

Von Biogas und Schwarzen Rauchern – die Welt der Archäen

Ein Beitrag von Wilfried Probst, Oberteuringen
Mit Illustrationen vom Autor

Sie sind Bewohner extremer Lebensräume, Biogasproduzenten und Hauptakteure bei der Evolution des Lebens – Archäen. Sie bilden neben den Bakterien die zweite Großgruppe zellkernloser Lebewesen. Trotzdem werden sie im Biologieunterricht meist mit den Bakterien in einen Topf geworfen. Zeit, das zu ändern!

In dieser Einheit erhalten Ihre Schüler einen Einblick in die faszinierende Lebensweise der Archäen in einer Biogasanlage, im Darmtrakt von Wiederkäuern, in Methanquellen und in Schwarzen Rauchern. Dabei wird den Jugendlichen die Bedeutung der Archäen für die Stoffkreisläufe auf unserem Bioplaneten bewusst.



Foto: Colourbox

Bei ihrer Verdauung sind Kühe auf Archäen angewiesen.

Mit zwei Versuchen
zur Biogasherstellung!

Das Wichtigste auf einen Blick

Klasse: 9/10

Dauer: 6 Stunden (Minimalplan: 4)

Kompetenzen: Die Schüler ...

- erläutern die Vorgänge, die bei der Herstellung von Biogas ablaufen, und führen hierzu einen Versuch durch.
- erklären die Bedeutung von Methanproduzenten im Rindermagen.
- erläutern die Lebensweise von Archäen in Extremlebensräumen.

Aus dem Inhalt:

- Alessandro Volta entdeckt „brennbare Luft“
- Wie entsteht Biogas?
- Von Milch und Steak zum Klimawandel
- Leben an Schwarzen Rauchern
- Methanquellen in der Tiefsee
- Die großen Unterschiede bei den kleinsten Lebewesen – Bakterien und Archäen

Rund um die Reihe

Warum wir das Thema behandeln

Prokaryoten werden in den Bildungsplänen der Sekundarstufe 1 (ab Klasse 8) vor allem im Zusammenhang mit **bakteriellen Infektionskrankheiten** und der **Gesundheitsförderung** behandelt. Außerdem spielen sie bei **ökologischen Themen** (Trophie-Ebenen in Ökosystemen, Stoffkreisläufe, Treibhauseffekt, nachhaltige Wirtschaftsweise) eine gewisse Rolle. Dieser Unterrichtsvorschlag fokussiert auf den ökologischen Aspekt, denn **Archäen** kommen zwar – wie Bakterien – im menschlichen Darm vor, man kennt aber **keine Krankheitserreger** aus dieser Organismengruppe.

In Bildungsplänen und Schulbüchern wird bis heute meist nicht zwischen Bakterien und Archäen unterschieden. Angesichts der großen Bedeutung der Archäen und den **großen Unterschieden zu den Bakterien** erscheint es aber angebracht, dieser dritten Domäne der Lebewesen auch im Biologieunterricht eine eigene Unterrichtseinheit zu widmen. Dies ist auch deshalb sinnvoll, weil Archäen den **Eukaryoten** näher stehen als Bakterien und dieses Wissen für ein grundlegendes Verständnis der Stammesgeschichte von Bedeutung ist. Die Materialien dieses Beitrags sollen die bisher weitgehend unterschätzte Rolle der Archäen für den Bioplaten bewusst machen.

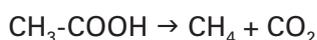
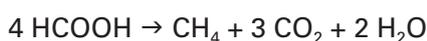
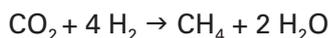
Was Sie zum Thema wissen müssen

Biogas und Methanogenese

Aus dem schlammigen Grund von Teichen und Seen kann man manchmal **Gasblasen** aufsteigen sehen. Aus dem 18. Jahrhundert ist überliefert, dass diese Erscheinung verschiedenen Naturwissenschaftlern und an Naturkunde Interessierten auffiel. Dazu zählt neben Benjamin Franklin und John Dalton zum Beispiel auch der italienische Physiker Alessandro Volta, nach dem später die Einheit der elektrischen Spannung, das **Volt**, benannt wurde (Gottschalk 2015).

Am Grund und im Uferbereich eutropher Gewässer kommt es zur Ablagerung größerer Mengen **organischer Abfallstoffe**, vorwiegend Reste von Pflanzen und Algen. Der Abbau dieser Substanzen durch Sauerstoff veratmende Mikroorganismen führt dazu, dass der Sauerstoff im Schlamm sediment schnell verbraucht wird. In dem sauerstofffreien Milieu sind nur noch anaerobe Abbauprozesse möglich. Dabei entsteht zum einen aus schwefelhaltigen Eiweißverbindungen nach faulen Eiern riechender **Schwefelwasserstoff** – man spricht deshalb von „Faulschlamm“ –, zum anderen Methan und Kohlenstoffdioxid. Dieses „Sumpfgas“ ist brennbar, weshalb die ersten Beschreiber des Phänomens auch von „brennbarer Luft“ berichtet haben.

