

# **Unentdeckte Tiefen**

**Ein kooperatives Lernspiel zur Entdeckung des Tiefseelebensraums  
im RZG-Unterricht auf der Sekundarstufe I**

Masterarbeit eingereicht an der PHBern,  
Institut Sekundarstufe I

Eingereicht bei: Urs Kaufmann

Verfasst von: Claudia Peverelli (17-864-083)

Alpenstrasse 6

3550 Langnau im Emmental

[claudia.peverelli@stud.phbern.ch](mailto:claudia.peverelli@stud.phbern.ch)

Langnau, im April 2021

## **Abstract**

In der vorliegenden Arbeit wird ein kooperatives Lernspiel zur Entdeckung des Tiefseelebensraums entwickelt, welches auf der Sekundarstufe 1 im Schulfach Räume, Zeiten, Gesellschaften (RZG) während fünf Lektionen eingesetzt werden kann. Die Arbeit legt dar, wie das kooperative Lernspiel konzipiert und an einer Sekundarklasse im siebten Schuljahr erprobt und evaluiert wurde.

Das Lernspiel spielt im östlichen Pazifischen Ozean. Dort, in Tiefen von mehreren Tausend Metern, befinden sich grosse Manganknollenvorkommen. Das Ziel der gesamten Schulklassen ist es, dieses Gebiet zu schützen. An diesen Manganknollen ist nämlich ein Tiefseebergbau-Unternehmen interessiert, welches diese Manganknollen abbauen und in der Stahl- und Elektroindustrie weiterverarbeiten möchte. Durch jeden gesammelten Punkt vergrössert sich die Fläche, in der kein Abbau stattfinden darf. Dabei sind die Schülerinnen und Schüler (SuS) als Forscher\*innen in Forschungsgruppen tätig und erarbeiten verschiedene Themen selbständig. So werden sie zu Expertinnen und Experten auf ihrem jeweiligen Gebiet. In der anschliessenden Gruppenarbeit wird ein Austausch innerhalb der Forschungsgruppe notwendig, um die zu bearbeitenden Aufgaben zu lösen. So wird nicht nur der Wissenserwerb zum Thema Tiefsee gesteigert, sondern auch die Kooperationsfähigkeit zwischen den Forschungsmitgliedern gefördert. In der Auswertungslektion wird zum Schluss ersichtlich, wie gross die schützenswerte Fläche geworden ist. Zudem wird der Frage nachgegangen, wie wir alle die Tiefsee besser schützen können. Begleitet wird das Lernspiel durch ein Dossier mit sämtlichen Arbeitsblättern und Gruppenaufgaben, einer PowerPoint-Präsentation, welche die Inhalte der Lektionen illustriert, sowie von der Verfasserin dieser Arbeit selbst konzipierten Lernvideos.

In den Ergebnissen wird deutlich, dass das kooperative Lernspiel sowohl von den SuS als auch von der Klassenlehrkraft sehr positiv beurteilt wurde. Das Lernspiel überzeugt durch einen abwechslungsreichen Aufgabenmix mit Arbeitsblättern und Lernvideos sowie einer rhythmisierten Arbeitsform aus Einzel- und Gruppenarbeit. Jedoch hat die Auswertung auch aufgezeigt, dass aufgrund der knapp bemessenen Lektionenzahl wenig Zeit blieb, sich intensiver mit der behandelten Materie auseinanderzusetzen. Die Verfasserin empfiehlt deshalb, die Spiellektionen von einer Einzel- in eine Doppellektion umzuwandeln, damit genügend Zeit bleibt, tief genug in dieses spannende Thema eintauchen zu können.

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	4
1.1	Fragestellung.....	5
1.2	Entwicklungsziele .....	6
2	Theorieteil .....	7
2.1	Die Tiefsee – der grösste Lebensraum der Erde.....	7
2.2	Bedingungen in der Tiefsee.....	8
2.2.1	Absolute Dunkelheit .....	8
2.2.2	Lähmende Kälte.....	9
2.2.3	Enormer Druck.....	10
2.3	Die Entstehung der Tiefsee .....	11
2.4	Tiefseeforschung.....	13
2.5	Schätze aus der Tiefsee .....	15
2.5.1	Hydrothermalquellen.....	15
2.5.2	Manganknollen.....	17
2.5.3	Tiefseefischerei.....	19
2.6	Spieltheorie .....	23
2.6.1	Das (Lern)Spiel .....	23
2.6.2	Kooperatives Lernen.....	24
3	Bezug zum Lehrplan 21 .....	26
4	Das Lernspiel.....	28
4.1	Rahmenbedingungen .....	28
4.2	Spielidee und Ablauf.....	28
4.2.1	Der Würfel-Joker.....	30
4.2.2	Die Lernvideos .....	31
4.3	Die Einstiegslektion .....	32
4.4	Die drei Spiellektionen.....	32
4.5	Die Auswertungslektion .....	33

5	Empirischer Teil .....	35
5.1	Stichprobe .....	35
5.2	Instrumente .....	35
5.2.1	Leitfadeninterview .....	35
5.2.2	Fragebogen.....	35
5.3	Vorgehen.....	36
5.4	Ergebnisse .....	37
6	Diskussion.....	42
7	Persönliches Fazit.....	48
8	Danksagung.....	50
9	Quellenverzeichnis.....	51
9.1	Literaturverzeichnis .....	51
9.2	Internetquellen.....	54
10	Abbildungsverzeichnis .....	55
11	Anhang .....	58
12	Selbständigkeitserklärung.....	131

# 1 Einleitung

*„Nach wie vor ist die Tiefsee für uns Menschen die am wenigsten bekannte Region auf unserem Planeten. Doch so fremd und geheimnisvoll sie uns erscheint, so gross ist ihr Einfluss auf die gesamte Erde – auch auf das Leben an Land.“<sup>1</sup>*

*Prof. Dr. Peter Herzig*

*Direktor GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel*

Mit diesen Zeilen beginnt Prof. Dr. Herzig sein Grusswort im letztjährig erschienenen Buch „Tiefsee – Vielfalt in der Dunkelheit“. Diese Aussage hat die Verfasserin, als angehende RZG-Lehrperson, sogleich gepackt, aber auch etwas irritiert. Wie kann es eine Region auf unserem Planeten geben, deren Einfluss auf uns alle immens, doch die trotzdem so unbekannt ist? Das passt nicht zum sonst so grossen Entdeckergeist der Menschheit. Im Laufe dieser Arbeit stellte die Autorin jedoch fest, dass es sehr wohl Gründe dafür gibt, warum die Tiefsee bis heute so unbekannt geblieben ist. Die Bedingungen in der Tiefsee sind extrem: Es herrscht ein unglaublicher Druck, es ist stockfinster und es ist sehr kalt. Dennoch gibt es in diesen Tiefen Leben. Lebewesen, die sich diesen garstigen Lebensbedingungen angepasst und Strategien entwickelt haben, um zu überleben und um sich fortzupflanzen. Jäger wie der Tiefsee-Anglerfisch nutzen die Biolumineszenz (selbst erzeugtes Licht), um ihre Beute mit einer leuchtenden Angel in die Irre zu führen. Aber auch Gejagte, wie der Laternenfisch, sind mit dieser Fähigkeit vertraut und nutzen sie, um sich selbst zu tarnen und somit nicht entdeckt zu werden. Auch sehr lange Phasen ohne Nahrungsaufnahme können Tiefseetiere ertragen: Sie versetzen dafür ihren Körper in einen Standby-Modus. Doch die Tiefsee ist nicht nur karg und wenig besiedelt. Es gibt auch Orte, an denen das Leben nur so gedeiht: An heissen Quellen, sogenannten Schwarzen Rauchern, tummeln sich tausende Würmer, Krebse und Fische. Sie betreiben zusammen mit Bakterien in ihrem Innern eine Chemosynthese. Dies ergibt eine faszinierende Win-Win-Situation, die es den Tieren ermöglicht, direkt an den über 400° C heissen Hydrothermalquellen zu leben. Im Gegenzug bieten diese Tiere den Bakterien als Wirt einen Platz in ihrem Körper. Solche faszinierenden Entdeckungen lässt die Tiefsee aber auch immer mehr ins

---

<sup>1</sup> Vgl. Herzig, P. (2020): *Grussworte*. In: Müller, T. / Hoffmann-Wieck, G. (Hg.): *Tiefsee. Vielfalt in der Dunkelheit*. Stuttgart: Scheizerbart'sche Verlagsbuchhandlung und Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung, S. 6.

Interesse der Wirtschaft und der Industrie rücken. Grosse Vorkommen an Manganknollenfeldern bieten Rohstoffe, auf die unsere digitalisierte Welt immer mehr angewiesen ist. Aber auch Tiefseefische, die über Jahrhunderte in immer grösseren Tiefen befischt und teilweise ganz ausgerottet wurden, sind ein gefragtes Gut auf den Tellern der Weltbevölkerung. Die Tiefsee wird bereits seit Mitte des 19. Jahrhunderts erforscht. Unternahm man zuerst jahrelange Expeditionen, um die Weltmeere zu erkunden, so konzentriert sich die Tiefseeforschung heute besonders auf den Klimawandel und den damit verbundenen Herausforderungen, die auch die Tiefsee immer mehr verändern. Diesen spannenden Lebensraum „Tiefsee“ will die Verfasserin dieser Arbeit den SuS auf eine spielerische Art und Weise zugänglich machen. Dabei stehen folgende Fragen im Zentrum:

- Wie ist die Tiefsee entstanden?
- Welche Lebewesen und Organismen leben dort unten?
- Wie halten Lebewesen und Organismen den extremen Bedingungen in der Tiefsee stand?
- Welche Rohstoffe birgt die Tiefsee und können wir diese nachhaltig und gewinnbringend abbauen?
- Wie können wir mit unserem Verhalten zum Schutz der Tiefsee beitragen?

Das Ziel der Verfasserin ist es, den Lebensraum „Tiefsee“ in ein Lernspiel zu verpacken. In diesem Lernspiel soll aber nicht nur das neu erlernte Wissen im Vordergrund stehen, sondern auch die dafür notwendige Kooperation zwischen den SuS. Die Verfasserin ist überzeugt: Im gemeinsamen Austausch lernt man besser.

## **1.1 Fragestellung**

Aus dem in der Einleitung beschriebenen Bestreben, den Lebensraum Tiefsee für die SuS spielerisch in einem Lernspiel zu erschliessen, hat sich folgende konkrete Hauptfragestellung ergeben:

***Kann die Verfasserin dieser Arbeit ein kooperatives Lernspiel zur Entdeckung des Tiefseelebensraums konzipieren, welches während fünf Unterrichtslektionen eingeführt, gespielt und ausgewertet werden kann?***

## 1.2 Entwicklungsziele

Aus der zuvor erwähnte Fragestellung hat die Verfasserin fünf Entwicklungsziele formuliert. Diese lauten wie folgt:

1. Die Einführungslektion löst bei den SuS Lust zum Spielen und Interesse für das Thema aus. Die Spielregeln sind nach dieser Lektion geklärt. Die Forschungsgruppeneinteilungen sind vorgenommen. Der Spielablauf ist für alle SuS klar und verständlich.
2. Das Lernspiel ist übersichtlich und interessant aufgebaut.
3. Der Wissenszuwachs zum Thema Tiefsee wird durch das Lernspiel gesteigert.
4. Die SuS sollen Spass am Lernspiel haben. Dies wird durch Methodenvielfalt sowie den Einsatz eines Würfeljokers, welcher den Faktor „Zufall/Glück“ ins Spiel bringt, umgesetzt.
5. Das Lernspiel fördert die Kooperation zwischen den Forschungsmitgliedern.

Diese Entwicklungsziele bilden die Grundlage für die Evaluation des Lernspiels. Die Evaluation erfolgt an einer Sekundarklasse des siebten Schuljahres in Münsingen. Dabei findet eine zweiteilige Evaluation statt:

1. Die SuS probieren das Lernspiel als Forscherinnen und Forscher aus und beantworten danach einen Fragebogen. Somit wird die Innensicht der SuS evaluiert.
2. Die Klassenlehrperson Florian Peverelli beobachtet das Lernspiel von aussen. Anschliessend findet anhand eines Leitfadeninterviews mit der Autorin dieser Arbeit eine Evaluation seiner Aussensicht statt.

Die Ergebnisse aus den Fragebogen sowie aus dem Leitfadeninterview werden in der Diskussion (vgl. Kapitel sechs) präsentiert.

## 2 Theorieteil

### 2.1 Die Tiefsee – der grösste Lebensraum der Erde

Betrachtet man unsere Erde aus dem Weltall, so fällt besonders eines auf: Wir leben auf einem blauen Planeten. Über zwei Drittel der Erdoberfläche (rund 362 Mio. km<sup>2</sup>) bestehen aus Wasser (vgl. Piepenburg et al., 2020: 179). Da wir Menschen uns festen Boden unter den Füßen gewohnt sind, wirkt der Gedanke, dass die Erde vor allem eine Meereswelt ist, befremdend. Doch die Ozeane sind nicht grundlos – sie haben einen Boden. Der Meeresboden erstreckt sich von den Küstenzonen bis hin in über 11'000 Meter Tiefe. Würde man den höchsten Berg der Welt, den Mount Everest, in den Marianengraben stellen, wäre seine Spitze immer noch mit 2'000m Wasser bedeckt. Laut Press / Siever (2011: 128) umfasst die Tiefsee den gesamten Meeresboden des Offenen Ozeans, der nicht durch Wellen oder Gezeiten bedingten Strömungen beeinflusst wird. Eine weitere faszinierende Tatsache ist, dass fast der gesamte Teil der Weltmeere (ca. 90 %) tiefer als 200m ist. Im Durchschnitt sind die Ozeane etwa 3'800m tief (vgl. Piepenburg et. al., 2020: 179). Nach Müller / Hoffmann-Wieck (2020: 42) beginnt die Tiefsee je nach Definition bei 200, 500 oder 1'000m Tiefe. Sie ist somit der grösste zusammenhängende Lebensraum der Erde. Um sich in einem so grossen Raum zurecht zu finden, wird dieser in fünf Zonen oder Etagen unterteilt. Von der Wasseroberfläche bis in die Tiefseegräben erstreckt sich der freie Wasserkörper, das sogenannte Pelagial (*griech. pelagos*, „Meer“):

Pelagial	das Epipelagial ( <i>griech. epi</i> , „auf“)	reicht von der Oberfläche bis in 200m Tiefe	} Zonen absoluter Dunkelheit
	das Mesopelagial ( <i>griech. méson</i> , „mittig“)	liegt zwischen 200m und 1'000m Tiefe	
	das Bathypelagial ( <i>griech. bathýs</i> , „tief“)	umfasst den Bereich zwischen 1'000m und 4'000m Tiefe	
	das Abyssopelagial ( <i>griech. ábyssos</i> , „bodenlos“)	reicht von 4'000m bis 6'000m Tiefe	
	das Hadopelagial ( <i>griech. Hades</i> „Unterwelt“)	reicht von 6'000m bis 11'000m Tiefe	

**Abb. 1:** Die einzelnen Zonen bzw. „Etagen“ der Tiefsee grafisch dargestellt.



Auch der Meeresboden – das Benthos (*griech. Benthos „die Tiefe“*) – ist in einzelne Zonen gegliedert, von denen je nach Definition das Bathyal, das Abyssal und das Hadal der Tiefsee zugerechnet werden (vgl. Müller / Hoffmann-Wieck, 2020: 42).

Der Lebensraum Tiefsee ist ein sehr spezielles Ökosystem: (Sonnen-)Licht fehlt bereits in Tiefen ab 1'000m, es gibt kaum Nahrung, da sandige Weichböden den Raum bestimmen, es ist kalt und es herrscht ein unglaublicher Wasserdruck. Nach Piepenburg et al. (2020: 182) ist Nahrungsarmut sogar der bestimmende ökologische Faktor der Gemeinschaften der Tiefsee. Die organische Substanz, die die Basis der Nahrungsketten bildet, muss von oben herantransportiert werden. Nach Press / Siever (2011: 544) ist auf dem grössten Teil des Meeresbodens die tektonische Deformation, Verwitterung und Erosion gering, so dass der geologische Bau der Ozeane von Vulkanismus und Sedimentation beherrscht wird. Durch Vulkanismus entstehen mittelozeanische Rücken, Inselgruppen inmitten der Ozeane wie etwa die Hawaii-Inseln sowie vulkanische Inselbögen in der Nähe von Tiefseerinnen. Diese geologischen Vorgänge erzeugen Strukturen, welche von Lebewesen genutzt werden. Aus hydrothermalen Schloten (auch „Schwarze Raucher“ genannt, vgl. Kapitel 2.5.1), welche sich in vulkanisch aktiven Bereichen bilden, sprudeln bis zu 400° C heisse mineralhaltige Lösungen aus dem Meeresboden. Wer denkt, dass an solchen lebensfeindlichen Stellen kein Leben stattfindet, der irrt sich: Schwarze Raucher sind richtige Hot Spots des Lebens. Hier tummeln sich tausende Garnelen, Schnecken und Muscheln und viele weitere Lebewesen (vgl. Müller / Hoffmann-Wieck, 2020: 40).

## **2.2 Bedingungen in der Tiefsee**

Um sich die Tiefsee besser vorzustellen, werden nun die drei wichtigsten Bedingungen in der Tiefsee vorgestellt.

### **2.2.1 Absolute Dunkelheit**

Bereits ab dem Bathypelagial, ab 1'000m Tiefe, ist es stockfinster. Laut Müller / Hoffmann-Wieck (2020: 42) verschluckt das Meerwasser das Sonnenlicht, denn das Wasser wirkt wie ein Filter: Es absorbiert zu Beginn die langwelligen Anteile des Lichts, das sind die roten, orangen und gelben Anteile des für uns sichtbaren Bereichs des elektromagnetischen Spektrums. Sie verschwinden bereits 100m unterhalb der Meeresoberfläche. Nach etwa 300-700m verschwindet grünes und nach 600-1'000m das am tiefsten vordringende, kurzwellige blaue Licht. Nur das für den Menschen nicht

sichtbare UV-Licht (ultraviolett) kann noch tiefer vordringen. Die Lebewesen, die in solchen Tiefen leben, haben sich durch faszinierende Strategien an die ewige Finsternis angepasst: Manche, wie der „Glaskopffisch“ (*Macropinna microstoma*), können mittels ihrer sehr grossen, nach oben gerichteten Augen, die einen Grünfilter enthalten, bestimmte Anteile des Lichts filtern. Dadurch nehmen sie das Leuchten anderer Organismen, z.B. Quallen und Garnelen, die ihnen als Nahrung dienen, besser wahr. Und wieder andere erzeugen selbst Licht, das sie mithilfe von Bakterien in Leuchtorganen produzieren. Dieses Phänomen nennt man Biolumineszenz (vgl. Müller / Hoffmann-Wieck, 2020: 43).



Abb. 2: Der Glaskopffisch kann das Licht filtern.

### 2.2.2 Lähmende Kälte

Die Tiefsee ist kalt. Nach Müller / Hoffmann-Wieck (2020: 44) nimmt die Temperatur durchschnittlich von etwa 200m bis etwa 1'000m Wassertiefe rapide ab und sinkt von über 20 °C auf unter 8 °C. Während mehreren tausend Metern bleibt die Temperatur jedoch bei rund 4 °C konstant. Erst in Tiefen von über 5'000 Metern sinkt die Temperatur bis oder sogar unter den Gefrierpunkt. Temperaturen unter null Grad sind möglich, da der enorme Druck sowie der hohe Salzanteil den Gefrierpunkt verändern. Dadurch laufen die meisten Stoffwechselprozesse der dort lebenden Organismen – das Erreichen der Geschlechtsreife und das Wachstum – wesentlich langsamer ab. Tiefseetiere werden dadurch auch viel älter als ihre weiter oben lebenden Artgenossen.



Abb. 3: Herabsinkende Partikel, auch Meeresschnee genannt, sinken wie Schneeflocken in die Tiefe.

Sie vermeiden deshalb energieaufwändige, schnelle Bewegungen und halten sich versteckt. Doch einmal am Tag verlassen Scharen von Fischen, Garnelen, Quallen und Krebsen die Unterwelt, um sich im schützenden Dunkel der Nacht in den Oberflächengewässern den Bauch mit Fressbarem zu füllen und bei Tagesanbruch wieder in die Tiefe zu

flüchten. Die Tiere ernähren sich von herabsinkenden Partikel (sogenannter Meeres-schnee). Dieser besteht grösstenteils aus Kotkugeln, Überbleibsel toter Tiere und winzigen Pflanzenteilen (Plankton) (vgl. Müller / Hoffmann-Wieck, 2020: 44). Diese „Vertikalwanderung“ ist eine erfolgreiche Strategie, auch wenn die Gefahr besteht, selbst zur Beute zu werden. Die in der nächtlichen Migration bewegte Biomasse wird weltweit auf eine Milliarde Tonnen geschätzt – eine Karawane grösser als die Wanderherden der Gnus in Afrika oder die globalen Vogelzüge (vgl. Cerutti, 2007: 21).

### 2.2.3 Enormer Druck

Die wohl grösste Herausforderung des Tiefseelebensraums ist der immense Druck. An der Wasseroberfläche beträgt der atmosphärische Druck etwa ein Bar. Pro zehn Meter Tiefe nimmt der Druck um ein weiteres Bar zu. In 10'000m Tiefe lastet dann schon auf jedem Quadratcentimeter ein Gewicht von etwa einer Tonne (vgl. Müller / Hoffmann-Wieck, 2020: 43).

Wassertiefe	bar	kg pro Quadratcentimeter (kg/cm <sup>2</sup> )
10m	1 bar	1 kg/cm <sup>2</sup>
100m	10 bar	10 kg/cm <sup>2</sup>
1'000m	100 bar	100 kg/cm <sup>2</sup>
10'000m	1000 bar	1 Tonne/cm <sup>2</sup> (1'000kg/cm <sup>2</sup> )

**Abb. 4:** Übersicht über die vorherrschenden Druckbedingungen in unterschiedlicher Tiefe.

Tiefseefische haben sich den extremen Bedingungen angepasst. Sie sind häufig gallertartig weich (ihr Körper hat eine ähnliche Konsistenz wie ein Haargel) und sie bestehen zum grössten Teil aus Wasser, weil Flüssigkeiten im Gegensatz zu luftgefüllten Hohlräumen nicht komprimierbar (zusammenpressbar) sind. Einzig ein Lebewesen schafft es, in einem Atemzug von der Wasseroberfläche bis in über 2'000m Tiefe abzutauken und diesen enormen Druckunterschieden standzuhalten: der Pottwal. Als Säugetier benötigt er Luft zum Atmen. Deshalb kehrt er immer wieder an die Oberfläche zurück. Da er sich besonders gerne vom Riesenkalmar, einer Art Tintenfisch, welcher in rund 2'000m Tiefe lebt, ernährt, taucht er immer wieder ab. Sein Körper weist für so tiefe Tauchgänge ideale Voraussetzungen auf: Er ist stromlinienförmig gebaut, damit der Reibungswiderstand im Wasser – und damit der Energie- und der Sauerstoffverbrauch minimiert werden kann. Zudem hat der Pottwal sehr kleine Lungen.

Diese kann er beim Tauchen teilweise kollabieren lassen. Für die Sauerstoffspeicherung ist bei Walen nicht wie bei uns Menschen die Lunge verantwortlich. Stattdessen wird der Sauerstoff im Blut und in den Muskeln gespeichert. Mithilfe besonderer Klappen in den Blutgefäßen sind Pottwale ausserdem in der Lage, ausschliesslich die lebenswichtigen Körperorgane mit Blut und somit mit frischem Sauerstoff zu versorgen. Grosse Teile der Muskulatur und der Haut werden in grossen Tiefen kaum mehr durchblutet. Lange Saugnapfspuren auf den Rücken der Pottwale zeugen von den Kämpfen, die sich Wale und Riesenkalmare in der Tiefe liefern. Einen echten Kampf konnte bis heute jedoch noch nie beobachtet werden (vgl. Müller / Hoffmann-Wieck, 2020: 126).

### **2.3 Die Entstehung der Tiefsee**

Im folgenden Kapitel wird erläutert, wie dieser immense Lebensraum entstanden ist. Laut Brandl / Krätschell / Augustin (2020: 46) ist die Erde wie die übrigen Planeten unseres Sonnensystems von einer festen äusseren Schale, der sogenannten Erdkruste, umgeben. Dabei ist unsere Erde jedoch einzigartig darin, dass hier zwei unterschiedliche Krustentypen, welche sich in ihrer chemischen Zusammensetzung unterscheiden, auftreten:

1. Die kontinentale Kruste: Sie ist durchschnittlich 35 Kilometer mächtig, bis zu vier Mrd. Jahre alt und weist eine rhyolitische Zusammensetzung auf.
2. Die ozeanische Kruste: Diese ist rund fünf bis acht Kilometer mächtig, dafür meist jünger als 200 Mio. Jahre alt und im Mittel basaltisch<sup>2</sup> zusammengesetzt.

