



16<sup>th</sup> International Junior Science Olympiad  
Katar 2019 – Erste Runde

## WER FINDET DAS GELBE VOM EI?

# Musterlösung

Was soll die Musterlösung leisten?

Sie erhalten die Musterlösung schon zum Wettbewerbsstart, damit Sie bereits während der Schülerbetreuungsphase abschätzen können, in welcher Tiefe wir eine Beantwortung der Fragen erwarten. So können Sie Ihre Teilnehmenden ansprechen, falls sie z. B. die Zielrichtung einer Fragestellung missverstanden haben.

Des Weiteren dient die Musterlösung als Schlüssel für die Bewertungen der eingereichten Schülerausarbeitungen.

Jede Aufgabe beginnt mit einer neuen Seite. Die Lösungen zu den verschiedenen Aufgabenteilen sind in der Regel dreiteilig aufgebaut:

- allgemeine Bewertungshinweise zum Aufgabenteil
- ggf. eine Auflistung von Bewertungskriterien oder Schlüsselbegriffen, die für das Vergeben einer vollen Punktzahl auf jeden Fall in der Schülerantwort (wenn auch umschrieben) enthalten sein sollten
- eine Musterantwort die beispielhaft darstellt, wie eine Lösung der Aufgabe ausformuliert werden könnte

Die Musterlösung hat immer beispielhaften Charakter und ist nicht im Vokabular verfasst, das Wettbewerbsteilnehmende in ihren Ausarbeitungen verwenden. Sie soll vor allem inhaltliche Orientierung für die Bewertung abweichend formulierter Schülerlösungen geben.

Es liegt in Ihrem Ermessensspielraum inwieweit eine Schülerlösung, die von der vorgeschlagenen Lösung abweicht, als gleichwertig eingestuft und damit als gültig bewertet werden kann.

Wieviel Unterstützung darf ich geben?

Anders als bei Schul- oder Hausarbeiten sind die Aufgaben so konzipiert, dass Inhalte und Konzepte berührt werden, die bisher nicht im Unterricht behandelt wurden und eigenständige Recherche verlangen. Auch erwarten wir nicht, dass Teilnehmende alle Aufgaben vollständig lösen werden bzw. können.

Wir werden immer wieder von Betreuenden gefragt, wieviel Unterstützung sie in der Aufgabenrunde geben dürfen. Aus unserer Sicht dürfen Sie gern Teilnehmende auf Literatur oder andere Quellen hinweisen, die ihnen den Zugang für eine eigenständige Recherche zu bestimmten Themenbereichen oder Konzepten erleichtern, vor allem auch, wenn sie den Schülerinnen und Schülern aus dem Schulunterricht noch nicht bekannt sind. Allerdings sollten Sie davon Abstand nehmen, Teilnehmende gezielt darauf hinzuweisen, wenn Teile ihrer Ausarbeitungen fehlerhaft sind oder gar davon, Lösungsansätze selbst vorzuschlagen.

Lesen Sie bitte die Teilnahmebedingungen und die Beilage mit Tipps zur Betreuung von Teilnehmenden sorgfältig durch, insbesondere, wenn Sie in den Klassen 5 bis 7 unterrichten oder mit dem Klassenverband am Wettbewerb teilnehmen. Wenden Sie sich mit Fragen gerne telefonisch oder per E-Mail an uns.

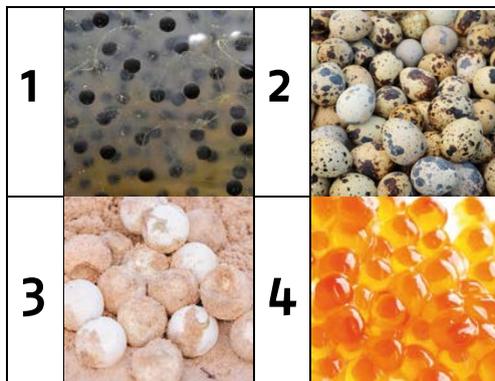
Ihr IJSO-Team in Kiel

## AUFGABE 1: Ei ist nicht gleich Ei

(insgesamt 8,0 Punkte)

1a) Fotos 1 bis 4 zeigen Eier von Fisch, Frosch, Vogel und Schildkröte. Ordne die Fotos den entsprechenden Tieren zu.