Die Vorgänge, die beim Abbau organischer Abfallstoffe ablaufen, beruhen auf einem relativ komplexen Zusammenwirken verschiedener Mikroorganismen. Wenn der aerobe Abbau der organischen Substanzen zu CO_2 und H_2O den vorhandenen Sauerstoff aufgebraucht hat, setzt eine **anaerobe Nahrungskette** ein. Dabei werden Verbindungen wie Essigsäure, Ameisensäure, CO_2 und H_2 gebildet. Aus diesen Ausgangsstoffen wird von methanogenen Archäen auf unterschiedlichen Wegen Methan gebildet:



Der Weg mit CO_2 als Substrat und H_2 als primärem Reduktionsmittel ist der wichtigste Weg der Methanogenese, der von den meisten methanogenen Archäen beschritten wird.

Biogasanlagen

Biogasanlagen nutzen anaerobe Abbauprozesse zur Energiebereitstellung. Dabei werden methanhaltige Gase produziert. In der Landwirtschaft werden **Tierexkrememente** und angebaute **Pflanzen**, vor allem Mais, als **organisches Ausgangsmaterial** eingesetzt. Nicht-landwirtschaftliche Anlagen nutzen zur Biogasproduktion beispielsweise Material aus den Biotonnen. Meistens wird das gewonnene Gas an Ort und Stelle in einem Blockheizkraftwerk zur Strom- und Wärmeerzeugung verwendet. Die Gärreste können als Düngemittel eingesetzt werden.

Methanogene im Verdauungstrakt

Wiederkäuer wie Rinder, Schafe, Ziegen und Hirsche sind darauf spezialisiert, große Mengen zellulosehaltigen Pflanzenmaterials zu verdauen. Hierzu dient ihnen ein gekammerter Magen. Pansen, Netzmagen und Blättermagen sind aus der Speiseröhre entstanden und werden auch als **Vormägen** bezeichnet. Der **Labmagen** ist dem Magen anderer Säugetiere homolog. Der größte dieser vier Mägen, der **Pansen**, arbeitet wie ein großer Gärbottich: Das Grünfutter wird zunächst nahezu unzerkaut verschluckt, im Pansen eingeweicht, zwischen Pansen und Netzmagen hin- und herbewegt und dann wieder in die Mundhöhle hochgewürgt und wiedergekaut. Dieser Vorgang wird mehrfach wiederholt. Im Pansensaft der Wiederkäuer leben viele Mikroorganismen: einzellige Eukaryoten, Hefen, Bakterien und Archäen. Da Methan und Kohlenstoffdioxid für die Wiederkäuer nicht weiter verwertbar sind, werden sie als **Abgase** über den Ruktus (Rülpreflex) abgegeben.

Auch im **menschlichen Darm** kommen methanogene Archäen vor. Ihre Rolle bei der Verdauung und ihr Einfluss auf das Immunsystem (vermehrte Bildung dendritischer Zellen) sind Gegenstand neuester Forschungsarbeiten.

Archäen als Extremisten

Viele Archäen können an Orten extremer Lebensbedingungen existieren und gut gedeihen, z. B. an siedend heißen Geysiren, an Tiefseequellen, in gesättigten Salzlösungen sowie in extrem sauren oder extrem alkalischen Gewässern. Da solche Extremlebensräume in mancher Hinsicht den Verhältnissen auf der Früherde entsprechen, wird angenommen, dass die heute noch existierenden „Extremisten“ unter diesen Prokaryoten Überreste aus dieser Zeit ersten Lebens auf der Erde sein könnten. Die Bezeichnung Archaea (früher Archaeobacteria) geht auf diese Annahme zurück.

Als **Black Smoker** oder Schwarze Raucher werden heiße **Tiefseequellen** in der Nachbarschaft von untermeerischem Vulkanismus bezeichnet, an denen mineralstoffreiches, bis zu 400 °C heißes Wasser bei einem Druck von mehreren 100 bar aus dem Boden quillt. Bei Kontakt mit dem kalten Tiefseewasser fallen die gelösten Salze, vor allem schwarze Sulfide von Eisen, Mangan, Kupfer und Zink, aus und bilden eine schwarze Rauchfahne. Aus den Ausfällungen bildet sich ein schornstein- oder kegelförmiges Gebilde von bis zu 25 m Höhe.

In der Nachbarschaft dieser heißen Quellen hat sich eine Lebensgemeinschaft gebildet, die völlig unabhängig vom Sonnenlicht allein auf der Grundlage chemolithotropher Bakterien und Archäen existiert. Besonders auffällig sind die Kolonien der über 1 m langen **Röhrenwürmer** der Art *Riftia pachyptila* mit ihren feuerrot gefärbten Kiemenbüscheln. Sie besitzen kein Verdauungssystem, sondern erhalten ihre Nährstoffe von Archäen und Bakterien, mit denen sie in Symbiose leben. Diese Prokaryoten leben in speziellen, gut durchbluteten Organen der Würmer, den Trophosomen. Darüber haben die Würmer direkten Zugang zu den Nährstoffen, die von Archäen und Bakterien gebildet werden.

