

Biologie – Eierschale

Was passiert mit einem Hühnerei, wenn Du seine feste Schale entfernst?

Zyklus 2-4

Dauer: 30 Minuten. Das Auflösen der Eierschale dauert mindestens 3 Tage.

Benötigtes Material:

- 1 rohes Ei
- Essig
- Glas
- Wasser
- Tuch oder Papiertuch

Das aufgelistete Material reicht für ein einzelnes Experiment. Je nach Vorgehensweise (SchülerInnenanzahl, Einzel- oder Gruppenarbeit, o.ä.) musst Du die angegebenen Mengen anpassen.



Sicherheitshinweise

Das Ei sollte nach dem Versuch nicht mehr verzehrt werden.

Praktische Tipps

Hast Du weitere praktische Tipps, kannst Du uns [hier](#) kontaktieren.

Ablauf

Um Dich mit dem Ablauf und dem Material vertraut zu machen, ist es wichtig, dass Du das Experiment im Vorfeld einmal durchführst.

Möchtest Du die SchülerInnen das Experiment dokumentieren lassen? Am Ende dieses Artikels (über der Infobox) findest Du ein Forschertagebuch (PDF mit zwei A4 Seiten), welches deine SchülerInnen hierfür nutzen können.

Schritt 1: Frage stellen und Behauptung(en) aufstellen

Die Frage, die Ihr euch in dieser Einheit stellt, lautet:

Was passiert mit einem Hühnerei, wenn Du seine feste Schale entfernst?

Lasse die SchülerInnen Hypothesen (Behauptungen, Vermutungen) aufstellen und halte diese an der Tafel fest. Die richtige Antwort zu finden ist hier nebensächlich. Es geht vielmehr darum, Ideen zu entwickeln und herauszufinden, was die SchülerInnen bereits wissen. Wissen die SchülerInnen, wie die Schale eines Hühnereis aufgebaut ist? Glauben sie, dass die Schale leicht zerbricht? Lasse sie versuchen, ein rohes Ei zu zerdrücken. Dazu nehmen sie das Ei längs zwischen Daumen und Zeigefinger. Die Schale eines unbeschädigten Hühnereis hält dem Druck stand. Glauben nun alle SchülerInnen, dass das Ei beim Entfernen der festen Eierschale kaputtgeht, oder wissen einige, dass das Ei noch eine dünne Membran (Häutchen; Eierschalenmembran) zwischen Schale und Ei besitzt, welche das Ei umschließt und somit

zusammenhält? Und haben die SchülerInnen Ideen, wie man die Eierschale entfernen kann, ohne dieses Häutchen zu verletzen? Aus was besteht die Eierschale? (Kalk). Und mit was kann man Kalk auflösen? (Essig. Hier kannst Du die SchülerInnen z. B. fragen mit was ihre Eltern den Wasserkocher reinigen, wenn sich in diesem Kalk abgelagert hat).

Schritt 2: Experiment durchführen

Um die Frage beantworten zu können, werdet ihr die Eierschale in einem Essig-Bad auflösen. Gehe folgende Schritte gemeinsam mit den SchülerInnen durch, aber lasse sie das Experiment selber durchführen:

- Gib das Ei vorsichtig (ohne es zu zerbrechen) in ein Glas.
- Gib Essig hinzu, bis dass das Ei komplett bedeckt ist.
- Warte 72 Stunden. Die Schale sollte sich nun aufgelöst haben.
- Nimm das Ei aus der Schüssel und säubere es von etwaigen Schalenresten unter dem Wasserhahn.
- Trockne es ab. Achte darauf es nicht zu fest zu drücken.
- Lasse das Ei aus 2 cm, dann aus 5 cm auf einen Teller fallen. Geht es kaputt?



a. Gib das Ei vorsichtig (ohne es zu zerbrechen) in ein Glas.



b. Gib Essig hinzu, bis dass das Ei komplett bedeckt ist.



c. Warte 72 Stunden. Die Schale sollte sich nun aufgelöst haben.



d. Säubere das Ei von etwaigen Schalenresten unter dem Wasserhahn.



e. Trockne es ab. Achte darauf es nicht zu fest zu drücken.

Schritt 3: Beobachte was passiert ist

Lasse die SchülerInnen berichten, was sie beobachtet haben. Was ist mit dem Ei passiert, als ihr die Eierschale mit Essig aufgelöst habt? Wie stabil ist die Eimembran?

Schritt 4 : Wie kannst Du das Ergebnis erklären?

Die Schale des Eis dient dazu, das Ei-Innere vor Keimen, Austrocknung und Zerstörung zu schützen. Sie ist aus drei Schichten aufgebaut: der Kutikula, der Kalkschale und der Eimembran. Die Kutikula ist die äußerste und kaum zu sehende Schicht. Sie ist wasserlöslich. Die harte Schale besteht zu 93% aus Kalk (Calciumcarbonat). Kalk kann durch Säuren wie Essig aufgelöst werden. Nach drei Tagen im Essig-Bad haben sich die Kutikula und die Kalkschale aufgelöst. Dann bleibt von der Schale des Eis nur die elastische Eimembran zurück, die unter der Kalkschale liegt.

Oft wirft das Experiment und die Beobachtung (Schritt 2 & 3) neue Fragen auf. Nimm Dir die Zeit auf diese Fragen einzugehen und Schritt 2 und 3 mit Hinblick auf die neugewonnenen Erkenntnisse und mit anderen Variablen zu wiederholen. Besitzt ein Entenei auch eine solche Membran? Findet es gemeinsam heraus. Warum ist ein Vogelei eigentlich oval und nicht kugelförmig? Welche anderen Ei-Formen findet man in der Tierwelt? (z. B. Frosch-Eier, Schlangen-Eier, ...).

