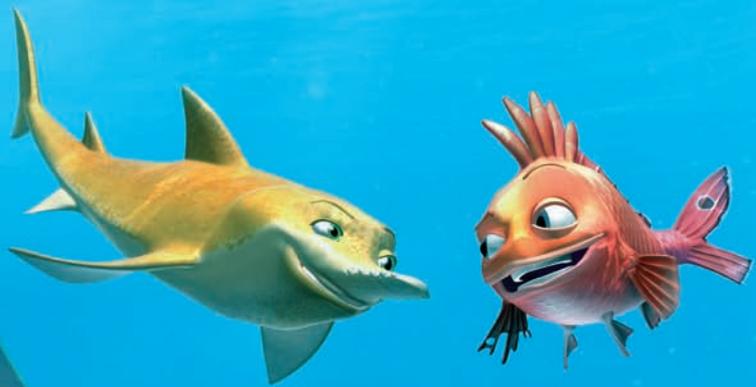


VERT

KALUOKA'HINA DAS ZAUBERRIFF



TEACHER'S GUIDE

REEF DISTRIBUTION PRESENTS „KALUOKA'HINA, DAS ZAUBERRIFF“
OTTO SANDER DANIEL FEHLOW WOLFGANG VÖLZ

WRITTEN AND DIRECTED BY PETER POPP ORIGINAL MUSIC BY FLORIAN KÄPPLER & DANIEL REQUARD PRODUCTION MANAGER DAVID MAAS
TECHNICAL DIRECTOR AXEL SPERLING ASST. DIRECTOR DANIEL PLOECHINGER FILM EDITOR RAUL ERDOSSY SPECIAL EFFECTS HERIBERT RAAB
EXECUTIVE PRODUCER SOFTMACHINE GMBH



www.Kaluokahina.de



*“Die Voraussetzung für
Wissen ist die Neugier...”*

Jacques Cousteau
frz. Meeresforscher,
1910-1997

Kaluoka'hina im Planetarium Hamburg

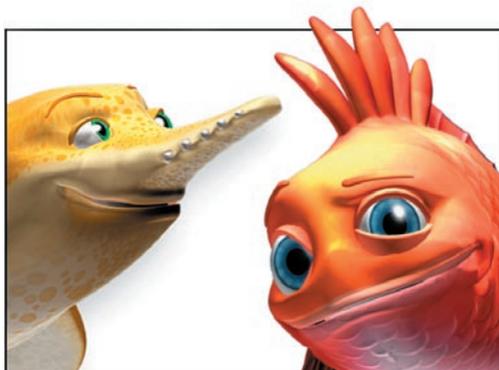
Hindenburgstrasse 1b (im Stadtpark)
D-22303 Hamburg
Ticketbuchungen online:
platzgenau, komfortabel und rund um die Uhr
www.planetarium-hamburg.de
Tickets per Telefon:
Montags bis freitags 9.00 - 17.00 Uhr
040 - 428 86 52 - 10

KALUOKA'HINA

das Zauberriff

INHALT

Einführung	5
Korallenriffe – farbenprächtige Welten unter Wasser	7
Wenn der Mond die Korallen erblühen lässt	10
Die Atmung des Meeres	12
„Schwarze Stinker“, Seeberge und Vulkane.	14
Der Dschungel im Meer	16
Ein Feuerwerk an Farben in der ewigen Dunkelheit	18
Literaturverweise	20



Jake und Shorty, die Helden unseres Filmes

Der Teacher's Guide

Kaluoka'hina, das Zauberriff ist der erste „Family Entertainment“ Spielfilm, der original für die 360° Dome Projektion produziert wurde. Der Teacher's Guide liefert spannende Hintergrundinformationen zu den Themen Korallenriffe, Vulkanismus, Kelpwälder, Biolumineszenz sowie zum Zusammenspiel von Meeresfauna und Planetenkonstellationen. Das Begleitheft dient als Infomaterial für alle am Thema Interessierten, kann aber auch dazu verwendet werden, um Schüler mit den im Film vorkommenden Themen vertraut zu machen. Darüber hinaus ist der Teacher's Guide auch eine wertvolle, vom Film unabhängige Informationsquelle.

Die Story des Films „Kaluoka'hina - Das Zauberriff“

Die unermesslichen Weiten der Ozeane auf unserem „blauen Planeten“ verbergen noch viele Geheimnisse. Kaluoka'hina, ein tropisches Riff, ist eines davon: Ein Zauber liegt über Kaluoka'hina. Er schützt das Riff vor der Entdeckung durch die Menschen. So konnte die vielfältige Schar seiner Bewohner bisher ein friedliches Leben führen. Doch alles ändert sich mit dem Tag, an dem der Vulkan ausbricht und der Zauber in Gefahr gerät.

Der junge Sägefisch Jake und sein paranoider wie auch cleverer Freund Shorty sind die Helden der Geschichte. Denn die beiden begeben sich auf eine abenteuerliche Suche nach dem Geheimnis des Zaubers, um Kaluoka'hina zu retten. Ihr einziger Anhaltspunkt: Die uralte Legende, die davon erzählt, dass die Fische den Mond berühren müssen...



KORALLENRIFFE -FARBENPRÄCHTIGE WELTEN UNTER WASSER

Das Kapitel vermittelt dem Leser ein Basiswissen über Korallen, ihre Lebensbedingungen, Ernährung, Vorkommen, Besonderheiten, sowie ihre ökologische Gefährdung und ihre Bedeutung für den Menschen.

Einer der Hauptdarsteller in „Kaluoka’hina, das Zauberriff“ ist das Korallenriff selbst – eine faszinierende und farbenprächtige Welt, in der die beiden Helden Jake und Shorty zuhause sind. Ein Korallenriff ist ein ganz eigener Kosmos voller erstaunlicher Geheimnisse und spannender Fragen.

Sind Korallen eigentlich Pflanzen oder Tiere?

Korallen sind weder Pflanzen noch Steine; sie sind enge Verwandte der Qualle und gehören somit zum Tierstamm der Hohltiere. Jede einzelne Koralle besteht aus hunderten, manchmal sogar tausenden winziger Tiere, den Polypen.

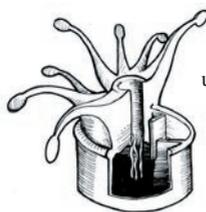
Es gibt zwei Gründe, weshalb man die Korallen zu den Tieren zählt: Polypen haben zwar kein Gehirn, jedoch im Gegensatz zu allen Pflanzen verfügen sie über ein Netzwerk an Nerven. Und anders als Pflanzen, die ihre Nahrung selbst produzieren, sind Korallen darauf angewiesen, ihre Nahrungsquellen in ihrer Umwelt zu suchen.