Vorschläge für Ihre Unterrichtsgestaltung

Voraussetzungen der Lerngruppe

Wichtigstes Ziel der vorgeschlagenen Unterrichtseinheit ist es, die besondere Bedeutung der dritten Domäne des Lebens, der Archäen, für globale Stoffkreisläufe und für die Erdgeschichte zu vermitteln. Deshalb sollten die Schülerinnen und Schüler* bereits grundlegende Kenntnisse über die **Unterschiede von Prokaryoten und Eukaryoten** auf zellulärer Ebene besitzen. Vorteilhaft sind außerdem **Grundkenntnisse über die aerobe und anaerobe Dissimilation**. Das Prinzip des **globalen Kohlenstoffkreislaufs** sollte bekannt sein.

* Im weiteren Verlauf wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit nur „Schüler“ verwendet.

Aufbau der Reihe

Die Reihe beginnt mit der Vorstellung der methanogenen Archäen an einem historischen Beispiel (**Arbeitsblatt M 1**). Das Rätsel der „brennbaren Luft“ dient als Einstieg in die Methanogenese. Mit einem Schüler- und einem Lehrerversuch zur Biogasproduktion und den chemischen Grundlagen dazu (**Arbeitsblatt M 2**) wird das Verständnis moderner Biogasanlagen (**Arbeitsblatt M 3**) ermöglicht. Von einer Biogasanlage, die teilweise mit Rinderdung betrieben wird, lässt sich gut zu den Vorgängen im Verdauungstrakt der Rinder überleiten, wo methanogene Archäen eine entscheidende Rolle spielen (**Arbeitsblatt M 4**). Für diesen Unterrichtsabschnitt sind mindestens 3 Stunden einzuplanen.

Zur Methanogenese sind ausschließlich Archäen befähigt, da nur sie über die entsprechenden Enzymsysteme und Cofaktoren verfügen. Weitere Besonderheiten der Archäen sind Gegenstand der Unterrichtsstunden 4 und 5. Besonders eindrucksvoll sind die extremen Lebensbedingungen, mit denen Archäen zurechtkommen und die sie als „archaische“ Lebewesen kennzeichnen. Am Beispiel der Schwarzen Raucher (**Farbfolie M 5, Arbeitsblatt M 6**) und der Cold Seeps (**Arbeitsblatt M 7**) werden zwei Lebensräume und -gemeinschaften vorgestellt, an denen Archäen als entscheidende Primärproduzenten beteiligt sind.

Eine Stunde sollte für die Ergebnissicherung eingeplant werden. Dabei werden zunächst einige Eigenschaften von Bakterien und Archäen einander gegenübergestellt, was die Unterrichtsergebnisse zusammenfasst (**Arbeitsblatt M 8**). Das **Concept-Cartoon M 9** dient der Wiederholung und Festigung des Gelernten.

Diese Kompetenzen trainieren Ihre Schüler

Die Schüler ...

- erläutern die Hintergründe der „brennbaren Luft“.
- führen einen Versuch zur Gasbildung nach Anleitung durch.
- planen selbstständig einen Versuch zur Überprüfung der Brennbarkeit von Gasen.
- geben mögliche Wege der Methanogenese an.
- beschreiben den Aufbau und die Funktion einer Biogasanlage.
- erklären die Bedeutung der Archäen als Symbionten in den Mägen von Rindern.
- stellen einen Zusammenhang zwischen der Rinderhaltung und Klimagasen her und diskutieren Möglichkeiten zur Reduktion von klimawirksamen Methan in der Atmosphäre.
- beschreiben die besonderen Lebensbedingungen an den Schwarzen Rauchern und den Cold Seeps und erläutern die fundamentale Rolle der Archäen in den dort existierenden Lebensgemeinschaften.
- benennen die Unterschiede von Bakterien und Archäen.

Die Reihe im Überblick

V = Vorbereitung

SV = Schülerversuch

Ab = Arbeitsblatt

D = Durchführung

Fo = Folie

LEK = Lernerfolgskontrolle



= Zusatzmaterial auf CD

LP = Lehrerrepräsentation

Stunde 1–2: Brennbare Luft und Biogasanlagen

Material	Thema und Materialbedarf
M 1 (Ab/SV) ⌚ V: 10 min ⌚ D: 30 min	Das Rätsel der „brennbaren Luft“ <input type="checkbox"/> 1 Klassensatz DIN-A4-Karten <input type="checkbox"/> 250 g pflanzliche Küchenabfälle (Kartoffelschalen, Gemüseabfälle) <input type="checkbox"/> ½ Brühwürfel <input type="checkbox"/> 2 Teelöffel Zucker <input type="checkbox"/> 1 Handvoll Komposterde <input type="checkbox"/> 1 PET-Flasche (1 l) <input type="checkbox"/> 1 Luftballon <input type="checkbox"/> 1 Pulvertrichter
LV ⌚ V: 15 min ⌚ D: 30 min	Wir stellen Biogas her <input type="checkbox"/> pflanzliche Abfälle, Dung, Brühwürfel, Komposterde <input type="checkbox"/> 1 Gasbrenner <input type="checkbox"/> 1 Glasschneider <input type="checkbox"/> 1 Glaskolben (2–3 l) mit durchbohrtem Stopfen <input type="checkbox"/> 1 Gummi- oder Silikonschlauch <input type="checkbox"/> 1 Schlauchklemme <input type="checkbox"/> 1 Glasrohr <input type="checkbox"/> 1 Glaswanne <input type="checkbox"/> 1 Auffangtrichter <input type="checkbox"/> etwas Stahlwolle <input type="checkbox"/> 1 Stativ mit Stativmaterial
M 2 (Ab)	Wie entsteht „brennbare“ Luft?
M 3 (Ab)	Aufbau einer Biogasanlage