2,0 Punkte



[0,50 P] für jede korrekte Zuordnung

1 – Frosch  
2 – Vogel

3 – Schildkröte  
4 – Fisch

1b) Beschreibe die Unterschiede und Gemeinsamkeiten zwischen den Eiern in 1 bis 4.

6,0 Punkte

### Unterschiede:

[1,0 P] je genanntem Unterschied (max. 3,0 P)

- Bei den schalenlosen Eiern sind auf Foto 4 (Fisch) einzelne rundliche Eier zu erkennen. Bei Foto 1 (Frosch) ist eine Abgrenzung der einzelnen Eier kaum erkennbar.
- Die Schale in Foto 2 (Vogel) sind glatt und hart, die Schalen in Foto 3 (Schildkröte) sind eingedrückt und haben Dellen, müssen also weicher sein.
- Die Schale in Foto 2 (Vogel) ist gefleckt, die Schalen in Foto 3 (Schildkröte) einfarbig weiß und teilweise mit Sand bedeckt.
- Die Eier in den Fotos 1 (Frosch) und 4 (Fisch) sind durchsichtig und der Dotter ist erkennbar, auf den Fotos 2 (Vogel) und 3 (Schildkröte) nicht.

### Gemeinsamkeiten:

[1,0 P] je genannter Gemeinsamkeit (max. 3,0 P)

- Alle Eier haben eine rundliche Form.
- Die Eier auf den Fotos 2 (Vogel) und 3 (Schildkröte) haben eine Schale.
- Die Eier auf den Fotos 1 (Frosch) und 4 (Fisch) haben keine Schale.
- Fotos 1 (Frosch) und 4 (Fisch) zeigen eine gallertartige Masse von Eiern mit Dotter.

Zur Erläuterung: Froschlaich und Fischeier werden im Wasser abgelegt. Ihre Eier mit Dotter werden nicht einzeln, sondern in Vielzahl in Klumpen oder Schnüren abgelegt und nicht bebrütet. Vogeleier und Schildkröteneier haben eine Schale. Die der Vögel ist hart, die der Schildkröten ohne Kalk und deshalb weich. Vogeleier werden bebrütet, Schildkröteneier nicht.

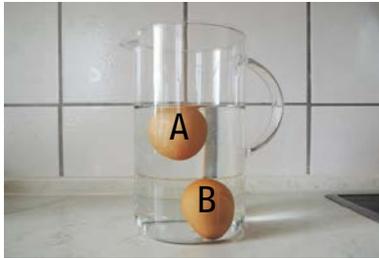
<http://www.einfachtierisch.de/tierisch/bilder/ratespiel-welches-ei-gehört-zu-welchem-tier-idb42366/page/9/>

## AUFGABE 2: Alte Küchentricks – Old School Life Hacks

(insgesamt 9,0 Punkte)

- 2a) Wenn du ein Ei in Wasser legst, kannst du erkennen, ob es alt oder frisch ist. Entscheide und begründe, ob Ei „A“ oder „B“ in der Abbildung frisch ist.

4,0 Punkte



### Zuordnung:

[1,0 P] für korrekte Zuordnung

Das frische Ei liegt am Boden und ist mit „B“ beschriftet.

### Begründung:

[3,0 P] für korrekte Begründung

Schlüsselbegriffe: Verdunstung, Luftkammer, Dichte, Auftrieb

- Bei einem frischen Ei ist die Luftkammer noch relativ klein. Durch Eihäute und poröse Schale kann Flüssigkeit aus dem Inneren des Eies verdunsten. Das entsprechende Volumen wird durch Luft ersetzt. Die Luftkammer wird größer.
- Da Luft eine geringere Dichte hat als die ersetzte Flüssigkeit, ist die Dichte eines alten Eies mit größerer Luftkammer insgesamt geringer und damit sein Auftrieb größer als beim frischen Ei. Ist die Luftkammer so groß, dass der Auftrieb die Schwerkraft überwinden kann, steigt das Ei in der Wassersäule auf.

- 2b) Versetze ein rohes und ein gekochtes Ei in Rotation. Notiere deine Beobachtungen und gib dazu eine physikalische Erklärung.

5,0 Punkte

### Beobachtung:

[1,0 P] für korrekte Beschreibung der Beobachtungen

Das rohe Ei dreht sich nur für sehr kurze Zeit, das hartgekochte Ei deutlich länger.