Haben Korallen eine besondere Art der Nahrungsaufnahme?

Korallen sind Fleischfresser und verfügen über giftige Fangarme, mit denen

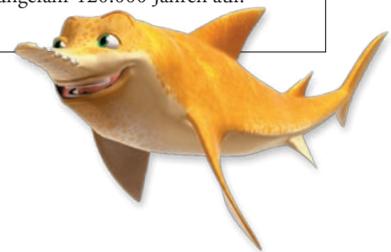
sie winzig kleine Lebewesen (Plankton) einholen, die zufällig an ihnen vorbeitreiben. Doch die „Fleischgerichte“ machen nur einen kleinen Teil auf dem Speiseplan der Koralle aus.

Ihr Hauptnahrungslieferant ist etwas anderes: nämlich mikroskopisch kleine Pflanzen, die Algen. Korallen und Algen haben eine wirklich clevere Lösung gefunden, sich gegenseitig mit Nahrung zu versorgen: Millionen dieser Algen leben in der Koralle. Wie alle anderen Pflanzen auch, nutzen Algen die Energie der Sonne, um sich zu ernähren. Bei der Umwandlung von Sonnenenergie in Nahrung (Photosynthese) produzieren die Algen unter anderem Zucker und Sauerstoff, den sie an die Korallen abgeben. Diese verwenden den Zucker als Nahrung und den Sauerstoff, wie die Menschen auch, zur Atmung. Bei der



Atmung produzieren die Korallen wiederum Kohlendioxid, das die Algen für ihre Photosynthese brauchen. Außerdem geben die Algen den Korallen ihre leuchtend bunten Farben und die Korallen bieten den Algen in ihrem Inneren ein sicheres Versteck vor hungrigen

Schon gewusst?
Korallenriffe gibt es seit mehr als 150 Millionen Jahren auf dem „blauen Planeten“. Der Homo Sapiens hingegen tauchte zum ersten Mal vor ungefähr 120.000 Jahren auf.



Schnitt durch einen Korallenpolyp

Feinden - ein wirklich praktisches Bündnis. In der Natur bezeichnet man solch ein Bündnis zweier Lebewesen als Symbiose.

Können Korallen überall im Meer leben?

Korallen sind sehr empfindliche Tiere und benötigen ganz bestimmte Umweltbedingungen. Um sich wirklich wohl zu fühlen, brauchen Korallen warmes, flaches und klares Wasser. Sie mögen Temperaturen zwischen 18°C und 29°C und lieben Sonnenlicht. Diese Voraussetzungen finden sie vor allem in flachen, küstennahen Gewässern. Deshalb gibt es Korallenriffe nur in unmittelbarer Nähe der Küste und in tropischen Gebieten, wie in der Karibik, dem indischen Ozean, dem Pazifik und dem Roten Meer.

Eine Satellitenaufnahme des Great Barrier Reefs in Australien



600.000 Quadratkilometern entspricht. Im Vergleich dazu: Deutschland hat eine

Gesamtfläche von 357.022 Quadratkilometern.

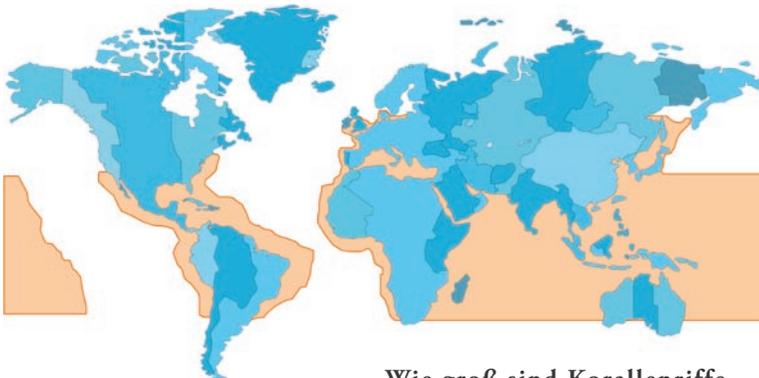
Sind in allen Riffen so viel verschiedene Tierarten beheimatet?

Korallenriffe zählen zu den artenreichsten Ökosystemen unseres Planeten. Sie werden nur von den tropischen Regenwäldern an Artenvielfalt übertroffen. Nicht selten nennt man die Korallenriffe deshalb auch die „Regenwälder der Meere“, allein die Korallen zählen über 40.000 verschiedene Arten.

Außerdem ist ein Korallenriff ein „Schlaraffenland“ für fast alle Meeresbewohner. Die Nahrungsressourcen sind immens und der Lebensraum ideal, so dass 25% aller Meereslebewesen (fast alle Fischarten, Krustentiere, Seegras, Reptilien, Bakterien und Pilze) in Korallenriffen beheimatet sind.

Was nützen Korallenriffe den Menschen?

Die Menschen haben den Korallen schon seit jeher ganz besondere Schutz- und Heilkräfte zugesprochen. Bereits im alten Ägypten wurden Korallen als Grabbeilagen verwendet, um die Toten vor



Korallenriffe gibt es nur in unmittelbarer Nähe der Küste und in tropischen Gebieten, wie in der Karibik, dem indischen Ozean, dem Pazifik und dem Roten Meer

Wie groß sind Korallenriffe eigentlich?

Korallenriffe können immense Ausmaße haben: Das „Great Barrier Reef“ vor Australiens Ostküste ist das größte Korallenriff der Welt. Das Riff, das man sogar vom Weltraum aus sehen kann, hat eine Länge von über 2023 Kilometern und bedeckt eine Fläche von 300.000 Quadratkilometern. Das riesige „Great Barrier Reef“ bietet mehr als 1.500 verschiedenen Tierarten eine Heimat. Aber nur 0.2 % der Gesamtfläche der Weltmeere werden von Korallenriffen eingenommen, was einer Fläche von ungefähr

bösen Geistern zu bewahren. Im Mittelalter galten Korallen als Allheilmittel für die unterschiedlichsten Krankheiten. Heutzutage spielen Korallen bei der Herstellung verschiedenster Medikamente eine große Rolle. So basiert zum Beispiel AZT, ein in der HIV-Behandlung angewendetes Medikament, auf einem chemischen Stoff, der aus einer ganz bestimmten Koralle gewonnen wird.

Natürlich dienen Korallenriffe auch als Nahrungsquelle für Menschen, z. B. wird in Südostasien durch Fischerei in den Riffen bis zu 25% des Proteinbedarfs der gesamten Küstenbewohner abgedeckt. Außerdem bieten die den Küsten vorgelagerten Korallenriffe einen natürlichen Schutz vor herannahenden Stürmen.