Hintergrundwissen

Die Schale des Eis ist aus drei Schichten aufgebaut: der Kutikula, der Kalkschale und der Eischalenmembran oder Eimembran. Die Kalkschale und die Eimembran werden gebildet während das Ei im Huhn heranwächst. Wenn die Henne ein Ei legt, ist es von einer dünnen, glänzenden Schicht überzogen, der Kutikula. Kurz nach dem Legen bleibt die Henne noch eine Weile über dem Ei stehen und rollt es im Legenest umher. In dieser Zeit trocknet die Kutikula zu einem unsichtbaren Film. Die Kutikula schützt das Ei vor dem Eindringen von Keimen wie z. B. Salmonellen. Gewaschene Eier verderben viel schneller und müssen gekühlt werden. Deshalb ist es in vielen Ländern Europas verboten, gewaschene Eier zu verkaufen.

Die Eimembran liegt direkt unter der Kalkschale. Sie besteht aus zwei Schichten, der äußeren und der inneren Eischalenmembran, die sich am stumpfen Ende des Eis teilen und so die Luftkammer bilden. Die Eimembran enthält ähnliche Bestandteile wie menschlicher Knorpel und ist daher fest und zäh. In manchen Eiern, wie Wachteleiern, ist die Eischalenmembran so stabil, dass die schlüpfenden Küken es manchmal nicht schaffen, sie zu zerreißen, um sich aus dem Ei zu befreien. Wichtige Bestandteile

der Eimembran sind beispielsweise Kollagen, Glucosamin und Chondroitinsulfat. Kollagen bildet mit länglichen Fasern und Netzformen die Struktur der Eimembran. Glucosamin und Chondroitinsulfat fördern u.a. die Druckstabilität und die Elastizität. Wegen der Ähnlichkeit mit den Bestandteilen menschlicher Knorpel werden Eierschalenmembranprodukte zur Gesunderhaltung der Gelenke eingesetzt.

Die Eimembranen sind nur wasser- und gasdurchlässig und schützen das Innere vor dem Eindringen von Keimen und schädlichen Stoffen. Wenn ein Ei lange liegt, kann es passieren, dass es nicht schlecht wird, sondern austrocknet. Dann klappert der getrocknete Eidotter, wenn das Ei bewegt wird. Während der Wachstumsphase des Kükens können Sauerstoff, Kohlendioxid und Wasserdampf durch die Eimembran gelangen. Bis ein Küken schlupffrei ist, werden so viele Liter Gas mit der Umgebung ausgetauscht.

Die harte Kalkschale besteht zu über 90% aus Calciumcarbonat (CaCO_3). Die restlichen Bestandteile sind Eiweiße, Wasser, Magnesiumphosphat, Calciumphosphat und ein wenig Fett. Calciumcarbonat (CaCO_3) wird von Essig (Essigsäure, CH_3COOH) zu Wasser (H_2O) und Kohlendioxid (CO_2) umgewandelt. Dabei entsteht auch wasserlösliches Calciumacetat ($\text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2$): $2 \text{CH}_3\text{COOH} + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$.

Das Calciumcarbonat (CaCO_3) in der Kalkschale bildet sogenannte Kalzit-Säulen. Kalzit-Säulen sind Kristalle mit regelmäßigen Anordnungen von Calciumcarbonat-Molekülen. Während eine einzeln stehende Kalzit-Säule schon bei leichtem Druck brechen würde, halten nebeneinander stehende Kalzit-Säulen einen relativ hohen Druck aus. Das kannst Du den Schülern mit ungekochten Spaghetti demonstrieren. Ein senkrechter Spaghetti bricht schon bei leichtem Druck von oben. Hält man viele Spaghetti in der Hand, zerbrechen sie nicht so leicht, wenn von oben auf den Spaghetti-Strang gedrückt wird.

Die Kalkschale ist von tausenden von Poren durchzogen. Durch sie kann der Gasaustausch stattfinden. Während das Küken heranwächst, dringt Kohlendioxid (CO_2) nach Außen und Sauerstoff (O_2) nach Innen. Außerdem dringt durch die Poren Wasserdampf, damit das Ei nicht austrocknet.

Die Stabilität der Kalkschale wird auch durch die Form der Eischale bedingt. Durch die Wölbung verteilt sich der Druck auf verschiedene Stellen der Oberfläche. Die statischen Eigenschaften von gebogenen Materialien macht man sich auch bei dem Bau von Brücken oder Kuppeln zunutze.

Vogeleier haben eine ovale Form und sind keine Kugeln, da sie sonst zu leicht wegrollen könnten. Die Eier von Vögeln, die in besonders schwierigem Gelände brüten, sind im Vergleich zu Hühnereiern sogar noch schmaler und spitzer. Bei Berührung fangen sie an, sich auf der Stelle um die eigene Achse zu drehen. Lummen haben solche Eier. Sie bauen keine Nester, sondern brüten auf dem nackten Felsen direkt am Meer. Für das Überleben der Art ist es wichtig, dass nicht zu viele Eier in die Tiefe fallen. Eisvögel brüten in geschützten Höhlen. Ihre Eier können nicht aus dem Nest fallen und sind fast rund.

Manchmal legen Hennen ein Ei ohne die feste Kalkschale. Das Ei sieht dann so aus wie das, das Du mit den SchülerInnen hergestellt hast. Diese Eier nennt man Windei. Sie werden von sehr jungen Hennen gelegt, oder wenn die Hennen zu wenig Kalk mit dem Futter aufnehmen oder krank sind.

Autor: Yves Lahur (script), Michelle Schaltz (FNR), scienceRelations

Konzept: Jean-Paul Bertemes (FNR), Michelle Schaltz (FNR); Joseph Rodesch (FNR), Yves Lahur (script)