### Erklärung:

[4,0 P] für korrekte physikalische Erklärung

Schlüsselbegriffe zur Bewertung: Drehimpuls, Reibung, Trägheit, fest/flüssig

- Die unterschiedliche Rotationsdauer hängt mit dem Zustand des Ei-Innenen (fest/flüssig) zusammen.
- Das gekochte Ei verhält sich wie ein starrer Körper, das heißt alle Einzelteile bewegen sich im Verhältnis zueinander nicht. Der Drehimpuls wird an alle festen Bestandteile im Inneren des gekochten Eies weitergegeben. Gebremst wird die Drehbewegung nur durch äußere Reibungskräfte (Luft, Auflagefläche). Entsprechend lange bleibt das Ei in Bewegung.
- Das rohe Ei verhält sich wie ein Körper, der mit Flüssigkeit gefüllt ist. Beim rohen Ei wird zwar die starre Schale in Rotation versetzt. Der Drehimpuls wird aber nicht vollständig an die Flüssigkeit weitergeben. Aufgrund des Trägheitsprinzips kommt das rohe Ei nicht richtig in Schwung und schon nach kurzer Zeit zum Stehen.

### AUFGABE 3: Das schwerelose Ei

(insgesamt 20,0 Punkte)

#### VERFAHREN 1:

Gib in ein Glas mit 150 Gramm Leitungswasser einen leicht gehäuften Teelöffel Zucker und rühre um, bis die Lösung klar ist. Lass vorsichtig ein rohes Ei in die Lösung gleiten und prüfe, ob es schwebt. Falls nicht, gib einen weiteren Teelöffel zu der Lösung und prüfe erneut. Wiederhole den Versuch so oft, bis das Ei zu schweben beginnt.

#### VERFAHREN 2:

Löse 16 leicht gehäuften Teelöffel (TL) Zucker in 150 Gramm Leitungswasser und rühre um, bis eine klare Lösung entsteht. Das Ei schwimmt in der Lösung. Wiederhole mit der halben Menge Zucker (8 TL). Schwimmt das Ei, halbiere die Menge an Zucker erneut und prüfe. Sinkt das Ei, wiederhole den Versuch mit 6 TL Zucker ( $=4 + \frac{1}{2}$ ). Wiederhole so oft bis du den Zustand erreichst, bei dem das Ei gerade in der Lösung schwebt.

- 3a) Beide Verfahren haben Vor- und Nachteile. Nenne für jede Vorgehensweise einen entscheidenden Vorteil.

2,0 Punkte

Je [1,0 P] für Nennung eines Vorteils bei Verfahren 1 und 2

Hinweis: Werden mehrere Vorteile gelistet, wird nur der zuerst notierte gewertet. Alle weiteren Vorschläge werden nicht berücksichtigt

#### Verfahren 1:

Man verbraucht weniger Zucker.

#### Verfahren 2:

Mit diesem Verfahren gelangt man mit einer hohen Wahrscheinlichkeit mit weniger Schritten und damit schneller zum Ziel.

- 3b) Entscheide dich für eines der beiden Verfahren und führe das Experiment durch. Notiere deine Messergebnisse in einer Tabelle und füge ein Foto deines Versuchsaufbaus bei.

11,0 Punkte

#### Tabelle mit Messergebnissen:

[10,0 P] für vollständige Tabelle mit Messergebnissen (Verfahren 1 oder 2)

#### Messergebnisse mit Verfahren 1:

Zucker	Das Ei schwebt in der Lösung
1 TL	Nein
2 TL	Nein
3 TL	Nein
4 TL	Nein
5 TL	Ja

Nach der Zugabe von mehr als vier und kleinergleich 5 Teelöffeln Zucker schwimmt das Ei.

#### Messergebnisse mit Verfahren 2:

Zucker	Das Ei schwebt in der Lösung
16 TL	Ja
8 TL	Ja
4 TL	Nein
6 TL	Ja
5 TL	Ja

Nach der Zugabe von mehr als vier und kleinergleich 5 Teelöffeln Zucker schwimmt das Ei.

Hinweis und Erläuterungen:

Die Ergebnisse können voneinander abweichen, je nachdem wie voll der Teelöffel gehäuft wird.

Hier wird für beide Verfahren das Ergebnis in 5 Teilschritten erreicht. Bei Verfahren 1 werden 5 Teelöffel Zucker verbraucht, bei Verfahren 2 sind es 39 Teelöffel. Damit ist Verfahren 1 effektiver.