Werden die Korallenriffe durch die Menschen bedroht?

Korallenriffe sind äußerst sensible Ökosysteme. Durch den Eingriff der

Menschen verschlechtert sich der Zustand der Riffe zusehends. Ein Hauptproblem sind vom Menschen produzierte Abwässer, die durch die Flüsse ins Meer gelangen. Die Abwässer enthalten nicht nur Schadstoffe, sondern begünstigen auch das Wachstum von Algen und Seetang. Algen und Seetang sind weit widerstandsfähiger als Korallen. Sie können die Korallenbänke überwuchern. Dadurch sterben die Korallen ab.

Durch die Flüsse herbeigeführte Ablagerungen von Schlamm, Überfischung der Korallenriffe und der weltweite Klimawandel sind ebenfalls eine große Bedrohung für die empfindlichen Tiere. Die durch El Nino, ein sich alle vier bis sechs Jahre wiederholendes Klimaphänomen, verursachte Wassererwärmung bleicht Korallen aus. Es kommt zum sogenannten „Coral Bleaching“ und die Korallen sterben.



WENN DER MOND DIE KORALLEN ERBLÜHEN LÄSST

Das Kapitel vermittelt dem Leser ein Basiswissen über die faszinierende Art der Fortpflanzung von Korallen, die sogenannte „Korallenblüte“ und erklärt das Zusammenspiel verschiedener Faktoren, das die Korallen zum Blühen bringt.

Kaluoka'hina ist eine friedliche Welt, in der die bunte Schar ihrer Bewohner im Einklang mit der Natur lebt – einer Natur, deren Schönheit atemberaubend ist. Eines der fesselndsten Schauspiele, die das Riff Jahr für Jahr zu bieten hat, ist die ebenso farbenprächtige wie spektakuläre Korallenblüte.

Gibt es männliche und weibliche Korallen?

Natürlich, denn Korallen sind Tiere. Und wie bei allen Tieren gibt es auch bei den Korallen männliche und weibliche Korallen. Das heißt: Es gibt Korallenarten, die nur Eizellen produzieren und Arten, die nur Spermien produzieren. Doch die meisten Korallenarten sind Zwitterwesen. Diese Korallen produzieren sowohl Eizellen als auch Spermien in einem einzigen Individuum.

Wie vermehren sich Korallen?

Korallen verfügen über zwei sehr unterschiedliche Arten um sich fortzupflanzen.

Sie können sich ungeschlechtlich, durch Knospung, vermehren. Dabei teilt sich der Elternpolyp und es entsteht ein genetisch völlig identischer Klon – ein eineiiger Zwilling. Dieser Tochterpolyp bleibt immer mit seinem Elternpolyp verwachsen. Wenn der Tochterpolyp ausgewachsen ist, teilt er sich erneut und es entsteht wieder ein neuer Klon. Eine andere Art der ungeschlechtlichen Fortpflanzung besteht darin, dass durch Stürme einzelne Korallenstücke abbrechen

können. Gewöhnlich überleben diese abgebrochenen Stücke, wachsen weiter und bilden eine neue Kolonie.

Korallen können sich jedoch auch geschlechtlich vermehren – sie laichen. Das außergewöhnliche und erstaunliche Phänomen, bei dem über hundert verschiedene Korallenarten gleichzeitig ihre Spermien und Eizellen abgeben, nennt man „Korallenblüte“. Dieses einmalige Schauspiel wurde erst 1981 von australischen Meeresforschern entdeckt: Binnen weniger Sekunden und nur zu einer ganz bestimmten Zeit im Jahr spucken die Korallen Millionen winziger Eizellen und Spermien aus, die wie Champagnerbläschen im Wasser sprudeln und langsam an die Oberfläche schweben. Verbinden sich Ei- und Samenzelle, entsteht binnen 24 Stunden ein Embryo. Nach ungefähr fünf Tagen sinkt die kleine Babykoralle auf den Meeresboden ab wächst dort weiter.

Wie schaffen es die Korallen, dass sie gemeinsam und zur selben Zeit erblühen?

Es ist wirklich sensationell! Die Korallenblüte findet Jahr für Jahr im Frühling nach Einbruch der Dunkelheit in der Woche nach Vollmond statt, nämlich zur Zeit der Tagundnachtgleiche. In der Tierwelt bezeichnet man ein solches, immer zur selben Zeit stattfindendes Verhalten als synchrones Verhalten.

Forscher haben herausgefunden, dass es drei Auslöser für dieses synchrone Verhalten aller Korallenarten gibt:



Die "Korallenblüte" im Schiffswrack von Kaluoka'hina



Korallenriff bei Nacht

Der erste Auslöser ist die im Frühling langsam ansteigende Wassertemperatur, die Eier und Spermien zu einem festen Zeitpunkt reif werden lässt. Es muss eine ganz bestimmte Wassertemperatur herrschen, damit die Korallen bereit sind zu laichen.

Der zweite Auslöser ist die Tageszeit. Offensichtlich brauchen Korallen die Dunkelheit der Nacht, um sich fortzupflanzen.

Der dritte Auslöser ist die Mondphase. Die Position des Erdtrabanten koordiniert den genauen Zeitpunkt, an dem die Korallen ihr wertvolles Gut dem Meer übergeben. Natürlich ist nicht das Mondlicht der Auslöser des nächtlichen Spektakels, sondern die vom Mond beeinflussten Gezeiten (näheres zum Thema Gezeiten im nächsten Kapitel). Die Korallenblüte findet immer ungefähr fünf Tage nach Vollmond statt. In dieser Mondphase haben Ebbe und Flut den geringsten Unterschied. Dadurch ist das Wasser ruhiger, es gibt weniger Strömung und schwächere Strudel. Das ist der beste Zeitpunkt für die Korallen sich zu vermehren, das ruhige Meerwasser ermöglicht es den Ei- und Samenzellen, gemächlich im Wasser zu treiben und sich zu vereinigen.

Warum vermehren sich Korallen so und nicht anders?