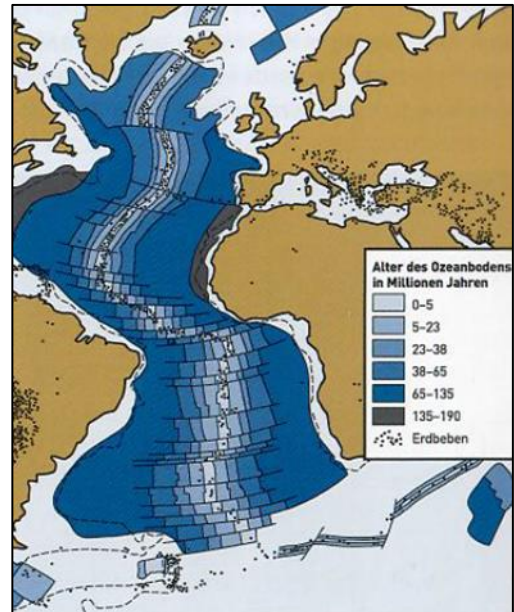
Unterhalb der Erdkruste befindet sich der zähflüssige Erdmantel. Die Erdkruste ist leichter – besitzt also eine geringere Dichte – als der Erdmantel. Deshalb „schwimmt“ die Erdkruste sozusagen auf dem Erdmantel. (vgl. Brandl / Krätschell / Augustin, 2020: 46). Die Erdkruste besteht aus verschiedenen Platten. Die Plattengrenzen dieser Platten sind dabei nicht statisch, sondern ständig in Bewegung. An manchen Stellen driften die Plattengrenzen auseinander und neue Lithosphärenplatten entstehen. An anderen Stellen stossen die Plattengrenzen zusammen und die Lithosphäre wird beeinträchtigt. Bereits 1915 formulierte der deutsche Meteorologe und Forscher Alfred Wegener die Theorie der Kontinentaldrift. Ihm fiel auf, dass die Kontinentalränder Amerikas und Afrikas wie Puzzleteile exakt zusammenpassen. Wegener kam zum

---

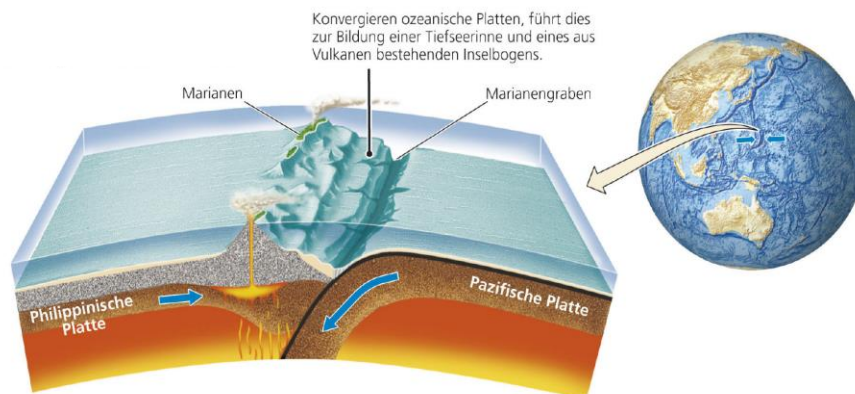
<sup>2</sup> Basalt ist ein vulkanisches Gestein.

Schluss, dass einst alle grösseren Landmassen aus dem Superkontinent Pangäa hervorgegangen sein mussten. Beweise für die Kontinentaldrift fand man aber erst in den 1960er Jahren, als man den Meeresboden durch radiometrische Altersbestimmung zeitlich einordnen konnte. Dabei stellte sich heraus, dass in allen Ozeanen, an den mittelozeanischen Rücken, der Erdboden am jüngsten ist. Dort entsteht durch Vulkanismus neue Kruste. Diese entfernt sich danach langsam von den Mittelozeanischen Rücken weg. Sie kühlt ab, erhält dadurch eine höhere Dichte und wird schwerer. Dieser Vorgang dauert gemäss

Press / Siever (2011: 544) im Durchschnitt nur einige zehn Millionen Jahre bis die Kruste, die an einem mittelozeanischen Rücken entstanden ist, über einen ganzen Ozean hinwegdriftet und an eine Subduktionszone gelangt. Deshalb entfernt sich beispielsweise Amerika jedes Jahr um rund 2,5cm von Europa und Afrika. Es kann nun auch dazu kommen, dass die ozeanische Kruste sogar schwerer ist als die kontinentale Kruste. Wenn dies der Fall ist, taucht die ozeanische Kruste in den Erdmantel ein und es bildet sich eine sogenannte Subduktionszone. An dieser Subduktionszone schmilzt die ozeanische Kruste im heissen Erdmantel auf. Dadurch entstehen Magmakammern und starker Vulkanismus. Konvergieren ozeanische Platten, führt dies zur Bildung einer Tiefseerinne und eines aus Vulkanen bestehenden Inselbogens, wie das bei den Marianen-Inseln und dem Marianengraben im Pazifik der Fall ist (vgl. Brandl / Krätschell / Augustin, 2020: 46-50).



**Abb. 5:** Je dunkler, desto älter: Die Farbabstufungen im Atlantik zeigen die verschiedenen Altersstufen des Ozeanbodens.



**Abb. 6:** Subduktion bei der Kollision zweier ozeanischer Lithosphärenplatten.

## 2.4 Tiefseeforschung

Der Schweizer Jacques Piccard und sein amerikanischer Copilot Don Walsh schafften 1960 das, was bisher für unmöglich gehalten wurde: Sie erreichten mit ihrem U-Boot Trieste als erste Menschen den tiefsten Ort der Erde, den Marianengraben in 10'916m Tiefe. Doch die Ursprünge der Tiefseeforschung liegen bereits über 150 Jahre zurück. Tauchen wir nun ein in die ersten Entdeckungen des Tiefseelebensraums und erfahren, wie sich die Tiefseeforschung bis heute entwickelt hat.

Jahr	Ereignis
1850	erste britische und US-amerikanische Expeditionen der Tiefsee
1860	Widerlegung „azoische Theorie“
1870er	6-jährige Expedition der HMS Challenger
1913	Alexander Behm patentiert den Echoloten
1960	Jacques Piccard und Don Walsh tauchen im Marianengraben 10'916m in die Tiefe.
1978	Das Forschungsprojekt „Mid Ocean Undersea Study“ entdeckt die ersten Schwarzen Raucher.
2019	das Tauchboot THE LIMITING FACTOR taucht in 10'928m Tiefe und schlägt Piccards Rekord um 12m.

**Abb. 7:** Die wichtigsten Etappen der Tiefseeforschung.

Zu Beginn der Tiefseeforschung, in der Mitte des 19. Jahrhunderts, standen während der Zeit der Aufklärung mit dem deutschen Abenteurer Alexander von Humboldt (1769-1859) oder dem Engländer Thomas Cook (1808-1892) der Entdeckergeist sowie der Wunsch nach einem umfassenden Verständnis der Vorgänge in der Natur im Vordergrund. Britische und US-Amerikanische Forschungsschiffe erkundeten nun die Weltmeere. Galt die See lange als feindlicher und gefährlicher Lebensraum, so veränderte sich diese Meinung durch aufklärerisches Gedankengut vollkommen. Nach und nach wurde die Tiefseeforschung auch ein medial präsent Thema, für welches sich ein Grossteil der Bevölkerung interessierte. Durch herausgegebene Wissensbände, öffentliche Ausstellungen und laufend dokumentierte Expeditionen wurde die Tiefsee nah- und fassbarer. 1860 wurde schliesslich die lange geglaubte „azoische These“ des Iren Edward Forbes, dass es in

Tiefen von über 500m keine Lebewesen mehr gibt, widerlegt, da man an defekten Telegrafenkabeln aus über 2'000m Tiefe vor Sardinien fest angeheftete Organismen entdeckte. Somit war der Beweis für Leben in mehreren Tausend Metern Tiefe geschaffen. Besonders die sechsjährige Expedition der britischen HMS<sup>3</sup> Challenger in

<sup>3</sup> HMS steht für „his / her Majesty's Ship“ der Royal Navy (Kriegsmarine des Vereinigten Königreichs) und bezog sich auf das britische Königshaus. [https://de.wikipedia.org/wiki/HMS#:~:text=His\)%20Majesty's%20Ship%2C%20seit%201789,von%20Schiffen%20der%20Schwedischen%20Marine](https://de.wikipedia.org/wiki/HMS#:~:text=His)%20Majesty's%20Ship%2C%20seit%201789,von%20Schiffen%20der%20Schwedischen%20Marine) [Stand: 23.01.2021]

den 1870er Jahren brachte die Meeresforschung auf einen neuen Stand der Erkenntnisse: Während ihrer Forschungsreise durch alle Weltmeere, führte die HMS Challenger insgesamt 262 Stationsmessungen durch. Tiefenlotungen, Temperaturmessungen sowie Schleppnetzfänge brachten viele neue Entdeckungen zutage. Eine Revolution der Tiefenmessung löste auch der Deutsche Alexander Behm (1880-1952) 1913 mit der Erfindung des Echolots aus, mit welchem durch elektronisch erzeugte Signale der Tiefseeboden genauer ausgemessen werden konnte. Nach dem Zweiten Weltkrieg (1939-1945) erlebte die Tiefseeforschung einen weiteren, grossen Aufschwung: Forschungsschiffe, Tauchboote sowie Methoden der Meeresbodenkartierung entwickelten sich rasant weiter. Und dadurch auch die Erkenntnisse der Forscher\*innen. Schliesslich ermöglichte der Einsatz von bemannten Tauchbooten sowie Tauchrobotern detailliertere Untersuchungen des Pelagials. Als der Schweizer Tiefseeforscher Jacques Piccard zusammen mit dem Amerikaner Don Walsh 1960 dann den spektakulären Tiefenrekord in 10'916m aufstellte, wusste die Welt: Jetzt können wir auch in der Tiefsee überall hin. Erst 60 Jahre später wurde diese technische Meisterleistung durch das Tauchboot THE LIMITING FACTOR der amerikanischen Five-Deeps-Mission mit 10'928m Tiefe um 12 Meter übertroffen. Eine weitere bemerkenswerte Entdeckung gelang dem französisch-US-amerikanischen Forschungsprojekt „Mid Ocean Undersea Study“, welches 1978 die ersten Schwarzen Raucher (vgl. Kapitel 2.5.1) in der Nähe der Galapagos-Inseln entdeckte (vgl. Hoffmann-Wieck, 2020: 14-21). Ende der 1980er Jahre begannen dann erste Diskussionen über die Nachhaltigkeit der Erde: Die anhaltende Überfischung und Vermüllung der Meere, die Ozeanversauerung und die Ausbeutung mineralischer und energetischer Tiefseeressourcen sind bis heute aktuelle Forschungsthemen, die in den Medien vermehrt diskutiert werden. Laut Hoffmann-Wieck (2020: 22) ist ein gesellschaftlich breites Bewusstsein für den unmittelbar mit dem Klimawandel verbundenen „Ozeanwandel“ (Erwärmung der Ozeane, Meeresspiegelanstieg, Ozeanversauerung) bis heute nicht angekommen. Eine besondere Herausforderung ist die Tatsache, dass diese massiven Veränderungen wissenschaftlich messbar, jedoch in den Weltmeeren in der Regel nicht sichtbar sind. Zwar sorgen Umweltkatastrophen wie Öltankerhavarien oder Bohrinselflüge für grosse mediale Bestürzung, doch sind dies nur die Spitzen der Eisberge. Eine weitere Sensibilisierung der Bevölkerung durch Wissenschaft, aber auch Politik, muss dringend weitergeführt werden und sollte auch ein nachhaltig politisches wie wirtschaftliches Handeln nach sich ziehen (vgl. Hoffmann-Wieck 2020: 22).

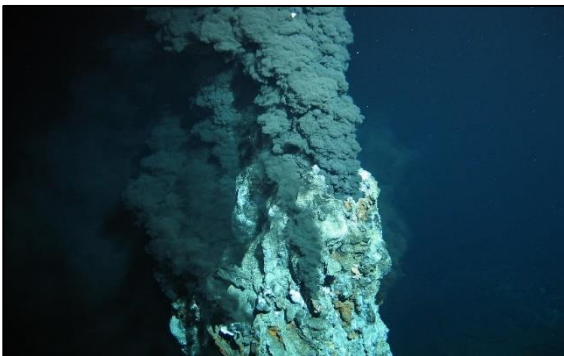
## 2.5 Schätze aus der Tiefsee

Die Tiefsee ist in den letzten Jahren immer mehr ins wirtschaftliche Interesse grosser Industrienationen geraten. Dies ist verständlich, wenn man die unglaublichen Schätze, die die Tiefsee beherbergt, genauer betrachtet. Im folgenden Unterkapitel werden die drei grössten „Rohstoffe“ der Tiefsee vorgestellt und aufgezeigt, warum sie das Interesse verschiedener Wirtschaftszweige wecken.

### 2.5.1 Hydrothermalquellen

In den 1970er Jahren entdeckte ein französisch-US-amerikanisches Forschungsteam vor den Galapagos-Inseln die ersten Hydrothermalquellen. Dabei handelt es sich um Schlote, aus denen bis zu 400 °C heisses Wasser strömt (vgl. Petersen, 2020: 51). Das ausströmende Wasser ist wirtschaftlich interessant, weil sich darin gelöste Stoffe wie Eisen, Mangan, Kupfer und Zink befinden.

#### Wie entstehen Hydrothermalquellen?



**Abb. 8:** Schwarzer Raucher am Meeresboden.

Hydrothermalquellen entstehen weltweit an den Grenzen der Kontinentalplatten. Dort kann Meerwasser durch Risse in den Ozeanboden eindringen. In Tiefen von zwei bis drei Kilometern wird das Wasser stark erhitzt und steigt mit grossem Druck wieder zur Oberfläche auf. Dabei sinken sowohl der PH-Wert sowie der Sauerstoffgehalt

des Wassers. Dadurch wäscht das Wasser verschiedene Elemente aus dem umliegenden Gestein. Kommt es dann wieder in Kontakt mit dem kalten Meerwasser bilden sich feinste Partikel, die das ausströmende Wasser wie Rauch aussehen lassen. Direkt um die Austrittsstelle herum lagern sich diese Stoffe ab und ein Schornstein bildet sich. Besteht dieser Partikelrauch vor allem aus Eisensalzen (beispielsweise Pyrit), so hat er eine charakteristische schwarzgraue Färbung, weshalb man von „Schwarzen Rauchern“ spricht. Es gibt aber auch Hydrothermalquellen, in dessen austretenden Thermalquellen in grösserer Menge Sulfate wie Gips gelöst werden, was dann zu hellem Partikelrauch führt. Diese bezeichnet man als „Weisse Raucher“ (vgl. Petersen, 2020: 153-155).



## **Wirtschaftliches Interesse an Hydrothermalquellen**

Auf dem Rohstoffmarkt sind Edelmetalle wie Kupfer, Zink, Blei, Silber und Gold sehr gefragt und viele Spurenelemente wie Indium, Gallium oder Germanium werden in der technischen Industrie gesucht. Man verwendet sie für LED-Leuchten, Smartphone-Displays oder Glasfaserkabel. Zurzeit steht der Abbau jedoch noch vor zu grossen Herausforderungen, als dass ein echter Tiefseebergbau stattfinden könnte. Problematisch ist bei Hydrothermalquellen vor allem die enorme Hitze, welche den Einsatz der Bergbaugerätschaften massiv erschwert. Aus diesem Grund beschränken sich Tiefseebergbaugesellschaften aktuell auf inaktive Stellen, wo die Gerätschaften weniger in Mitleidenschaft gezogen werden. Diesem Vorgehen ist nicht nur die Wissenschaft dankbar, sondern auch die reichhaltige Fauna, welche sich an und um die Schlote befindet, und so nicht beeinträchtigt wird. Denn bei vielen dieser heissen Quellen gibt es endemische Arten, also Lebewesen, die nur an diesen Orten vorkommen. Diese müssen geschützt werden. Röhrenwürmer, Garnelen, Krebse, Muscheln und Schnecken siedeln an den Hydrothermalquellen. In diesen „Oasen der Tiefsee“ finden sich 200 bis 300 Mal so viele Organismen wie in der umliegenden Umgebung. Das Leben dort ist an die spezifische Eigenschaften der auftretenden Gesteine und chemischen Lösungen angepasst und unterscheidet sich daher erheblich von dem der normalen Tiefsee-Ebenen. Sie leben in völliger Dunkelheit, unter dem hohen Druck der Tiefsee und in nächster Nähe zu den Austrittsstellen von heissen und zum Teil giftigen Substanzen. Wie ist das Leben hier möglich?<sup>4</sup>

## **Das faszinierende Zusammenspiel von Bakterien und Organismen**

Grüne Pflanzen betreiben Fotosynthese (Umwandlung von Kohlenstoffdioxid in Glucose und Sauerstoff) und sind auf das Sonnenlicht angewiesen. Unterhalb von 200m kommt, so Hoving (2020: 74), nur sehr wenig Licht an. Nicht genug für die Fotosynthese. Aber auch in der Tiefsee findet eine Synthese statt. Doch diese sieht etwas anders aus: Spezialisierte Bakterien betreiben bei enormem Druck, extremer Hitze und in absoluter Dunkelheit eine Chemosynthese. Sie verwandeln Schwefelwasserstoff in Energie. Garnelen und andere Organismen ernähren sich von diesen Bakterien und bieten ihnen im Gegenzug als Wirt einen Platz in ihrem Körper. So entwickeln sich um

---

<sup>4</sup> Vgl. Videobeitrag GEOMAR <https://www.geomar.de/entdecken/videos-alt/schwarze-raucher-erzfabriken-der-tiefsee> [Stand: 09.02.2021]

die Hydrothermalquellen spezialisierte Nahrungsnetze, in denen alle voneinander profitieren können<sup>5</sup>.

## 2.5.2 Manganknollen

Eine weitere Besonderheit der Tiefsee stellen polymetallische Knollen, auch Manganknollen genannt, dar. Auch sie zeugen nicht nur von wirtschaftlichem Interesse, sondern bilden nach Rühlemann et. al. (2016: 18) in der kargen Tiefseebodenlandschaft für viele Lebewesen als Hartsubstrat einen wichtigen



*Abb. 9.* Manganknollen in der CCZ im Pazifik.

Lebensraum. Manganknollen sind schwarzbraune, rundliche und meist zwiebelschalenartig aufgebaute Knollen mit Durchmessern zwischen 1 und 15 cm. Die Knollen liegen lose auf dem Meeresboden. Ihr Wachstum dauert extrem lange: In einer Million Jahre wächst die Knolle zwischen 2 und 100 mm! Sie entstehen in den sedimentbedeckten Tiefseeebenen der Ozeane in 4'000 bis 6'000m Wassertiefe durch die Ausfällung von Mangan- und Eisenoxiden sowie zahlreichen Neben- und Spurenmetallen aus dem Meerwasser und dem Porenwasser des Sediments. Grössere Vorkommen gibt es im Peru-Becken des Südpazifiks, in der Umgebung der Cookinseln nahe Neuseeland, im zentralen Indischen und im Atlantischen Ozean sowie in der Clarion-Clipperton-Zone (CCZ) zwischen Hawaii und Mexiko. Alle diese Orte befinden sich in internationalen Gewässern. Die CCZ umfasst beispielsweise eine Fläche von über fünf Millionen km<sup>2</sup> (vgl. Müller / Hoffmann-Wieck 2020: 150-152).

### **Wirtschaftliches Interesse an Manganknollen**

Eisen und Mangan sind die dominanten Metalle in Manganknollen. Wirtschaftlich interessanter sind jedoch Nickel, Kupfer und Kobalt, die zusammen Gehalte von etwa 2-3 % der Gesamtmasse erreichen. Zudem finden sich noch Spuren einer ganzen Reihe weiterer Metalle, an denen vor allem Unternehmen der Hochtechnologie sowie der grünen Technologien (z.B. für Lithium-Kobalt-Batterien für die Elektromobilität)

---

<sup>5</sup> Vgl. Videobeitrag GEOMAR <https://www.geomar.de/entdecken/videos-alt/schwarze-raucher-erzfabriken-der-tiefsee> [Stand: 09.02.2021]

interessiert sind. Das sind beispielsweise Molybdän oder Lithium. Ungesichert ist derzeit, ob auch das Mangan, als Hauptkomponente der Knollen, wirtschaftlich gewonnen und vermarktet werden kann. Der wirtschaftlich interessante Abbau von Manganknollen findet (noch) nicht statt, denn es gibt verschiedene Herausforderungen zu meistern: Viele Gebiete kommen gar nicht erst infrage, weil sie nur geringe Mengen an Manganknollen aufweisen, andere sind durch ihr starkes Relief für derzeitige Abbautechnologien ungeeignet. Wiederum sind gewisse Gebiete, als „Flächen von besonderem Umweltinteresse“ deklariert und durch die Internationale Meeresbodenbehörde (ISA) geschützt. Dennoch hat in den vergangenen 20 Jahren ein wachsendes Interesse am Abbau von Manganknollen stattgefunden. Zurzeit sind 17 Erkundungslizenzen (mit einer Laufzeit von jeweils 15 Jahren) der ISA an Vertragspartner auf einer Fläche von insgesamt 1.2 Millionen km<sup>2</sup> vergeben (vgl. Müller / Hoffmann-Wieck 2020: 150-152). Manganknollen liegen in der Tiefsee auf kaum verfestigten Sedimenten. Sobald etwas von den Knollen abgetragen wird, ist der Boden aufgewirbelt. Dies stellt ein weiteres Problem des Tiefseebergbaus dar. Durch den Abbau der Knollen durch eine Art Staubsauger würde also eine gewaltige Menge an Sediment aufgewirbelt, sowie Wasser und zahllose Lebewesen mitgefördert werden. Der Eingriff in den Lebensraum wäre erheblich. Ob und wie eine Wiederbesiedlung der abgeernteten Areale erfolgt, ist bisher nicht geklärt.<sup>6</sup>



**Abb. 10:** Eine aufgeschnittene Manganknolle.

---

<sup>6</sup> Vgl. [https://www.planet-wissen.de/natur/meer/energie\\_aus\\_dem\\_meer/pwiemanganknollen100.html](https://www.planet-wissen.de/natur/meer/energie_aus_dem_meer/pwiemanganknollen100.html)  
[Stand: 09.02.2021]

### 2.5.3 Tiefseefischerei

Die Tiefsee beherbergt nicht nur viele besondere Rohstoffe, sondern auch eine Vielzahl von verschiedenen Fischarten. Als Tiefseefischerei definiert die Welternährungsorganisation (FAO) der Vereinten Nationen den Fischfang zwischen 200 und 2'000m Tiefe. Fischfang in noch grösseren Tiefen ist derzeit unwirtschaftlich (vgl. Sonnewald / Krupp 2020: 159).

#### Die Anfänge der Tiefseefischerei

Seit Jahrhunderten erschliesst die Kleinfischerei bereits Tiefseebestände von Fischen und Krustentieren. Schon um 1700 wurde mithilfe von Langleinen<sup>7</sup> in der Tiefe gefischt. Der kommerzielle Fischfang in der Tiefsee setzte aber erst durch die Industrialisierung des Fischfangs in den 1950er Jahren ein. Die Fischereitechnik erlebte durch neue Kühl- und Verarbeitungstechniken einen grossen Aufschwung. 1970 wurde die „200-Seemeilen-Zone“ eingeführt, welche zu einer beträchtlichen Entwicklung der Tiefseefischerei führte. Dadurch war es ausländischen Schiffen nun nicht mehr möglich, nahe an fremden Küsten zu fischen. Dies führte dazu, dass vor allem Länder ohne eigene Küstenbereiche alternative Fanggebiete im Bereich der Hohen See und damit auch in der Tiefsee erschlossen. Durch die Abnahme der Fischbestände in Küstennähe wandten sich schliesslich noch mehr Nationen der Tiefseefischerei zu. Seit den 1990er Jahren wurden zunehmend neue Tiefseefischereigründe erschlossen. Etwa 70 % aller Fangschiffe setzen Schleppnetze, welche mit tonnenschwerem Metallgeschirr ausgestattet sind, im Freiwasser oder auf dem Meeresgrund ein. Heute liegen 40 Prozent der Fischgründe der weltweiten Schleppnetzfisherei in Gewässern unter 200 Metern, also in der Tiefsee.<sup>8</sup>



**Abb. 11:** Ein Fangschiff mit Schleppnetzen.

gestattet sind, im Freiwasser oder auf dem Meeresgrund ein. Heute liegen 40 Prozent der Fischgründe der weltweiten Schleppnetzfisherei in Gewässern unter 200 Metern, also in der Tiefsee.<sup>8</sup>

---

<sup>7</sup> Bei Langleinen werden an einer Hauptleine mit vielen Köderhaken versehene Nebenleinen befestigt. Sie können über 100km lang und mit mehr als 20'000 Köderhaken versehen sein. <https://de.wikipedia.org/wiki/Langleinenfischerei> [Stand: 10.02.2021]

<sup>8</sup> Vgl. <https://www.wwf.de/themen-projekte/meere-kuesten/fischerei/ueberfischung/tiefseefischerei> [Stand: 10.02.2021]

## Problematik der Tiefseefischerei

Heute werden insgesamt rund 300 Arten von Tiefseefischen kommerziell genutzt.

Typische Beispiele sind:

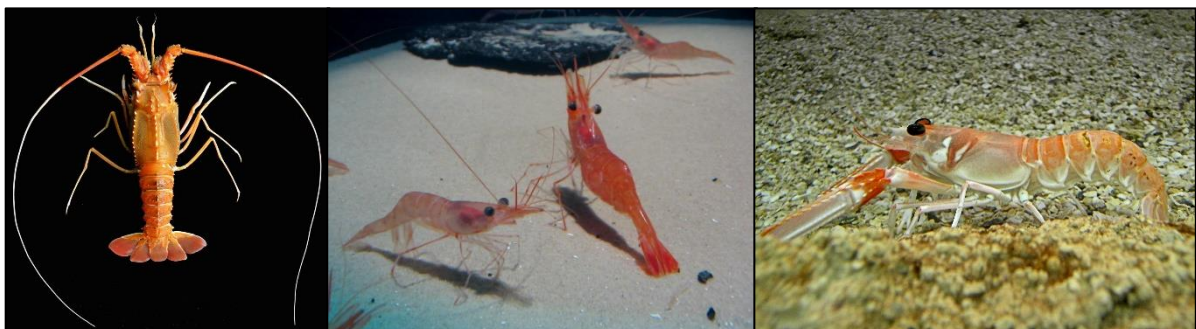
- der Rundnasen-Grenadier (*Coryphaenoides rupestris*), der im nördlichen Atlantik in Tiefen von 400 bis 1'200m gefischt wird.
- der Granatbarsch (*Hoplostethus atlanticus*), der sowohl im Atlantik als auch in Teilen des Indo-Pazifiks in Tiefen von 400 bis 900m gefischt wird.
- Der Kohlenfisch (*Anoplopoma fimbria*), der im nördlichen Pazifik in Tiefen von bis zu 2'700m gefischt wird.



**Abb. 12:** Typischer Tiefseefischfang: ein Rundnasen-Grenadier, Granatbarsche und ein Kohlenfisch (v.l.n.r.).

Neben Fischen gehören auch wirbellose Tiere und Krustentiere zu den Zielarten der Tiefseefischerei. Typische Beispiele sind:

- Die Arabische Peitschenlanguste (*Puerulus sewelli*), die in der Nähe des Kontinentalschelfs von Somalia bis Sri Lanka in Tiefen von 180 bis 1'300m gefischt wird.
- Die Eismeergarnele (*Pandalus borealis*), die in nördlichen Bereichen des Atlantiks und des Pazifiks in Tiefen bis 500m gefischt wird.
- Der Kaisergranat (*Nephrops norvegicus*), der im Nordost-Atlantik in Tiefen von 20 bis 800m gefischt wird.



