

STEMkey-
Modul IO4



Anatomie und Physiologie des Menschen mit Smartphones

Die Autoren: Andrej Šorgo & Vida
Lang

Aktivität 4 - Gerinnung von Proteinen

Dieses Arbeitsblatt basiert auf der Arbeit im Rahmen des Projekts "Teaching standard STEM topics with a key competence approach (STEMkey)". Koordination: Prof. Dr. Katja Maaß, Internationales Zentrum für MINT-Bildung (ICSE) an der Pädagogischen Hochschule Freiburg, Deutschland. Partner: Karls-Universität, Universität Konstantin der Philosoph, Universität Hacettepe, Institut für Pädagogik der Universität Lissabon, Norwegische Universität für Wissenschaft und Technologie, Universität Innsbruck, Universität Maribor, Universität Nikosia, Naturwissenschaftliche Fakultät der Universität Zagreb, Universität Utrecht, Universität Vilnius.

Das Projekt STEMkey wurde durch das Programm Erasmus+ der Europäischen Union unter der Finanzhilfvereinbarung Nr. 2020-I-DE01-KA203.005671 kofinanziert. Weder die Europäische Union/Europäische Kommission noch der Deutsche Akademische Austauschdienst DAAD sind für den Inhalt verantwortlich oder haften für Verluste oder Schäden, die aus der Nutzung dieser Ressourcen entstehen.

© STEMkey-Projekt (Zuschuss Nr. 2020-I-DE01-KA203.005671) 2020-2023, federführende Beiträge für STEMkey-Modul IO4 der *Universität Maribor, Fakultät für Naturwissenschaften und Mathematik*. CC-NC-SA 4.0 Lizenz erteilt.



Modul IO4. Anatomie und Physiologie des Menschen mit Smartphones

Tätigkeit 4: Gerinnung von Proteinen

Zielsetzungen

Die Schüler:innen verwenden einen Lichtsensor eines Smartphones als dynamisches Farbmessgerät in einer experimentellen Aktivität zur Gerinnung von Proteinen.

Hintergrund

Sensoren in einem Smartphone können ein nützliches und effektives Instrument zur Erfassung von Daten in verschiedenen Umgebungen sein. Die Fähigkeiten eines Smartphones hängen von der Art des Telefons ab, aber die meisten sind mit einer Kamera ausgestattet, die es ermöglicht, es mit einer der vielen online verfügbaren Apps als Belichtungsmesser zu verwenden. Bei der beschriebenen Aktivität war Phyphox eine gute Wahl.

Proteine spielen im menschlichen Körper und in den Körpern aller Lebewesen eine wichtige Rolle. Sie sind jedoch instabil und viele Faktoren wie Hitze, Säuren, Basen und viele andere führen zu ihrer Denaturierung (Gerinnung). Einige der bekanntesten Beispiele sind die Gerinnung eines Eies oder die Blutgerinnung.

Die Aufgabe der Übung besteht darin, die Gerinnung von Eiklar als Modell für die Vorgänge im menschlichen Körper zu erforschen, wobei ein Smartphone als Messinstrument verwendet wird.



Arbeit in Paaren



60 min

Lernziele

Nach Abschluss der Lektion werden die Schüler:innen Folgendes können:

- 1) Es ist möglich, Ihr Smartphone als Instrument zur Datenerfassung zu nutzen.
- 2) Sie können Ihr Smartphone in ein dynamisches Farbmessgerät verwandeln.
- 3) Grundlegende optische und technische Prinzipien, wie dies zu bewerkstelligen ist.

Sie werden dazu in der Lage sein:

- 4) Eigenes "dynamisches Farbmessgerät" konstruieren.
- 5) Einen Lichtsensor zu verwenden, um Lichtveränderungen in der Natur/im Labor zu quantifizieren.
- 6) Die Eignung der verwendeten Technologie bewerten.
- 7) Verbesserungsvorschläge und Alternativen zu dem in einer Laborsitzung konstruierten Gerät machen.

Fertigkeiten:

- Technologische Kompetenz: Die Schüler:innen entwickeln Fähigkeiten im Umgang mit den Merkmalen und Funktionen ihrer Smartphones, einschließlich der Kamera, der Internetverbindung und der Installation von Apps.