Die Natur hat für alles, das sie hervor-

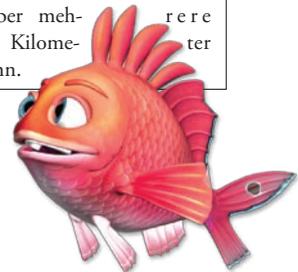
bringt, immer sachliche und nützliche Gründe. So auch für das synchrone Verhalten der Korallenblüte. Würde die Korallenblüte zu einem anderen Zeitpunkt stattfinden, wären die Meeresströmungen viel zu stark und die Chancen, dass Ei- und Samenzellen zueinander fänden, würden drastisch sinken. Auch vermuten die Wissenschaftler, dass durch das gleichzeitige Abblühen aller Korallen für die Fressfeinde mit einem Mal sehr viel Nahrung vorhanden ist. Dieses Angebot übersteigt ihr Fressbedürfnis bei weitem. Dadurch erhöhen sich die Überlebenschancen der befruchteten Eier.

Wie entsteht aus den einzelnen Korallen ein Riff?

Ein Korallenriff baut sich aus vielen Schichten von Korallen auf. Dabei lebt nur die äußerste Schicht des Riffs. Alte Korallenriffe können über dreißig Meter dick werden, wobei der lebende Teil nur etwa einen Meter dick ist. Während das Riff allmählich nach oben wächst, sterben die älteren Teile ab und jüngere Korallen wachsen darauf weiter. Manche Arten wachsen bis zu 15 Zentimeter im Jahr, andere weniger als einen Zentimeter.

Kaum zu glauben!

Man kann die Korallenblüte vom Weltall aus erkennen. Denn die Korallen produzieren eine farbige Substanz aus Ei- und Samenzellen, die sich über mehrere hundert Kilometer verteilen kann.



DIE ATMUNG DES MEERES

Das folgende Kapitel vermittelt Grundkenntnisse über Ebbe und Flut, die Konstellation von Mond und Sonne als die Ursache der Gezeiten, sowie über den Einfluss der Gezeiten auf Ökosysteme und Tierwelt.



Auf dem Rückweg nach Kaluoka'hina fällt Shorty die Lösung zu Cassandras Rätsel ein

Auf ihrer Suche nach dem Schlüssel zur Rettung des Zauberriffs kommen Jake und Shorty dahinter, dass die „Atmung des Meeres“, nämlich Ebbe und Flut, eine wichtige Rolle spielen.

Doch bis die beiden Helden Genaueres herausfinden, müssen sie noch einige Abenteuer bestehen.

Was versteht man genau unter dem Begriff „Gezeiten“?

An fast allen Meeresküsten steigt zweimal täglich das Wasser an. Die Strände werden überflutet, Schiffe, die auf dem Trockenen liegen, werden vom Wasser um einige Meter angehoben. Nach ungefähr sechseinviertel Stunden hat die Flut ihren Höchststand erreicht, etwa weitere sechseinviertel Stunden vergehen und das Wasser sinkt langsam wieder ab – die Ebbe tritt ein. Dieses Phänomen von steigendem und wieder sinkendem Wasser bezeichnet man als Gezeiten oder auch Tide.

Was hat der Mond mit Ebbe und Flut zu tun?

Bereits seit dem Altertum wissen die Menschen, dass die Gezeiten der Erde vom Lauf des Mondes bestimmt werden. Doch erst 1687 gelang es dem Physiker Isaac Newton mit Hilfe seiner Gravitationstheorie diese Naturerscheinung zu

erklären.

Newton hatte herausgefunden, dass die Gravitationskräfte von Mond und Sonne auf die Erde einwirken. Unter Gravitation versteht man die Anziehungskräfte fester Körper wie zum Beispiel Mond, Erde und Sonne. Feste Körper besitzen Kräfte, mit denen sie andere Körper zu sich ziehen. So ist die Erdanziehungskraft dafür verantwortlich, dass Gegenstände zu Boden fallen, und die Anziehungskräfte der einzelnen Planeten halten das Sonnensystem im „Gleichgewicht“.

Die Anziehungskraft des Mondes bewirkt nun auf der dem Mond zugewandten Seite der Erde, dass sich das Wasser des Meeres buckelförmig auftürmt: Der Mond zieht das Wasser an. Doch die Erde steht nicht still, sie dreht sich auch um die eigene Achse. Dadurch wirkt noch eine weitere Kraft auf das Meerwasser, nämlich die Fliehkraft. Da auf der dem Mond abgewandten Seite der Erdkugel die Anziehungskraft des Mondes geringer ist als die Fliehkraft, entsteht ein zweiter, jedoch kleinerer Wasserbuckel. Wenn sich diese beiden Wasserberge jeweils auf eine Küste zu bewegen, hebt sich der Meeresspiegel als Flut und sinkt nach einigen Stunden, ebenso vorhersehbar, wieder ab. Da es zwei Wasserberge gibt, gibt es auch zweimal am Tag Ebbe und Flut.

Eine genaue Vorausberechnung der Gezeiten ist für die Schifffahrt unentbehrlich, benötigt aber jahrelange Messungen und ausgeklügelte statistische Methoden.

Was beeinflusst die Gezeiten noch?

Newton hatte herausgefunden, dass auch die Sonne mit ihrer gewaltigen Anziehungskraft zu 30 % auf die Gezeiten der Meere einwirkt. Stehen Sonne, Mond und Erde bei Vollmond und Neumond fast in einer Linie hintereinander, so addieren sich die Gravitationskräfte von Mond und Sonne. Die Kräfte verstärken die Gezeiten und es kommt zur sogenannten Springflut.

Bei zunehmendem und abnehmendem Halbmond bilden Mond, Erde und Sonne einen rechten Winkel. Die Kräfte heben sich gegenseitig zum Teil auf, Mondflut und Sonnenebbe fallen aufeinander. Dadurch verringert sich die Höhe der Flut, es kommt zur sogenannten Nippflut.

Die Höhe der Flut ist von verschiedenen Faktoren abhängig. Auf dem offenen Meer heben die Gravitationskräfte von Mond und Sonne das Wasser überall um etwa 50 Zentimeter an. Die Höhe der Gezeiten an den Meeresufern hängt jedoch wesentlich von der unregelmäßigen Gestalt der Meeresbecken ab. Auch das jeweilige Wetter kann eine Rolle spielen. Zudem gibt es geographisch unterschiedlich starke Strömungen, die man als Gezeitenströmungen bezeichnet.

Den höchsten Tidenhub der Erde hat man in der Bay of Fundy gemessen, einer großen trichterförmigen Meeresbucht

im Nordatlantik, die zwischen den kanadischen Provinzen New Brunswick und Nova Scotia liegt. In der tiefen Bucht werden die Flutwellen, die hier im Abstand weniger Stunden auftreten, aufgestaut und können in der Bucht sehr hoch auflaufen, so dass der Wasseranstieg bis zu 21 Meter betragen kann.

