon Zusammenhänge?
- ▶ Konntest du Fragen nicht beantworten? Nenne den Grund.
- ▶ Was willst du in der nächsten Stunde untersuchen?



DIE SUPERNUDEL 3 – PREISVERDÄCHTIG

Forscher-Checkliste	
	Zutaten für den Teig (Hartweizengrieß/Mehl, evtl. Eier, Salz, Wasser)
	Schüssel, saubere Arbeitsfläche
	Nudelholz Tipp: Eine Nudelmaschine ist von Vorteil, um vergleichbare Teigstärken zu erzielen.
	Stoppuhr zur Bestimmung des Fließverhaltens
	Messschieber (Schieblehre)
	Lupe (evtl. Mikroskop)
	Thermometer
	Lineal
	Messer zum Zuschneiden der Nudeln
	Außerdem brauchst du natürlich wieder die Dinge zum Kochen und Testen vom ersten Forscherblatt (Die Supernudel 1 - der Einstieg)

Jetzt wirst du zum wahren Nudlexperten. Du hast schon gesehen, dass es Nudeln gibt, an denen die Soße besser haftet als an anderen. Das kann auch an den Zutaten und der Herstellungsart des Teiges liegen. Stelle deinen eigenen Supernudelteig her.

NUDELTEIG HERSTELLEN

- ▶ Informiere dich über unterschiedliche Nudelteigarten.
- ▶ Sprich dich mit der Gruppe ab, welchen Teig ihr herstellen wollt.
- ▶ Achte beim Zubereiten auf Sauberkeit – insbesondere, wenn du die Nudeln essen willst.
- ▶ Mit welcher Forscherfrage will die Gruppe beginnen? – Und los geht's!

NUDELTEIG UNTERSUCHEN

- ▶ Welche Rolle spielen die Teigzutaten bei der „Soßenhaltefähigkeit“? Verändere verschiedene Einzelheiten („Parameter“) des Teigs und miss ihren Einfluss (z.B. Wassergehalt, Grieß- bzw. Mehlsorte, mit Ei/ohne Ei ...).
- ▶ Welche Rolle spielt die Form der Nudel? Entwirf aus deinem Nudelteig eigene Formen und teste, wie sie die Soße halten.
- ▶ Wie bindet eigentlich Soße an die Nudel? Untersuche dazu einen Tropfen Soße auf einer Nudeloberfläche unter dem Mikroskop und entwickle eine Theorie, was der Grund für die Bindung zwischen Nudel und Soße sein könnte.
- ▶ Entwickle ein Verfahren zum Testen des Soßenfließverhaltens auf Nudelteig und teste verschiedene Teigsorten.
- ▶ Welche Rolle spielt das Salz? Untersuche die Abhängigkeit des Salzgehaltes in Soße und Nudelnwasser von der „gehaltenen“ Soßenmenge.
- ▶ Welche Rolle spielt ein Riffelmuster? Kannst du die Soßenmenge bei unterschiedlich vielen Riffeln theoretisch vorhersagen?

EINEN FORSCHERPREIS GIBT ES NUR MIT LABORBUCH!

Du wirst viel ausprobieren und kannst nur mit einem sorgfältig geführten Laborbuch den Überblick behalten.

Hier zwei Tipps:

- ▶ Ein Gruppenmitglied wird bestimmt, das während der Versuche Notizen macht und die Messergebnisse aufschreibt.
- ▶ Ein anderes Gruppenmitglied achtet darauf, dass nach abgeschlossenen Teilversuchen die Notizen und Ergebnisse im Laborbuch vollständig sind.

Die Laborbuchhinweise aus den vorigen Versuchsreihen gelten auch hier.