**Abb. 13:** (v.l.n.r.) Eine Arabische Peitschenlanguste, eine Eismeergarnele und ein Kaisergranat.

Nach Nordheim / Hempel (2020: 329) ist die Fischerei der grösste direkte Eingriff in marine Lebensgemeinschaften. Schon seit Langem ist klar, dass die Tiefseefischerei in mehrfacher Hinsicht problematisch ist. Denn je verfeinerter die Fangtechniken sind und je grösser und schwerer die Fanggeräte werden, desto grösser ist die Bedrohung



**Abb. 14:** Ungewollter Beifang:  
eine in einem Fischernetz gefangene Schildkröte.

für die marinen Ökosysteme. Fischbestände werden erheblich dezimiert, andere Meeresorganismen die mitgefangen werden, gehen als kommerziell nicht nutzbarer Beifang tot wieder über Bord. Zudem wird auch die Meeresumwelt beschädigt. Schleppnetze, die den Meeresboden umpflügen und alles unter sich zermalmen, zerstören ganze Lebensräume, von verlorenen Netzen und Seilen ganz zu schweigen.

### **Unterschiedliche Überlebensstrategien**

Viele Bewohner der Tiefsee sind sogenannte Kapazitäts- oder K-Strategen, so Sonnewald / Krupp (2020: 162). Das heisst, dass sie mit der Anzahl ihrer Individuen an ihrer Kapazitätsgrenze bleiben. Dies führt dazu, dass sie zwar eine geringere Zahl an Nachkommen haben, diese dafür über eine umso grössere Überlebenschance verfügen. Der Grund dafür liegt an den drastischen Lebensbedingungen, in denen sich Tiefseetiere befinden. Bei Wassertemperaturen von weniger als 4 °C und einem sehr begrenzten Nahrungsangebot in der Tiefsee wachsen sie nur sehr langsam, überleben aber dadurch auch Zeiten, in denen Nahrungsmangel herrscht. Erst spät erreichen sie die Geschlechtsreife und werden sehr alt (vgl. Sonnewald / Krupp 2020: 162). Gemäss WWF Deutschland wird beispielsweise der Granatbarsch bis zu 150 Jahre alt.<sup>9</sup> Durch das natürliche Gleichgewicht gleicht die hohe Lebenserwartung die geringen Reproduktionsraten aus. Werden nun Bestände dieser Arten jedoch in sehr grossen Mengen befischt, so Sonnewald / Krupp (2020: 162), brechen die Populationen schnell zusammen. Sie erholen sich nur sehr langsam oder gar nicht mehr, denn fängt man zu viele Alttiere weg, verbleiben zu wenig geschlechtsreife Individuen, um eine Fortpflanzung zu gewährleisten. Die Folgen der Tiefseefischerei sind also fatal. Mehrere der

---

<sup>9</sup> Vgl. <https://www.wwf.de/themen-projekte/meere-kuesten/fischerei/ueberfischung/tiefseefischerei>  
[Stand: 10.02.2021]

kommerziell genutzten Arten sind von der Ausrottung bedroht. Sind Populationen einmal zusammengebrochen, müssen neue Fanggebiete erschlossen werden. Nur Meeresbereiche mit unebenem, felsigem Untergrund bleiben von der Bodenschleppnetzfisherei verschont (vgl. Sonnewald / Krupp 2020: 162). Laut WWF Deutschland steht der ökologische und wirtschaftliche Preis, den die Welt für die zerstörerische Befischung der Tiefsee zahlt, in keinem Verhältnis zum Gewinn: Lediglich ein halbes Prozent des weltweiten Fangs stammt aus der Tiefsee.<sup>10</sup>

### **Lösungsmöglichkeiten Tiefseefischerei**

Das volle Ausmass der durch die Tiefseefischerei entstandenen Schäden ist nicht bekannt, da Fangmengen nur teilweise der Ernährungs- und Landwirtschaftsorganisation der Vereinten Nationen (FAO) gemeldet wurden. Doch es gibt bereits Bemühungen, die Überfischung der Weltmeere einzugrenzen. Gemäss von Nordheim / Hempel (2020: 329) zielt die neue Fischereipolitik auf eine Stabilisierung der Produktionskraft der Bestände durch Reduzierung des Fischereiaufwands und schonendere, beifangarme Fangmethoden ab. So stellte die Europäische Union (EU) 2003 Regeln für europäische Trawler (Hochseefischereiboote) auf und legte Fangquoten fest. Weiter hat die FAO 2008 Richtlinien für die Tiefseefischerei im Bereich der Hohen See, die jedoch rechtlich nicht bindend sind, verabschiedet. Auch wurden besonders empfindliche und schutzwürdige Meeresgebiete definiert. 2016 erliess die EU eine strengere Tiefseefischerei-Verordnung. Diese sieht unter anderem ein Verbot von Schleppnetzen in europäischen Gewässern und im zentralen Ostatlantik in Tiefen unterhalb von 800m vor. Ob all diese Massnahmen jedoch erfolgreich sind, hängt schliesslich davon ab, ob die Mitgliedsstaaten dieser Organisationen, die Betreiber der Fangfische sowie der Endkonsument bereit sind, ein verantwortungsvolles und nachhaltiges Management dieses Fischereisektors einzuleiten. Somit könnte ein Gleichgewicht zwischen dem Schutz einzigartiger Tiefseegebiete und der nachhaltigen Nutzung von Fischereiressourcen (wieder)hergestellt werden (vgl. Sonnewald / Krupp 2020: 159-164).

---

<sup>10</sup> Vgl. <https://www.wwf.de/themen-projekte/meere-kuesten/fischerei/ueberfischung/tiefseefischerei>  
[Stand: 10.02.2021]

## 2.6 Spieltheorie

In der vorliegenden Masterarbeit wird das Thema Tiefsee anhand eines kooperatives Lernspiels erarbeitet. Somit folgt nun ein Überblick über die mit dem kooperativen Lernspiel in Zusammenhang stehenden Begriffe.

### 2.6.1 Das (Lern)Spiel

Nach Thiele (2020: 143) können Lernen und Spielen auf den ersten Blick als zwei gegensätzliche Pole wahrgenommen werden. Während Lernen mit Schule und Unterricht assoziiert wird, bedeutet Spielen Freizeit und Erholung vom Lernen. Der Ausdruck „spielend lernen“ stellt das Lernen klar in den Fokus, während das Spielen als Mittel zum Zweck vereinnahmt wird. Spiele zu Lernzwecken einzusetzen, ist, gemäss Hoblitz (2015: 3), nicht neu. Bereits Malone (1980a, b, in Hoblitz 2015: 3) und Lepper (1987, in Hoblitz 2015: 3) entwickelten in den 1980er Jahren theoretische Überlegungen zum Lernen mit Computerspielen hinsichtlich der Frage „What Makes Things Fun to Learn?“. Ab den 2000er Jahren wurden im Zusammenhang mit dem Begriff „Serious Games“ Spiele verstärkt als Lern- und Trainingsmedium in der Öffentlichkeit und der Forschung eingesetzt. Die Hoffnung, Lernen „besser“, also einfach oder effizienter zu gestalten, führte zu einem wachsenden Interesse. Dabei standen besonders die Motivation und der Spass, beim Spielen das Lernen zu fördern, im Zentrum. (vgl. Lampert et al. 2009: 5 f., in Hoblitz 2015: 5). Spielen aktiviert Körper, Geist und Emotionen, so Hauber / Zander (2020: 194). Laut Hoblitz (2015: 14) begründete der niederländische Kultur- und Religionshistoriker Johan Huizinga mit seiner Arbeit zum „Homo Ludens“ 1938 einen ersten zentralen, spieltheoretischen Ansatz. Sein Werk bildet die Basis für viele weitere Denkansätze im Kontext der Spieltheorie- und Forschung. Huizinga formulierte das Spiel wie folgt:

*„Spiel ist eine freiwillige Handlung oder Beschäftigung, die innerhalb gewisser festgesetzter Grenzen von Zeit und Raum nach freiwillig angenommenen, aber unbedingt bindenden Regeln verrichtet wird, ihr Ziel in sich selber hat und begleitet wird von einem Gefühl der Spannung und Freude und einem Bewusstsein des „Andersseins“ als das „gewöhnliche Leben“.*

*(Huizinga (2001 37, in Hoblitz 2015: 14)*



Gemäss Huizinga (2001: 37 in Hoblitz 2015: 15) umfasst diese Definition alle Spielmöglichkeiten wie Geschicklichkeits-, Glücks-, Kraft- oder Logikspiele. Freiheit formuliert das Lernspiel 2007 bereits konkreter:

*„Didaktische Lernspiele sind Spiele und Materialien, die eigens auf ein mögliches Lernziel konzipiert oder angewandt werden. Sie charakterisieren sich durch eine von aussen festgelegte Aufgabenstellung, welche in einem wenig variablen Lösungsweg münden“  
(Freiheit, 2007, S. 92).*

### **Was macht ein gutes Lernspiel aus?**

Nach Thiele (2020: 151) hat ein gut konzipiertes, durchdachtes und ausgereiftes Lernspiel ein klar definiertes Lernziel. Der Aufbau des Spiels ist auf die Erreichung dieses Ziels hin ausgerichtet. Der Inhalt muss sinnvoll in das Spiel eingebettet sein und darf nicht „aufgesetzt“ wirken. Die Passung zwischen Inhalt und Spielmechanismus ist eines der wichtigsten Merkmale eines gelungenen Lernspiels. Der Lerninhalt muss so mit dem Spielmechanismus verschmelzen, dass dieser nicht austauschbar ist. Weiter nennt Thiele (2020: 151), dass der Lerninhalt nicht als solcher im Fokus stehen sollte. Die Spielenden sollten in erster Linie, so Thiele, das Gefühl haben, ein Spiel zu spielen. Das Lernen geschieht nebenbei und wird nicht als Anstrengung empfunden. Fritz (1989, in Thiele 2020: 151) spricht zudem von der „spieldynamischen Gestalt“, die er mit der Komplexität der Regeln, der Gestaltung und Materialität des Spiels, und auch dem Spannungsbogen und der Abwechslung, die ein Spiel bietet, zusammenfasst. Thiele (2020: 152) macht zudem darauf aufmerksam, dass Alter, Vorwissen und Kenntnisse, sowie motorische Fähigkeiten bei der Konzeption eines Spiels berücksichtigt werden müssen. Man muss die Zielgruppe, welche das Spiel später mit Spass und Lernerfolg spielen soll, stets vor Augen haben. Thiele resümiert (2020: 154): „Die grösste Stärke von Lernspielen ist, dass diese im besten Fall das Lernen bestimmter Inhalte mit einer hohen emotionalen Beteiligung verknüpfen.“

### **2.6.2 Kooperatives Lernen**

Borsch (2019: 22) stellt zudem fest, dass die SuS während kooperativem Lernen aktiv werden und in eine soziale Interaktion treten. Hasselhorn und Gold (2017: 301) definieren kooperatives Lernen wie folgt:

*„Beim kooperativen Lernen arbeiten Schülerinnen und Schüler in kleinen Gruppen, um sich beim Aufbau von Kenntnissen und beim Erwerb von Fertigkeiten gegenseitig zu unterstützen. Das kooperative ist ein aktives, selbstständiges und soziales Lernen. Kooperative Lehrformen sind lernerzentriert, denn während des Lernprozesses tritt die Lehrperson im Allgemeinen in den Hintergrund. Mindestens zwei, meist aber drei bis fünf Lernende konstituieren eine Lerngruppe.“*

*(Hasselhorn & Gold, 2017, S. 301, in: Borsch 2019: 22).*

### **Wann ist kooperatives Lernen erfolgreich?**

Kooperatives Lernen zeichnet sich durch zwei unverzichtbare Elemente aus: Die positive Interdependenz und die individuelle Verantwortlichkeit. Ein zentrales Element von gelingendem kooperativen Lernen ist nach Borsch (2019: 22), dass unter den Mitgliedern einer Gruppe, die ein gemeinsames Ziel verfolgen, eine positive wechselseitige Abhängigkeit, auch positive Interdependenz genannt, besteht.

*„Man kann die positive Interdependenz mit der wechselseitigen Abhängigkeit und dem „Aufeinander-Angewiesen-Sein“ einer Seilschaft beim Bergsteigen vergleichen:*

*Der Einzelne einer Seilschaft kann den Gipfel nur erreichen, wenn es allen anderen auch gelingt.“*

*(Borsch 2019: 15)*

Um positive Interdependenz unter den SuS in einer Klasse herzustellen bzw. zu fördern, wird man Aufgabenstellungen und Ziele vor allem so strukturieren, dass sie Kooperationen notwendig machen. Das zweite zentrale Element kooperativem Lernen ist gemäss Borsch (2019: 29), dass eine individuelle Verantwortlichkeit entsteht. Diese entsteht, wenn die individuellen Leistungsanteile eines jeden Gruppenmitglieds registriert werden und wenn diese Leistungsanteile sowohl an das Mitglied selbst als auch an die Gruppe zurückgemeldet werden. Nur so ist ersichtlich, was der oder die Einzelne zur Gruppenleistung beigetragen hat. Durch solches Feedback kann jedes Gruppenmitglied seinen Beitrag zum Lernerfolg der Gesamtgruppe erkennen und darauf stolz sein. Er oder sie hat dann auch nicht das Gefühl, die eigene Leistung ginge in der Anonymität der Gruppenleistung verloren. Johnson und Johnson (1999, in Borsch 2019: 29) empfehlen kleine Gruppengrößen. Je kleiner die Gruppe, desto grösser die individuelle Verantwortlichkeit.

### 3 Bezug zum Lehrplan 21

Das Lernspiel kann verschiedentlich im Lehrplan 21 eingeordnet werden. Zuerst werden die passenden Kompetenzstufen aus dem Fach RZG aufgezeigt. Anschliessend folgt eine Übersicht über die überfachlichen Kompetenzen, die durch die Kooperation der Forschungsgruppen gefördert werden.

Der Lehrplan21 gliedert das Fach RZG in acht verschiedene Kompetenzbereiche. Konkret werden mit dem Lernspiel folgende Kompetenzen bearbeitet:

<b>Kompetenzbereich 1</b>	<b>Natürliche Grundlagen der Erde untersuchen</b>
Kompetenz 4	„Die Schülerinnen und Schüler können natürliche Ressourcen und Energieträger untersuchen.“
Kompetenzstufe a (RZG.1.4.a)	„Die Schülerinnen und Schüler können für den Menschen wichtige natürliche Ressourcen (z.B. Gesteine, mineralische Rohstoffe, Wasser, Boden) und deren Nutzung nennen.“
Kompetenzstufe c (RZG.1.4.c)	„Die Schülerinnen und Schüler können Auswirkungen analysieren, die durch die Gewinnung, den Abbau und die Nutzung natürlicher Ressourcen auf Mensch und Umwelt entstehen.“
Kompetenzstufe d (RZG.1.4.d)	„Die Schülerinnen und Schüler können Probleme benennen, die sich aus dem begrenzten Vorkommen von natürlichen Ressourcen ergeben und daraus entstehende Interessenskonflikte untersuchen.“
<b>Kompetenzbereich 3</b>	<b>Natürliche Grundlagen der Erde untersuchen</b>
Kompetenz 1	„Die Schülerinnen und Schüler können natürliche Systeme und deren Nutzung erforschen.“
Kompetenzstufe a (RZG.3.1.a)	„Die Schülerinnen und Schüler können natürliche Systeme charakterisieren und räumlich einordnen.“
Kompetenzstufe d (RZG.3.1.d)	„Die Schülerinnen und Schüler können sich über Interessenskonflikte bei der Nutzung natürlicher Systeme informieren, diese abwägen und Eingriffe des Menschen in natürliche Systeme bewerten.“

**Abb. 15:** Die bearbeiteten Kompetenzen aus dem Lehrplan 21.

## Überfachliche Kompetenzen

Laut Lehrplan 21 sind überfachliche Kompetenzen für eine erfolgreiche Lebensbewältigung zentral. Der Lehrplan 21 unterscheidet personale, soziale und methodische Kompetenzen. Folgende Kompetenzen werden aus Sicht der Verfasserin dieser Arbeit durch das Lernspiel konkret gefördert:<sup>11</sup>

<b>Soziale Kompetenzen (Dialog- und Kooperationsfähigkeit, Konfliktfähigkeit und Umgang mit Vielfalt)</b>	
Dialog- und Kooperationsfähigkeit: Sich mit Menschen austauschen, zusammenarbeiten	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"><li>• können sich aktiv und im Dialog an der Zusammenarbeit mit anderen beteiligen.</li><li>• können aufmerksam zuhören und Meinungen und Standpunkte von andern wahrnehmen und einbeziehen.</li><li>• können verschiedene Formen der Gruppenarbeit anwenden.</li></ul>
<b>Personale Kompetenzen (Selbstreflexion, Selbstständigkeit und Eigenständigkeit)</b>	
Eigenständigkeit: Eigene Ziele und Werte reflektieren und verfolgen	Die Schülerinnen und Schüler <ul style="list-style-type: none"><li>• können Argumente abwägen und einen eigenen Standpunkt einnehmen.</li><li>• können die Argumente zum eigenen Standpunkt verständlich und glaubwürdig vortragen.</li></ul>

**Abb. 16:** Die bearbeiteten überfachlichen Kompetenzen aus dem Lehrplan 21.

<sup>11</sup> Vgl.: <https://be.lehrplan.ch/index.php?code=e|200|3> [Stand: 15.03.2021]

## 4 Das Lernspiel

In den vorangehenden Kapiteln wurde die Fragestellung (vgl. Kapitel 1.1) ausgearbeitet, sowie konkrete Entwicklungsziele (vgl. Kapitel 1.2) definiert. Weiter wurden die zentralen Begriffe (vgl. Kapitel 2) sowie der Bezug zum Lehrplan 21 (vgl. Kapitel 3) aufgezeigt. In den folgenden Unterkapiteln wird nun das Lernspiel vorgestellt und beschrieben. Dazu gehören die Rahmenbedingungen, die Spielidee und der Ablauf des Lernspiels. Das gesamte Lernspiel, sowie die Detailplanungen (Unterrichtspräparationen) sind im Anhang (vgl. Kapitel 11) dieser Arbeit zu finden. Wie das Lernspiel evaluiert wurde und welche Schlussfolgerungen daraus gezogen wurden, darauf wird in den Kapiteln 5 (Evaluation), sowie 6 (Diskussion) eingegangen.

### 4.1 Rahmenbedingungen

Zurzeit besteht auf der Sekundarstufe 1 kaum Unterrichtsmaterial zum Thema Tiefsee. Da die Tiefsee den grössten Lebensraum auf unserem Planeten darstellt, hat sie durchaus Berechtigung, als (Rand)Thema innerhalb des RZG-Unterrichts behandelt zu werden. In Absprache mit Urs Kaufmann, Dozent an der PH Bern und Begleitperson dieser Masterarbeit, hat sich die Autorin dazu entschieden, ein Unterrichtsarrangement von fünf Lektionen zu erstellen. In diesen fünf Lektionen soll das Thema eingeführt, bearbeitet und abgeschlossen werden.

### 4.2 Spielidee und Ablauf

Mit dem kooperativen Lernspiel lernen die SuS während fünf Lektionen in Forschungsgruppen neun verschiedene Inhalte zur Tiefsee kennen. Dabei verfolgt die gesamte Klasse das Ziel, ein Gebiet in der Tiefsee zu schützen. Dieses Gebiet liegt in der Clarion-Clipperton-Zone (CCZ) im Östlichen Pazifik zwischen Hawaii und Mexiko. Dort gibt es ein grosses Vorkommen an Manganknollen (etwa von der Grösse Europas)<sup>12</sup>. An diesen Manganknollen ist ein Tiefseebergbau-Unternehmen interessiert. Dieses Unternehmen will die Manganknollen abbauen und für wirtschaftliche Zwecke (z.B. in der Stahlverarbeitung oder in der Elektroindustrie) nutzen. Durch jeden gesammelten Punkt des Forschungsinstituts (Klasse) vergrössert sich die Fläche, in der kein Abbau betrieben werden darf.

---

<sup>12</sup> Vgl.: [https://themenspezial.eskp.de/fileadmin/user\\_upload/PDFs/rohstoffe/Einzelkapitel/2-1-Wirtschaftlich-interessante-Gebiete.pdf](https://themenspezial.eskp.de/fileadmin/user_upload/PDFs/rohstoffe/Einzelkapitel/2-1-Wirtschaftlich-interessante-Gebiete.pdf) [Stand: 20.03.2021]

Die SuS sind als Forscher\*innen in einer Forschungsgruppe (3er Gruppe) tätig. Zentral sind dabei folgende zwei Schwerpunkte:

1. Die Erarbeitung des Themas Tiefsee
2. Die kooperative Zusammenarbeit in der Forschungsgruppe

Folgende Übersicht zeigt die behandelten Themen innerhalb der fünf Lektionen:

Lektionen		behandelte Themen		
Lektion 1	Einführung ins Thema	Ablauf und Ziel Lernspiel	Spielregeln	Gruppenbildung
Lektion 2	Spieleinheit 1	Wer war Jacques Piccard?	Wie entstand die Tiefsee?	Was macht ein Tiefseeforscher?
Lektion 3	Spieleinheit 2	Bedingungen in der Tiefsee:		
		Druck	Dunkelheit	Kälte
Lektion 4	Spieleinheit 3	Schätze aus der Tiefsee:		
		Manganknollen	Schwarze Raucher	Tiefseefischerei
Lektion 5	Auswertung Spiel	Punktstand / Podest	Austausch aktuelle Forschungsfragen	Dilemma Tiefsee / persönliches Fazit

**Abb. 17:** Übersicht über die Inhalte des kooperativen Lernspiels.

Das Herzstück des Lernspiels stellen die drei Spiellektionen dar. In denen erarbeiten die Forscher\*innen neun verschiedene Themen. Dabei spezialisiert sich pro Spiellektion jede\*r Forscher\*in auf ein Thema. So werden sie zu Expertinnen und Experten auf ihrem jeweiligen Gebiet. Diese Spiellektionen bestehen aus zwei Phasen. Zuerst erfolgt eine Phase der Wissensaneignung in Einzelarbeit, in der sich die Forscher\*innen mit ihrem konkreten Thema auseinandersetzen. Anschliessend folgt eine Gruppenarbeitsphase, in der das Wissen aus den drei bearbeiteten Themen in einem Gruppenauftrag abgefragt und angewendet wird. Nur durch die kooperative Zusammenarbeit der Gruppenmitglieder sind diese Aufgaben zu lösen. Pro Gruppenauftrag können maximal zehn Punkte, sowie ein Bonuspunkt geholt werden. Es zählt also nicht die Quantität, also wie schnell die SuS die Aufgaben lösen, sondern wie korrekt sie die Aufgaben lösen (Qualität). Am Ende der Spiellektion wird pro Forschungsgruppe ein ausgefülltes Arbeitsblatt von der Spielleiterin / dem Spielleiter eingesammelt und ausgewertet. Auf einer übersichtlichen Punktstandkarte ist zu Beginn der nächsten Spiellektion

ersichtlich, wie viele Punkte das gesamte Forschungsinstitut, aber auch wie viele Punkte jede einzelne Gruppe gesammelt hat. Zudem werden die Lösungen der ersten Gruppenarbeit besprochen. Der Spielablauf bleibt während der drei Spiellektionen gleich. Am Schluss, in der fünften Lektion, findet die Spielauswertung statt. Dabei wird der Punktestand des Forschungsinstituts sowie der einzelnen Gruppen bekannt gegeben und die drei besten Gruppen ausgezeichnet. Im Anschluss findet nochmals ein Treffen aller Gruppen statt, bei dem ein Austausch über aktuelle Forschungsfragen vorgenommen wird. Auf diese Forschungsfragen sollen die SuS eine Antwort finden, die dann in einem anschließenden Klassengespräch diskutiert werden. Am Ende der Auswertungslektion findet ein persönliches Fazit zum Thema Tiefsee statt, wobei auch von der Spielleiterin / dem Spielleiter zum Dilemma Schutz und Wirtschaftsnutzen Stellung bezogen wird.

#### 4.2.1 Der Würfel-Joker

Der Würfel-Joker bringt den Zufall bzw. das Glück mit ins Lernspiel. Die SuS müssen sich beim Gruppenauftrag für eine Aufgabe entscheiden, bei der sie denken, nicht die volle Punktzahl zu holen. Bei dieser Aufgabe dürfen sie dann den Würfel-Joker einsetzen:

<b>Würfeljoker</b> umkreist eure gewürfelte Zahl.			
Gewürfelte Zahl:	1-2	3-4	5-6
ergibt folgenden Joker:	0 Punkte	+ 0.5 Punkt	+1 Punkt
eingesetzt bei Aufgabe:			

*Abb. 18:* Der Würfel-Joker auf dem Gruppenarbeitsblatt.

Wie auf der Abbildung ersichtlich, können die SuS mit diesem Joker nichts verlieren, dafür aber allenfalls einen halben oder ganzen Punkt dazu gewinnen. Würfeln sie nämlich eine drei oder vier bzw. eine fünf oder sechs, so erhalten sie einen halben bzw. einen ganzen Joker-Punkt bei der von ihnen festgelegten Aufgabe. Wurde diese Aufgabe jedoch auch ohne Joker fehlerfrei gelöst, verfällt der Joker-Punkt. So kann sichergestellt werden, dass kein Team mehr als die Maximalpunktzahl von elf Punkten erzielen kann.

## 4.2.2 Die Lernvideos

Begleitet werden die Arbeitsblätter und die Gruppenaufgaben durch elf Lernvideos, die von der Verfasserin selbst konzipiert wurden. In diesen Lernvideos werden innerhalb von wenigen Minuten Sachverhalte anschaulich erklärt, Videoausschnitte zur Tiefsee gezeigt oder Gruppenaufgaben animiert dargestellt. Diese Videoausschnitte stammen unter anderem aus dem Video "Entdeckungsreise in die Tiefsee – Forschung am Limit", aus der Bildungssendung „Planet Wissen“ des deutschen Südwestrundfunk Fernsehens (SWR). Dieses sehr informative Video durfte die Verfasserin mit freundlicher Genehmigung des SWR für das Lernspiel nutzen. Die unterschriebene Nutzungserklärung findet sich im Anhang (vgl. Kapitel 11) dieser Arbeit. Die Lernvideos sind mit sogenannten QR-Codes (die Abkürzung QR steht für „quick response“ = eine schnelle Antwort) in die Aufgabenblätter eingebettet. Die SuS gelangen durch das Scannen dieser QR-Codes mit ihrer Smartphonekamera direkt zu den Lernvideos, welche auf der Internetplattform YouTube von der Verfasserin dieser Arbeit veröffentlicht wurden. Falls Probleme mit den QR-Codes entstehen, können die Videos auch auf dem digitalen Arbeitsblatt (vgl. Kapitel 11) angewählt werden. Mit Klick auf den Namen des Lernvideos gelangen die SuS direkt zum entsprechenden YouTube-Video.