Würde man bei Verfahren 2 mit 8 Teelöffeln Zucker starten statt mit 16, käme man mit 4 Teilschritten schneller zum Ziel. Gleiches wäre auch der Fall, wenn das Ei erst bei einer Zugabe von 7 Teelöffeln Zucker schwimmen würde.

### Foto vom Versuchsaufbau:

[1,0 P] für Foto



- 3c) Was würdest du erwarten, wenn du den Versuch mit Salz durchführst? Notiere deine Vermutungen und begründe sie physikalisch.

7,0 Punkte

### Vermutung:

Max. [2,0 P] für mehr als eine korrekte plausible Vermutung

- Beim Versuch mit Salz würde das Ei – abhängig von der zugegebenen Salzmenge – ebenfalls im Wasser schweben.
- Es reicht im Vergleich zum Zucker ein geringeres Volumen an Salz, um das Ei zum Schweben zu bringen.

### Begründung:

Max. [5,0 P] für zugehörige physikalische Begründungen

Hierbei sollten korrekte quantitative Ansätze höher bewertet werden als rein qualitative Aussagen.

- Leitungswasser hat eine geringere Dichte als Salzwasser oder Zuckerwasser, denn die gelösten Teilchen lagern in den Räumen zwischen den Wasserteilchen und erhöhen die Dichte der Flüssigkeit.
- Ein frisches Ei liegt in Leitungswasser auf dem Boden, hat also eine höhere Dichte als 1,0 Kilogramm pro Kubikmeter.
- Das frische Ei schwebt, wenn die umgebende Flüssigkeit die gleiche Dichte hat. Diesen Zustand kann man sowohl durch Zugabe von Zucker als auch von Salz erreichen.
- Zucker (hier Saccharose) hat bei Raumtemperatur eine niedrigere Dichte (1,57 Kilogramm pro Kubikmeter) als Natriumchlorid (2,16 Kilogramm pro Kubikmeter).
- Deshalb müsste das Ei schon mit der Zugabe eines geringeren Volumens an Salz zu schweben beginnen als es bei Zucker der Fall ist.

## AUFGABE 4: Ei nach Geschmack

(insgesamt 22,0 Punkte)

- 4a) Schlage ein rohes Ei vorsichtig auf und gib es in ein Glas, so dass du es von allen Seiten gut betrachten kannst. Mache Fotos und benenne die Bestandteile, die du beobachten kannst.

4,0 Punkte

### Foto:

[1,0 P] für Foto(serie)



### Erkennbare Bestandteile:

[1,0 P] für jeden der drei genannten Bestandteile; insgesamt max. [3,0 P]

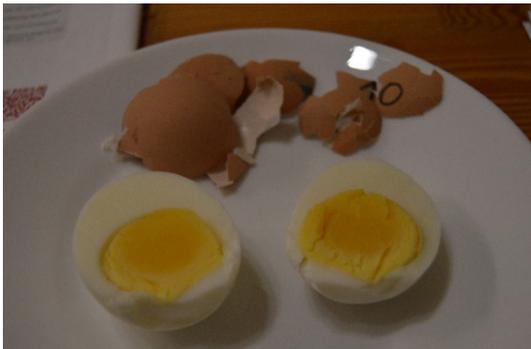
- Eiweiß bzw. Eiklar
- Eigelb bzw. Dotter
- Hagelschnüre

- 4b) Pelle vorsichtig die beiden Eier, die du 10 bzw. 15 Minuten gekocht hast. Untersuche die Eischalen und schneide die Eier längs durch. Mache Fotos und benenne weitere Bestandteile, die du hier beobachten kannst.

6,0 Punkte

### Fotos:

[2,0 P] für Fotoserie



Nach 10 Minuten Kochzeit



Nach 15 Minuten Kochzeit

### Weitere Bestandteile:

[1,0 P] für jeden der vier genannten Bestandteile; insgesamt max. [4,0 P]

- Beim Pellen sieht man am unteren stumpfen Ende des Eies eine Luftkammer.
- Die Eischale ist außen braun und innen weißlich.
- An der Schale haften Reste von Eihäuten.
- Das „15 Minuten-Ei“ weist am Übergang Eigelb-Eiweiß eine grünblaue Färbung auf.

4c) Schneide die restlichen Eier durch und vergleiche tabellarisch den Gerinnungszustand von Eiklar und Eigelb in allen fünf\* Eiern.

