

Die Fähigkeit zu leuchten



Eine Unterrichtsreihe zum Thema Biolumineszenz

CLAAS WEGNER – TOBIAS WELZ

Online-Ergänzung

Biolumineszenz – die Fähigkeit zu leuchten**Arbeitsblatt 1**

Methodischer Hinweis: Die nachfolgenden Textabschnitte werden getrennt und an drei Schülergruppen gegeben. Anschließend erfolgt die Bearbeitung in Form eines Kugellagers. Die Inhalte sollten abschließend von dem Lehrer erneut zusammengefasst und vertiefend erklärt werden.

Wie entsteht Licht?

Licht ist eine Art von elektromagnetischer Strahlung. Es hat daher Welleneigenschaften wie eine Wellenlänge und eine Frequenz, durch die die Farbe und Energie des Lichts definiert werden. Wie alle Quantenteilchen (Protonen, Neutronen, Elektronen etc.) kann Licht auch als Teilchen angesehen werden. Ein Lichtteilchen nennt man Photon. Photonen können unterschiedliche Energien besitzen.

Licht entsteht, wenn ein Außenelektron eines Atoms durch Hinzufügen von Energie (z.B. durch eine chemische Reaktion oder Einstrahlung von Licht) elektrisch angeregt wird. Das bedeutet, dass das Elektron auf ein energetisch höheres, weiter von dem Kern entferntes Niveau gehoben wird. Wenn das Elektron in seinen Ausgangszustand zurückkehrt, muss die aufgenommene Energie wieder abgestrahlt werden. Dies kann strahlungslos (z.B. durch Abgabe von Wärme) oder strahlend (z.B. durch Abgabe eines Photons) erfolgen. Treten strahlende Prozesse auf, dann wird von Lumineszenz gesprochen. Erfolgt die Anregung mittels einer chemischen Reaktion und findet diese in einem Organismus statt, dann wird von Biolumineszenz gesprochen.

✂-----

Biolumineszenz

Erzeugt ein Lebewesen selbständig Licht, dann betreibt es Biolumineszenz. Die Produktion von Licht kann viele Funktionen haben. Einige Tiere wie Glühwürmchen nutzen das Licht für Paarungssignale, andere Tiere wie einige Tausendfüßerarten warnen potentielle Räuber mit der Aussendung von Licht. Sie signalisieren, dass sie ungenießbar sind. Weitere Funktionen sind Freund-Feind-Erkennung, Tarnung und Beutefang.

Kennst du ein Tier, das mit Hilfe von Licht Beutetiere anlockt?

Welche Gemeinsamkeit haben die Lebensräume von biolumineszierenden Tieren?

✂-----

Noctiluca scintillans

Noctiluca scintillans ist ein Einzeller, ein Panzergeißler (Dinoflagellat). Er tritt an Küsten zu Zeiten der Algenblüte verstärkt auf, da er sich von diesen ernährt. Das Besondere an diesem Einzeller ist, dass er in der Lage ist, blaues Licht zu erzeugen. So können ganze Küstenabschnitte nachts blau leuchten. Dieses Phänomen wird als Meeresleuchten bezeichnet und ist auch an deutschen Küsten sichtbar.

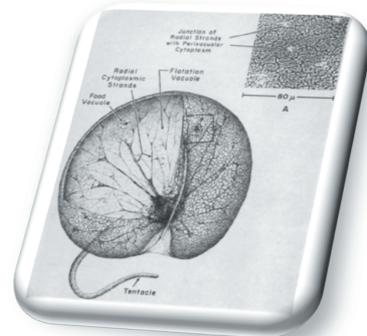
Was könnte die Ursache für die Lichterzeugung sein?

Biolumineszenz – die Fähigkeit zu leuchten

Arbeitsblatt 2/1

Warum und wie entsteht das Meeresleuchten?

Im Sommer, wenn die Algen im Meer in voller Blüte stehen, lässt sich nachts an den Meeresküsten mit ein wenig Glück ein atemberaubendes Naturphänomen beobachten: Das Meer leuchtet. Einzeller der Art *Noctiluca scintillans* (ein Panzergeißler) sind der Urheber dieses Schauspiels.

**Vermutung**

Formuliere eine Hypothese, wann und in welcher Art das Leuchtphänomen auftritt!

Das Leuchtphänomen tritt auf, wenn die Konzentration der Panzergeißler im Wasser hoch ist und ein Stimulus erfolgt. Die Biolumineszenz erfolgt als Lichtblitz.

Untersuchung**Wieso leuchtet das Meer?**

Überprüfe deine Vermutung, indem du versuchst, die Einzeller auf verschiedene Weisen zu stimulieren.