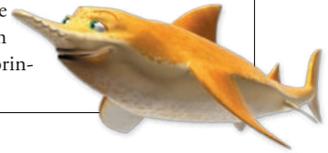
Wie wirken sich die Gezeiten auf die Meeresbewohner aus?

Die von den Gezeiten geprägten Küstenregionen haben ganz eigene Ökosysteme ausgebildet. Die Korallenriffe in den tropischen Gewässern gehören ebenfalls zu den Ökosystemen, die durch den Wechsel der Gezeiten beeinflusst werden.

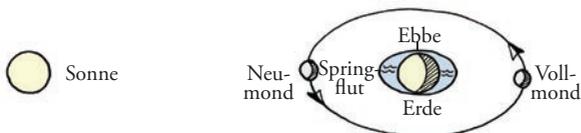
Auch die Meeresbewohner haben sich schon seit Jahrtausenden an den immer gleichbleibenden Rhythmus von Ebbe und Flut angepasst. Viele Vögel können nur bei Ebbe fressen und suchen sich ihre Nahrung im Schlick. Seehunde liegen bei Ebbe faul auf Sandbänken und sonnen sich. Schlickkrebse nutzen die Flut und gehen unter Wasser auf Nahrungssuche, da sie vor hungrigen Vögeln in Sicherheit sind. Fische, wie zum Beispiel der Grunion, lassen sich in den Nächten der Springflut von einer Welle an den Strand spülen und laichen dort ab. Von der nächsten Welle lassen sich Männchen und Weibchen wieder zurück ins Meer tragen.

Schon gewusst?

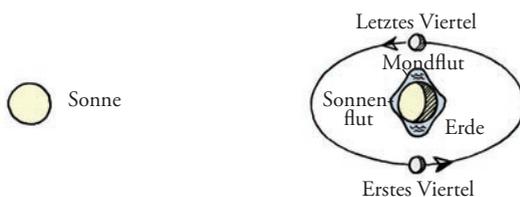
Die Gezeiten entwickeln enorme Kräfte! In der Antarktis kann ein Meter Unterschied zwischen Ebbe und Flut den Eisfluss der Gletscher für kurze Zeit zum Stehen bringen.



Springflut:



Nippflut:



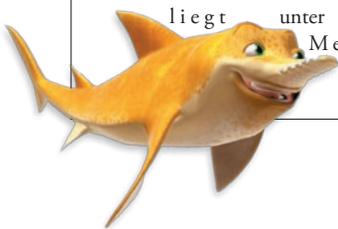
Springflut und Nippflut als Diagramm



„SCHWARZE STINKER“, SEEBERGE UND VULKANE

Das folgende Kapitel vermittelt dem Leser ein Basiswissen über die Entstehung von Vulkanen, deren Verbreitungsgebiete und über unterseeische Vulkanaktivitäten.

Der höchste aktive Vulkan ist der Mauna Loa auf Hawaii. Der Vulkan ist ca. 9000 Meter hoch und damit höher als der Mount Everest. Allerdings beträgt seine Höhe über dem Meeresspiegel „nur“ 4139 Meter. Mehr als die Hälfte des Mauna Loa liegt unter dem Meeresspiegel.



Mit dem Ausbruch eines Unterwasservulkans beginnt die Geschichte um das Zauberriff Kaluoka’hina. Plötzlich ist das bisher friedliche Leben im Riff bedroht. Denn in einer alten Legende heißt es: wenn der Vulkan ausbricht, ist der Zauber des Riffs in Gefahr.

Wie entsteht ein Vulkan?

Um zu verstehen, wie ein Vulkan entsteht, muss man wissen, dass unsere Erde kein einheitlich fester Körper ist, sondern aus vier sehr unterschiedlichen Schichten besteht: Dem inneren Erdkern aus Eisen und Nickel, hier herrschen Temperaturen von ungefähr 6000°C. Die nächste Schicht nennt man Äußeren Erdkern. Dann folgt der Erdmantel und als letzte Schicht die feste Erdkruste, auf der wir Menschen leben.

Im Erdmantel, in einer Tiefe von ungefähr 60 bis 100 Kilometern, befinden sich gasreiche und geschmolzene Gesteinsmassen – das Magma. Aufgrund des dort herrschenden hohen Drucks wird das Gestein nicht flüssig, es ist formbar wie Knetgummi. Ist die Erdkruste an

manchen Stellen besonders dünn, kann es passieren, dass das Magma einen ungeheuren Druck ausübt und die Erdkruste durchbricht. Das aus dem Erdinneren austretende Magma, das sich auf die Oberfläche ergießt, nennt man Lava. Die Lava kühlt ab und wird zu festem Gestein. So türmen sich bei jedem neuen Ausbruch die Lavamassen aufeinander und allmählich wächst ein Vulkan heran. Bei einer Eruption können Energien freierwerden, die bis zu 600 Mal größer sind als bei einer Atombombe.

Wie viele aktive Vulkane gibt es weltweit?

Die Frage nach der Anzahl der aktiven Vulkane ist nicht leicht zu beantworten. Jedes Jahr gibt es ungefähr 50 bis 60 Ausbrüche. Das sind im Durchschnitt mehr als zwei Eruptionen in vierzehn Tagen. Seit Menschen Vulkanausbrüche beobachten und darüber Aufzeichnungen machen, waren über 500 Vulkane aktiv. Augenblicklich schätzt man etwa 600 aktive Vulkane auf der Erde. Die Anzahl ist deshalb so schwer zu schät-



Mit dem Ausbruch eines Unterwasservulkans beginnt die Geschichte um das Zauberriff Kaluoka'hina

zen, da ein Großteil der Vulkane sich auf dem Grund der Ozeane befindet und die Ausbrüche deshalb schwer zu dokumentieren sind.

Wo kommen Vulkane besonders häufig vor?

Große vulkanische Aktivitäten finden vor allem an den Rändern der Kontinentalplatten statt, dort wo die ozeanischen Platten an den Kontinentalrändern abtauchen und im Erdmantel wieder aufgeschmolzen werden. An diesen Plattengrenzen hat die Erdkruste besonders viele Risse und Spalten, durch die das Magma aus dem Erdmantel aufsteigt und an der Oberfläche Vulkane bildet.

Die meisten Vulkane befinden sich in einem Gürtel um den Pazifik („Ring of Fire“), in Afrika, im Bereich des Roten Meeres und des Ostafrikanischen Grabens. Viele Unterwasservulkane brodelt auch am Grund des Atlantiks zwischen Europa und Amerika. Am 14. November 1963 entstand vor der Küste Islands die Insel Surtsey. Auslöser für das Entstehen dieser neuen Insel, die nach zehn Tagen schon eine Länge von 900 Metern und eine Breite 650 Metern erreicht hatte, war ein unterseeischer Vulkanausbruch.