Abb. 19: Zwei Ausschnitte aus den Lernvideos.



### 4.3 Die Einstiegslektion

Das Lernspiel beginnt mit einer Einstiegslektion. Diese hat folgende drei Ziele:

- Der Spielablauf und die Spielregeln sind geklärt.
- Die Gruppenbildungen sind vorgenommen.
- Die Motivation, das Spiel gewinnen zu wollen, wird gesteigert.

Mithilfe eines VR-Videos<sup>13</sup> (virtual reality), welches mit einer VR-Brille<sup>14</sup> angeschaut wird, taucht die gesamte Klasse erstmals in die Tiefsee ab. Begleitet wird die Einführungslektion und das gesamte Lernspiel von einem Dossier, in welchem sämtliche Arbeitsblätter sowie die Gruppenaufgaben vorhanden sind. Somit haben die SuS jederzeit alle Unterlagen übersichtlich beieinander. Zum besseren Verständnis werden auf der ersten Seite des Dossiers die wichtigsten Inhalte nochmals zusammenfassend dargestellt. Anschliessend folgt eine Übersicht über den Ablauf der fünf Lektionen. Zudem werden die Forschungsgruppen durch das Los entschieden.

### 4.4 Die drei Spiellektionen

Der Ablauf der drei Spiellektionen ist immer gleich und besteht aus zwei Phasen:

1. Zuerst lesen sich die Forschenden parallel in drei verschiedene Themen (= drei verschiedene Arbeitsblätter) ein.
2. Anschliessend wird das Wissen aus den drei Themen durch einen Gruppenauftrag (GA) angewendet und dadurch gefestigt. Da im GA das Wissen aus allen drei Themenbereichen abgefragt wird, müssen die Forschenden nun kooperieren und sich gegenseitig helfen, damit sie die Fragen richtig beantworten können.

In der ersten Phase arbeiten die SuS während zehn Minuten selbständig an ihrem zugeteilten Thema bzw. Arbeitsblatt. Die Lehrperson bzw. Spielleiter\*in steht den SuS bei Fragen oder Unklarheiten zur Verfügung, ansonsten herrscht aber eine ruhige und konzentrierte Arbeitsatmosphäre im Klassenzimmer. Das Ziel ist es, dass jede\*r

---

<sup>13</sup> Vgl. YouTube-Video: <https://www.youtube.com/watch?v=n7hvfGFS434> [Stand: 05.03.2021]

<sup>14</sup> Vgl. <https://www.vrcardboard.ch/> [Stand: 17.03.2021]

Forscher\*in innerhalb dieser zehn Minuten das Arbeitsblatt gelesen, das dazugehörige Lernvideo angeschaut und die Inhalte verstanden hat. Anschliessend folgt die zweite Phase, in der die Forschungsgruppe zum Lösen des Gruppenauftrags zusammenkommt. Zum Lösen des GA's stehen den SuS rund 25 Minuten zur Verfügung. Nun dürfen und müssen sich die Forschenden austauschen, damit sie die einzelnen Aufgaben lösen können. Dies passiert im Flüsterton. Die Gruppenaufträge bestehen aus verschiedenen Aufgaben:

- Abfragen von Sachwissen aus den Arbeitsblättern
- Herstellen von Zusammenhängen
- Erklären von Sachverhalten
- Multiple Choice Aufgaben und offene Fragen

Die letzten zehn Minuten der Spiellektionen werden dafür genutzt, den Würfel-Joker einzusetzen. Die Lehrperson bzw. Spielleiter\*in sammelt aus jeder Forschungsgruppe ein Dossier ein (Zufallsprinzip), das anschliessend bewertet wird. Somit müssen alle SuS den Gruppenauftrag vollständig gelöst haben, da sie nicht wissen, welches Dossier danach eingesammelt wird. Zum Schluss erfolgt ein Ausblick auf die nächste Lektion.

## **4.5 Die Auswertungslektion**

Die Auswertungslektion beinhaltet folgende Themen:

- Die Lösungen des letzten Gruppenauftrags werden besprochen.
- Die drei erfolgreichsten Forschungsgruppen werden bekannt gegeben.
- Es findet ein Austausch über aktuelle Forschungsfragen statt.
- Die Lehrperson bzw. Spielleiter\*in sowie die SuS ziehen ein Fazit zum Lernspiel und zum Dilemma (Rohstoffabbau  $\leftrightarrow$  schützenswerter Lebensraum) der Tiefsee.

In der Auswertungslektion werden die Lösungen des letzten Gruppenauftrags besprochen und die drei besten Gruppen prämiert. Anschliessend findet ein bilateraler Austausch über aktuelle Forschungsfragen statt. Dafür erhalten die SuS einige Minuten Zeit, ihre zugewiesene Forschungsfrage zu beantworten. Sehr schnelle Gruppen können eine zweite Forschungsfrage nach ihrer Wahl beantworten. Danach erfolgt in einem Klassengespräch der Austausch über die Forschungsfragen. Die SuS beantworten

ihre zugeteilte Forschungsfrage, danach erhalten die anderen Gruppen die Möglichkeit, Ergänzungen vorzunehmen. Die Lehrperson bzw. Spielleiter\*in moderiert diesen Austausch. Am Ende folgt ein persönliches Fazit der Lehrperson bzw. Spielleiter\*in. Darin wird ersichtlich, dass der Lebensraum Tiefsee von verschiedenen Akteuren beansprucht wird und es dabei zu Zielkonflikten kommt. Beispielsweise wollen die meisten Menschen über ein funktionstüchtiges Smartphone verfügen, doch die darin enthaltenen Rohstoffe können bis jetzt nicht nachhaltig abgebaut werden. Der Abbau dieser Rohstoffe beeinträchtigt in jedem Fall den Lebensraum der dort ansässigen Lebewesen. Bisher gibt es keine klare Lösung, wie diesem Problem begegnet werden kann. Diese Problematik wird unsere Gesellschaft in Zukunft weiterhin stark beschäftigen.

<b>Gruppe 1</b>	<b>Gruppe 2</b>	Jacques Piccard tauchte als erster Mensch zur tiefsten Stelle der Erde hinab. Findet ihr, sein Abenteuer hat sich gelohnt?
<b>Gruppe 3</b>		Manganknollen werden durch eine Art Staubsauger aus der Tiefsee an die Wasseroberfläche geholt. Dadurch wird der Lebensraum der Tiere massiv gestört. Wie könnte dieses Problem gelöst werden?
<b>Gruppe 4</b>	<b>Gruppe 5</b>	So lange Fisch aus der Tiefsee auf unseren Tellern landet, geht die Tiefseefischerei weiter. Was können wir dagegen tun?
<b>Gruppe 6</b>	<b>Gruppe 7</b>	Die Tiefseeschätze sind wirtschaftlich interessant und können vielseitig genutzt werden. Durch den Abbau ist der Lebensraum aber massiv gefährdet. Wie könnten wir dieses «Dilemma» lösen?

**Abb. 20:** Die SuS beantworten in der Auswertungslektion aktuelle Forschungsfragen.

## **5 Empirischer Teil**

### **5.1 Stichprobe**

Das kooperative Lernspiel wurde im Zeitraum von zwei Wochen (18. - 26. Januar 2021) an einer Sekundarklasse des siebten Schuljahres in Münsingen während fünf Lektionen im Fach RZG durchgeführt. Sowohl die SuS (Innensicht) wie auch die Lehrperson Florian Peverelli (Aussensicht) evaluierten das Lernspiel. An der Einführungslektion und der ersten Spiellektion nahmen 21, an den zwei weiteren Spiellektionen und an der Auswertungslektion 22 SuS teil.

### **5.2 Instrumente**

Die Evaluation wurde mittels Leitfadeninterview (Aussensicht der Lehrperson) und Fragebogen (Innensicht der SuS) evaluiert. Diese beiden Instrumente werden nachfolgend vorgestellt.

#### **5.2.1 Leitfadeninterview**

Die Verfasserin dieser Arbeit hat nach den jeweiligen Lektionen ein Leitfadeninterview mit ihrem Bruder Florian Peverelli, Klassenlehrer dieser siebten Klasse, durchgeführt. Dabei ging es darum zu evaluieren, ob das Lernspiel auch in der Aussenperspektive funktionsfähig ist. Das Leitfadeninterview ist nach den fünf Entwicklungszielen gegliedert und ist im Anhang dieser Arbeit (vgl. Kapitel 11) zu finden.

#### **5.2.2 Fragebogen**

Zur Überprüfung der fünf Entwicklungsziele wurde eine Datenerhebung mittels Fragebogen (vgl. Kapitel 11) durchgeführt. Dieser Fragebogen wurde jeweils am Ende der Unterrichtseinheit durch die SuS („Innensicht“) ausgefüllt. Zudem wurde vor der Unterrichtseinheit Tiefsee das Vorwissen der SuS mit drei Fragen geprüft. Am Ende der Unterrichtseinheit wurden diese drei Fragen nochmals gestellt, um einen Vergleich über den Wissensstand vor und nach dem Lernspiel zu erhalten. Der Fragebogen ist in drei Teile gegliedert. Dabei bezieht sich der erste Teil auf die Frage „Funktioniert das Spiel?“, der zweite auf die Frage „Wie viel wurde gelernt?“ und der dritte auf die Frage „Wie war die Zusammenarbeit im Team?“.

### **Funktioniert das Spiel?**

Die Frage „Funktioniert das Spiel?“ wurde anhand von acht Items (z.B. „Die Einführung in das Spiel war verständlich.“) erfasst. Die Antworten erfolgten auf einer 5-stufigen Skala (1 = trifft gar nicht zu, 2 = trifft eher nicht zu, 3 = teils / teils, 4 = trifft eher zu, 5 = trifft sehr zu).

### **Wie viel wurde gelernt?**

Die Frage „Wie viel wurde gelernt?“ wurde anhand von vier Items (z.B. „Die Aufgaben haben mich interessiert.“) erfasst. Die Antworten erfolgten auf einer 5-stufigen Skala (1 = trifft gar nicht zu, 2 = trifft eher nicht zu, 3 = teils / teils, 4 = trifft eher zu, 5 = trifft sehr zu) bei der Frage „Die Aufgaben waren für mich“ auf einer 5-stufigen Skala (1 = viel zu einfach, 2 = etwas zu einfach, 3 = genau richtig, 4 = etwas zu schwierig, 5 = viel zu schwierig) sowie der offenen Frage „Möchtest du zu einer bestimmten Aufgabe etwas sagen?“.

### **Wie war die Zusammenarbeit im Team?**

Die Frage „Wie war die Zusammenarbeit im Team?“ wurde anhand von sechs Items (z.B. „In unserem Team haben wir die Entscheidungen gemeinsam getroffen.“) erfasst. Die Antworten erfolgten allesamt auf einer 5-stufigen Skala (1 = trifft gar nicht zu, 2 = trifft eher nicht zu, 3 = teils / teils, 4 = trifft eher zu, 5 = trifft sehr zu).

## **5.3 Vorgehen**

Der Fragebogen der Autorin wurde anhand der fünf Entwicklungsziele erstellt. Anschliessend hat die Autorin den Fragebogen mit Urs Kaufmann besprochen und überarbeitet. Die Auswertung des Fragebogens erfolgte mittels des Microsoft Office 365 Programms Excel. In einem ersten Schritt hat sie die Fragebogen der SuS nummeriert (S1-S22). Danach folgte die Erfassung der gesamthaft 27 Items. Dabei ist sie jeweils wie folgt vorgegangen: Zuerst hat sie die fünf Auswahlmöglichkeiten den Zahlen 1-5 (1 = trifft gar nicht zu, 2 = trifft eher nicht zu, 3 = teils / teils, 4 = trifft eher zu, 5 = trifft sehr zu) zugeordnet. Anschliessend hat sie die Antworten der SuS der jeweiligen Zahl zugeordnet. Zu jedem Item hat sie ein Säulendiagramm erstellt, welches die Auswahlmöglichkeiten grafisch darstellt. Zum Schluss hat sie mithilfe der Formel =MITTELWERT(S1-S22) den Durchschnitt der Antworten pro Item bestimmt. Bei offenen Fragen hat sie die einzelnen Antworten der SuS abgeschrieben und in das Microsoft-Programm Excel übertragen.

## 5.4 Ergebnisse

In diesem Unterkapitel werden die Ergebnisse der Fragebogen, sowie die wichtigsten Aussagen aus dem Leitfadeninterview mit Florian Peverelli dargestellt. Die Interpretation der Daten hinsichtlich den Entwicklungszielen erfolgt im Kapitel sechs (Diskussion).

### Anmerkung zur Darstellung der Ergebnisse:

Alle Diagramme sind im Anhang dieser Arbeit zu finden. In diesem Kapitel werden die Ergebnisse schriftlich festgehalten und nur teilweise mit den dazugehörigen Materialien aus dem Anhang dargestellt.

### Welches Vorwissen bringen die SuS mit?

Um einen Vergleich zum Wissensstand vor und nach der durchgeführten Unterrichtseinheit zu erhalten, befragte die Verfasserin dieser Arbeit die SuS zuerst nach ihrem Vorwissen zum Thema Tiefsee. Das Vorwissen der SuS zum Thema Tiefsee ist eher gering. Die SuS charakterisieren die Tiefsee mit den Worten, die sich bereits mit dem eigentlichen Namen ergeben. So beschreiben sie die Tiefsee als tief, dunkel und kalt und setzen sie vielfach in Zusammenhang mit dem Namen „Meer“. Vertieftes Wissen scheint nur bei einem Schüler / einer Schülerin vorhanden zu sein. Dies deckt sich auch mit der Selbsteinschätzung zum Thema Tiefsee. Dabei beurteilen rund 85 % der SuS ihr Wissen als mittelmässig bis gering. Das Interesse am Thema Tiefsee ist wiederum bei rund zwei Dritteln (14) der Klasse vorhanden.

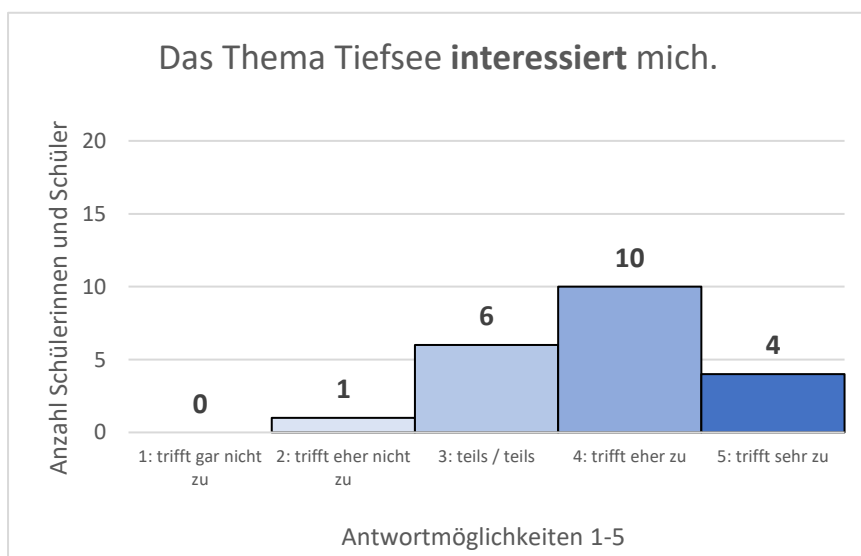


Abb. 21: Grafik zum Item 3 des Fragebogens.

### ***Entwicklungsziel 1***

***Die Einführungslektion löst bei den SuS Lust zum Spielen und Interesse für das Thema aus. Die Spielregeln sind nach dieser Lektion geklärt. Die Forschungsgruppeneinteilungen sind vorgenommen. Der Spielablauf ist für alle SuS klar und verständlich.***

Die Einführung in das Lernspiel wurde von der Mehrheit der Klasse als gut bis sehr gut bewertet. Zudem konnte durch die Einführung das Interesse am Thema bei den meisten SuS geweckt werden. Im Leitfadeninterview mit Florian Peverelli wurde darauf hingewiesen, dass das Programm der Einführung sehr dicht war, da zuerst mittels QR-Code der erste Teil des Fragebogens stattfand, anschliessend die gesamte Klasse ein VR-Video mit einer VR-Brille anschauen konnte und schliesslich die Einführung ins Lernspiel erfolgte. Als die letzten SuS das VR-Video und die VR-Brille eingerichtet hatten, waren die ersten SuS schon damit fertig. Dies führte zu einer gewissen Unruhe im Klassenzimmer. Es gelang jedoch, innerhalb der ersten Lektion die Forschungsgruppeneinteilung vorzunehmen und den Ablauf des Spiels zu klären, so dass nach der Pause mit der ersten Spiellektion begonnen werden konnte.

### ***Entwicklungsziel 2:***

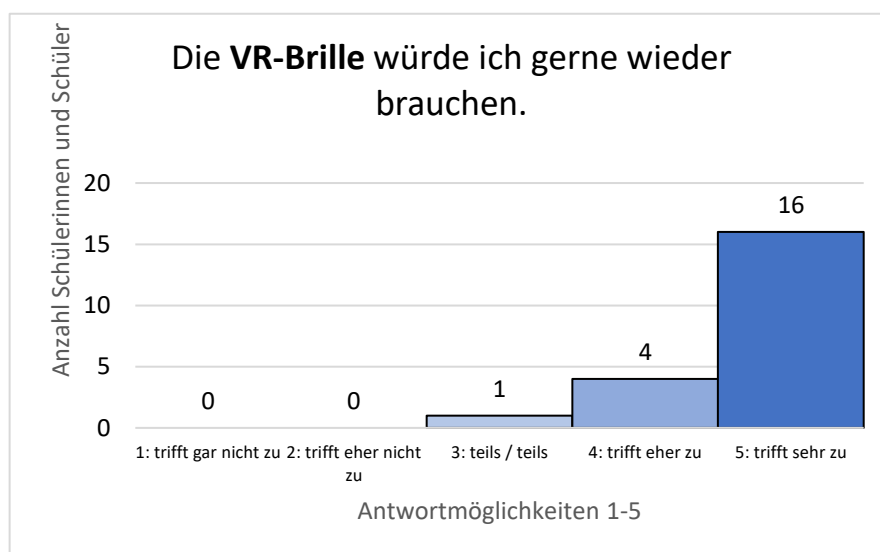
***Der Wissenszuwachs zum Thema Tiefsee wird durch das Lernspiel gesteigert.***

Alle SuS erhielten zu Beginn des Lernspiels ihr eigenes Dossier mit den Aufgabenstellungen zum Thema Tiefsee. Darin waren alle Arbeitsblätter und Gruppenaufträge enthalten. Die SuS lösten die Arbeitsblätter in Einzelarbeit, die Gruppenaufträge gemeinsam. Jedoch waren dabei alle verpflichtet, die jeweiligen Antworten aufzuschreiben, da unklar war, welches Gruppenmitglied sein Dossier zur Überprüfung bei der Autorin abgeben musste. Die SuS gaben im anschliessenden Fragebogen dann auch mehrheitlich (18) an, viel gelernt zu haben. Ein erfreulicher Wert wurde bei der Frage nach dem Schwierigkeitsgrad der Aufgaben erzielt, welcher von mehr als zwei Dritteln der SuS (17) als gerade richtig beurteilt wurde. Aus dem Leitfadeninterview mit Florian Peverelli wurde ersichtlich, dass die SuS zuerst nicht genau wussten, wer was zu tun hatte, da die Nummerierung der Arbeitsblätter zu einer Verwirrung führte. Sobald die Anfangsschwierigkeiten jedoch überwunden waren, arbeitete die Klasse mehrheitlich ruhig und konzentriert an ihren Aufträgen. Florian Peverelli beobachtete, dass die Durchführung des Fragebogens (Evaluation) wertvolle Zeit kostete.

### **Entwicklungsziel 3:**

#### **Das Lernspiel ist übersichtlich und interessant aufgebaut.**

Das Lernspiel konnte innerhalb der fünf dafür vorgesehenen Lektionen eingeführt, durchgeführt und ausgewertet werden. Der zeitlich geplante Rahmen konnte somit eingehalten werden. Die Aufgaben wurden jeweils von fast allen Forschungsgruppen gut bis sehr gut gelöst. Die einzelnen Arbeitsaufträge waren für ein Drittel mittelmässig, für zwei Drittel wiederum klar formuliert. Auf sehr grosses Interesse stiess die eingesetzte VR-Brille, die von der gesamten Klasse als positiv wahrgenommen wurde und gerne wiedereingesetzt werden dürfte.



**Abb. 22:** Grafik zum Item 11 des Fragebogens.

Die SuS beurteilten die Funktionsweise des Spiels gesamthaft mit der Schulnote 5.5, was der Leistung „sehr gut“ entspricht. Auch im Leitfadeninterview mit Florian Peverelli konnte festgestellt werden, dass die SuS die Funktionsweise des Lernspiels verstanden hatten. Aus der Aussenperspektive von Florian Peverelli bereitete den SuS zwei Aspekte Mühe:

- Nicht alle Mobilgeräte konnten die QR-Codes lesen. Dies führte zu einem Zusatzaufwand, da dadurch ein Schullaptop eingerichtet werden musste.
- Die Arbeitsblattgestaltung (besonders Gestaltung der Rückseite) war verwirrend, da nicht klar ersichtlich war, welche Teile bearbeitet werden mussten und welche nicht.



#### ***Entwicklungsziel 4***

***Die SuS sollen Spass am Lernspiel haben. Dies wird durch Methodenvielfalt sowie den Einsatz eines Würfeljokers, welcher den Faktor „Zufall/Glück“ ins Spiel bringt, umgesetzt.***

Die Aufgaben stiessen bei fast allen SuS auf Interesse (19) und machten den SuS Spass (20). Unterschiedlich beurteilten die SuS, ob der Würfeljoker das Lernspiel tatsächlich spannender machte oder nicht. Auf grossen Anklang stiess dafür der Mix zwischen den Arbeitsblättern und Lernvideos, welcher von der Mehrheit der Klasse als gut (10) bzw. sehr gut (8) betrachtet wurde. Zu Beginn der zweiten Lektion wurde bekannt gegeben, welche drei Forschungsgruppen bisher am meisten Punkte gesammelt hatten. Dies führte zu einer zusätzlichen Motivation unter den einzelnen Forschungsgruppen. Auch Florian Peverelli fand, dass die SuS Freude am Lernspiel hatten. Für ihn war die Anzahl der Videobeiträge am oberen Limit. Da die Autorin bei der Durchführung des Lernspiels etwas unter Zeitdruck stand, musste der Würfeljoker jeweils sehr schnell eingesetzt werden.

#### ***Entwicklungsziel 5***

***Das Lernspiel fördert die Kooperation zwischen den Forschungsmitgliedern.***

Weil sich die SuS während dem Gruppenauftrag innerhalb der Forschungsgruppe austauschen mussten, damit sie die Aufgaben lösen konnten, wollte die Autorin im anschliessenden Fragebogen von ihnen wissen, wie sie die Zusammenarbeit in der Gruppe erlebt haben. 18 SuS gaben an, dass in der Gruppe alle gut mitgemacht haben, vier SuS waren hier geteilter Meinung. Zur Frage, ob das Spiel einen klaren Leader bzw. keine klare Leaderin provozierte, herrschte Uneinigkeit. So konnte sich die Hälfte der Klasse weder klar dafür noch klar dagegen entscheiden. Ein Viertel stimmte der Frage zu, ein Viertel war dagegen. Dies deckt sich auch mit der Rückmeldung zur Frage, ob die Entscheidungen in der Forschungsgruppe gemeinsam getroffen wurden. Fast alle (20) SuS waren der Meinung, dass dies so war. Grosse Uneinigkeit herrschte bei der Frage, ob es in der Forschungsgruppe manchmal unterschiedliche Meinungen gab. Wiederum die Hälfte entschied sich für die Kategorie „teils teils“, ein Drittel gab an, dass dies nicht der Fall war und nur drei SuS konnten dieser Frage zustimmen. Das Lernspiel führte erfreulicherweise dazu, dass sich die SuS gegenseitig bei Problemen halfen, denn die grosse Mehrheit (19) stimmte dieser Aussage zu. So fanden dann auch über zwei Drittel der Klasse (15), dass die Arbeit in der Forschungsgruppe

mehr Spass gemacht hatte, als dies allein zu bewerkstelligen. Vier SuS beantworteten die Aussage mit der Kategorie „teils teils“ und drei SuS fanden, dass sie lieber alleine gearbeitet hätten. Aus der Aussenperspektive wurde im Leitfadenterview ersichtlich, dass die Zusammenarbeit in der Gruppe gut funktionierte. Die gute Zusammenarbeit beobachtet Florian Peverelli auch in anderen Fächern. Weiter wurde auf folgende Punkte hingewiesen:

- Die Aufgaben der Gruppenarbeitsblätter erforderten einen zwingenden Austausch innerhalb der Gruppe, da sie sonst nicht gelöst werden konnten.
- Die Zusammenarbeit durch die einzelnen Gruppenaufträge wurde zwar gefordert, jedoch verschafften sich schnelle SuS auch einen Überblick über die Informationen der anderen Forschenden, so dass vereinzelt kein grosser Austausch innerhalb der Gruppe notwendig war.
- Lediglich eine Gruppe tat sich schwer, die Aufgaben richtig und innerhalb der Frist zu lösen.