- **Kamerakenntnisse:** Die Schüler:innen verbessern ihre Fähigkeit, klare und aussagekräftige Fotos und Videos zu machen und dabei Beleuchtung, Fokus und Komposition zu berücksichtigen.
- **Fähigkeiten zur Online-Recherche:** Die Schüler:innen erwerben Fähigkeiten zur Durchführung von Online-Recherchen, zur Bewertung der Glaubwürdigkeit von Quellen und zum Zugriff auf seriöse Online-Ressourcen im Bereich der menschlichen Anatomie und Physiologie.
- **Digitale Organisation:** Die Schüler:innen lernen den Umgang mit Apps für Notizen und Organisationsfunktionen auf ihren Smartphones, um digitale Notizen, Lesezeichen und Ordner für einen effizienten Zugriff auf Ressourcen zu erstellen und zu organisieren.

Haltung:

- **Wertschätzung für Smartphone-Funktionen:** Die Schüler:innen entwickeln ein Verständnis für die Vielseitigkeit und das Potenzial von Smartphones als wertvolle Werkzeuge für das Lernen und Erforschen im Bereich der menschlichen Anatomie und Physiologie.
- **Offenheit für die Integration von Technologie:** Die Schüler:innen entwickeln eine positive Einstellung zur Integration von Technologie in den Unterricht und erkennen deren Vorteile für die Verbesserung der Lernerfahrung.

Beschreibung der Sitzung

- Vorbereitungen für den Laborunterricht
- Arbeit im Labor
- Hausaufgaben und Aufträge
- Summative Bewertung

Ein Beispiel für biologische Laborarbeit im Rahmen eines angepassten Unterrichts und der Einbeziehung moderner Arbeitsmethoden ist die Wirkung verschiedener Substanzen auf die Eiweißgerinnung. Neben dem Erwerb von Wissen und Fertigkeiten kann die Laborübung auch Motivation, Emotionen und Spaß im Zusammenhang mit informellen Erfahrungen (z. B. die Zubereitung von Eierspeisen) und die Nutzung von Smartphones beinhalten. Auf diese Weise können die Schüler:innen nicht nur Wissen und handwerkliche Fähigkeiten erwerben, sondern auch Informations- und Computerkenntnisse entwickeln und ihre digitale Kompetenz stärken.

Ziel und Zweck der Forschung ist es, die Verwendung von Smartphones als Werkzeug zur Messung und Kontrolle von Messdaten zu präsentieren. Als Vorlage für die Präsentation wurde eine Laborarbeit über die Eiweißgerinnung in Eiklar gewählt. Die Laborarbeit in ihrer ursprünglichen Form wurde entwickelt, um in einer computergestützten Laborarbeit mit stationären Computern und dem e-ProLab Analog-Digital-Wandler durchgeführt zu werden. Bei dieser Anpassung einer Laborübung zur Messung der Gerinnungsrate von Proteinen mit einem Mobiltelefon wurde ein in das Telefon eingebauter Belichtungsmesser verwendet, der durch die entsprechende Anwendung aktiviert wurde. Die Laborübung basierte auf der Demonstration der Wirkung verschiedener Gerinnungsmittel (Temperatur, Säure und Alkohol) und des Unterschieds zwischen der Transparenz einer Eiweißsuspension vor und nach der Gerinnung. Anstelle von Salzsäure, die

im Verdauungssystem vorkommt, haben wir Essigsäure verwendet, die wir alle zu Hause haben, um die Simulation von Magensaft zu zeigen. Die Ergebnisse der durchgeführten Messungen werden anhand von realen Beispielen erläutert, z. B. wird die Wirkung der Temperatur auf Proteine sinnvollerweise mit den Vorgängen im menschlichen Körper während eines Sonnenbads in Verbindung gebracht, die Wirkung von Säure mit den Vorgängen im Magen und die Wirkung von Alkohol auf die Gerinnung mit den Vorgängen in Zellmembranen.

In dieser Übung werden die Lernenden ihr Smartphone als Gerinnungssensor verwenden.