Unterwasservulkane werden auch Seeberge oder „Seamounts“ genannt. Sie sind mindestens 1000 Meter hoch und haben sehr steil abfallende Hänge. Seeberge können bis zur Meeresoberfläche anwachsen und bilden aufgrund des dort aufsteigenden nährstoffreichen Wassers

die ideale Grundlage für artenreiche Lebensgemeinschaften.

Was sind eigentlich „schwarze Stinker“?

Mit „Black Smokers“ oder auch „schwarzen Stinkern“ bezeichnet man die Eruptionsschlote neu entstandener Unterwasservulkane. Die Schlote stoßen stark mineralhaltige Flüssigkeiten mit einer Temperatur von bis zu 400°C aus – eine Temperatur, die ausreicht, um zum Beispiel Blei zu schmelzen. „Schwarze Stinker“ treten meist in Gruppen auf, die die Fläche eines Fußballfeldes haben können.

Das Naturphänomen der „Schwarzen Stinker“ wurde das erste Mal 1977 entdeckt. Geologen auf einem Forschungs-U-Boot hatten die Schlote vor den Galapagos Inseln entdeckt. Inzwischen tragen die „Black Smoker“ meist sehr fantasievolle Namen wie „Godzilla“ oder „Lucky Strike“.

Diese hydrothermalen Schlote liegen vor allem an den mittelozeanischen Rücken und bilden ganz besondere Ökosysteme. Es sind weltweit die einzigen Ökosysteme, die ihre unmittelbare Energie nicht aus dem Sonnenlicht beziehen. Forscher vermuten, dass sich das Leben auf der Erde unter ähnlichen Umweltbedingungen gebildet haben könnte, wie sie bei den „Black Smokers“ herrschen.

DER DSCHUNGEL IM MEER

Das folgende Kapitel vermittelt dem Leser ein Grundwissen über Kelpwälder und deren Bedeutung als Ökosystem sowie über deren Nutzen für den Menschen.

In der Geschichte vom Zauberriff Kaluoka'hina spielt ein Kelpwald eine ganz besondere Rolle. Denn auf ihrer abenteuerlichen Suche nach dem Rätsel um den Zauber des Riffs, müssen Jake und Shorty unbedingt Cassandra finden. Die steinalte und weise Schildkröte, die für die beiden Helden einen entscheidenden, aber mysteriösen Hinweis zur Lösung des Rätsels hat, lebt seit undenklicher Zeit im Dschungel des Meeres.

Was sind Kelpwälder?

Kelp, Birntang, Salzkraut oder auch Blatttang genannt, gehört ihrem Bauplan nach zu einer sehr schlichten Grundform der Botanik: Bei den Kelppflanzen, von denen es weltweit an die 100 verschiedene Arten gibt, handelt es sich um Braunalgen der Ordnung Laminariales. Deshalb sind ihre langen Wedel genau genommen auch keine Blätter, wie man sie von Bäumen her kennt, sondern weit weniger komplexe Organe mit denen die Alge Photosynthese betreibt.

Algen gehören zu den ältesten Pflanzen der Erde und sind die Urahnen unserer grünen Pflanzen. Auch der Kelp nimmt, wie alle anderen Algen auch, seine Nährstoffe über den ganzen Körper auf.

Woher hat die Alge den seltsamen Namen „Kelp“?

Die Bezeichnung „Kelp“ bezieht sich ursprünglich auf die Asche von Meer-essalgen, die im 19. Jahrhundert bei der Gewinnung von Jod, Pottasche und Soda Verwendung fand. Später wurde die Bezeichnung „Kelp“ auf verschiedene Al-

gengattungen selbst übertragen.

Wie groß können Kelpwälder eigentlich werden?

Kelp ist die am schnellsten wachsende Pflanze des Meeres. Es gibt Arten, die täglich bis zu 45 cm in die Höhe schießen. Die mächtigste Kelpspitze, der Riesentang *Macrocystis pyrifera*, kann eine Länge von mehr als 80 Metern erreichen. Würden Kelpwälder an Land wachsen, hätten sie oftmals eine Fläche so groß wie ganze Städte.

Wo gibt es Kelpwälder überall?

Kelp benötigt für sein rasantes Wachstum kaltes, sauberes, nährstoffreiches und bewegtes Wasser. Besonders gut gedeihen Kelpwälder daher an denjenigen Orten, an denen mächtige Meeresströmungen aus der Tiefsee an den Steilhängen der Kontinente hinaufsteigen. Deshalb sind die gigantischen Dschungel des Meeres auf die Küstengewässer der Arktis und Antarktis sowie auf wenige küstennahe Abschnitte in Südafrika, Kalifornien, Lateinamerika und Südaustralien beschränkt.

Welche Tiere leben in den Kelpwäldern?

Kelpwälder bieten einer sehr großen Zahl von Meerestieren einen speziellen Lebensraum. Sie sind wichtige Brutplätze, Nahrungsstellen und Ruheorte im Meer. In Kalifornien etwa leben verschiedenste Barscharten, Skorpionfische, Seesterne und Muscheln im Kelpwald. Das größte Weidetier der Kelpwälder ist



In den Kelpwäldern treffen Jake und Shorty auf Cassandra, das Orakel. Ob sie ihnen bei der Rettung behilflich ist?



Manche Arten der Kelppflanze wachsen täglich 45 cm!

die Abalone, eine Riesenschnecke, deren Haus die Größe einer Pampelmuse annehmen kann und die in Asien als Delikatessenspezialität behandelt wird.

Da Kelpwälder bis an die Wasseroberfläche wachsen, dienen sie auch als Ruheplätze für Seevögel, die sich auf den Tangteppichen niederlassen, und als optimale Verstecke für Seelöwen, die sich vor im Kelpwald jagenden Haifischen in Sicherheit bringen.

Ein gefährlicher Bewohner des Kelpwaldes ist der Seeigel. Im Gegensatz zu anderen Tieren begnügt er sich nicht mit dem Fressen abgefallener Blätter. Der Seeigel knabbert am liebsten die frischen Triebe an, wodurch die Algen absterben.