Stunde 3: Methan aus dem Rindermagen

Material	Thema und Materialbedarf
M 4 (SV/Ab)	Von Milch und Steak zum Klimawandel – Rinder als Methanproduzenten

Stunden 4–5: Schwarze Raucher und Methanquellen

Material	Thema und Materialbedarf
M 5 (Fo)	Schwarze Raucher
M 6 (Ab)	Die Lebensgemeinschaft an Schwarzen Rauchern
M 7 (Ab)	Die Lebensgemeinschaft an Methanquellen

Stunde 6: Ergebnissicherung

Material	Thema und Materialbedarf
M 8 (Ab)	Bakterien und Archäen – große Unterschiede bei kleinsten Lebewesen
M 9 (LEK)	Was ist deine Meinung? – Ein Concept-Cartoon zu den Archäen
(LP)	Was ist deine Meinung? – Ein Concept-Cartoon zu den Archäen

Minimalplan

Das Thema kann auf die Methanogenese begrenzt werden. Dann entfallen die **Materialien M 6–M 8** und die Stunden 4 und 5.

Die Reihe im Überblick

V = Vorbereitung

SV = Schülerversuch

Ab = Arbeitsblatt

D = Durchführung

Fo = Folie

LEK = Lernerfolgskontrolle



= Zusatzmaterial auf CD

LP = Lehrerrepräsentation

Stunde 1–2: Brennbare Luft und Biogasanlagen

Material	Thema und Materialbedarf
M 1 (Ab/SV) ⌚ V: 10 min ⌚ D: 30 min	Das Rätsel der „brennbaren Luft“ <input type="checkbox"/> 1 Klassensatz DIN-A4-Karten <input type="checkbox"/> 250 g pflanzliche Küchenabfälle (Kartoffelschalen, Gemüseabfälle) <input type="checkbox"/> ½ Brühwürfel <input type="checkbox"/> 2 Teelöffel Zucker <input type="checkbox"/> 1 Handvoll Komposterde <input type="checkbox"/> 1 PET-Flasche (1 l) <input type="checkbox"/> 1 Luftballon <input type="checkbox"/> 1 Pulvertrichter
LV ⌚ V: 15 min ⌚ D: 30 min	Wir stellen Biogas her <input type="checkbox"/> pflanzliche Abfälle, Dung, Brühwürfel, Komposterde <input type="checkbox"/> 1 Gasbrenner <input type="checkbox"/> 1 Glasschneider <input type="checkbox"/> 1 Glaskolben (2–3 l) mit durchbohrtem Stopfen <input type="checkbox"/> 1 Gummi- oder Silikonschlauch <input type="checkbox"/> 1 Schlauchklemme <input type="checkbox"/> 1 Glasrohr <input type="checkbox"/> 1 Glaswanne <input type="checkbox"/> 1 Auffangtrichter <input type="checkbox"/> etwas Stahlwolle <input type="checkbox"/> 1 Stativ mit Stativmaterial
M 2 (Ab)	Wie entsteht „brennbare“ Luft?
M 3 (Ab)	Aufbau einer Biogasanlage

Stunde 3: Methan aus dem Rindermagen

Material	Thema und Materialbedarf
M 4 (SV/Ab)	Von Milch und Steak zum Klimawandel – Rinder als Methanproduzenten

Stunden 4–5: Schwarze Raucher und Methanquellen

Material	Thema und Materialbedarf
M 5 (Fo)	Schwarze Raucher
M 6 (Ab)	Die Lebensgemeinschaft an Schwarzen Rauchern
M 7 (Ab)	Die Lebensgemeinschaft an Methanquellen

Stunde 6: Ergebnissicherung

Material	Thema und Materialbedarf
M 8 (Ab)	Bakterien und Archäen – große Unterschiede bei kleinsten Lebewesen
M 9 (LEK)	Was ist deine Meinung? – Ein Concept-Cartoon zu den Archäen
(LP)	Was ist deine Meinung? – Ein Concept-Cartoon zu den Archäen

Minimalplan

Das Thema kann auf die Methanogenese begrenzt werden. Dann entfallen die **Materialien M 6–M 8** und die Stunden 4 und 5.