### **Welches Wissen ist am Ende des Lernspiels vorhanden?**

Am Ende des Lernspiels hat die Autorin noch einmal die gleichen Fragen wie zu Beginn an die SuS gestellt. Sie stellte dabei die offene Frage: „Was weisst du bereits über das Thema Tiefsee?“. Dabei konnten alle 22 SuS detaillierte und vielfältige Antworten abgeben. So wurde beispielsweise genannt, dass es dort Lebewesen gibt, die man schützen muss und dass der Eingriff des Menschen umweltschädlich ist. Bei der Frage, wie viel die SuS über die Tiefsee wissen, fielen die Antworten unterschiedlich aus: Eine Mehrheit (15) gab an, viel bzw. sehr viel über die Tiefsee zu wissen. Sechs SuS beantworteten diese Frage mit „teils teils“ und lediglich ein Schüler bzw. eine Schülerin gab an, wenig über die Tiefsee zu wissen. Auch das Interesse an der Tiefsee konnte deutlich gesteigert werden. Waren zu Beginn des Lernspiels 14 SuS interessiert, so waren es jetzt 17 SuS.

## 6 Diskussion

Die dargestellten Ergebnisse (vgl. Kap. 5.4) werden nun hinsichtlich der im Kapitel 1.2 aufgestellten Entwicklungsziele interpretiert. Abschliessend wird die im Kapitel 1.1 formulierte Fragestellung beantwortet.

### ***Entwicklungsziel 1***

***Die Einführungslektion löst bei den SuS Lust zum Spielen und Interesse für das Thema aus. Die Spielregeln sind nach dieser Lektion geklärt. Die Forschungsgruppeneinteilungen sind vorgenommen. Der Spielablauf ist für alle SuS klar und verständlich.***

Die Einführungslektion konnte wie geplant während einer Lektion durchgeführt werden. Durch die vielen verschiedenen Inhalte war die Lektion sehr abwechslungsreich, aber inhaltlich reich gefüllt. Dies führte dazu, dass viele Inhalte schnell und eher oberflächlich behandelt werden mussten. Durch das erstmalige Erproben des Lernspiels kamen verschiedene Faktoren zusammen, die das Zeitbudget strapazierten: Die Verfasserin wollte sich zu Beginn kurz vorstellen, damit die SuS überhaupt wussten, mit dem sie es zu tun haben. Anschliessend musste eine erste Evaluation des Vorwissens vorgenommen werden, bevor in das Thema eingeführt werden konnte. Hier entschied sich die Verfasserin für eine digitale Erfassung. So wurden die SuS mit einem QR-Code zum Online-Fragebogen geleitet. Dafür benötigten sie alle ihr Smartphone. Diejenigen SuS, die keines dabei hatten, erhielten den Fragebogen in analoger Form auf Papier. Gerade die Erfassung des Vorwissens hätte rückblickend auch bereits vor der Einführungslektion erfolgen können, um so wertvolle Zeit zu sparen. Die anschließende Einführung in das Thema Tiefsee mit der VR-Brille löste bei den SuS eine grosse Lust zum Spielen aus, wie sie später im durchgeführten Fragebogen angaben. Es machte ihnen sichtlich Spass, dieses neue Tool auszuprobieren und einzusetzen. Dafür waren aber, wie in den Ergebnissen bereits beschrieben, verschiedene Schritte notwendig. Der Umstand, dass alle SuS während einer gesamten Lektion dasselbe tun mussten, hat die Verfasserin etwas unterschätzt. Das eingesetzte Protokollblatt, welches die wichtigsten Informationen zum Ablauf und zu den Spielregeln enthielt, erwies sich dafür als umso unterstützender. Auch die PowerPoint Präsentation konnte die Inhaltspunkte gut veranschaulichen. Die Fülle an verschiedenen Informationen, Arbeitsblättern und Arbeitsphasen liefert eine Begründung dafür, warum die Erklärung der einzelnen Aufgaben nicht für alle SuS gleich klar waren.

### **Mögliche Verbesserungsvorschläge**

Aus Sicht von Florian Peverelli und der Autorin müsste der Einsatz der VR-Brille besser geplant werden. Die Handhabung dieser Brille gestaltete sich nicht ganz einfach, da für ihre Funktion verschiedene Schritte notwendig sind. So kam es, dass einzelne SuS das Video fertig angeschaut hatten, während andere gerade erst damit begonnen hatten. Diese Situation könnte optimiert werden, indem man die VR-Brille nicht mit der ganzen Klasse einführt und anwendet, sondern während des Lernspiels in eine Aufgabe integrieren würde. So wäre lediglich eine Gruppe mit der VR-Brille beschäftigt und nicht die ganze Klasse. Dadurch könnte einfacher auf technische Probleme bei den SuS mit der VR-Brille eingegangen werden. Im Weiteren könnte die Einführungslektion noch schlanker gestaltet werden, wenn die Gruppeneinteilungen im Voraus getätigt würden. Die Auslosung der Gruppenmitglieder führte zwar zu einer positiven Spannung in der Klasse, kostete jedoch wiederum wertvolle Zeit.

### **Abschliessende Beurteilung des Entwicklungsziels**

Es kann festgehalten werden, dass das erste Entwicklungsziel grösstenteils erfüllt werden konnte. Aus der Evaluation wird ersichtlich, dass die Einführungslektion durch einige kleinere Anpassungen noch reibungsloser durchgeführt werden könnte und somit bei einer weiteren Durchführung ein höherer Lerneffekt stattfinden würde.

### ***Entwicklungsziel 2:***

#### ***Der Wissenszuwachs zum Thema Tiefsee wird durch das Lernspiel gesteigert.***

Wie in der Evaluation erläutert, konnte der Wissenszuwachs nachweisbar deutlich gesteigert werden. Das Thema Tiefsee wurde in neun verschiedene Themen behandelt und in drei Gruppenaufträgen vertieft. So lernten die SuS nicht nur die Bedingungen und Lebewesen der Tiefsee, sondern auch ihre Schätze kennen. In den anschliessenden Gruppenaufträgen wurde das Wissen aus den Arbeitsblättern nochmals gefestigt. Der Anreiz, möglichst viele Punkte zu sammeln, führte zu einer höheren Motivation bei den SuS. Diese Motivation versuchte die Autorin dann zusätzlich zu steigern, indem zu Beginn der nächsten Spiellektion der Zwischenstand bekannt gegeben wurde. Die SuS sahen, wie gut ihre Gruppe, aber auch das gesamte Forschungsinstitut, abgeschnitten hatte. Dieses kompetitive Element motivierte die Gruppen zusätzlich. Dies hat aus Sicht der Autorin den Wissenszuwachs weiter verstärkt. In der

Auswertungslektion war die persönliche Meinung der SuS zum Schutz der Tiefsee gefragt. Gerade die Tiefseefischerei schien bei den SuS grosse Emotionen auszulösen. Gründe dafür könnten sein, dass bei Lebewesen mehr Mitgefühl empfunden wird, als dies bei einer Manganknolle oder einer Hydrothermalquelle der Fall ist. Die Verfasserin interpretiert, dass aber auch der Faktor Spass beim Bearbeiten des Lernspiels dazu führte, dass ein Wissenszuwachs stattgefunden hat.

### **Abschliessende Beurteilung des Entwicklungsziels**

Im abschliessenden Austausch über aktuelle Forschungsfragen wurde ersichtlich, dass die SuS Stellung beziehen und eine eigene Meinung zum Thema bilden konnten. Dies hat die Autorin persönlich sehr gefreut. So teilten viele SuS mit, sich in Zukunft mehr Gedanken beim Kauf eines neuen Mobilgeräts machen zu wollen, oder auch beim Kauf von Fisch darauf zu achten, dass dieser mit einem Umweltlabel versehen ist. Dies sind aus Sicht der Verfasserin zwar kleine, aber umsetzbare Schritte, die von uns allen getätigt werden können, um die Tiefsee weiter zu schützen.

### ***Entwicklungsziel 3:***

#### ***Das Lernspiel ist übersichtlich und interessant aufgebaut.***

Wissen in Form eines Lernspiels zu verpacken, stellte für die Verfasserin anfangs eine Herausforderung dar. Denn es gibt weder vergleichbare, bereits vorhandene Lernspiele, noch existiert für die Zielstufe Unterrichtsmaterial zur Tiefsee. Schritt für Schritt konnte sich die Verfasserin dann diesem Ziel: Wissen in Form eines Lernspiels zu verpacken, nähern. Die klare Struktur einer Einführungslektion, drei Spiellektionen und einer Auswertungslektion förderte die Übersicht des Lernspiels. Das Dossier mit den Aufgabenstellungen und Gruppenaufträgen ist klar aufgebaut. Dies diente den SuS, einen Überblick bezüglich der Aufträge zu haben. Die SuS schätzten die Abwechslung zwischen Einzelarbeit und Gruppenarbeit, welche zu einer guten Rhythmisierung des Unterrichts führte. Besonders der Mix aus Arbeitsblättern und Lernvideos, die auf der Internetplattform YouTube angeschaut werden konnten, sorgten für einen abwechslungsreichen Unterricht.

### **Mögliche Verbesserungsvorschläge**

Bei einer erneuten Durchführung sollte darauf geachtet werden, dass entweder alle SuS über ein eigenes Smartphone verfügen oder dass alle Zugang zu einem Laptop haben. Bei den meisten Smartphones funktionierte der Einsatz der QR-Codes. Es gab aber auch solche, die diesen QR-Code nicht lesen konnten. Dies kostete zusätzliche Zeit. Hier hat sich das Erstellen eines digitalen Arbeitsblattes, von welchem man direkt zu den YouTube-Videos gelangte, gelohnt. Diese Anpassung wurde aus dem Learning der ersten Spiellektion vorgenommen. Übersichtlicher können die einzelnen Arbeitsblätter werden, indem mit Farben klar gekennzeichnet ist, welche\*r Schüler\*in welches Arbeitsblatt lösen muss (z.B. Forscher\*in 1 liest jeweils das blaue Arbeitsblatt, Forscher\*in 2 liest jeweils das grüne Arbeitsblatt, etc.). Auch diese Anpassung wurde nach der ersten Spiellektion vorgenommen.

### **Abschliessende Beurteilung des Entwicklungsziels**

Abschliessend kann festgehalten werden, dass dank den fortlaufenden Anpassungen auch das dritte Entwicklungsziel erfüllt werden konnte.

### ***Entwicklungsziel 4***

***Die SuS sollen Spass am Lernspiel haben. Dies wird durch Methodenvielfalt sowie den Einsatz eines Würfeljokers, welcher den Faktor „Zufall/Glück“ ins Spiel bringt, umgesetzt.***

Aus der Aussenperspektive konnten Florian Peverelli und die Autorin wahrnehmen, dass die SuS konzentriert arbeiteten. Während der Gruppenaufträge wurde gelacht und es fand ein reger Austausch statt. Gerade dieser Mix zwischen konzentrierter Einzelarbeit und unterhaltsamer Gruppenarbeit führten aus der Aussenperspektive zu einem angenehmen und lernfördernden Klima. Die Innensicht der SuS bestätigt diese Wahrnehmung. Der Würfeljoker musste oft innert kurzer Zeit durchgeführt werden. Dieser Umstand drosselte dann das Interesse am Würfeljoker. Die Bekanntgabe des Zwischenstandes führte aber zu einer zusätzlichen Motivation, das Spiel gewinnen zu wollen.

### **Mögliche Verbesserungsvorschläge**

Bei diesem Entwicklungsziel machte sich der Zeitdruck bemerkbar. So sollten die SuS innerhalb 15 Minuten ihr Thema in Einzelarbeit erschliessen und danach im Gruppenauftrag innert 20 Minuten verschiedene Fragen beantworten. So konnten diese Fragen

zwar gut bearbeitet werden, Zeit die Lösungen dieser Aufgaben zu besprechen, blieb dabei leider etwas auf der Strecke. Bei einer weiteren Durchführung des Lernspiels empfiehlt die Autorin, für eine Spieleinheit zwei Lektionen einzusetzen. Damit wird sichergestellt, dass insbesondere für die Aufgabenbesprechung genügend Zeit eingesetzt werden kann.

### **Abschliessende Beurteilung des Entwicklungsziels**

Die vielen positiven Rückmeldungen der SuS haben die Autorin sehr gefreut und ihr auch gezeigt, dass das Lernspiel gut bei den SuS ankam. So gelang es, ein Lernspiel zu konzipieren, bei dem die SuS während dem Bearbeiten der Aufgaben Spass und Freude hatten. Die Methodenvielfalt wurde von den SuS sehr geschätzt. Die Verfasserin ist davon überzeugt, dass auch der Würfeljoker, positiver beurteilt werden würde, wenn dafür mehr Zeit zur Verfügung gestanden wäre. Somit kann festgestellt werden, dass auch dieses Entwicklungsziel erfüllt werden konnte.

### ***Entwicklungsziel 5***

#### ***Das Lernspiel fördert die Kooperation zwischen den Forschungsmitgliedern.***

Die Verfasserin dieser Arbeit hat sich zu Beginn der Entwicklung des Lernspiels intensiv mit den dazugehörigen theoretischen Grundlagen auseinandergesetzt. So nannte Thiele (2020: 151) verschiedene wichtige Eckpfeiler, die ein gutes Lernspiel ausmachten. Die Autorin formulierte zuerst ein klar definiertes Lernziel: Durch das Punktesammeln kann eine grössere Fläche in der Tiefsee geschützt werden. Dieses Ziel hat die Verfasserin gleich zu Beginn der Einführungslektion der gesamten Klasse bekannt gegeben. Zudem hat sie eine Verknüpfung zur Kooperation hergestellt, denn nur durch das gemeinsame Lösen des Gruppenauftrags innerhalb der Forschungsgruppe können diese Punkte gesammelt werden. Das stellt sogleich die positive Interdependenz, also eine positive wechselseitige Abhängigkeit, dar. So können die Gruppenmitglieder wie eine Seilschaft beim Bergsteigen nur die volle Punktzahl bzw. den Gipfel erreichen, wenn sie sich während der Gruppenaufträge über ihre individuellen Themen austauschen. Durch die Einführung zu Beginn des Lernspiels war den SuS auch bewusst, dass jede\*r seinen bzw. ihren Einzelauftrag gut lösen musste, denn die anderen Gruppenmitglieder hatten einen anderen Arbeitsauftrag. Dadurch konnte die individuelle Verantwortlichkeit verstärkt werden und die SuS mussten Verantwortung für ihr

eigenes Handeln übernehmen. Die individuelle Verantwortlichkeit wird nach Johnson und Johnson (1999, in Borsch 2019: 29) weiter verstärkt, indem kleine Gruppengrößen gebildet werden. Denn je kleiner die Gruppe, desto grösser die individuelle Verantwortlichkeit. Aus diesem Grund hat sich die Autorin für dreier Gruppen entschieden. Oftmals wird die Kooperation erschwert, indem die SuS möglichst schnell mit dem Auftrag fertig sein wollen. Dem versuchte die Autorin entgegen zu wirken, indem nicht die Gruppe belohnt wurde, die besonders schnell fertig war, sondern die, die am meisten Punkte gesammelt hatte. Bei den Gruppenaufträgen zeigte sich, dass sich die SuS ausgetauscht und gemeinsam versucht haben, die richtige Lösung zu finden. Manche SuS übernahmen grössere Hilfestellungen und unterstützten anderen SuS dabei, die Lösung zu finden. Auch in der Auswertung des Fragebogens wurde ersichtlich, dass die SuS gerne zusammengearbeitet haben und ihnen der Austausch in der Forschungsgruppe Spass gemacht hat. Die Bekanntgabe des Podests während dem Lernspiel führte aus Sicht der Autorin zu einem stärkeren Wir-Gefühl innerhalb der Forschungsgruppe.

### **Abschliessende Beurteilung des Entwicklungsziels**

Die Autorin stellt fest, dass die verschiedenen Elemente, die die Kooperation unterstützen können, in das Lernspiel miteingeflossen sind. Die Kooperation nimmt im Lernspiel eine zentrale Rolle ein. Ohne den Austausch innerhalb der Forschungsgruppe können die Gruppenaufträge nicht gelöst werden. Dies förderte den Zusammenhalt innerhalb der Gruppe. Zudem konnten auch schwächere SuS zum Erfolg beitragen, da sie alleine Expert\*in eines Teilthemas waren und ihr Wissen im Gruppenauftrag gefragt war. Somit kann festgestellt werden, dass auch das letzte Entwicklungsziel erfüllt werden konnte.



## 7 Persönliches Fazit

Hinsichtlich meiner definierten Entwicklungsziele ziehe ich ein positives Fazit der Entwicklungsarbeit. Mit dem Erstellen eines Lernspiels, welches während fünf Lektionen eingeführt, erarbeitet und ausgewertet werden kann, wurde das Hauptziel klar erreicht. Es freut mich, ein Lernspiel entwickelt zu haben, welches nun auf der Sekundarstufe 1 eingesetzt werden kann.

### *Prozess des Erstellens*

Seit meiner Kindheit fasziniert mich das Meer. Als Kind liebte ich es, im Meer zu baden, zu spielen oder Schnorcheln zu gehen. Ich konnte mich stundenlang im und am Wasser beschäftigen. Als ich während der Themenwahl meiner Masterarbeit auf das von Urs Kaufmann ausgeschriebene Thema Tiefsee gestossen bin, war ich richtig begeistert. Es reizte mich, mich während meiner Abschlussarbeit meines Studiums mit einem Lebensraum auseinanderzusetzen, den ich seit meiner Kindheit so sehr schätze. Die Idee, das Thema Tiefsee in ein Lernspiel zu verpacken, entstand während einem Gespräch mit meinem Vater, einer leidenschaftlichen Spielernatur. Zusammen haben wir bereits viele Lernspiele gespielt. Dabei wurde das Wissen jeweils auf eine spielerische Art und Weise vermittelt, was mich immer sehr fasziniert hat. Nach und nach entstanden die ersten Ideen, wie das Thema Tiefsee in ein Lernspiel verpackt werden könnte. Sehr informativ war dann auch der Austausch mit Nico Steinbach, Mitarbeiter der Schulinformatik der PHBern vom Institut für Weiterbildung und Medienbildung. An einem Nachmittag konnte ich mich mit ihm zusammen über mögliche Spielideen austauschen. Nico hat ein riesiges Wissen und konnte mir viele wertvolle Tipps mit auf den Weg geben. Nachdem das Konzept des Lernspiels stand, befasste ich mich mit dessen Inhalten. Dass ich in der Gestaltung des Unterrichtsarrangements sehr frei sein durfte, erlebte ich als sehr bereichernd. So konnte ich nun selbst entscheiden, welche inhaltlichen Schwerpunkte ich setzen wollte. Dann entdeckte ich das 360°Grad-VR-YouTube-Video zur Tiefsee. Es freute mich sehr, war Urs Kaufmann sogleich von der Idee der VR-Brillen begeistert und unterstützte mich in deren Anschaffung. In der anschließenden Entstehung des Lernspiels half es mir, bereits mehrere Wochen im Voraus das Durchführungsdatum zu kennen. So hatte ich eine klare Deadline, bis wann ich das Lernspiel fertig gestaltet haben musste. Ich bin meinem Bruder Florian sehr dankbar, durfte ich das Lernspiel an seiner Klasse austesten. Seine unterstützende Art sowie die vielen sehr positiven Rückmeldungen der SuS haben mich sehr gefreut.

Das Lernspiel konnte erfolgreich durchgeführt werden und wurde von den SuS positiv beurteilt. Damit hatte ich bereits ein persönliches Teilziel erreicht. Dies stellte Mitte Januar dann auch eine grosse Motivation für mich dar, die Arbeit zu Ende zu bringen. Im weiteren Verlauf der Arbeit stand besonders das wissenschaftliche Schreiben im Zentrum. Dies war eine neue Erfahrung für mich und ich lernte viel Neues dazu. So konnte ich nun die semesterfreie Zeit und die ersten Semesterwochen, die durch Corona zu mehr Homeoffice-Zeit führten, nutzen und die Arbeit fertig stellen.

#### *Nutzen für die eigene Berufspraxis*

Zufrieden und auch ein bisschen stolz schaue ich auf die geleistete Arbeit zurück. Das übergeordnete Ziel von mir war es, meine Masterarbeit stark mit der Praxis zu verknüpfen und einen möglichst grossen Nutzen für den Berufsalltag zu generieren. Rückblickend kann ich sagen, dass dieses Ziel erreicht werden konnte. Ich bin sehr froh, ein Thema gewählt zu haben, welches mich persönlich sehr stark interessiert. So konnte ich zuerst einmal selbst in die Tiefsee eintauchen und mir ein fundiertes Wissen über einen mir bisher kaum bekannten Lebensraum aneignen. Weiter schätzte ich es, selber bestimmen zu können, welche Themen ich in das Lernspiel einbauen wollte.

Mit dem Verfassen der Masterarbeit schliesst sich der Kreis meines im Herbst 2017 begonnenen Studiums an der Pädagogischen Hochschule in Bern. Es war ein langer Weg, der mit der vorliegenden Masterarbeit sein Ende findet. Ich freue mich nun umso mehr, in meinen Beruf einzusteigen und zusammen mit den SuS in viele weitere spannende Themen einzutauchen.

## 8 Danksagung

Das Verfassen und die Durchführung einer Masterarbeit in Form eines Entwicklungsprojekts bedarf die Unterstützung zahlreicher beteiligter Personen. Ohne diese wertvolle Hilfe wäre es mir nicht möglich gewesen, dieses Lernspiel zu verwirklichen. An dieser Stelle möchte ich mich herzlich bei allen Beteiligten bedanken.

Ganz herzlich danken möchte ich meinem Betreuer Urs Kaufmann für die konstruktive Zusammenarbeit und das Vertrauen. Ich habe den gegenseitigen Austausch und die vielen unterstützenden Rückmeldungen sehr geschätzt. Es hat mich sehr gefreut, dass Urs Kaufmann so positiv auf den Einbezug der VR-Brillen reagiert hat und diese dann auch gleich für die PH Bern angeschafft hat.

Zudem möchte ich Nico Steinbach, Mitarbeiter der Schulinformatik der PHBern vom Institut für Weiterbildung und Medienbildung danken, dass er sich Zeit genommen hat, mir bei den ersten Schritten des Lernspiels wichtige Tipps und Ideen mitzugeben.

Ein weiterer Dank geht an das deutsche Südwestrundfunk Fernsehen (SWR), mit dessen freundlicher Genehmigung ich aus dem Videobeitrag "Entdeckungsreise in die Tiefsee – Forschung am Limit", aus der Bildungssendung „Planet Wissen“ wertvolle Beiträge für meine Lernvideos nutzen durfte.

Herzlich bedanken möchte ich mich bei den Schülerinnen und Schüler in Münsingen sowie dem Klassenlehrer und meinem Bruder Florian Peverelli, der mir die Möglichkeit gab, an seiner Klasse das Lernspiel auszuprobieren und durchzuführen. Die vielfältigen und positiven Rückmeldungen haben mich sehr gefreut und motiviert.

Zu guter Letzt geht ein herzlicher Dank an meine Familie und meinen Freund. Ich bin sehr dankbar, konnte ich jederzeit auf ihre Unterstützung zählen. Sie haben den gesamten Erstellungsprozess miterlebt, mich in wichtigen Entscheidungen unterstützt und durch Tipps und Anregungen auch immer wieder neue Inputs in die Arbeit miteingebracht.

## 9 Quellenverzeichnis

### 9.1 Literaturverzeichnis

#### Tiefsee

Brandl, P. / Krätschell, A. / Augustin, N. (2020): *Geologie der Tiefsee*. In: Müller, T. / Hoffmann-Wieck, G. (Hg.): *Tiefsee. Vielfalt in der Dunkelheit*. Stuttgart: Scheizerbart'sche Verlagsbuchhandlung und Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung, S. 46-50.

Cerutti, H. (2007): *Monsterparade. Yetikrabben, Jerichowürmer, Riesenkraken mit Augen wie Radkappen: In der Tiefsee lauern Kreaturen, schlimmer als die Visionen von Hieronymus Bosch*. In: NZZFOLIO 07, S. 16-23.

Hoffmann-Wieck, G. (2020): *Zur Geschichte der Meeres- und Tiefseeforschung in Westeuropa und den USA*. In: Müller, T. / Hoffmann-Wieck, G. (Hg.): *Tiefsee. Vielfalt in der Dunkelheit*. Stuttgart: Scheizerbart'sche Verlagsbuchhandlung und Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung, S. 14-22.

Hoving, H. (2020): *Die Lebenswelt der Tiefsee*. In: Müller, T. / Hoffmann-Wieck, G. (Hg.): *Tiefsee. Vielfalt in der Dunkelheit*. Stuttgart: Scheizerbart'sche Verlagsbuchhandlung und Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung, S. 74-79.

Kunzig, R. (2002): *Der unsichtbare Kontinent. Die Entdeckung der Meerestiefe*. Aus dem Amerikanischen von Wolfgang Riehl. Hamburg: marebuchverlag.

Petersen, S. (2020): *Hotsports des Lebens – die geologischen Voraussetzungen*. In: Müller, T. / Hoffmann-Wieck, G. (Hg.): *Tiefsee. Vielfalt in der Dunkelheit*. Stuttgart: Scheizerbart'sche Verlagsbuchhandlung und Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung, S. 51-55.

Piepenburg, D. et al. (2020): *Leben am Meeresboden. Die unbekannte Seite unserer Erde*. In: Hagen, W., Hempel, G., Bischof, K. (Hg.): *Faszination Meeresforschung. Ein ökologisches Lesebuch*. 2. Auflage. Berlin: Springer, S. 179.

Press, F. et al. (2011): *Allgemeine Geologie*. 5. Auflage. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.

Röhrlich, D. (2011): *Tiefsee. Von Schwarzen Rauchern und blinkenden Fischen*. Hamburg: mareverlag.

Rühlemann, C. et al. (2016): *Erkundung von mineralischen Rohstoffen der Tiefsee. Chancen und Herausforderungen eines zukünftigen Meeresbergbaus für Deutschland*. In: *Geographische Rundschau* 9, S. 18-23.

Schneider, R. (2007): *Der alte Mann und die Tiefsee. Kein Mensch ist je tiefer getaucht als der Schweizer Jacques Piccard. Ein Gespräch über Tauchrekorde, Astronauten und die Angst, für immer unten zu bleiben*. In: *ZZFOLIO* 07, S. 24-27.