Material

kleines Glasaquarium, Schöpfkelle, *Noctiluca scintillans*-Kultur, Meerwasser

Durchführung

Entnehme der *Noctiluca scintillans* – Kultur so viel Flüssigkeit, dass das Aquarium zu einem Viertel gefüllt ist. Fülle bis zur Hälfte des Aquariums mit Meerwasser auf. Nun muss der Raum vollständig verdunkelt werden. Versuche auf verschiedene Arten (z.B. durch Licht, Luft, Berührung, etc.), die Einzeller zu stimulieren.

Beobachtung

Noctiluca scintillans zeigt eine Biolumineszenzreaktion, wenn das Wasser stark bewegt wird (starke oberflächliche Reize und Berührungen).

Biolumineszenz – die Fähigkeit zu leuchten

Arbeitsblatt 2/2

Ergebnis

Wann zeigt *Noctiluca scintillans* eine Biolumineszenz-Reaktion?

Das Leuchtphänomen tritt auf, wenn eine kritische Konzentration von *Noctiluca scintillans* im Küstenwasser vorhanden ist und ein Stimulus, der das Wasser stark bewegt, erfolgt.

Wie läuft das beobachtete Verhalten ab?

Welche Funktion könnte das beobachtete Verhalten haben?

Siehe dir das Videomaterial an und versuche deine Beobachtungen im Hinblick auf ihre biologische Funktion hin zu deuten.

Das beobachtete Verhalten zeigt die Reaktion der Panzergeißler auf eine akute, starke Bewegung des Umgebungswassers. Die Lumineszenz breitet sich flächig von dem Punkt des Stimulus aus.

Es handelt sich hierbei um eine Schutzreaktion. Es kann angenommen werden, dass durch gleichzeitige Aktivierung der Biolumineszenz ein größerer Organismus simuliert werden soll. Dies dient der Abschreckung von Räubern, die den Stimulus ausgelöst haben.

Biolumineszenz – die Fähigkeit zu leuchten

Arbeitsblatt 3

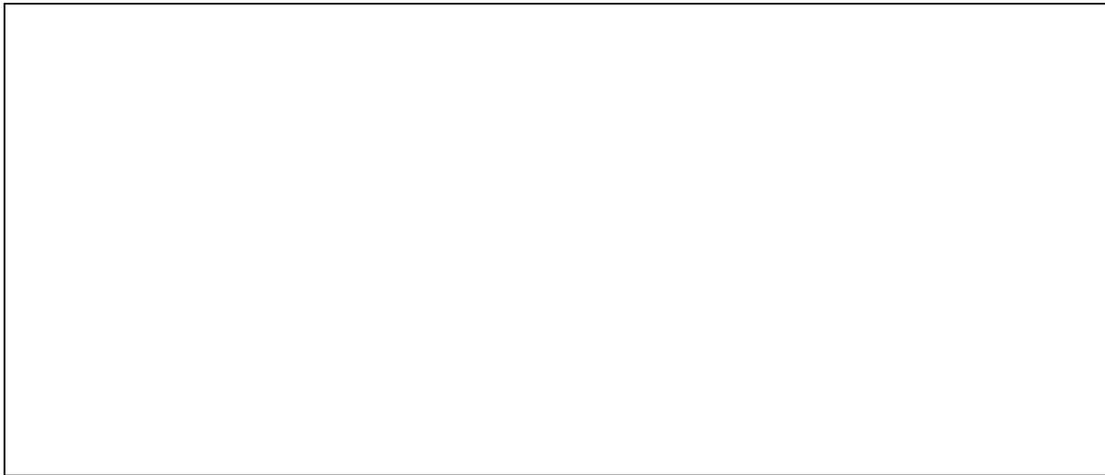
Zusammenfassung

Beantworte kurz und präzise die nachfolgenden Fragen.

Wie verläuft die chemische Reaktion der Biolumineszenz (allgemeiner Ablauf)?

Durch eine chemische Reaktion in einem biologischen System wird ein Molekül elektrisch angeregt. Dieses Molekül strahlt beim Übergang in seinen Grundzustand die überschüssige Energie als Licht ab oder überträgt sie auf ein anderes Molekül, welches im Anschluss Licht abstrahlt.

Skizziere und beschrifte ein Jablonski-Diagramm.



Welche Prozesse sind für die Biolumineszenz wichtig?

Absorption, Inter system crossing, Phosphoreszenz

Welche biologischen Funktionen hat Biolumineszenz

In welchen Lebensräumen tritt sie auf?

Was haben diese Lebensräume gemeinsam?

Freund-Feind-Erkennung, Paarungssignale, Warnung, Tarnung und Beutefang. In lichtlosen Lebensräumen tritt Biolumineszenz verstärkt auf.