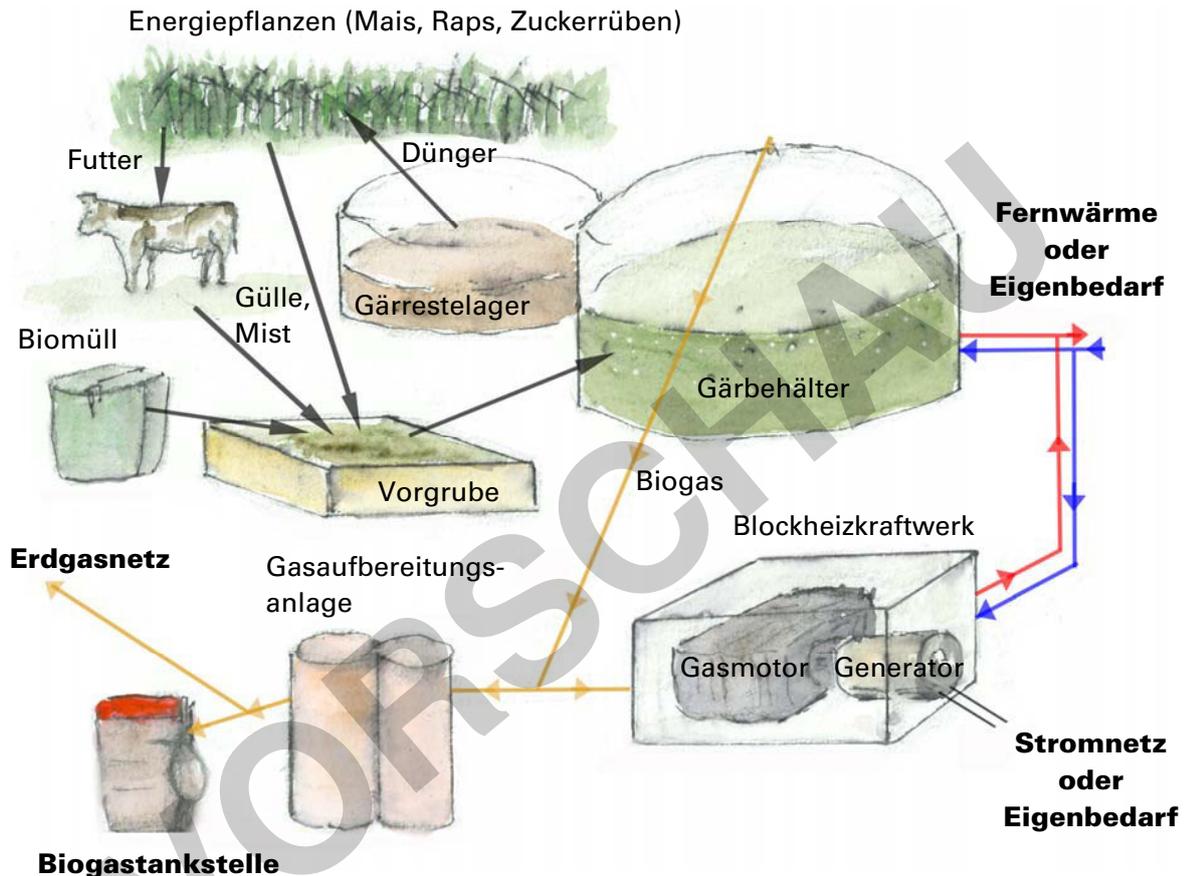
M 3

Aufbau einer Biogasanlage

In Biogasanlagen werden aus unterschiedlichen Pflanzen, wie beispielsweise Raps, Hirse oder Mais, mithilfe von Pilzen, Bakterien und Archäen Gase gewonnen. Lernt hier den Aufbau einer Biogasanlage kennen.

Aufgabe 1

Betrachte folgende Darstellung.