Sonnewald, M. / Krupp, F. (2020): *Fischerei in der Tiefsee und ihre Folgen*. In: Müller, T. / Hoffmann-Wieck, G. (Hg.): *Tiefsee. Vielfalt in der Dunkelheit*. Stuttgart: Scheizerbart'sche Verlagsbuchhandlung und Senckenberg Gesellschaft für Naturforschung, S. 159-164.

von Nordheim, H. / Hempel, G. (2020): *Belastungen unserer Meere durch den Menschen. Eingriffe und Einträge*. In: Hagen, W., Hempel, G., Bischof, K. (Hg.): *Faszination Meeresforschung. Ein ökologisches Lesebuch*. 2. Auflage. Berlin: Springer, S. 329.

Wagner, H. (2001): *Mittelmeerraum*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft.

Zierul, S. (2010): *Der Kampf um die Tiefsee. Wettlauf um die Rohstoffe der Erde*. Hamburg: Hoffmann und Campe Verlag.

## **Spieltheorie**

Behnke, J. (2020): *Entscheidungs- und Spieltheorie*. 2. Auflage. Baden-Baden: Nomos Verlagsgesellschaft.

Borsch, F. (2019): *Kooperatives Lernen. Theorie – Anwendung – Wirksamkeit*. 3., aktualisierte Auflage. Stuttgart: W. Kohlhammer GmbH.

Hauber, M. / Zander, A. (2020): *Spielen macht Schule – spielend zum Lernerfolg*. In: Mehringer, V. / Waburg, W. (Hg.): *Spielzeug, Spiele und Spielen. Aktuelle Studien und Konzepte*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, S.175-195.

Hoblitz, A. (2015): *Spielend Lernen im Flow. Die motivationale Wirkung von Serious Games im Schulunterricht*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.

Thiele, R. (2020): *Spielend lernen. Was macht ein gutes Lernspiel aus?* In: Mehringer, V. / Waburg, W. (Hg.): *Spielzeug, Spiele und Spielen. Aktuelle Studien und Konzepte*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, S.143-155

Wiese, H. (2005): *Kooperative Spieltheorie*. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag GmbH.

## 9.2 Internetquellen

Ermel, L. (2017): *Inner Space: Eine Reise in die Tiefsee (VR 360°)*. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=n7hvfGFS434> [Stand: 05.03.2021]

GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel (2021): *Schwarze Raucher: Erzfabriken der Tiefsee*. URL: <https://www.geomar.de/entdecken/videos-alt/schwarze-raucher-erzfabriken-der-tiefsee> [Stand: 09.02.2021]

GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel (2018): *Wirtschaftlich interessante Gebiete, wo suchen?* URL: [https://themenspezial.eskp.de/fileadmin/user\\_upload/PDFs/rohstoffe/Einzelkapitel/2-1-Wirtschaftlich-interessante-Gebiete.pdf](https://themenspezial.eskp.de/fileadmin/user_upload/PDFs/rohstoffe/Einzelkapitel/2-1-Wirtschaftlich-interessante-Gebiete.pdf) [Stand: 20.03.2021]

Lehrplan 21 (2016): *Überfachliche Kompetenzen*. URL: <https://be.lehrplan.ch/index.php?code=e|200|3> [Stand: 15.03.2021]

Wikipedia (2020): *HMS*. URL: [https://de.wikipedia.org/wiki/HMS#:~:text=His\)%20Majesty's%20Ship%2C%20seit%201789,von%20Schiffen%20der%20Schwedischen%20Marine](https://de.wikipedia.org/wiki/HMS#:~:text=His)%20Majesty's%20Ship%2C%20seit%201789,von%20Schiffen%20der%20Schwedischen%20Marine) [Stand: 23.01.2021]

Wikipedia (2020): *Langleinenfischerei*. URL: <https://de.wikipedia.org/wiki/Langleinenfischerei> [Stand: 10.02.2021]

WWF Deutschland (2018): *Tiefseefischerei*. URL: <https://www.wwf.de/themen-projekte/meere-kuesten/fischerei/ueberfischung/tiefseefischerei> [Stand: 10.02.2021]

VR Cardboard, Interactive Space GmbH. URL : Vgl. <https://www.vrcardboard.ch/> [Stand: 17.03.2021]

Zeitler, A. (2018): *Manganknollen. Energie aus dem Meer*. URL: [https://www.planetwissen.de/natur/meer/energie\\_aus\\_dem\\_meer/pwimanganknollen100.html](https://www.planetwissen.de/natur/meer/energie_aus_dem_meer/pwimanganknollen100.html) [Stand: 09.02.2021]

## 10 Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1:** Die einzelnen Zonen bzw. „Etagen“ der Tiefsee grafisch dargestellt. (eigene Darstellung). ..... 7
- Abbildung 2:** Der Glaskopffisch kann das Licht filtern. (URL: <https://www.senckenberg.de/de/magazin/no-1/tiefsee-und-meeresforschung/tiefseeforschung-tut-not> [Stand: 08.02.2021]) ..... 9
- Abbildung 3:** Herabsinkende Partikel, auch Meeresschnee genannt, sinken wie Schneeflocken in die Tiefe. (URL: <https://www.geomar.de/news/article/meeresschnee-als-muellabfuhr-fuer-mikroplastik#gallery> [Stand: 08.02.2021]) ..... 9
- Abbildung 4:** Übersicht über die vorherrschenden Druckbedingungen in unterschiedlicher Tiefe. (eigene Darstellung) ..... 10
- Abbildung 5:** Je dunkler, desto älter: Die Farbabstufungen im Atlantik zeigen die verschiedenen Altersstufen des Ozeanbodens. (Egli, H. / Hasler, M. / Probst M. (2016): *Geografie. Wissen und verstehen. Ein Handbuch für die Sekundarstufe II*. 4. Überarbeitete Auflage. Bern: hep verlag ag) ..... 12
- Abbildung 6:** Subduktion bei der Kollision zweier ozeanischer Lithosphärenplatten. (vgl. Press, F. et al. (2011): *Allgemeine Geologie*. 5. Auflage. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag)..... 12
- Abbildung 7:** Die wichtigsten Etappen der Tiefseeforschung. (eigene Darstellung) ..... 13
- Abbildung 8:** Schwarzer Raucher am Meeresboden. (URL: <https://www.geomar.de/news/article/wissenschaft-fordert-schutz-von-aktiven-schwarzen-rauchern#gallery-1> [Stand: 09.02.2021]) ..... 15
- Abbildung 9:** Manganknollen in der CCZ im Pazifik. (URL: <https://www.geomar.de/news/article/wissenschaft-fordert-schutz-von-aktiven-schwarzen-rauchern#gallery-1> [Stand: 09.02.2021]) ..... 17



**Abbildung 10:** Eine aufgeschnittene Manganknolle. (Walter, T. (2020): *Leben am Meeresboden. Die unbekannte Seite unserer Erde*. In: Hagen, W., Hempel, G., Bischof, K. (Hg.): *Faszination Meeresforschung. Ein ökologisches Lesebuch*. 2. Auflage. Berlin: Springer, S. 207) ..... 18

**Abbildung 11:** Ein Fangschiff mit Schleppnetzen. (URL: <https://www.stiftung-meereschutz.org/themen/fischerei/eu-verbot-fuer-grundschleppnetze/> [Stand: 09.02.2021]) ..... 19

**Abbildung 12:** Typischer Tiefseefischfang: ein Rundnasen-Grenadier, Granatbarsche und ein Kohlenfisch (v.l.n.r.). (URL Rundnasen-Grenadier: [https://de.wikipedia.org/wiki/Grenadierfische#/media/Datei:Coryphaenoides\\_leptolepis\\_1.jpg](https://de.wikipedia.org/wiki/Grenadierfische#/media/Datei:Coryphaenoides_leptolepis_1.jpg) [Stand: 10.02.2021]  
 URL Granatbarsche: <https://www.geomar.de/news/article/kommt-die-schonzeit-fuer-die-tiefsee#gallery> [Stand: 10.02.2021]  
 URL Kohlenfisch: [https://de.wikipedia.org/wiki/Kohlenfisch#/media/Datei:Sablefish\\_resting\\_on\\_sediment.jpg](https://de.wikipedia.org/wiki/Kohlenfisch#/media/Datei:Sablefish_resting_on_sediment.jpg) [Stand: 10.02.2021])..... 20

**Abbildung 13:** (v.l.n.r.) Eine Arabische Peitschenlanguste, eine Eismeergarnele und ein Kaisergranat. (URL Arabische Peitschenlanguste: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-32-9094-5\\_3](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-32-9094-5_3) [Stand: 10.02.2021]  
 URL Eismeergarnele: [https://en.wikipedia.org/wiki/Pandalus\\_borealis#/media/File:Woda-6\\_ubt.jpeg](https://en.wikipedia.org/wiki/Pandalus_borealis#/media/File:Woda-6_ubt.jpeg) [Stand: 10.02.2021]  
 URL Kaisergranat: [https://en.wikipedia.org/wiki/Nephrops\\_norvegicus#/media/File:Nephrops\\_norvegicus.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Nephrops_norvegicus#/media/File:Nephrops_norvegicus.jpg) [Stand: 10.02.2021]) ..... 20

**Abbildung 14:** Ungewollter Beifang: eine in einem Fischernetz gefangene Schildkröte. (URL: <https://www.wwf.de/themen-projekte/meere-kuesten/fischerei/ungewollter-beifang> [Stand: 09.02.2021]) ..... 21

**Abbildung 15:** Die bearbeiteten Kompetenzen aus dem Lehrplan 21. (eigene Darstellung) ..... 26

<b>Abbildung 16:</b> Die bearbeiteten überfachlichen Kompetenzen aus dem Lehrplan 21. (eigene Darstellung) .....	27
<b>Abbildung 17:</b> Übersicht über die Inhalte des kooperativen Lernspiels. (eigene Darstellung) .....	29
<b>Abbildung 18:</b> Der Würfel-Joker auf dem Gruppenarbeitsblatt. (eigene Darstellung) .....	30
<b>Abbildung 19:</b> Zwei Ausschnitte aus den Lernvideos. (eigene Darstellung) .....	31
<b>Abbildung 20:</b> Die SuS beantworten in der Auswertungslektion aktuelle Forschungsfragen. (eigene Darstellung) .....	34
<b>Abbildung 21:</b> Grafik zum Item 3 des Fragebogens. (eigene Darstellung).....	37
<b>Abbildung 22:</b> Grafik zum Item 11 des Fragebogens. (eigene Darstellung).....	39

## 11 Anhang

1. Arbeitsblätter.....	59
2. Unterrichtspräparationen.....	94
3. PowerPoint-Präsentation .....	97
4. Fragebogen.....	109
5. Auswertung Fragebogen.....	115
6. Leitfadeninterview mit Florian Peverelli, 26. Januar 2021 .....	124
7. Nutzungserklärung SWR.....	129

# 1. Arbeitsblätter

## Einstieg

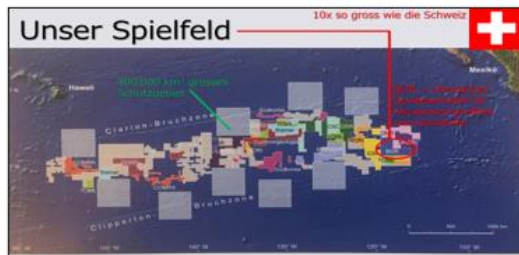
<b>Einstieg</b>	<b>Thema:</b>	Dein Name:
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Was ist die Tiefsee?</li> <li>• Spielregeln</li> </ul>	

### Die Tiefsee

- ❖ Ist der grösste, zusammenhängende Lebensraum auf der Erde.
- ❖ Die Tiefsee beginnt (je nach Definition) ab ca. 200m, 500m oder 1'000m Tiefe.
- ❖ Ab 1000m ist es bereits stockfinster. Zudem ist die Tiefsee **kalt, nährstoffarm, spärlich besiedelt** und **steht unter enormen Druck**.
- ❖ Aber: In der Tiefsee gibt es auch Leben! Fische, Wale, Tintenfische sind an diese enormen Bedingungen angepasst und leben in ewiger Finsternis.



Schwarzer Rauch strömt aus einer heissen Quelle



Wo sind wir?	Wir befinden uns im Pazifik, in der Nähe von Hawaii und Mexiko, genauer gesagt in der <b>Clarion-Clipperton-Bruchzone</b> .
Was ist passiert?	Eine Fläche in dieser Zone wurde von der <b>deutschen Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe</b> gekauft. Dort sollen schon bald <b>Manganknollen</b> abgebaut werden.
Was ist das Ziel?	Wir, das Forschungsinstitut Münsingen, wollen dieses Gebiet schützen. Das schaffen wird, indem wir aufzeigen, wie wichtig und wertvoll die Tiefsee ist.]
Wie viele Punkte gibt es?	In drei Spielaktionen könnt ihr 10 Punkte + 1 Bonuspunkt holen. Je mehr Punkte ihr holt, desto grösser ist die Fläche, die wir retten können.

Notizen:

---



---



---



---



---

## Spieldaufbau

- Es gibt 3 Spiellektionen
- Pro Spiellektion könnt ihr 10 Punkte sammeln + 1 Bonuspunkt
- Pro Team also gesamthaft 33 Punkte, das Forschungsinstitut kann total 231 Punkte holen

Datum

Datum

Datum

<b>Spiellektion 1</b>		
Thema 1: Wer war Jacques Piccard?	Thema 2: Wie entstand die Tiefsee?	Thema 3: Was machen Tiefseeforscher?
<b>Spiellektion 2</b>		
Thema 4: Druck	Thema 5: Dunkelheit	Thema 6: Kälte
<b>Spiellektion 3</b>		
Thema 7: Manganknollen	Thema 8: Schwarze Raucher	Thema 9: Tiefseetiere

## Jede Spiellektion besteht aus 2 Phasen

**1. Phase: Wissenserwerb**

15min 
 Einzelarbeit

**Gruppe 1**

**ForscherIn 1** Thema 1: Wer war Jacques Piccard?

**ForscherIn 2** Thema 2: Wie entstand die Tiefsee?

**ForscherIn 3** Thema 3: Was machen Tiefseeforscher?

**2. Phase: Punkte sammeln**

25min 
 Gruppenarbeit

Gruppe 1

Ich bin im Team \_\_\_\_\_ zusammen mit: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Notizen:

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

# Arbeitsblatt 1: Wer war Jacques Piccard?

<b>AB 1</b> Dein Thema: Wer war Jacques Piccard?	Arbeitsform:	EA	<b>Zur Übersicht</b> Forscher*in 2 liest AB 2: Wie entstand die Tiefsee? Forscher*in 3 liest AB 3: Forschungsarbeit
	Zeit:	10min	
	Hilfsmittel:	Laptop	

In diesem Arbeitsblatt lernst du den Schweizer Tiefseeforscher und Tiefseetaucher Jacques Piccard kennen. Lies das folgende Interview aufmerksam durch. Melde dich, wenn etwas unklar ist.

## Kein Mensch ist je tiefer getaucht als der Schweizer Jacques Piccard. Im Interview spricht er über Tauchrekorde, Astronauten und die Angst, für immer unten zu bleiben.



Der Marianengraben befindet sich im pazifischen Ozean. Die tiefste Stelle erreicht er im Süden (roter Punkt). Dort tauchten Piccard und Walsh bis auf 10'916 Meter hinab.

**Herr Piccard, hatten Sie eigentlich keine Angst?**

Sie meinen, als wir im Marianengraben im Pazifischen Ozean tauchten?

**Ja, als Sie 1960 den Tiefenrekord von 10'916 Meter aufstellten.**

Die Antwort mag Ihnen etwas komisch vorkommen: Nein, ich hatte überhaupt keine Angst. Angst muss man vorher haben. Vor der Expedition, ja schon vor dem Bau des U-Boots. Eine Art «falsche» Neugierde: Was könnte passieren, wenn..., wenn...,

**Kann man denn diese Angst wirklich ausschalten, wenn man in einer feuchten Stahlkugel 11 Kilometer unter der Wasseroberfläche sitzt?**

Wir haben ja ganz langsam begonnen. Der erste Tauchgang ging auf 8 Meter, der zweite auf 11 Meter, der dritte auf 40 Meter. Dann haben uns die Leute von der italienischen Marine gesagt, tiefer als 40 Meter könnten sie nichts mehr für uns tun. Ob 100 Meter oder 1'000 sei für sie dasselbe. Also gingen wir als nächstes direkt auf 1'000 Meter hinunter. Am Grund war es dann so schön, friedlich und still, da kamen wir nicht auf die Idee, Angst zu haben.

**Hatten Sie bei Ihrem Tauchgang einen Notproviant dabei?**

Wofür? Wenn wir nicht mehr hätten aufsteigen können, wäre uns nichts mehr geblieben, als am Unterwassertelefon Grüsse an unsere Familien und Freunde auszurichten.

**Auch Ihr Vater Auguste und Ihr Sohn Bertrand hat das Entdeckerfieber gepackt. Ihr Vater war Physikprofessor und erkundete im Ballon die Stratosphäre (Atmosphäre auf 8-18 km Höhe), Ihr Sohn umrundete 1999 als erster Mensch im Ballon die Erde. Wenn Sie nun die Abenteuer von Ihnen, Ihrem Vater und Ihrem Sohn vergleichen: Welches waren die gefährlichsten?**

Die riskantesten waren die Ballonfahrten meines Vaters in die Stratosphäre. Da war vieles wirklich unbekannt. Beim ersten Versuch hätte der Ballon fünf oder sechs Stunden in der Luft bleiben sollen. Am Schluss blieb er 15 Stunden. Ein Ventil war eingefroren. Mein Vater musste warten, bis die Sonne untergegangen war und sich das Wasserstoffgas abgekühlt hatte, dann sank der Ballon – und landete auf einem Gletscher in Österreich.

**Viele Astronauten sagen, der Flug auf den Mond habe sie für immer verändert.**

**Waren Sie auch ein anderer, als Sie aus 11'000 Metern Tiefe auftauchten?**

Nein, das kann man nicht vergleichen. Auf den Mond zu gehen, ist derart aussergewöhnlich – ich kann verstehen, dass die Leute eine solche Reise als etwas ganz Besonderes erleben. Unsere Leistung war wohl eher, dass wir gezeigt haben: Jetzt können wir im Meer überall hin. *Quelle: Interview aus NZZ FOLIO, Ausgabe 2007-7*

Der Schweizer **Jacques Piccard** wurde 1922 in Brüssel (Belgien) geboren. Sein Vater Auguste Piccard war Physikprofessor und erkundete im Ballon die Stratosphäre. Am 23. Januar 1960 ging der Tiefseeforscher Jacques Piccard in die Geschichte ein: Zusammen mit dem Amerikaner Don Walsh stiegen sie als erste Menschen an den tiefsten Punkt des Meeres – auf 10'916 m Tiefe – hinab. Erst 2019 wurde der Rekord vom US-Abenteurer Victor Vescovo gebrochen, der mit dem Spezialtauchboot "DSV Limiting Factor" 16 Meter tiefer tauchte. Am 1. November 2008 verstarb Jacques Piccard in seinem Haus am Genfersee 86-jährig.



Jacques Piccard: «Ein grosser Teil aller U-Boot-Unfälle geschah, weil einer die Tür offen gelassen hatte.»

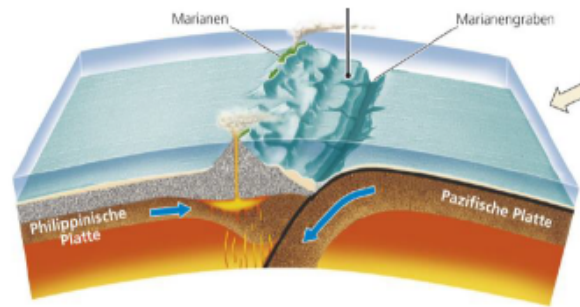
### Wie entstand der tiefste Punkt der Erde?

Wie du vielleicht weißt, ist die Erde innen flüssig. Die Erdkruste, also die Kontinente wie Afrika, Europa und Australien, ist aber fest.

Die Kontinente schwimmen sozusagen auf dem flüssigen Erdinnern. Dies führt dazu, dass manche Platten aneinanderstossen und andere voneinander wegdriften.

Dies passiert zum Beispiel beim Marianengraben im Pazifischen Ozean. Wie du vorher gelesen hast, hat diesen Jacques Piccard mit seinem U-Boot besucht. Hier schiebt sich die **Pazifische Platte** unter die **Philippinische Platte**.

Schau dir nun folgendes Video an:



Lernvideo:  
Wie entstand der Marianengraben?



### Forschungsarbeit – was machen Tiefseeforscher:innen eigentlich genau?



Wie es der Name bereits sagt, forscht ein Tiefseeforscher / eine Tiefseeforscherin in der Tiefsee. Tiefseeforscher versuchen heraus zu finden, wie die Tiefsee entstanden ist, welche Lebewesen dort leben und unter welchen Bedingungen diese Lebewesen dort leben. Um die Tiefsee zu erforschen, haben sie verschiedene Hilfsmittel. Hier ein Beispiel:

Mit dem Unterwasserfahrzeug "NUI" können Forscher und Forscherinnen die Tiefsee in der Arktis erkunden. "NUI" taucht bis zu 2'000m hinab. Schau dir nun folgendes Video an:

Lernvideo:  
Was machen Tiefseeforscher:innen?



Sobald du fertig bist, beantworte folgende Frage:

«Was hat dich während dem Piccard-Interview erstaunt, überrascht, beeindruckt?»

---

---

---

## Arbeitsblatt 2: Wie entstand die Tiefsee?

<b>AB 2 Dein Thema:</b> Wie entstand die Tiefsee?	<b>Arbeitsform:</b>	EA	<b>Zur Übersicht</b> Forscher*in 1 liest AB 1: Wer war Jacques Piccard? Forscher*in 3 liest AB 3: Forschungsarbeit
	<b>Zeit:</b>	10min	
	<b>Hilfsmittel:</b>	Laptop	

Schau dir zuerst folgendes Lernvideo an:

**Lernvideo:**  
**Wie entstand die Tiefsee?**



Wähle danach zwei der folgenden Bilder aus und überlege, was du alles darüber weisst. Du kannst dir auch Notizen zu den Bildern machen.

Alfred Wegener



der Urkontinent Pangäa

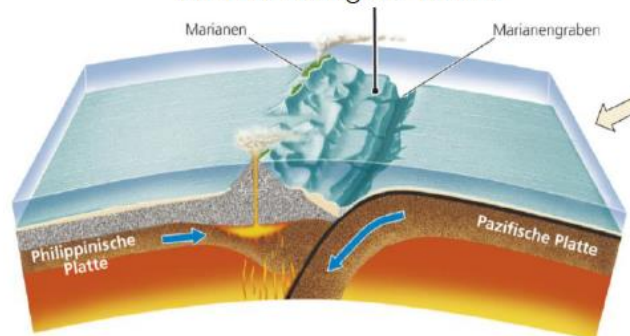


Vor 200 Millionen Jahren

die Plattentektonik - die Erde als Riesenzug



die Entstehung der Tiefsee

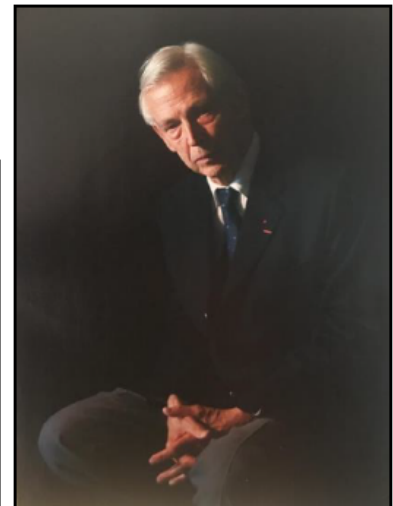




### Wer war Jacques Piccard?

Vielleicht hast du im Lernvideo vorhin bemerkt, dass der Schweizer Jacques Piccard als erster Mensch den tiefsten Punkt der Erde – nämlich im Marianengraben – besuchte. Hier ein kleiner Steckbrief über den Tiefseeforscher:

Der Schweizer **Jacques Piccard** wurde 1922 in Brüssel (Belgien) geboren. Sein Vater Auguste Piccard war Physikprofessor und erkundete im Ballon die Stratosphäre (Atmosphäre auf 8-18 km Höhe). Am 23. Januar 1960 ging der Tiefseeforscher Jacques Piccard in die Geschichte ein: Zusammen mit dem Amerikaner Don Walsh stiegen sie als erste Menschen an den tiefsten Punkt des Meeres – auf 10'916 m Tiefe – hinab. Erst 2019 wurde der Rekord vom US-Abenteurer Victor Vescovo gebrochen, der mit dem Spezialtauchboot "DSV Limiting Factor" 16 Meter tiefer tauchte. Am 1. November 2008 verstarb Jacques Piccard in seinem Haus am Genfersee 86-jährig.



Jacques Piccard: «Ein grosser Teil aller U-Boot-Unfälle geschah, weil einer die Tür offen gelassen hatte.»

### Forschungsarbeit – was machen Tiefseeforscher:innen eigentlich genau?

Wie es der Name bereits sagt, forscht ein Tiefseeforscher / eine Tiefseeforscherin in der Tiefsee. Tiefseeforscher:innen versuchen heraus zu finden, wie die Tiefsee entstanden ist, welche Lebewesen dort leben und unter welchen Bedingungen diese Lebewesen dort leben.



Um die Tiefsee zu erforschen, haben sie verschiedene Hilfsmittel. Hier ein Beispiel: Mit dem Unterwassergefährts "NUI" können Forscher und Forscherinnen die Tiefsee in der Arktis erkunden. "NUI" taucht bis zu 2'000m hinab.

Falls die Zeit noch reicht, siehst du im folgenden Lernvideo einen Kurzausschnitt zur Tiefseeforschung:

**Lernvideo:  
Was machen Tiefseeforscher:innen?**



Sobald du fertig bist, beantworte folgende Frage:

«Was hat dich während dem Video zur Entstehung der Tiefsee erstaunt, überrascht, beeindruckt?»