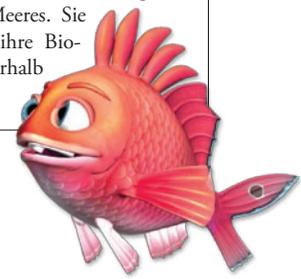
Auf diese Weise wurden in den 30er Jahren des letzten Jahrhunderts große Kelpbestände vernichtet. Schuld daran war nicht zuletzt die Jagd auf den Fischotter, dem natürlichen Feind des Seeigels. Durch das massenhafte Schießen der Fischotter, deren Pelz äußerst begehrt war, wurde der Seeigel seines natürlichen Feindes beraubt und konnte sich uneingeschränkt vermehren. Heute haben sich die Bestände des Fischotters wieder erholt. Dennoch ist der Seeigel weiterhin eine Gefahr für die Kelpwälder.

Haben Kelpwälder auch einen Nutzen für den Menschen?

Vor allem in Nordkalifornien werden die Algen wirtschaftlich genutzt. Die Algen der Kelpwälder dienen nicht nur als Heilmittel und Nahrungsergänzung, sondern auch als Dünger. Der im Kelp enthaltene gallertartige Stoff Algin wird als Bindemittel in der Kosmetikindustrie (Shampoo, Zahnpasta, Lippenstift, Hautcremes) sowie in Eiscreme und Pudding verwendet.

Kelpwälder sind wirklich gigantisch!

Die Kelpstaude ist die am schnellsten wachsende und auch größte Pflanze des Meeres. Sie versechsfacht ihre Biomasse innerhalb eines Jahres.



Die Kelppflanze, Riesentang *Macrocystis pyrifera*, kann eine Länge von mehr als 80 Metern erreichen

EIN FEUERWERK AN FARBEN IN DER EWIGEN DUNKELHEIT

Das folgende Kapitel vermittelt dem Leser ein Basiswissen über das Phänomen der Biolumineszenz, deren Funktionsweise, evolutionäre Entwicklung und Bedeutung für die Tiefseelbewesen, sowie deren Anwendung in der Forschung.

Auf ihrer abenteuerlichen Reise versschlägt es Jake und Shorty in eine dunkle und bedrohliche Welt – die Tiefsee. Kein Lichtstrahl dringt dort hin vor. Doch die ewige Dunkelheit ist Heimat vieler seltsamer und unheimlich aussehender Lebensformen, die den beiden Helden einen gehörigen Schrecken einjagen.

Was versteht man genau unter dem Begriff „Biolumineszenz“?

Der Begriff setzt sich aus dem griechischen Wort „bios“, Leben, und dem lateinischen Wort „lumen“, Licht, zusammen. Biolumineszenz beschreibt die Fähigkeit von Organismen mittels biochemischer Prozesse eigenes Licht zu erzeugen. Dabei wird Stoffwechselenergie als sichtbares Licht nach außen abgegeben.

Wie ist die Fähigkeit zur Biolumineszenz eigentlich entstanden?

Als sich vor drei Milliarden Jahren das erste Leben auf unserem Planeten entwickelte, gab es in der Erdatmosphäre noch keinen Sauerstoff, sondern überwiegend Stickstoff, Kohlendioxid, Kohlenmonoxid sowie diverse andere Stickoxide und Edelgase. Die ersten Lebewesen konnten mit Sauerstoff absolut nichts anfangen, er war Gift für sie. Als sich vor 2,5 Milliarden Jahren die Blaualgen entwickelten und plötzlich sehr viel Sauerstoff erzeugten, waren alle anderen Lebewesen von der Oxidation durch den Sauerstoff be-

droht. Um überleben zu können, mussten sie Stoffwechselprozesse erfinden, die den schädlichen Sauerstoff noch im Zellinneren vernichten: Die Lösung war die Biolumineszenz.

Das Phänomen Biolumineszenz reicht also bis fast zum Ursprung des Lebens zurück. Die Tiere, die heute noch über die Fähigkeit der Biolumineszenz verfügen, setzten sie jedoch für völlig andere Zwecke ein.

Welche Tiere verfügen über die Fähigkeit zur Biolumineszenz?

Das Phänomen kommt bei sehr vielen Tieren vor. Fast in jedem Tierstamm sind Vertreter mit diesem Merkmal zu finden. Die bekanntesten Landtiere sind das Glühwürmchen und der Leuchtkäfer. Am häufigsten kommt die Biolumineszenz aber bei Meeresbewohnern vor. Die Dinoflagellaten - einzellige Algen, die an der Meeresoberfläche treiben - verfügen über eine solche Leuchtfähigkeit. Besonders außergewöhnlich und faszinierend ist das Phänomen der Biolumineszenz jedoch bei den Bewohnern der Tiefsee.

Die Tiefsee bildet mehr als die Hälfte des Lebensraums auf der Erde. In diesen dunklen und kalten Regionen in 800 bis 2.000 Metern Tiefe sind die meisten Lebewesen mit der Fähigkeit zur Biolumineszenz beheimatet. In der ewigen Dunkelheit der Tiefsee gibt es Wesen wie den Laternenfisch, bei dem die Lichtzellen zu besonderen Strukturen in der Haut angeordnet sind. Oder den Anglerfisch, der



In der ewigen Dunkelheit treffen Jake und Shorty auf seltsame und unheimlich aussehende Lebensformen

kurz vor seinem Maul ein biolumineszierendes Organ besitzt.

Wie produzieren die Tiefseetiere ihr Licht?

Es gibt einige Fische die eine Symbiose mit Bakterien eingehen. Diese Tiere nehmen die lichterzeugenden Bakterien in ihrem Körper auf. Jedoch die große Mehrzahl der Tiere produziert das Licht durch chemische Prozesse in ihrem eigenen Körper. Der dabei ablaufende Vorgang ist bei allen Tieren gleich: Besondere Leuchtstoffe, Luciferine genannt, werden unter Verwendung von Sauerstoff und chemischer Energie oxidiert. Auslöser für diese chemische Reaktion ist ein Enzym namens Luciferase. Bei der Oxidation des Luciferins entsteht ein kurzer Lichtblitz.

Biolumineszierendes Licht kommt in den Farben rot, grün, blau, orange und violett vor. Am häufigsten jedoch gibt es das kurzwellige blaue Licht, denn es ist im Wasser über relativ große Entfernungen sichtbar. Werden Tiefseefische gefangen, verlieren sie in der Regel ihre Fähigkeit zur Biolumineszenz.

Welche Funktion hat die Biolumineszenz?

Die Bewohner der Tiefsee nutzen ihre Fähigkeit zu Biolumineszenz zur Partner-

suche. Man vermutet, dass Dauer, Farbe und Frequenz der abgegebenen Lichtsignale eine wichtige Rolle spielen, um den richtigen Partner anzulocken.