Biolumineszenz – die Fähigkeit zu leuchten

Arbeitsblatt 4

Der Einsatz von Biolumineszenz in der Genetik**Aufgabe: Lies den folgenden Text und markiere die wichtigsten Begriffe.**

Während der Replikation der DNA werden die Nukleotide komplementär zum Matrizenstrang in den Tochterstrang eingebaut. Katalysiert wird die Reaktion durch die Klenow-Polymerase unter Abspaltung von Pyrophosphat (vgl. AHMADIAN, A., EHN, M. & HOBER, S. (2006). *Pyrosequencing: history, biochemistry and future*. Elsevier Ltd., S. 85f). Während bei der Sequenzierung nach SANGER mittels Kettenabbruch die DNA-Sequenz der PCR-Fragmente ermittelt wird, wird bei der Pyrosequenzierung die Kettenverlängerung genutzt. Wird ein Nukleotid eingebaut, kommt es zur Abspaltung von Pyrophosphat, das durch ATP-Sulfurylase zu ATP umgesetzt wird. ATP dient als Substrat für Luziferase, welche die lichtbildende Reaktion katalysiert. Der Lichtblitz dient als Detektionssignal. Spezifisch wird die Nachweisreaktion durch die separate Zugabe der Nukleotid-Lösungen (vgl. AHMADIAN, A., EHN, M. & HOBER, S. (2006). *Pyrosequencing: history, biochemistry and future*. Elsevier Ltd., S. 83).

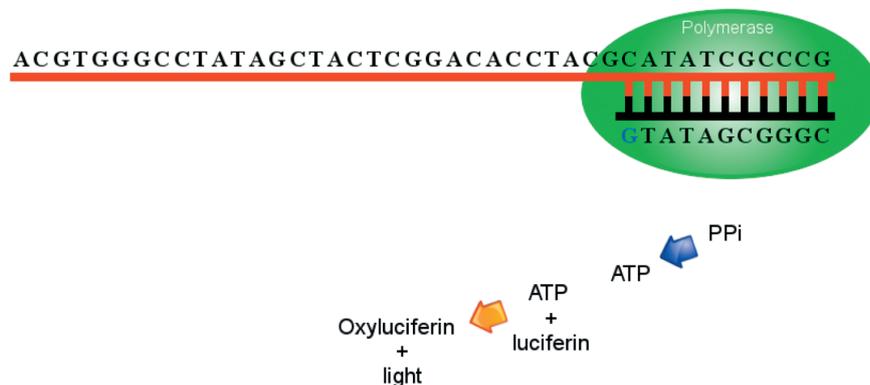


Abb. 1. Schematische Darstellung der Reaktionskette des Pyrosequenzierens.

Die Weiterentwicklung dieses Konzeptes ist die vollautomatische 454-Sequenziermethode, die derzeit die höchste Entwicklungsstufe der DNA-Sequenzierung darstellt (vgl. ROTHBERG, J. M. & LEAMON J. H. (2008). *The development and impact of 454 sequencing*. Nature Biotechnologie, S. 1117)

Biolumineszenz – die Fähigkeit zu leuchten

Arbeitsblatt 5/1

Gibt es Leben im Joghurt?

In der Werbung für Joghurt ist bei einigen Produkten immer wieder von lebenden Joghurtkulturen die Rede, welche unsere Verdauung fördern sollen.

Aber steckt wirklich Leben in diesen Joghurt-Produkten?

**Aufgabe**

Ihr sollt im folgenden Versuch als Lebensmittelkontrolleure herausfinden, ob lebende Organismen in den Joghurtproben nachweisbar sind.

Vermutung

Formuliere deine Vermutung, wie die Teststäbchen dieses Leben detektieren könnten!

Durch die erhöhte Konzentration an Milchsäurebakterien ist in dem Joghurt eine erhöhte ATP-Konzentration vorhanden, die zu einer positiven Nachweisreaktion führt.

Untersuchung**Material**

Joghurtproben, BioFix[®] Lumi-Teststäbchen, Mörser & Stößel, Sand, dest. Wasser

Durchführung

Der Nachweis von Mikroorganismen in den Joghurtproben erfolgt über das Hineinhalten der Teststäbchen. Die Nachweisreaktionen müssen in einem abgedunkelten Raum durchgeführt werden.

Beobachtungen

Formuliere kurz deine Beobachtungen

Biolumineszenz – die Fähigkeit zu leuchten

Arbeitsblatt 5/2

Ergebnis

Welche Joghurtproben enthalten Mikroorganismen?

Formuliere ein abschließendes Fazit!

Erläutere darin, wie die Teststäbchen eine erhöhte Bakterienkonzentration nachweisen können.

Welcher Stoff wird für den Nachweis verwendet?

Fazit:

Die Teststäbchen nutzen die Luciferase-Reaktion des Glühwürmchens. Der fehlende Stoff für den Ablauf der Reaktion ist ATP. Dieser ist in bereits länger leblosem Essen nicht mehr vorhanden. Eingebracht wird das ATP durch die Bakterien und dient somit als Nachweisstoff