---

---

---


---

# Arbeitsblatt 3: Tiefseeforschung

<b>AB 3</b> Dein Thema: Forschungsarbeit	Arbeitsform:	EA	<b>Zur Übersicht</b> Forscher*in 1 liest AB 1: Wer war Jacques Piccard? Forscher*in 2 liest AB 2: Wie entstand die Tiefsee?
	Zeit:	10min	
	Hilfsmittel:	Laptop	





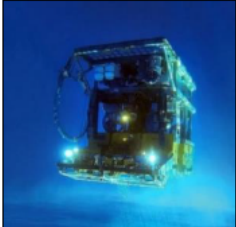
Schau dir zuerst folgendes Video an:

**Lernvideo:**  
**Tiefseeforschung**






## Welche Hilfsmittel braucht es, um die Tiefsee zu entdecken?

Lies mind. 3 Beschreibungen durch. Du darfst natürlich auch mehr lesen! ☺

Name und Foto	Eigenschaften und Einsatz
<p style="text-align: center;"><b>Ocean Floor Observation System (OFOS)</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Das "OFOS" ist ein nach unten schauendes Kamerasystem. Es kann bis ca. 4'000m in die Tiefe hinabsinken.</li> <li>• Seine hochauflösenden Videos und Fotos erfassen größere bodenbewohnende Organismen wie Seegurken oder Tiefseeschwämme, aber auch Objekte wie Steine oder Müll.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Nereid under ice vehicle (NUI)</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Das rund drei Millionen Dollar teure Unterwassergefährts "NUI" kann über ein ultradünnes Glasfaserkabel vom Forschungsschiff aus gesteuert werden.</li> <li>• "NUI" kann aber auch selbständig ohne Kabelverbindung nach programmierten Abläufen arbeiten.</li> <li>• "NUI" wird vor allem dafür eingesetzt, unter dem Eis in der Arktis oder Antarktis zu tauchen. "NUI" taucht bis zu 2'000m hinab.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Forschungstauchboot JAGO</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• "JAGO" ist ein bemanntes (es können also Personen darin Platz nehmen) Unterwasserfahrzeug für maximal 400m Wassertiefe.</li> <li>• Es bietet Platz für einen Piloten und einen Beobachter. Das Tauchboot ist unter Wasser frei beweglich und nicht durch ein Kabel mit der Oberfläche verbunden.</li> <li>• "JAGO" wird zur Erkundung und Erforschung des Meeres eingesetzt.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>AWI-Tiefseeroboter Tramper</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Das autonome Kettenfahrzeug "Tramper" kann bis zu einem Jahr in bis zu 6'000 Metern Wassertiefe Daten sammeln.</li> <li>• Der Tramper ist geländegängig und kann Hindernisse umfahren.</li> <li>• Der "Tramper" kann beispielsweise den Sauerstoffgehalt im Sediment, also im Meeresboden messen.</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Tiefseeroboter "ROV KIEL 6000"</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Der Tiefseeroboter "ROV KIEL 6000" ist ein Multitalent in der Tiefsee. Er liefert gleich ein ganzes Spektrum an Daten.</li> <li>• "Kiel 6000" ist zum Beispiel mit Sonden zur Analyse des Meerwassers sowie mit Kameras und Greifern ausgestattet, um Gesteinsproben vom Meeresboden zu gewinnen.</li> <li>• Auch "Kiel 6000" kann bis in 6'000m Tiefe abtauchen.</li> </ul>

## Die Natur weiss wie!

Wir Menschen müssen teure Roboter und Unterwasserfahrzeuge entwickeln, um die Tiefsee zu entdecken. Die Natur ist uns da aber weit voraus! Du lernst nun drei Tiere kennen, die in tausend Metern Tiefe problemlos überleben können. Manche schaffen es sogar in einem Atemzug zwei Kilometer auf- und abzutauchen.

<p><b>Die Kronenqualle</b></p> 	<p>Die Kronenqualle kommt in Tiefen von bis 7'000m vor. Sie ist leuchtend rot gefärbt und somit perfekt an ihre dunkle Umgebung angepasst. Durch die Nutzung von Biolumineszenz leuchtet sie von innen.</p> <p>Sie wird bis zu 30cm gross und besteht zu 90% aus Wasser.</p>
<p><b>Der Riesenkalmar</b></p> 	<p>Der Riesenkalmar ist eine Art Tintenfisch. Doch er besitzt im Unterschied zum Tintenfisch zehn statt acht Arme und ist deutlich grösser.</p> <p>Er ist bis heute ein grosses Mysterium, denn er wurde nur <u>extrem selten</u> gesichtet.</p> <p>Was man aber weiss, ist, dass er riesengross, in Tiefen von über 1'000m vorkommt und auf dem Speiseplan von Pottwalen steht.</p> <p>Sie können bis 12m lang werden und leben nicht länger als 5 Jahre.</p>
<p><b>Der Pottwal</b></p> 	<p>Der Pottwal ist eines der grössten Lebewesen der Erde. Auf seinem Speiseplan stehen vor allem Riesenkalmare. Für diese taucht er auch gerne bis in über 2'500m Tiefe.</p> <p>Ein solcher Tauchgang kann bis 100 Minuten dauern. Danach muss aber auch der Pottwal einmal tief Luft holen und schwimmt dafür wieder an die Wasseroberfläche.</p>

**Übrigens:** der Schweizer Tiefseetaucher Jacques Piccard tauchte als erster Mensch 1960, also bereits vor über 60 Jahren, in eine Tiefe von 10'916m.

Schau dir folgendes Video an:



### Wie entstand der tiefste Punkt der Erde?

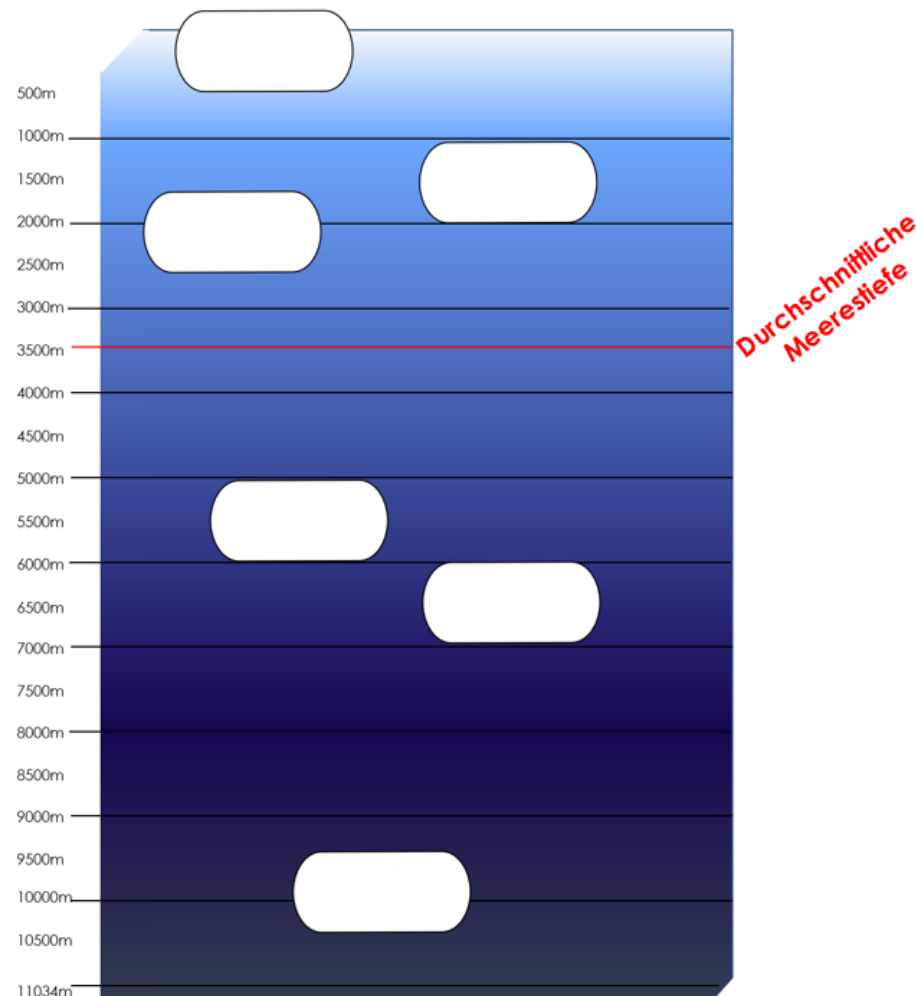
Wie du vielleicht weisst, ist die Erde innen flüssig. Die Erdkruste, also die Kontinente wie Afrika, Europa und Australien, ist aber fest. Die Kontinente schwimmen sozusagen auf dem flüssigen Erdinnern. Dies führt dazu, dass manche Platten aneinanderstossen und andere voneinander wegdriften. Dies passiert zum Beispiel beim Marianengraben. Hier schiebt sich die **Pazifische Platte** unter die **Philippinische Platte**.

# Gruppenauftrag 1

<b>Gruppenauftrag 1</b>	<b>Gruppe:</b>	<b>Max. 10 Punkte + 1 Bonuspunkt</b>		
		erreichte Punktzahl:		
<b>Themen:</b> ❖ Jacques Piccard ❖ Wie entstand die Tiefsee? ❖ Forschungsarbeit	<b>Gruppenmitglieder:</b>			
	<b>Würfeljoker</b> umkreist eure gewürfelte Zahl.			
	Gewürfelte Zahl:	1-2	3-4	5-6
	ergibt folgenden Joker:	0 Punkte	+ 0.5 Punkt	+1 Punkt
	eingesetzt bei Aufgabe:			

## Aufgabe 1- Wer taucht wie tief? (0.5 Punkt pro richtige Antwort, total 3 Punkte)

Schreibt den Namen des Tauchbootes / Tieres in das weiße Kästchen. Benutzt dazu das Arbeitsblatt 3 «Forschungsarbeit». Wenn ihr im Kästchen zu wenig Platz habt, zieht eine Linie an den Rand.



**Aufgabe 2 (1 Punkt pro richtige Antwort, total 2 Punkte)**

Jacques Piccard stammt aus einer Abenteurerfamilie. Bereits sein Vater wollte die Welt entdecken. Was genau hat sein **Vater Auguste** erforscht? (1 Punkt)

---

und mit welchem **Hilfsmittel**? (1 Punkt)

---

**Aufgabe 3 (1 Punkt pro richtige Antwort)**

Alfred Wegener fand an der Ostküste Nordamerikas sowie an der Westküste Eurasiens **identische Gesteinsschichten**. Wie erklärt ihr euch diese Tatsache, sind doch diese Kontinente tausende Kilometer voneinander entfernt?

---

**Aufgabe 4 (0.5 Punkt pro richtige Antwort, total 2 Punkte)**

Im Video wurde anhand des Kochtopfs erklärt, warum sich die Platten verschieben. Schaut euch nun das Bild an und nummeriert dann die folgenden Aussagen von 1-4.

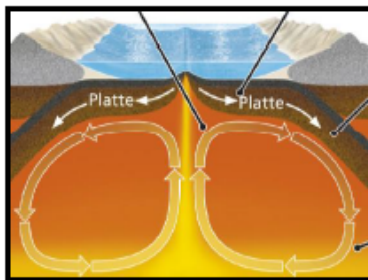


Quelle: PRESS / SIEVER 2008: 16

	Durch Abkühlung ist Wasser wieder schwerer, sinkt ab. Ganze Vorgang beginnt nochmals.
	erwärmtes Wasser steigt auf.
	Wasser erwärmt sich zuerst zuunterst.
	Oben kühler, Wasser schwimmt zur Seite und kühlt wieder ab.

**Aufgabe 5 (1 Punkt pro richtige Antwort, total 2 Punkte)**

Im Lernvideo «wie entstand die Tiefsee» wurde erklärt, wie neuer Erdboden entsteht. Zeichnet nun den Ort (mit einem Kreis) ein, wo neue Lithosphäre entsteht. (1 Punkt)



Was ist flüssig? (1 Punkt)

<input type="checkbox"/>	der Erdkern	<input type="checkbox"/>	die Kontinente
<input type="checkbox"/>	die Platten	<input type="checkbox"/>	der Erdmantel

**Bonuspunkt**

Wie ihr nun wisst, sind die Kontinente **über Millionen von Jahren** aus dem Urkontinent Pangäa an ihren heutigen Platz gewandert. Doch diese Wanderung ist noch nicht zu Ende. Schaut euch folgendes Video an. In welche Richtung wird sich Südamerika in den nächsten 50 Millionen Jahren wohl verschieben?

**Video  
Bonuspunkt**



<input type="checkbox"/>	Nach Norden	<input type="checkbox"/>	Nach Süden
<input type="checkbox"/>	Nach Nordosten	<input type="checkbox"/>	Nach Nordwesten

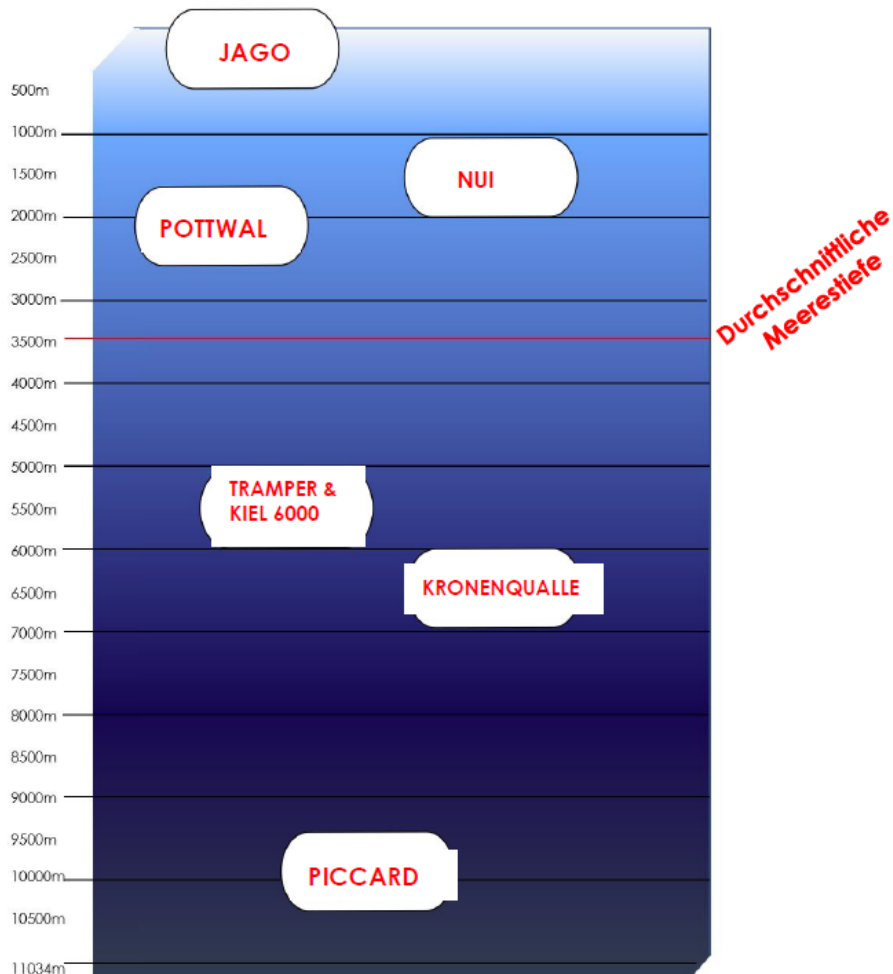
# Gruppenauftrag 1 – Lösung

## LÖSUNG

<b>Gruppenauftrag 1</b>	<b>Gruppe:</b>	<b>Max. 10 Punkte + 1 Bonuspunkt</b>		
		erreichte Punktzahl:		
<b>Themen:</b>  ❖ Jacques Piccard  ❖ Wie entstand die Tiefsee?  ❖ Forschungsarbeit	<b>Gruppenmitglieder:</b>			
	<b>Würfeljoker</b> umkreist eure gewürfelte Zahl.			
	Gewürfelte Zahl:	1-2	3-4	5-6
	ergibt folgenden Joker:	0 Punkte	+ 0,5 Punkt	+1 Punkt
	eingesetzt bei Aufgabe:			

### Aufgabe 1- Wer taucht wie tief? (0.5 Punkt pro richtige Antwort, total 3 Punkte)

Schreibt den Namen des Tauchbootes / Tieres in das weiße Kästchen. Benutzt dazu das Arbeitsblatt 3 «Forschungsarbeit». Wenn ihr im Kästchen zu wenig Platz habt, zieht eine Linie an den Rand.



## L Ö S U N G

### Aufgabe 2 (1 Punkt pro richtige Antwort, total 2 Punkte)

Jacques Piccard stammt aus einer Abenteurerfamilie. Bereits sein Vater wollte die Welt entdecken. Was genau hat sein **Vater Auguste** erforscht? (1 Punkt)

**Die Stratosphäre** \_\_\_\_\_

und mit welchem **Hilfsmittel**? (1 Punkt)

**Heissluftballon** \_\_\_\_\_

### Aufgabe 3 (1 Punkt pro richtige Antwort)

Alfred Wegener fand an der Ostküste Nordamerikas sowie an der Westküste Eurasiens **identische Gesteinsschichten**. Wie erklärt ihr euch diese Tatsache, sind doch diese Kontinente tausende Kilometer voneinander entfernt?

**War früher im Ur-Kontinent Pangäa miteinander verbunden.** \_\_\_\_\_

### Aufgabe 4 (0.5 Punkt pro richtige Antwort, total 2 Punkte)

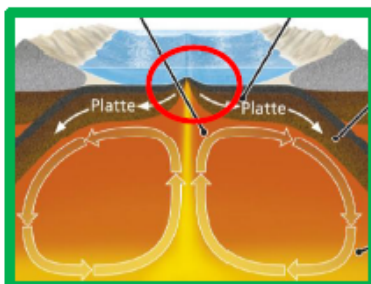
Im Video wurde anhand des Kochtopfs erklärt, warum sich die Platten verschieben. Schaut euch nun das Bild an und nummeriert dann die folgenden Aussagen von 1-4.



4.	Durch Abkühlung ist Wasser wieder schwerer, sinkt ab. Ganze Vorgang beginnt nochmals.
2.	erwärmtes Wasser steigt auf.
1.	Wasser erwärmt sich zuerst zuunterst.
3.	Oben kühler, Wasser schwimmt zur Seite und kühlt wieder ab.

### Aufgabe 5 (1 Punkt pro richtige Antwort, total 2 Punkte)

Im Lernvideo «wie entstand die Tiefsee» wurde erklärt, wie neuer Erdboden entsteht. Zeichnet nun den Ort (mit einem Kreis) ein, wo neue Lithosphäre entsteht. (1 Punkt)



Was ist flüssig? (1 Punkt)

<input type="checkbox"/>	der Erdkern	<input type="checkbox"/>	die Kontinente
<input type="checkbox"/>	die Platten	<input checked="" type="checkbox"/>	der Erdmantel

### Bonuspunkt

Wie ihr nun wisst, sind die Kontinente **über Millionen von Jahren** aus dem Urkontinent Pangäa an ihren heutigen Platz gewandert. Doch diese Wanderung ist noch nicht zu Ende. Schaut euch folgendes Video an. In welche Richtung wird sich Südamerika in den nächsten 50 Millionen Jahren wohl verschieben?



<input type="checkbox"/>	Nach Norden	<input type="checkbox"/>	Nach Süden
<input type="checkbox"/>	Nach Nordosten	<input checked="" type="checkbox"/>	Nach Nordwesten

## Arbeitsblatt 4: Bedingungen in der Tiefsee: Druck

<b>AB 4 Dein Thema:</b> Bedingungen in der Tiefsee: Druck	<b>Arbeitsform:</b>	EA	<b>Zur Übersicht</b> Forscher*in 2 liest AB 5: Dunkelheit Forscher*in 3 liest AB 6: Kälte
	<b>Zeit:</b>	10min	
	<b>Hilfsmittel:</b>	Laptop	

### Immenser Druck in immenser Tiefe

Wie du mittlerweile weißt, ist die Tiefsee dunkel, kalt, spärlich besiedelt und steht unter enormen Druck. Dieser Druck besteht aus den Millionen von Litern Wasser, die auf den Tiefseeboden drücken. Diesen Druck nennt man **Unterwasserdruck**. In 10m Wassertiefe herrscht ein Unterwasserdruck von 1 bar. Das Bar ist die Einheit, mit der man den Druck angibt.

Als Faustregel gilt:  
 1 bar ist etwa der Luftdruck auf der Erdoberfläche  
 und 1 bar entspricht ca. dem Gewicht von **1 kg pro 1 Quadratzentimeter**.

Wassertiefe	bar	kg pro Quadratzentimeter (kg/cm <sup>2</sup> )
10m	1 bar	1 kg/cm <sup>2</sup>
100m	10 bar	10 kg/cm <sup>2</sup>
1'000m	100 bar	100 kg/cm <sup>2</sup>
10'000m	1000 bar	1 Tonne/cm <sup>2</sup> (1'000kg/cm <sup>2</sup> )

In 1'000m Wassertiefe wird dann schon ein Druck von 100 bar - das sind etwa 100 kg/cm<sup>2</sup> - gemessen. An den tiefsten Orten des Meeres, im Marianengraben in über 10'000m Tiefe, lastet **1 Tonne Gewicht pro 1 cm<sup>2</sup>** auf den Organismen, die dort überhaupt noch leben können.

### Tiefseefische – spannende Überlebenskünstler

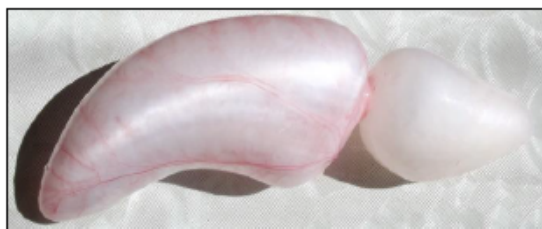
Anders als ihre weiter oben lebenden Artgenossen besitzen Tiefseefische meist keine **Schwimmbläse**. Die Schwimmbläse ist ein Organ der Knochenfische. Sie dient dem Fisch dazu, dass er leichter und schwerer werden kann, d.h. aufsteigen und absinken, ohne seine Flossen zu bewegen.

Es gibt grundsätzlich zwei verschiedene Arten von Fischen: **Knochenfische** und **Knorpelfische**. Der grösste Unterschied ist, dass Knochenfische eine Schwimmbläse haben und Knorpelfische nicht. Knorpelfische müssen wegen dieser fehlenden Schwimmbläse ständig in Bewegung bleiben und können auch nicht rückwärts schwimmen.

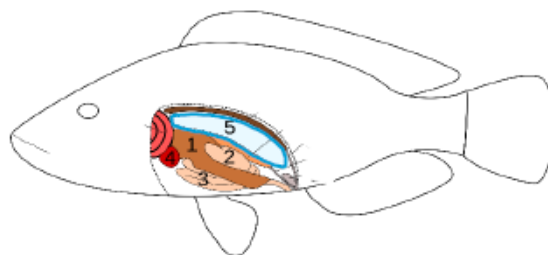
Wenn ein Tiefseefisch also eine Schwimmbläse hätte, würde diese durch den enormen Druck in der Tiefe zusammengedrückt bzw. platzen.

Typische Knochenfische: fast alle Fische wie Lachse, Forellen oder Clownfische

Typische Knorpelfische: Haie und Rochen



Die Schwimmbläse eines Karpfen



Hier eine vereinfachte Darstellung: Die Schwimmbläse (5) befindet sich oberhalb der Leber (1) und des Magens (2). Nummer 4 zeigt das Herz und 3 den Darm



Tiefseetiere sind häufig **gallertartig** weich (= ihr Körper hat eine ähnliche Konsistenz wie ein Haargel) und sie bestehen zum grössten Teil aus Wasser, weil Flüssigkeiten im Gegensatz zu luftgefüllten Hohlräumen nicht komprimierbar (=zusammenpressbar) sind.

Ein Beispiel für diesen weichen Körper siehst du hier: der *Blobfish* sieht an der Wasseroberfläche ganz anders aus als unter Wasser:



Der Blobfish unter Wasser in seiner natürlichen Umgebung.



Gerät ein Blobfish in ein Fischernetz und wird an die Wasseroberfläche gezogen, stirbt er am immensen Druckunterschied. An der Wasseroberfläche sieht der Blobfish dann so aus.

### Wale – Besucher der Tiefsee

Bereits letzte Woche hast du den Pottwal kennen gelernt. Wale, die Giganten der Meere, haben faszinierende Fähigkeiten. Als Säugetiere benötigen sie Luft zum Atmen, genau wie wir Menschen. Deshalb kehren sie ein Leben lang immer wieder an die Oberfläche zurück. Manche von ihnen (z.B. der Pottwal) können aber über 2'000 m hinabtauchen. Sie suchen dort Nahrung. Zu ihrer Lieblingsmahlzeit gehört der Riesenkalmar, den du letzte Woche bereits kennengelernt hast.

### Das Wasser schluckt das Licht

Ab einer Tiefe von rund 1'000m ist es für uns Menschen stockfinster, denn das Meerwasser wirkt wie ein Filter. Es absorbiert, also «schluckt» sozusagen das Sonnenlicht.

Zuerst verschluckt es die langwelligen Anteile des Lichts; das sind die **roten, orangen und gelben** Anteile. Deshalb können wir bereits ab einer Tiefe von **5 m** die Farbe **Rot** nicht mehr erkennen. Ab **15 m** fehlt **Orange**, ab **30 m Gelb** und ab **50 m Grün**.

**Blaues Licht** kann am weitesten ins Wasser eindringen und verschwindet erst ab **600-1'000 m**. Danach ist es für uns Menschen stockfinster. Nur das für uns nicht sichtbare UV-Licht (ultraviolettes Licht) kann noch tiefer vordringen. Schau dir nun folgendes Video an:

Lernvideo:  
Faszinierende Tiefseetierwelt



### Leben in lähmender Kälte

Es ist kalt in der Tiefsee. Von etwa 200 m bis etwa 1'000 m nimmt die Temperatur rapide ab. Ab 1'000 m herrschen Temperaturen von -1 bis +3 °C.

Die meisten Stoffwechselprozesse der dort lebenden Tiere – das Erreichen der Geschlechtsreife sowie die Produktion von Biomasse (damit ist das Wachstum der Tiere gemeint) eingeschlossen, laufen aufgrund der niedrigen Temperatur wesentlich langsamer ab. Auch ist es sehr energieaufwändig, bei dieser Kälte schnelle Bewegungen auszuführen – und so schwimmen Fische in den Videoaufnahmen der Tauchgeräte meist «träge» herum. Das liegt jedoch nicht nur an der Kälte, sondern auch am enormen Wasserdruck. Deshalb ist die Ernährung für die Tiefseefische umso wichtiger. Tiefseetiere ernähren sich vor allem von herabsinkenden Partikeln (bestehend aus Plankton und Kot), auch **Meeresschnee** genannt.