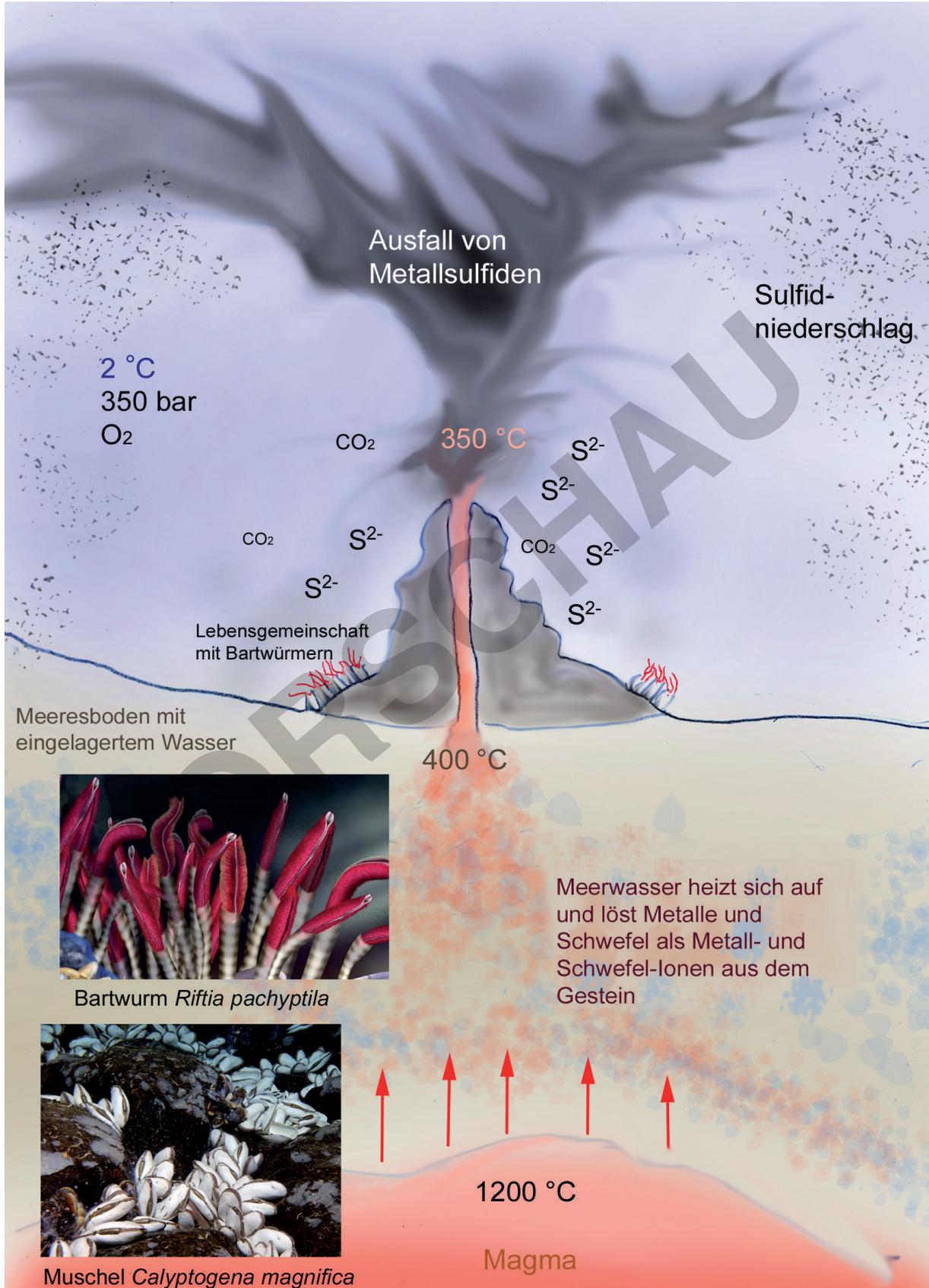


Aufgabe 2

- Nenne die Ausgangsstoffe, die heute zur Erzeugung von Biogas eingesetzt werden.
- Nenne die Produkte, die von einer Biogasanlage erzeugt und vermarktet werden können.
- In einer Biogasanlage wird mehrfach Energie von einer Form in eine andere umgewandelt. Markiere die Stelle, an der chemische Energie in Wärmeenergie umgewandelt wird, mit A, die Stelle, an der Bewegungsenergie in elektrische Energie umgewandelt wird, mit B.
- Erkläre, durch welche Einrichtungen bzw. Maßnahmen die Verluste an nutzbarer Energie bei den Energieumwandlungen verkleinert werden.
- Diskutiere Vor- und Nachteile des Einsatzes von „Energiepflanzen“ für die Biogasproduktion. Mach Vorschläge, wie diese Nachteile verringert werden könnten.

M 5

Schwarze Raucher



Bartwurm *Riftia pachyptila*



Muschel *Calyptogena magnifica*

Meerwasser heizt sich auf und löst Metalle und Schwefel als Metall- und Schwefel-Ionen aus dem Gestein

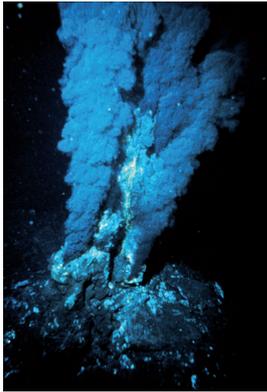
Die Lebensgemeinschaft an Schwarzen Rauchern

M 6

Schwarze Raucher sind heiße Quellen am Grunde der Tiefsee, die regelmäßig heißes Wasser mit darin gelösten Metallsulfiden ausscheiden. Am Rande dieser Tiefseequellen existieren äußerst interessante Lebensgemeinschaften. Erfahre hier mehr über sie.

Aufgabe 1

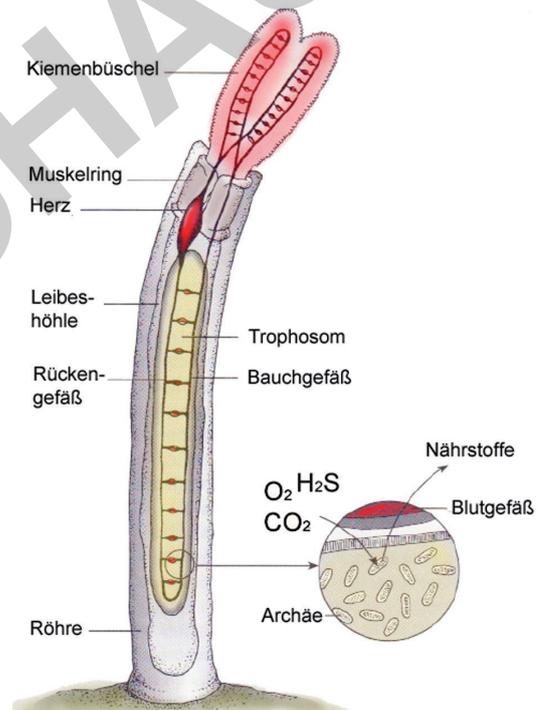
Lies dir folgenden Info-Text durch.