Zudem ist die Fähigkeit, Lichtsignale geben zu können, eine ideale Verteidigungsstrategie. So sondert ein in der Tiefsee beheimateter Tintenfisch ein biolumineszierendes Sekret ab, das seinen Angreifer verwirrt. Dadurch hat der Tintenfisch genug Zeit in der Finsternis zu verschwinden.

Wieder andere Tiere setzen die Biolumineszenz zur Jagd ein. Sie benutzen das blaue, weit zu sehende Licht als Köder für ihre Beute. Der Jäger indessen erkennt seine Beute mit rotem Licht. Rotes Licht reicht zwar nur einen Bruchteil so weit wie das blaue Licht, dennoch identifiziert der Jäger seine Beute noch bevor diese ihn wahrnehmen kann.

Hat die Biolumineszenz auch einen Nutzen für den Menschen?

Biolumineszenz wird in Form von Bioindikatoren benutzt, um schnell und zuverlässig Umweltverschmutzung in Flüssen nachzuweisen. Auch in der Biochemie spielt Biolumineszenz beim Nachweis von Proteinen eine Rolle oder als sogenannte „Reporter“ in der Genforschung.

Kaum zu glauben!

Die Natur ist wirklich genial! Viele in der Tiefsee lebende Tiere können Licht mit einer Energieumsetzung von fast 90 Prozent erzeugen. Vom Menschen geschaffene Glühbirnen setzen nur etwa 5 Prozent der Energie in Licht um, der Rest geht als Wärme verloren.



LITERATURVERWEISE

Korallenriffe Farbenprächtige Welten unter Wasser

Bücher

Schuhmacher, H.
Korallenriffe, Verbreitung, Tierwelt
Ökologie. BLV Verlagsgesellschaft
1991

Cousteau, J.-Y. / Dirole, P.
Korallen ; Bedrohte Welt der Wunder
Droemer Knaur
1984

Gorsky, B.
Wunderwelt der Korallen
Herder
1982

Probst, N.
Unterricht Biologie – Riffe.
UB 254
2000

Im Internet

[http://www.jadestern.de/unterwasser/
specials/korall04.html](http://www.jadestern.de/unterwasser/specials/korall04.html)

<http://www.starfish.ch/>

[http://www.fisheyeview.com/FV-
Cam640.html](http://www.fisheyeview.com/FV-Cam640.html)

Wenn der Mond die Korallen erblühen lässt

Bücher

Kühlmann, H.H.
Das lebende Riff
Landbuch Verlag
1984

Wells, S. / Nick, H.
Das Greenpeace-Buch der Korallenriffe
C.H. Beck Verlag
1992

Im Internet

[http://www.jadestern.de/unterwasser/
specials/korall04.html](http://www.jadestern.de/unterwasser/specials/korall04.html)
<http://www.starfish.ch/>

[http://www.fisheyeview.com/FV-
Cam640.html](http://www.fisheyeview.com/FV-Cam640.html)

Die Atmung des Meeres

Bücher

Brauner, R. / Dentler, F.-U. /
Kresling, A.
Strom, Seegang, Gezeiten
Dsv Verlag
2003

Lambert, D.
Tessloffs Buch der Meere
Tessloff Verlag
2004

Krumm, W.
Gezeitenkunde – Theorie und Praxis
Yacht Bücherei Bd. 10
Klasing
1992

Im Internet

[http://www.dsm.de/gez/html/inhalt.
html](http://www.dsm.de/gez/html/inhalt.html)

[http://www.wissen.swr.de/warum/gezei-
ten/themenseiten/t_index/s1.html](http://www.wissen.swr.de/warum/gezeiten/themenseiten/t_index/s1.html)

[http://www.astrolink.de/p012/p01206/
index.htm](http://www.astrolink.de/p012/p01206/index.htm)

„Schwarze Stinker“, Seeberge und Vulkane

Bücher

Bardintzeff, J.-M.
Vulkanologie
Enke Verlag
1999

George, U.
Geburt eines Ozeans
Geo-Buch, Gruner + Jahr
1982

Schmincke, H.-U.
Vulkanismus
Wissenschaftliche Buchgesellschaft
2000

Edmaier, B. / Jung-Hüttl A.
Vulkane, wo die Erde Feuer und Asche
spuckt.
BLV Verlagsgesellschaft
2000

Bauer, E. W.
Feuer, Farben und Fontänen
Theiss-Verlag
1994

Im Internet

<http://www.vulkane.net/>

<http://www.saevert.de/vulcano.htm>

http://www.vulkanpark.com/deu/vulkanschule/vulkane/vulkane_detail.php

<http://vulkanismus.de/>

<http://www.zool80.de/html/vulkane.html>

Die Atmung des Meeres

Bücher

Abenteuer Natur, 5/93
Kelp, Dschungel im Meer
S. 56-63

Geo Spezial, 6/94
Pioniere des Rückzugs
S, 101ff.

Im Internet

http://www.mbayaq.org/efc/efc_hp/hp_kelp_cam.asp

http://aquarium.ucsd.edu/learning/learning_res/kelpcam.cfm

Ein Feuerwerk an Farben in der ewigen Dunkelheit

Bücher

Byatt, A. / Fothergill, A. / Holmes, M.
Unser blauer Planet. Eine Naturgeschichte der Meere
Vgs Verlagsgesellschaft
2002

Kunzig, R.
Der unsichtbare Kontinent.
Piper
2004

Brandl, H. / Albrecht, S.
Experimentelle Chemilumineszenz und Biolumineszenz.
Hüthig
1998

Geo Wissen, 3/00
Ozean und Tiefsee

Im Internet

<http://www.die-tiefsee.de>

<http://www.ginkgo-web.de/facharbt/biolumi/biolumi.htm>

<http://www.vcell.de/genomstation/biolumineszenz.html>

<http://www2.uni-jena.de/chemie/institute/oc/weiss/>

http://www.geo.de/GEOLino/tiere_pflanzen/2003_11_GEOLino_tiefsee_text/?SDSID=

<http://www.affenterz.de/tiefsee/index.asp>

“Kaluoka’hina, Das Zauberriff”

mit umweltfreundlicher Unterstützung der HSE
www.hhse.de

© Softmachine GmbH, 2004, www.softmachine.de

© “Kaluokahina, Das Zauberriff” ist eine 360 Grad Filmproduktion der Full
Dome Filmproduktion GmbH & Co KG

Autor: Gerry Winter - www.oile.de
Gestaltung: Daniel Plöching
Konzept: Peter Popp und Gerry Winter

www.kaluokahina.de

KALUOKA'HINA

Das Zauberriff



mit umweltfreundlicher Unterstützung der HSE
www.hhse.de

www.planetarium-hamburg.de
www.kaluokahina.de