Aktivität 3: Gerinnung



Arbeitsblatt

BELICHTUNGSMESSER IM MOBILTELEFON

Smartphones mit all ihren Funktionen und Messgeräten können ausgezeichnete experimentelle und didaktische Werkzeuge sein. Der Belichtungsmesser ist auf dem Smartphone aktiviert und wird verwendet, um die Belichtung auf dem LCD-Bildschirm zu kontrollieren und kann die Helligkeit des Bildschirms automatisch anpassen.

Die Leuchtkraft ist eine physikalische und photometrische Größe, mit der wir den gesamten Lichtstrom messen, der auf eine Fläche fällt oder von einer Flächeneinheit in einem Raumwinkel emittiert wird, oder die Leuchtdichte pro Flächeneinheit des Lichts, das sich in eine bestimmte Richtung bewegt. Die Helligkeit wird in Einheiten gemessen, die Lux genannt werden - dies ist die Einheit der Lichtleistung, mit der wir den Lichtstrom pro Flächeneinheit berechnen. Die Leuchtdichte beschreibt, wie stark eine Lichtquelle das menschliche Auge erreicht.

Der Belichtungsmesser auf dem Smartphone kann mit verschiedenen Anwendungen aktiviert und getestet werden, unter anderem mit der Phyphox-Anwendung. Die geschriebene Anwendung wurde an der RWTH (Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule) entwickelt und ist für Android-Systeme bei Google Play verfügbar. Die Anwendung kann kostenlos heruntergeladen werden. Zusätzlich zu allen anderen Funktionen der Phyphox-Anwendung können wir auch die Lichtintensität messen. In Echtzeit zeichnet die Anwendung ein Diagramm, das die Beziehung zwischen Zeit und Lichtintensität zeigt. Phyphox unterstützt den Lichtsensor auf iOS-Geräten nicht. Wenn du einen Lichtsensor benötigst, musst du ein Android-Gerät oder eine andere Lichtmess-App zum Testen verwenden.

Proteine sind unverzichtbare Biomoleküle, die in allen lebenden Organismen vorkommen. Ihre Vielfalt in Struktur und Funktion ergibt sich aus der Vielfalt ihrer monomeren Einheiten, den Aminosäuren. Sie sind an fast allen biologischen Prozessen beteiligt, die für das Leben der Organismen wichtig sind. Die Eigenschaften von Proteinen, einschließlich der Gerinnung, sind gut erforscht. Eiklar enthält Proteine, die nicht hitzebeständig sind. Die Temperatur, der Eiweißmoleküle standhalten können, hängt von

ihrer Struktur ab. Die Energiezufuhr beim Erhitzen führt dazu, dass die Bindungen in den Eiweißmolekülen aufbrechen - ein Phänomen, das als Gerinnung bekannt ist. Die Gerinnung kann auch auf andere Weise erfolgen, z. B. mit Säuren und Basen, mit Schwermetallsalzen, anderen Proteinen (z. B. Proteine in Schlangengift, Lab) und mit einer Reihe von organischen Verbindungen (Alkohole, Alkaloide). Irreversible Gerinnung ist auch die Gerinnung von Eiweiß beim Erhitzen in einer Pfanne. Bei der Lösungs-koagulation wird das Eiweiß von der Suspension getrennt (ausgefällt).