Schwarzer Raucher

Am Grunde der Tiefsee gibt es heiße Quellen, die durch schornsteinartige oder kegelförmige mineralische Gebilde regelmäßig heißes Wasser und darin gelöste dunkle Metallsulfide ausstoßen. Durch die Vermischung mit dem kälteren Umgebungswasser scheiden die gelösten Stoffe als feine Partikel aus, die wie eine Rauchwolke aussehen. Daher bezeichnet man diese Tiefseequellen auch als Schwarze Raucher. An ihrem Rand existiert eine Lebensgemeinschaft von Bartwürmern, verschiedenen Krabben, Muscheln, Seesternen und Tiefseefischen. Bartwürmer haben keinen Darm. Sie erhalten die Nährstoffe von Archäen, die in ihren gut durchbluteten Organen, den sogenannten Trophosomen, leben. Diese Art der Lebensgemeinschaft, bei der ein Lebewesen im Körperinneren des anderen lebt und aus der beide Partner Vorteile ziehen, nennt man Endosymbiose.

Im Darm der Bartwürmer bilden die Archäen organische Stoffe aus Schwefelwasserstoff (H_2S), Sauerstoff (O_2) und Kohlenstoffdioxid (CO_2). Die Oxidation des Schwefelwasserstoffs zu Schwefelsäure (H_2SO_4) liefert die Energie für die Assimilation von Kohlenstoffdioxid, d. h. für dessen Umformung zu körpereigenen, organischen Stoffen. Dabei entstehen neben Zucker ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) und Schwefelsäure auch Wasser und Schwefel als Nebenprodukte. Im Gegensatz zur lichtabhängigen Photosynthese nennt man diese Form der Primärproduktion, d. h. die Herstellung organischer Stoffe aus anorganischen Stoffen, Chemosynthese.



Aufgabe 2

Beschreibe das Zusammenleben zwischen Bartwürmern und Archäen.

Aufgabe 3

Bei der Chemosynthese der Sulfid-oxidierenden Archäen entstehen organische Stoffe. Formuliere die Wortgleichung.

Aufgabe 4

„Die Rolle der Bartwürmer in dem Ökosystem Schwarzer Raucher entspricht der Rolle der grünen Pflanzen in einem Ökosystem an Land“. Nimm Stellung zu dieser Aussage.

M 7

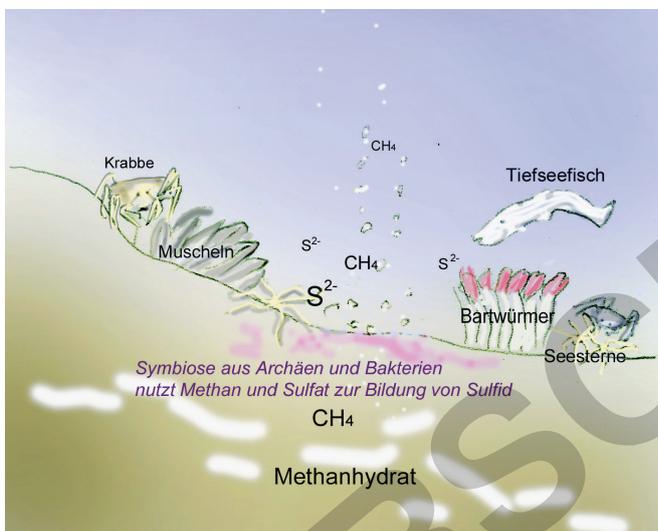
Die Lebensgemeinschaft an Methanquellen

An manchen Stellen im Tiefseeboden tritt methanreiches Wasser aus. Diese Stellen bezeichnet man als Methanquellen. An ihrem Rand leben hochspezialisierte Lebewesen, die sich Methan als Nahrungsquelle zunutze machen können.

Aufgabe 1

Lies dir den folgenden Info-Text durch.

Bei hohem Druck und tiefen Temperaturen kann sich Methan mit Wasser zu einer eisähnlichen Substanz, dem sogenannten Methanhydrat, verbinden. Solche Bedingungen herrschen vor allem an steileren Böschungen am Rande der Kontinente ab einer Tiefe von 400–500 Metern vor. Dort finden sich große Mengen solcher Methanhydrate im Meeresboden. Verschiebungen der Erdplatten können dazu führen, dass die Methan-Wasser-Verbindung instabil



Lebensgemeinschaft an einer kalten Methanquelle

wird und Methan-gesättigtes Wasser zusammen mit darin gelösten Metallsulfiden aus dem Boden dringt. Solche Methanquellen – auch Cold Seeps genannt, weil das austretende Wasser kalt ist – sind ein Biotop mit einer Lebensgemeinschaft, die viele Ähnlichkeiten mit den Lebensgemeinschaften an Schwarzen Rauchern aufweist. So treten auch hier Endosymbiosen zwischen Archäen und Bartwürmern sowie Archäen und Muscheln auf, die Methan und Schwefelwasserstoff (gebildet von einer Symbiose aus Archäen und Bakterien) zur Assimilation von Kohlenstoffdioxid, d. h. dessen Umformung zu körpereigenen, organischen Stoffen, nutzen.