12,0 Punkte

\* Hinweis: Im Original–Aufgabenblatt steht fälschlicher Weise „...in allen sechs Eiern“. Richtig muss es heißen „...in allen fünf Eiern.“

[2,0 P] für Fotoserie



Nach 2 Minuten Kochzeit



Nach 5 Minuten Kochzeit

[10,0 P] für vollständige Tabelle mit korrektem Trend der Gerinnungszustände für Eiweiß und Eigelb. Neben der Vollständigkeit der Tabelle wird die Genauigkeit von Beobachtung und deren Beschreibung bewertet.

Hinweis: Je nach Eigröße und je nach Ausgangstemperatur des Eies, kann bei gleicher Kochdauer ein anderer als hier beschriebener Gerinnungszustand zu beobachten sein. Immer zu erkennen ist aber der Trend von zunehmender Festigkeit bei Eiweiß und Eigelb mit zunehmender Kochdauer.

Kochdauer	Gerinnungszustand	
	Eiklar/Eiweiß	Dotter/Eigelb
0 Minuten (rohes Ei)	vollständig flüssig	vollständig flüssig
2 Minuten	am Rand der Schale fest, aber es gibt auch noch flüssiges Eiweiß	flüssig, läuft auseinander
5 Minuten	bis auf den Übergangsbereich zum Eigelb fest	wachsartig bis cremig, glänzt feucht, läuft nicht mehr so stark auseinander
10 Minuten	vollständig fest	fest, aber in der Mitte dunkler, außen heller gelb  im Zentrum etwas feucht und nicht so krümelig-spröde wie am Übergang zum Eiweiß
15 Minuten	vollständig fest	vollständig hellgelb und krümelig-spröde;  am Übergang zum Eiweiß Blaugrünfärbung

## AUFGABE 5: Das Flummi-Ei

(insgesamt 31,0 Punkte)

Leg ein braunes, rohes Ei in ein Glas und gib 25%ige Essigsäure (Essigessenz) dazu. Achte darauf, dass das Ei vollständig in der Flüssigkeit eingetaucht bleibt, und beschwere es gegebenenfalls mit einem Löffel. Bedecke das Glas z. B. mit Frischhaltefolie und lass es über Nacht stehen. Am nächsten Morgen nimm das Ei mit einem Esslöffel aus der Essigessenz und spüle es vorsichtig mit Leitungswasser ab. Lege anschließend das Ei in eine Salzlösung (8 leicht gehäufte Teelöffel in 150 Gramm Wasser) und entnimm es nach frühestens vier Stunden. Leg das Ei danach mehrere Stunden in Leitungswasser.

Fotografiere vor und nach jedem Schritt das Ei und bestimme die Masse.

### Fotodokumentation:

[2,0 P] für kommentierte Fotoserie

8,0 Punkte



Kurz nach Versuchsstart



Nach Essigessenz



Nach Salzlösung



Nach Leitungswasser

### Massenbestimmung:

[6,0 P] für Tabelle mit den Masseangaben vor bzw. nach jedem Schritt

Behandlung mit	Masse (g) davor	Masse (g) danach	Änderung
Essigessenz	76	67	Abnahme um 9 g
Salzlösung	67	71	Zunahme um 4 g
Leitungswasser	71	80	Zunahme um 9 g

Anmerkung: In einem Testversuch wurden die oben genannten Massen bestimmt. Diese sind beispielhaft und können in den Experimenten der Schülerinnen und Schüler abweichen.

5a) Was passiert, wenn das Ei in der Säure liegt? Notiere deine Beobachtungen und gib für den Prozess ein Reaktionsschema bzw. eine Reaktionsgleichung an.

8,0 Punkte

#### Beobachtungen:

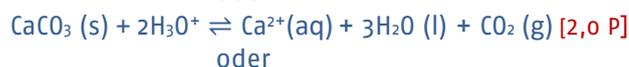
[4,0 P] für Beschreibung der Beobachtungen

- Sobald das Ei mit der Säure in Kontakt ist, steigen von der Eierschale zahlreiche kleine Gasbläschen auf.
- Es bildet sich ein Schaum der weiß-schlierig braun ist (wenn man ein braunes Ei verwendet).
- Die Säure löst die Eierschale über Nacht vollständig auf.
- Das Ei ist nicht transparent, sondern milchig-weiß.

#### Reaktionsgleichung:

Max. [4,0 P] für stöchiometrisch korrekte Reaktionsgleichung; [1,0 P] für Wortgleichung  
Angaben zu den Phasen werden NICHT gewertet.