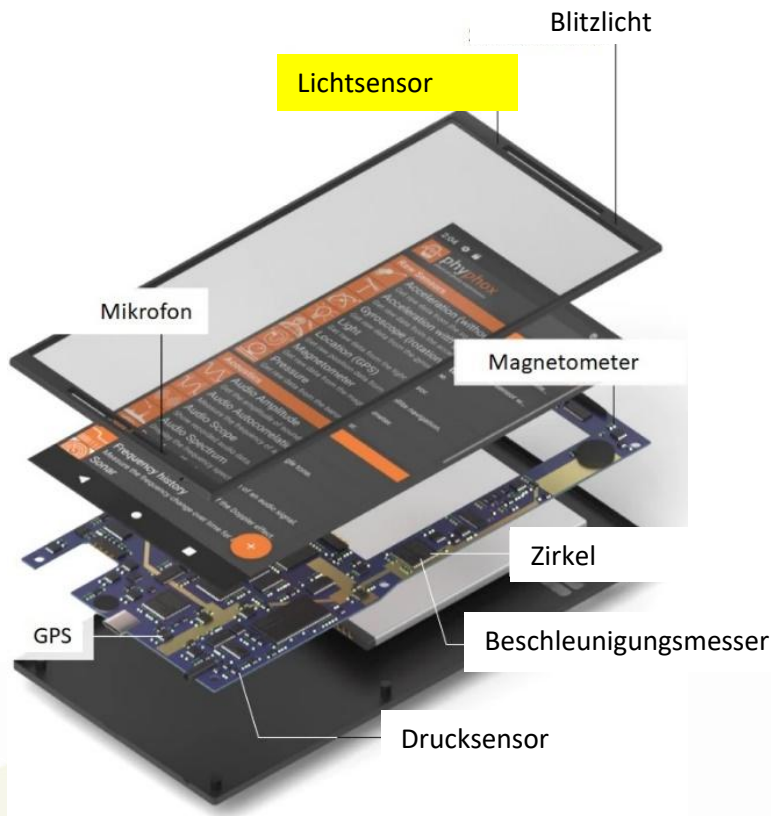


Foto: Messgeräte in einem Mobiltelefon, die für experimentelle Arbeiten verwendet werden können (Phyphox)

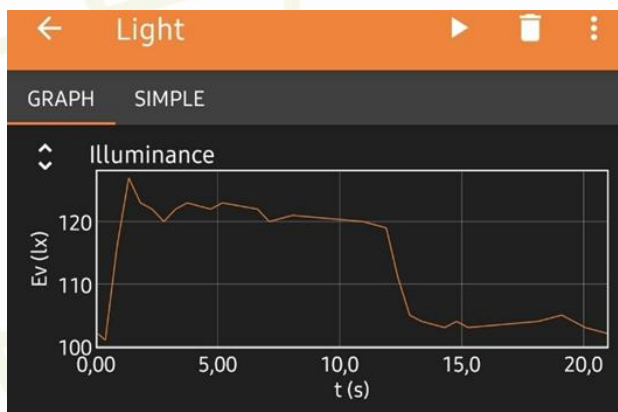


Foto: Beispiel für die Anzeige der Ergebnisse einer Lichtmessung in Echtzeit (Smartphone-Bildschirmaufnahme, Copyright-Bild).

Die gewählte Phyphox-Anwendung hat einige Vorteile bei der Darstellung von Konzepten, da die gemessenen Daten direkt und drahtlos nach Excel exportiert und analysiert werden können. Wir können die Daten auch speichern oder sie mit jeder anderen Anwendung auf dem Telefon teilen.