Aufgabe 2

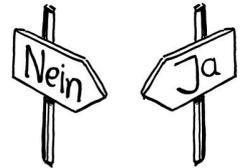
- a) Vergleiche die Lebensgemeinschaft an den Black Smokers mit der an den Cold Seeps und stelle Gemeinsamkeiten und Unterschiede in der folgenden Tabelle zusammen.

	Black Smoker	Cold Seeps
Temperatur des Quellwassers		
Sulfidgehalt des Quellwassers		
Entstehung des Sulfids		
Primärproduzenten		
Konsumenten höherer Ordnung		

- b) Erkläre die Bedeutung von Archäen, die Methan als Nahrungsquelle nutzen, für die globale Regulation des Treibhausgases Methan auf der Erde.

Bakterien und Archäen – große Unterschiede bei kleinsten Lebewesen

Bakterien und Archäen werden oft in einen Topf geworfen, da beide keinen Zellkern haben. Es gibt aber einige grundlegende Unterschiede zwischen diesen beiden Gruppen. Lerne sie hier kennen.



Aufgabe 1

Betrachte dir den folgenden tabellarischen Vergleich zwischen Bakterien und Archäen.

	Bakterien	Archäen
haben eine Zellwand mit Murein (vernetztes Riesenmolekül aus Zuckern und Aminosäuren)	ja	nein
können Methan produzieren	nein	teilweise
enthalten Chlorophyll	teilweise	nein
sind Erreger von Krankheiten	häufig	nie (aber sie können die Bedingungen für Krankheitserreger verbessern)
sind empfindlich gegen Antibiotika	ja	nein
können Temperaturen über 100 °C aushalten	nein	teilweise

Aufgabe 2

Bakterien oder Archäen? Treffe eine Zuordnung der beschriebenen Lebewesen zu Bakterien oder Archäen und begründe kurz.



	Beispiele	Bakterien	Archäen	Grund
1	Blaualgen sind Lebewesen, die wie grüne Pflanzen Fotosynthese machen können.			
2	Staphylococccen sind oft an Wundinfektionen beteiligt.			
3	Der Methan-produzierende <i>Methanopyrus</i> kann noch bei Temperaturen über 100 °C leben.			
4	Die fädigen Prokaryoten der Gattung <i>Actinomyces</i> haben eine dicke Murein-Zellwand.			
5	<i>Methanocella arvoryzae</i> lebt im Boden von Reisfeldern und gewinnt Energie aus der Bildung von Methan aus CO ₂ und H ₂ .			
6	<i>Yersinia pestis</i> bewirkt die hochansteckende Pestkrankheit, die aber heute mit Antibiotika wirkungsvoll bekämpft werden kann.			
7	<i>Pyrolobus fumarii</i> hält mit 113 °C Wachstumstemperatur den Hitzerekord.			

M 9

Was ist deine Meinung? – Ein Concept-Cartoon zu den Archäen

Was hast du alles über die Archäen gelernt? Teste dein Wissen in diesem Concept-Cartoon.

Aufgabe

Lies dir die sechs Situationen durch. Gib dann deine Meinung ab.

①

Hier gibt es prima T-Bone-Steak. Heute gönne ich mir den Luxus.



Ich ess' kein Steak. Rinder produzieren viel klimaschädliches Methan. Ich nehme lieber Risotto mit Parmesan.

Ist Risotto mit Parmesan wirklich die klimafreundlichere Mahlzeit? Mische dich in die Unterhaltung ein.

②

Aus unserem Gartenteich steigen immer so komische Luftblasen auf. Ich glaube, daran sind die schleimigen blaugrünen Algen schuld, die alle Wasserpflanzen überziehen.



Was würdest du antworten?

③



Das Leben in der Tiefsee ist nur möglich, weil organische Abfallstoffe aus den oberen Wasserschichten zu Boden sinken und den Tiefseebewohnern als Nahrung dienen.

Du weißt es besser! Korrigiere seine Aussage.

④

Wenn man Kühen das Rülpsen abgewöhnen könnte, würde weniger klimaschädliches Methan an die Atmosphäre gelangen.

Dann würden sie aber auch weniger Milch produzieren und langsamer wachsen!



Nimm Stellung!

⑤

Mein Onkel sagt, Archäen im menschlichen Darm könnten Darmkrebs verursachen.

Das kann nicht stimmen. Bei den Archäen gibt es keine Krankheitserreger.



Wer hat recht?

**netzwerk
ternen**

24 RAAbits Realschule Biologie Dezember 2016

⑥

Wieso die Termiten? Das verstehe ich nicht!

Durch Rodung von Tropenwäldern werden Klima verändernde Gase freigesetzt. Daran sind vor allem die Termiten schuld.



Kannst du den Zusammenhang erklären?

zur Vollversion