Calciumcarbonat + Ethansäure/Essigsäure  $\rightleftharpoons$  Calciumacetat + Wasser + Kohlenstoffdioxid [1,0 P]  
oder



5b) Gib an, welche Schlussfolgerungen du aus dem Experiment hinsichtlich der Braunfärbung des Hühnereies ziehen kannst.

3,0 Punkte

#### Schlussfolgerungen:

[3,0 P] für korrekte Schlussfolgerungen

- Schon kurz nach Versuchsbeginn ist der Schaum (Reste aufgelöster Schale) intensiv mit braunen Schlieren durchsetzt.
- Nach wenigen Stunden ist die Schale noch nicht vollständig gelöst, aber weiß.
- Deswegen sind die Farbpigmente vermutlich in der äußeren Schicht der Kalkschale eingelagert.

Hinweis: Der Auflösungsprozess schreitet nicht immer gleichmäßig auf der gesamten Oberfläche statt. Immer wieder bleiben Inseln stehen, wo die Schale intensiv auf der Membran haftet und sich nur zögerlich löst. Das ist vermutlich auf Inhomogenitäten bei der Schalenbildung zurückzuführen.

5c) Notiere deine Beobachtungen, wenn das „geschälte“ Ei wechselweise Leitungswasser und Salzlösung ausgesetzt wird. Gib eine naturwissenschaftliche Erklärung.

8,0 Punkte

#### Beobachtungen:

[5,0 P] für präzise Beschreibung der Beobachtungen

- Wenn das Ei in der Salzlösung liegt, erhöht sich seine Masse um wenige Gramm.
- Legt man es anschließend in Leitungswasser, dann erhöht sich seine Masse deutlich stärker.
- Liegt das „geschälte“ Ei länger in einer konzentrierten Salzlösung, schrumpft das Volumen, die Haut wird labberig und faltig, das Ei „trocknet“ aus.
- Der Prozess ist reversibel: Legt man das Ei anschließend für längere Zeit in Leitungswasser wird das Ei wieder prall.
- Außerdem ist das Eiklar wieder transparent, so dass man den Eidotter

durchscheinen sieht.

Anmerkung: Ggf. hängt es vom Alter des Eies ab, ob sich die Masse in der Salzlösung erhöht oder verringert. Erwartet wird eigentlich, dass die Masse abnimmt.

### **Erklärung:**

[3,0 P] für korrekte naturwissenschaftliche Erklärung

Schlüsselbegriffe: Eihaut, semipermeable Membran, Osmose, Konzentrationsgefälle, Richtung des Wassertransports, Umkehrbarkeit/reversibel

- Die Eihaut, die Eiklar und Dotter umschließt, ist eine semipermeable Membran. Durch diese Membran findet ein Ausgleich eines Konzentrationsgefälles statt. Diesen Prozess nennt man Osmose.
- Wenn die Salzkonzentration in der Flüssigkeit außerhalb höher ist als im Ei, wandert Wasser aus dem Ei in die Flüssigkeit, sodass dort die Salzkonzentration sinkt und der Konzentration im Ei angeglichen wird. Die Masse des Eies sollte abnehmen.
- Liegt das Ei im Leitungswasser kehrt sich der Prozess um. Wasser wandert durch die Eihaut in das Ei, um dort die höhere Salzkonzentration zu senken und den Verhältnissen außerhalb anzupassen. Deshalb nimmt die Masse des Eies deutlich zu.

5d) Was würde sich ändern, wenn du die Säurekonzentration erniedrigst oder das Ei vor Versuchsbeginn mit einem Fluoridgel, z. B. elmex® gelée, einreiben würdest? Gib je eine begründete Prognose an.

4,0 Punkte

### **Prognose niedrigere Säurekonzentration:**

[2,0 P] für begründete Prognose

Bei geringerer Säurekonzentration ist die Reaktionsgeschwindigkeit geringer. Es dauert länger bis sich die Schale des Eies auflöst. Je sehr niedrigem Säurekonzentration könnte ggf. die Eischale nur angelöst und nicht vollständig gelöst werden.

### **Prognose Behandlung mit „elmex® gelée“:**

[2,0 P] für begründete Prognose

Ein Fluoridgel schützt unsere säureempfindlichen Zähne. Ähnlich ist die Wirkung des Gels auf der Schalenoberfläche. An den mit Gel behandelten Stellen sollte sich die Schale deutlich langsamer lösen als an den unbehandelten.