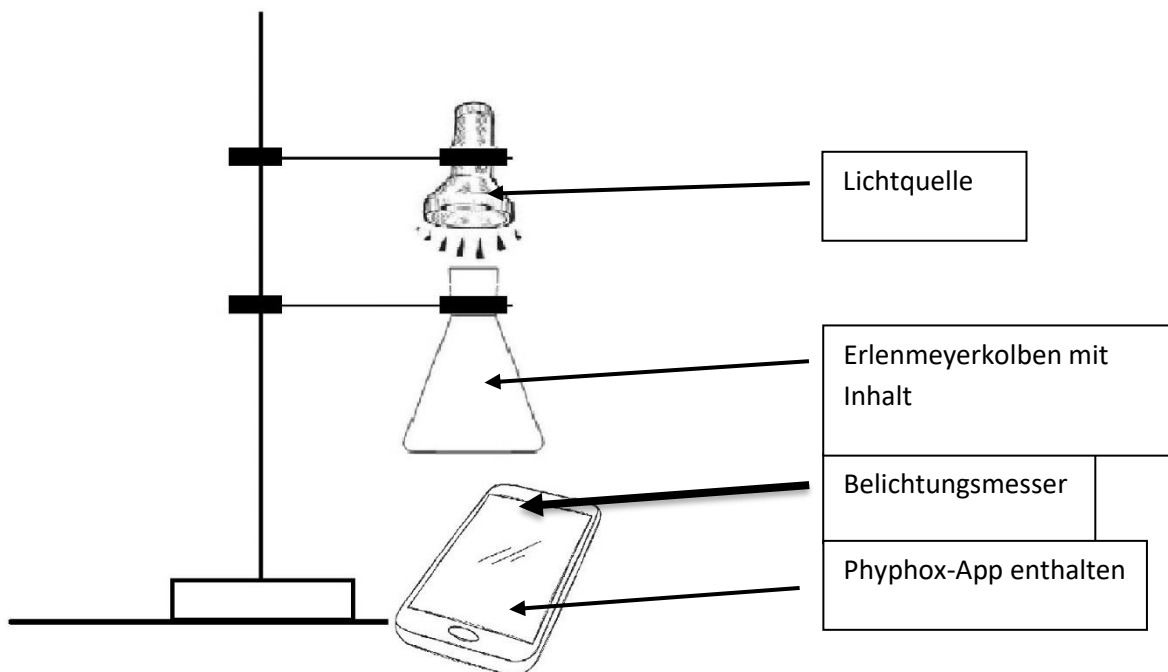


LASST UNS EXPERIMENTIEREN

Teil 1: Gerinnung

Für den experimentellen Teil benötigen wir Inventar und Chemikalien, die auch zu Hause zu finden sind, so dass der experimentelle Teil in der häuslichen Umgebung durchführbar ist. Das Material ist in Tabelle 1 aufgeführt. Die Eiweißsuspension wird aus Hühnereiern in einem Volumenverhältnis von 1:1 hergestellt. Die Eier werden mit der Hand aufgeschlagen, das Eiweiß wird vom Eigelb getrennt. Das Eiweiß wird mit einem Glasstab vorsichtig von Hand verrührt und dann eine Suspension aus Eiweiß und Wasser im Volumenverhältnis 1:1 hergestellt.

Bestandsaufnahme	Chemikalien
<ul style="list-style-type: none"> - Ständer - Universal-Klemme, - Doppelmuff, - Erlenmeyerkolben, - Heizung, - Thermometer, - Smartphone (Phyphox-Anwendung), - eine Taschenlampe (oder eine Taschenlampe an einem Mobiltelefon). 	<ul style="list-style-type: none"> - Suspension von Eiweiß mit Wasser (1:1), - Wasser mit unterschiedlichen Temperaturen (25 °C, 65 °C, 80 °C, 100 °C), - Essigsäure, $\text{CH}_3\text{COOH}(\text{aq})$ verschiedene Konzentrationen (9%, 25%, 50%, 99%), - Ethanol $\text{C}_{(2)}\text{H}_5\text{OH}(\text{aq})$ verschiedene Konzentrationen (70%, 96%)



Skizze des zusammengebauten Geräts (Bild des Autors).

Wir bauen die Apparatur zusammen (Abb.), indem wir die Klemme an einem Stativ mit doppeltem Boden befestigen, in das wir einen Erlenmeyerkolben einspannen. Über dem Erlenmeyerkolben befestigen wir einen weiteren Zapfen, auf den wir eine Lampe oder ein Handy mit Lampe stellen. Unter den Erlenmeyerkolben legen wir ein Smartphone, auf dem wir die Phyphox-Anwendung und die Funktion "Lichtsensor" starten, um die Beleuchtung zu messen. Wenn das Experiment in der häuslichen Umgebung durchgeführt wird, bauen wir ein ähnliches Gerät aus den zu Hause verfügbaren Werkzeugen zusammen. Wir müssen darauf achten, dass sich das Telefon während der Messung immer am selben Ort befindet.

Bereite eine Eiweißlösung im Volumenverhältnis 1:1 vor. Stelle das Wasser im Becherglas auf die Heizung und prüfe die Temperatur des Wassers, das wir für das Experiment benötigen.

- Gebe 4 mL der Proteinsuspension zu der Blindprobe im Erlenmeyerkolben. Wir leuchten mit dem Licht durch den Erlenmeyerkolben und beginnen mit der Messung der Lichttransmission durch die Probe mit der Anwendung.
- Das Experiment wird mit der Zugabe weiterer Chemikalien fortgesetzt, indem zunächst die Transmission von 4 ml der Proteinsuspension gemessen, die Anwendung gestoppt, 5 ml einer Chemikalie zugegeben und die Messung fortgesetzt wird.
- Wir exportieren die Daten in Excel und werten sie aus.



- Wir achten darauf, dass wir während der Messung an der gleichen Stelle stehen und keinen unnötigen Schatten erzeugen.
- Wir wiederholen die Messungen dreimal mit jeder Probe.

Während der experimentellen Arbeiten überprüfen wir die Veränderungen in der Helligkeit der Proteinlösungen vor und nach der Koagulation. Die Koagulation wurde bei verschiedenen Wassertemperaturen und mit verschiedenen Chemikalien durchgeführt: Essigsäure in verschiedenen Konzentrationen, Ethanol in verschiedenen Konzentrationen. Zum Vergleich der Ergebnisse wurde allen Wiederholungen die gleiche Menge an Koagulierungsmittel zugesetzt. Das Ergebnis der Gerinnung des Eiklar ist eine optische Veränderung aufgrund der Umwandlung des inneren Systems und der Gerinnung der Eiklarproteine. Das Belichtungsmessgerät erkennt eine Abnahme der Transparenz der Eiklar-Suspension während der Eiweißgerinnung, und es erkennt auch die Geschwindigkeit der Gerinnung, wenn eine bestimmte Chemikalie oder ein Mittel, das die Gerinnung auslöst, hinzugefügt wird.

Ergebnisse:

- Einfluss der Temperatur auf Proteine

Die Schüler:innen diskutieren und lernen, was mit den Proteinen im menschlichen Körper passiert, wenn sie übermäßigem Sonnenlicht ausgesetzt sind.

- Wirkung von Essigsäure auf Proteine

Die Schüler:innen lernen, wo und wie Säuren im menschlichen Körper wirken.

- Wirkung der Alkohole auf Proteine

Die Schüler:innen lernen die Auswirkungen von Alkohol auf die Zellmembranen im menschlichen Körper kennen.

BEWERTUNG DES WORKSHOPS:

Wir sind an Ihrer Meinung über die Verwendung des Tablets im Workshop interessiert:

1. Aufgrund der Verwendung von "Smartoscope" war die Übung:

(Bitte nur einen Kreis in jeder Zeile ankreuzen).

	1 - Ich stimme überhaupt nicht zu	2 - Ich stimme nicht zu	3 - Ich stimme teilweise nicht zu	4 - Ich stimme weder noch zu	5 - Ich stimme teilweise zu	6 - Ich stimme zu	7 - Ich stimme völlig zu
a) lustig	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
b) lehrreich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
c) verständlich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
d) schlicht/einfach	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
e) erfolgreich	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Eigenes Fazit: Wir haben ein Beispiel für eine Laborübung zum Thema Eiweißgerinnung unter Verwendung eines Mobiltelefons und eines Belichtungsmessers untersucht. Die Laborübung eignet sich für die Durchführung in der Primar- und Sekundarstufe als Studie über den Einfluss verschiedener Faktoren auf die Eiweißgerinnung. Die Ergebnisse entsprechen den erwarteten Ergebnissen für die meisten der untersuchten Faktoren, jedoch ist die fragliche Methode nicht geeignet, um genauere Labormessungen und wissenschaftliche Studien zur Gerinnung durchzuführen. Mit dieser Übung zeigen wir den Schüler:innen die Gerinnung von Proteinen auf einfache und verständliche Weise und schulen sie gleichzeitig in der Laborarbeit. Für die Laborübung wurden die frei verfügbare Phyphox-Anwendung und Materialien verwendet, die den Schüler:innen auch zu Hause zur Verfügung stehen, insbesondere in Fällen von Schulschließungen, wie während der Covid-19-Epidemie, bei denen die Laborarbeit vernachlässigt wurde. Aus den Ergebnissen der Übung schließen wir, dass Smartphones mit eingebauten Messgeräten eine geeignete Messhilfe für Laborarbeiten sind, die im Lernprozess in der häuslichen Umgebung oder im Fernunterricht durchgeführt werden können.