## Arbeitsblatt 5: Bedingungen in der Tiefsee: Dunkelheit

<b>AB 5 Dein Thema:</b> Bedingungen in der Tiefsee: Dunkelheit	<b>Arbeitsform:</b>	EA	<b>Zur Übersicht</b> Forscher*in 1 liest AB 4: Druck Forscher*in 3 liest AB 6: Kälte
	<b>Zeit:</b>	10min	
	<b>Hilfsmittel:</b>	Laptop	

### Das Wasser schluckt das Licht

Ab einer Tiefe von rund 1'000m ist es für uns Menschen stockfinster, denn das Meerwasser wirkt wie ein Filter. Es absorbiert, also «schluckt» sozusagen das Sonnenlicht.

Zuerst verschluckt es die langwelligen Anteile des Lichts; das sind die **roten, orangen und gelben** Anteile. Deshalb können wir bereits ab einer Tiefe von **5 m** die Farbe **Rot** nicht mehr erkennen. Ab **15 m** fehlt **Orange**, ab **30 m** **Gelb** und ab **50 m** **Grün**.


**Blaues Licht** kann am weitesten ins Wasser eindringen und verschwindet erst ab **600-1'000 m**. Danach ist es für uns Menschen stockfinster. Nur das für uns nicht sichtbare UV-Licht (ultraviolettes Licht) kann noch tiefer vordringen.

Mit Licht sind eigentlich «elektromagnetische» Wellen gemeint. Es gibt verschiedene Formen dieser Wellen. Aber nur wenn sie sichtbar sind, sprechen wir von Licht oder Lichtstrahlen. Die bekannteste und stärkste Lichtquelle ist (natürlich ☺) die Sonne. Die Sonne sendet uns übrigens Licht in allen sichtbaren Farben. Jede Farbe entspricht einer bestimmten Wellenlänge. Vom kurzwelligen Blau über Grün und Gelb bis zum langwelligen Rot. Die Mischung aller Farben ergibt weisses Licht.

Oberhalb der für uns sichtbaren Strahlung folgt der UV-Bereich (UV). Diese Strahlung kann für Lebewesen gefährlich sein. Unterhalb des für uns sichtbaren Bereichs folgt die harmlose Wärmestrahlung (Infrarot, IR).

Schau dir nun folgendes Video an:

**Lernvideo:**  
**Faszinierende Tiefseetierwelt**



### Fressen und gefressen werden: Tarnung ist alles!

Tarnung ist in absoluter Finsternis im Grunde simpel: Entweder sind die Tiefseetiere rot, sehr dunkel gefärbt, annähernd durchsichtig oder farblos weiss. Wenn die Tiefseetiere trotzdem entdeckt werden, versuchen sie zu flüchten.

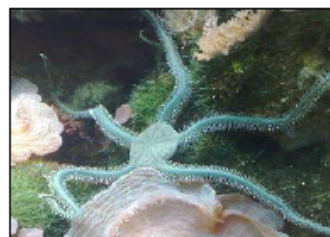
Dennoch müssen sie auch Nahrung finden und Partner zur Fortpflanzung anlocken. Für diese Zwecke nutzen einige Organismen Licht, das sie entweder selbst oder mithilfe von Bakterien produzieren. Dieses Phänomen heisst Biolumineszenz. So erzeugtes «kaltes Licht» leuchtet grün-blau und hat aufgrund der kurzen Wellenlänge eine grosse Reichweite.

### Einige Beispiele

- Das Weibchen des **Tiefsee-Anglerfischs** lockt mit ihrer Leuchtangel Beute an.
- **Schlangensterne** opfern sogar einzelne Arme, die zuckend weiterleuchten, um Angriffen zu entkommen.
- Der **Pelikanaal** nutzt seine selbstleuchtende Schwanzspitze als Köder.
- Einige Lebewesen kommunizieren über Licht wie z.B. **Muschelkrebse**: Sie verwenden bei der Paarung komplizierte Muster aus kurzen Lichtsignalen.



ein Tiefsee-Anglerfischweibchen



ein Schlangensterne

### Leuchten für die Forschung

Die Biolumineszenz ist auch für die Wissenschaft sehr interessant. In der Krebsforschung werden Tumore in Mäusen mit Leuchtstoffen markiert: So kann – ohne dass eine Operation notwendig ist – untersucht werden, ob der Tumor nach der Verabreichung eines Medikaments weiterwächst.

Das Leuchten in der Tiefe ist also nicht nur ein beeindruckendes Spektakel der Natur, sondern auch wertvoll und nützlich. Die Wissenschaft sucht weiter nach neuen Leuchtstoffen aus dem Meer – die Tiefsee hält dabei in ihrer unbekanntenen Dunkelheit vermutlich noch viele Schätze bereit.

### Immenser Druck in immenser Tiefe

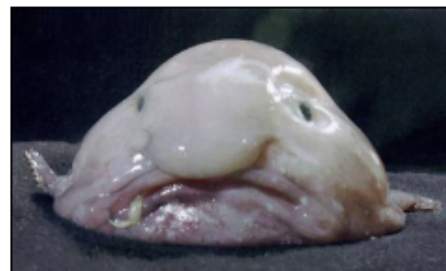
Wie du mittlerweile weisst, ist die Tiefsee dunkel, kalt, spärlich besiedelt und steht unter enormen Druck. Dieser Druck besteht aus den Millionen von Litern Wasser, die auf den Tiefseeboden drücken. Diesen Druck nennt man **Unterwasserdruck**. In 10m Wassertiefe herrscht ein Unterwasserdruck von 1 bar. Das Bar ist die Einheit, mit der man den Druck angibt.

### Tiefseefische – spannende Überlebenskünstler

Tiefseetiere sind häufig **gallertartig** weich (= ihr Körper hat eine ähnliche Konsistenz wie ein Haargel) und sie bestehen zum grössten Teil aus Wasser, weil Flüssigkeiten im Gegensatz zu luftgefüllten Hohlräumen nicht komprimierbar (=zusammenpressbar) sind. Ein Beispiel für diesen weichen Körper siehst du hier: der Blobfish sieht an der Wasseroberfläche ganz anders aus als Unterwasser:



Der Blobfish unter Wasser in seiner natürlichen Umgebung.



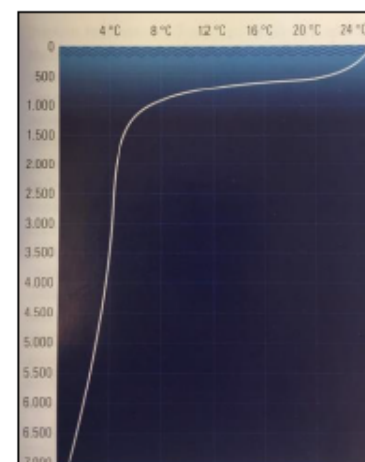
Gerät ein Blobfish in ein Fischernetz und wird an die Wasseroberfläche gezogen, stülbt er am immensen Druckunterschied. An der Wasseroberfläche sieht der Blobfish dann so aus.

### Leben in lähmender Kälte

Es ist kalt in der Tiefsee. Von etwa 200 m bis etwa 1'000 m nimmt die Temperatur rapide ab. Ab 1'000 m herrschen Temperaturen von -1 bis +3 °C.

Die meisten Stoffwechselprozesse der dort lebenden Tiere – das Wachstum, das Erreichen der Geschlechtsreife und die Fortpflanzung – laufen aufgrund der niedrigen Temperatur wesentlich langsamer ab. Auch ist es sehr energieaufwändig, bei dieser Kälte schnelle Bewegungen auszuführen – und so schwimmen Fische in den Videoaufnahmen der Tauchgeräte meist «träge» herum.

Das liegt jedoch nicht nur an der Kälte, sondern auch am enormen Wasserdruck. Deshalb ist die Ernährung für die Tiefseefische umso wichtiger. Tiefseetiere ernähren sich vor allem von herabsinkenden Partikel (bestehend aus Plankton und Kot), auch Meeresschnee genannt.

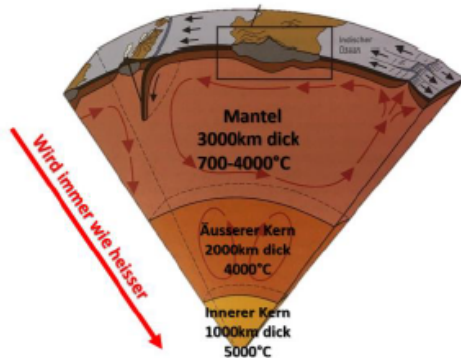


Zwischen etwa 500 und 1'000m fällt die Wassertemperatur im offenen Ozean drastisch.

## Arbeitsblatt 6: Bedingungen in der Tiefsee: Kälte

<b>AB 6 Dein Thema:</b> Bedingungen in der Tiefsee: Kälte	<b>Arbeitsform:</b>	EA	<b>Zur Übersicht</b>
	<b>Zeit:</b>	10min	Forscher*in 1 liest AB 4: Druck
	<b>Hilfsmittel:</b>	Laptop	Forscher*in 2 liest AB 5: Dunkelheit

### Warum wird Wasser nach unten nicht immer wärmer?



Wie du weisst, ist es bei uns wärmer als in den Bergen. Auch wenn wir ein Loch in den Boden bohren, wird es weiter unten immer wärmer. Dies liegt am heissen Erdkern. Also im Innern unserer Erde ist es warm, richtig heiss sogar. Je tiefer wir also bohren, desto näher kommen wir dem Kern (obschon wir zu diesem natürlich nicht kommen können, denn der Erdkern befindet sich in etwa 5'000km Tiefe). Doch auch die Tiefsee ist mehrere tausend Meter tief. Warum wird das Wasser denn immer kälter, je tiefer unten man ist? Das liegt an zwei Gründen:

1. Das Wasser ist ständig in Bewegung
2. Warmes Wasser ist leichter als kaltes Wasser

Warmes Wasser ist leichter als kaltes Wasser und steigt deshalb auf, während kaltes Wasser absinkt. Das passiert ständig. Ein Beispiel anhand des Atlantiks: Du hast bestimmt auch schon einmal vom Golfstrom gehört. Dieser transportiert warmes Wasser aus den Tropen Richtung Norden. Je weiter das Wasser Richtung Norden strömt, desto mehr kühlt es ab, und irgendwann ist es so kalt, dass es im Nordatlantik in die Tiefe absinkt. Und so haben wir insgesamt eine klare Schichtung im Meer: Oben ist das von der Sonne erwärmte Wasser, und nach unten hin wird es immer kälter. Zum Teil herrschen sogar Temperaturen unter Null Grad.

### Warum gefriert Wasser unter Null Grad denn nicht?

Das hängt nun wieder mit dem hohen Druck in der Tiefsee zusammen. Zudem ist das Meerwasser salzig. Salzwasser hat einen niedrigeren Gefrierpunkt als Süsswasser, kann also im flüssigen Zustand kälter als 0° C werden. Deshalb kann das Wasser am Meeresboden Temperaturen von 1 bis 2 Grad unter Null haben.

### Eine Ausnahme: Schwarze Raucher

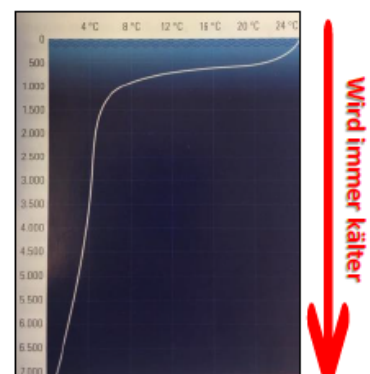
Die einzige Ausnahme bilden vulkanischen Stellen des Erdbodens, bei den sogenannten Schwarzen Rauchern, das sind Stellen, an denen aus dem Meeresboden aktiv kochend heisses mineralreiches Wasser austritt, also superheisse Thermalquellen. Diese können 400 Grad heiss sein. Solche Schwarzen Raucher finden sich dort, wo der Meeresboden auseinanderreiss, also bei den Mittelozeanischen Rücken, z.B. in der Mitte des Atlantiks.

### Leben in lähmender Kälte

Es ist kalt in der Tiefsee. Von etwa 200 m bis etwa 1'000 m nimmt die Temperatur rapide ab. Ab 1'000 m herrschen Temperaturen von -1 bis +3 °C.

Die meisten Stoffwechselprozesse der dort lebenden Tiere - das Wachstum, das Erreichen der Geschlechtsreife und die Fortpflanzung - laufen aufgrund der niedrigen Temperatur wesentlich langsamer ab. Auch ist es sehr energieaufwändig, bei dieser Kälte schnelle Bewegungen auszuführen - und so schwimmen Fische in den Videoaufnahmen der Tauchgeräte meist «träge» herum.

Das liegt jedoch nicht nur an der Kälte, sondern auch am enormen Wasserdruck. Deshalb ist die Ernährung für die Tiefseefische umso wichtiger. Tiefseetiere ernähren sich vor allem von herabsinkenden Partikel (bestehend aus Plankton und Kot), auch Meeresschnee genannt.



Zwischen etwa 500 und 1'000m fällt die Wassertemperatur im offenen Ozean drastisch.

### Immenser Druck in immenser Tiefe

Wie du mittlerweile weisst, ist die Tiefsee dunkel, kalt, spärlich besiedelt und steht unter enormen Druck. Dieser Druck besteht aus den Millionen von Litern Wasser, die auf den Tiefseeboden drücken. Diesen Druck nennt man **Unterwasserdruck**. In 10m Wassertiefe herrscht ein Unterwasserdruck von 1 bar. Das Bar ist die Einheit, mit der man den Druck angibt.

### Tiefseefische – spannende Überlebenskünstler

Tiefseetiere sind häufig **gallertartig** weich (= ihr Körper hat eine ähnliche Konsistenz wie ein Haargel) und sie bestehen zum grössten Teil aus Wasser, weil Flüssigkeiten im Gegensatz zu luftgefüllten Hohlräumen nicht komprimierbar (=zusammenpressbar) sind. Ein Beispiel für diesen weichen Körper siehst du hier: der Blobfisch sieht an der Wasseroberfläche ganz anders aus als Unterwasser:



Der Blobfisch unter Wasser in seiner natürlichen Umgebung.



Gerät ein Blobfisch in ein Fischernetz und wird an die Wasseroberfläche gezogen, stirbt er am immensen Druckunterschied. An der Wasseroberfläche sieht der Blobfisch dann so aus.

### Das Wasser schluckt das Licht

Ab einer Tiefe von rund 1'000m ist es für uns Menschen stockfinster, denn das Meerwasser wirkt wie ein Filter. Es absorbiert, also «schluckt» sozusagen das Sonnenlicht.

Zuerst verschluckt es die langwelligen Anteile des Lichts; das sind die **roten, orangen** und **gelben** Anteile. Deshalb können wir bereits ab einer Tiefe von **5 m** die Farbe **Rot** nicht mehr erkennen. Ab **15 m** fehlt **Orange**, ab **30 m** **Gelb** und ab **50 m** **Grün**.

**Blaues Licht** kann am weitesten ins Wasser eindringen und verschwindet erst ab **600-1'000 m**. Danach ist es für uns Menschen stockfinster. Nur das für uns nicht sichtbare UV-Licht (ultraviolettes Licht) kann noch tiefer vordringen. Schau dir nun folgendes Video an:

Lernvideo:  
Faszinierende Tiefseetierwelt



Sobald du fertig gelesen hast, beantworte folgende Frage:

«Was hat dich bisher am meisten erstaunt, überrascht, beeindruckt?»

---

---

---


---

## Gruppenauftrag 2

<b>Gruppenauftrag 2</b>	<b>Gruppe:</b>		<b>Max. 10 Punkte + 1 Bonuspunkt</b>	
			erreichte Punktzahl:	
<b>Themen:</b> ❖ Druck ❖ Dunkelheit ❖ Kälte	<b>Gruppenmitglieder:</b>			
	<b>Würfeljoker</b> umkreist eure gewürfelte Zahl.			
	Gewürfelte Zahl:	1-2	3-4	5-6
	ergibt folgenden Joker:	0 Punkte	+ 0.5 Punkt	+1 Punkt
	eingesetzt bei Aufgabe:			

Schaut euch zuerst folgendes Video an:

**Lernvideo:**  
Piccard's Reise in die Tiefe



### Aufgabe 1 (1 Punkt pro richtige Antwort, total 5 Punkte)

a) Wie hoch ist der Druck auf 200m Tiefe? (1 Punkt)

<input type="checkbox"/> 20 kg/cm <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/> 100 kg/cm <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/> 40 kg/cm <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/> 200 kg/cm <sup>2</sup>

b) Welche Farben können Piccard und Walsh in einer Tiefe von 544m noch erkennen? (1 Punkt)

<input type="checkbox"/> Rot	<input type="checkbox"/> Grün
<input type="checkbox"/> UV-Licht (ultraviolettes Licht)	<input type="checkbox"/> Blau

c) «Alles Gute kommt von Oben» - Wie nennt man die herabsinkenden Partikel (bestehend aus Plankton und Kot) von welchen sich die Tiefseebewohner ernähren? (1 Punkt)

<input type="checkbox"/> Ozeantröpfchen	<input type="checkbox"/> Planktonregen
<input type="checkbox"/> Meeresschnee	<input type="checkbox"/> Tiefseeflocken

d) Wie kalt ist es denn in 500m Tiefe ungefähr? (1 Punkt)

<input type="checkbox"/> 23 °C	<input type="checkbox"/> 18 °C
<input type="checkbox"/> 16 °C	<input type="checkbox"/> 20 °C

e) 8'860 Meter Tiefe. Welche Berge sind höher, als die von Piccard erreichte Meerestiefe? (1 Punkt)

<input type="checkbox"/> Olympus Mons (auf dem Mars)	<input type="checkbox"/> Matterhorn
<input type="checkbox"/> Mount Everest	<input type="checkbox"/> Mont Blanc

**Aufgabe 2 (1 Punkt pro richtige Antwort)**

Warum sinkt das warme Wasser des Golfstroms im Nordatlantik in die Tiefe ab?

---

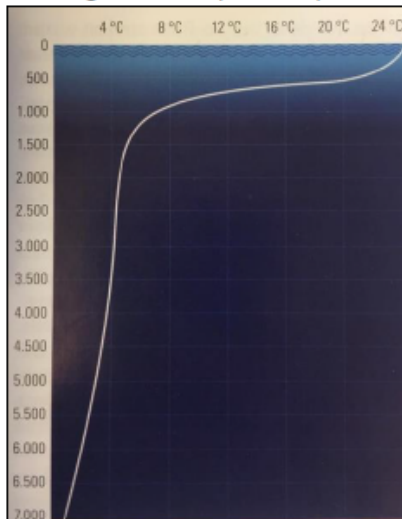
**Aufgabe 3 (1 Punkt pro richtige Antwort)**

Erklärt, warum die Biolumineszenz für die Tiefseetiere enorm wichtig ist.

---

**Aufgabe 4 Temperaturkurve (½ Punkt pro richtige Aussage, total 1 Punkt)**

Auf dieser Grafik ist die durchschnittliche Temperatur in den Weltmeeren eingezeichnet. Die Temperatur sinkt von 0m bis 1'000m stark (von 24 °C auf weniger als 8 °C). Danach bleibt sie während über 5'000m fast gleich, ungefähr bei 4 °C. Erst ab 7'000m sinkt die Temperatur nochmals. Wie erklärt ihr euch diese Temperaturkurve? Macht (in ganzen Sätzen) zwei Aussagen dazu. (1 Punkt)




---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

**Aufgabe 5 (1 Punkt pro richtige Antwort, total 2 Punkte)**

Holt euch eine der Boxen und fasst nacheinander mit der Hand hinein. Wie fühlt sich der Inhalt an? Macht eine kurze Beschreibung (ein Satz genügt). (1 Punkt)

---

Tiefseefische sind gallertartig. Wieso ist das so? Erklärt dieses Phänomen in einem ganzen Satz. (1 Punkt)

---

---

**Bonuspunkt**

Was würde denn einem Fisch mit einer Schwimmblase in 10'000m Tiefe passieren?

---


## Gruppenauftrag 2 – Lösungen

### LÖSUNG

<b>Gruppenauftrag 2</b>	<b>Gruppe:</b>	<b>Max. 10 Punkte + 1 Bonuspunkt</b>		
		erreichte Punktzahl:		
<b>Themen:</b> ❖ Druck ❖ Dunkelheit ❖ Kälte	<b>Gruppenmitglieder:</b>			
	<b>Würfeljoker</b> umkreist eure gewürfelte Zahl.			
	Gewürfelte Zahl:	1-2	3-4	5-6
	ergibt folgenden Joker:	0 Punkte	+ 0.5 Punkt	+1 Punkt
	eingesetzt bei Aufgabe:			

Schaut euch zuerst folgendes Video an:

**Lernvideo:**  
**Piccard's Reise in die Tiefe**



### Aufgabe 1 (1 Punkt pro richtige Antwort, total 5 Punkte)

a) Wie hoch ist der Druck auf 200m Tiefe? (1 Punkt)

<input checked="" type="checkbox"/> 20 kg/cm <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/> 100 kg/cm <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/> 40 kg/cm <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/> 200 kg/cm <sup>2</sup>

b) Welche Farben können Piccard und Walsh in einer Tiefe von 544m noch erkennen? (1 Punkt)

<input type="checkbox"/> Rot	<input type="checkbox"/> Grün
<input type="checkbox"/> UV-Licht (ultraviolettes Licht)	<input checked="" type="checkbox"/> <b>Blau</b>

c) «Alles Gute kommt von Oben» - Wie nennt man die herabsinkenden Partikel (bestehend aus Plankton und Kot) von welchen sich die Tiefseebewohner ernähren? (1 Punkt)

<input type="checkbox"/> Ozeantröpfchen	<input type="checkbox"/> Planktonregen
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Meeresschnee</b>	<input type="checkbox"/> Tiefseeflocken

d) Wie kalt ist es denn in 500m Tiefe ungefähr? (1 Punkt)

<input type="checkbox"/> 23 °C	<input type="checkbox"/> 18 °C
<input type="checkbox"/> 16 °C	<input checked="" type="checkbox"/> <b>20 °C</b>



## L Ö S U N G

e) 8'860 Meter Tiefe. Welche Berge sind höher, als die von Piccard erreichte Meerestiefe? (1 Punkt)

<input checked="" type="checkbox"/>	Olympus Mons, 26 km (auf dem Mars)	<input type="checkbox"/>	Matterhorn
<input checked="" type="checkbox"/>	Mount Everest	<input type="checkbox"/>	Mont Blanc

### Aufgabe 2 (1 Punkt pro richtige Antwort)

Warum sinkt das warme Wasser des Golfstroms im Nordatlantik in die Tiefe ab?

**Je weiter das Wasser Richtung Norden strömt, desto mehr kühlt es ab, und irgendwann ist es so kalt, dass es im Nordatlantik in die Tiefe absinkt.**

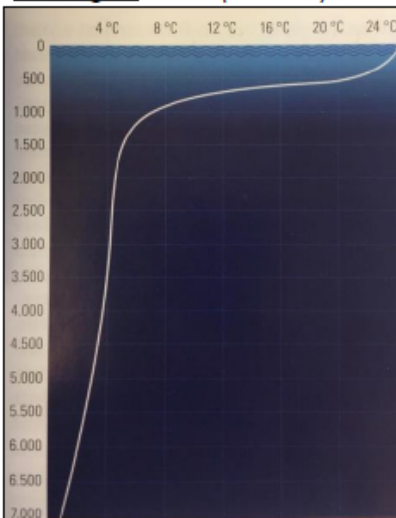
### Aufgabe 3 (1 Punkt pro richtige Antwort)

Erklärt, warum die Biolumineszenz für die Tiefseetiere enorm wichtig ist.

**Tiefseetiere müssen in Dunkelheit Nahrung finden und Partner zur Fortpflanzung anlocken. Für diese Zwecke nutzen einige Tiere Licht, das sie entweder selbst oder mithilfe von Bakterien produzieren. (Tiefsee-Anglerfisch lockt Beute an, Schlangensterne opfern einzelne leuchtende Arme, um zu fliehen, etc.)**

### Aufgabe 4 Temperaturkurve (½ Punkt pro richtige Aussage, total 1 Punkt)

Auf dieser Grafik ist die durchschnittliche Temperatur in den Weltmeeren eingezeichnet. Die Temperatur sinkt von 0m bis 1'000m stark (von 24 °C auf weniger als 8 °C). Danach bleibt sie während über 5'000m fast gleich, ungefähr bei 4 °C. Erst ab 7'000m sinkt die Temperatur nochmals. Wie erklärt ihr euch diese Temperaturkurve? Macht (in ganzen Sätzen) zwei Aussagen dazu. (1 Punkt)



- **Da das Wasser bis 1'000m Tiefe von Sonnenlicht erwärmt wird, ist es wärmer als das darunterliegende Wasser.**
- **Warmes Wasser ist auch leichter als kaltes Wasser und schwimmt deshalb auf dem kalten Wasser.**
- **Weiter unten ist Wasser lang gleich warm, weil es keinen Unterschied macht, ob es nun auf 2'000m Tiefe oder 5'500m Tiefe ist, denn die Bedingungen sind gleich.**
- **Ganz unten auf dem Meeresgrund sind nochmals andere Bedingungen und das Wasser kann nochmals mehr abkühlen.**

### Aufgabe 5 (1 Punkt pro richtige Antwort, total 2 Punkte)

Holt euch eine der Boxen und fasst nacheinander mit der Hand hinein. Wie fühlt sich der Inhalt an? Macht eine kurze Beschreibung (ein Satz genügt). (1 Punkt)

**Gliitschig, schleimig, feucht, komisch, etc.**

Tiefseefische sind gallertartig. Wieso ist das so? Erklärt dieses Phänomen in einem ganzen Satz. (1 Punkt)

**Tiefseetiere sind häufig gallertartig weich und sie bestehen zum grössten Teil aus Wasser, weil Flüssigkeiten im Gegensatz zu luftgefüllten Hohlräumen nicht komprimierbar (=zusammenpressbar) sind.**

**Erklären mit Vergleich Mensch → kann max. 214m tief tauchen (Rekord von Österreicher, 2007), danach kollabiert Lunge, da ein Hohlraum und zusammengedrückt wird!**

### Bonuspunkt

Was würde denn einem Fisch mit einer Schwimmblase in 10'000m Tiefe passieren?

**Schwimmblase würde zusammengepresst, bis sie platzt, Fisch würde sterben.**

## Arbeitsblatt 7: Schätze aus der Tiefsee: Manganknollen

<b>AB 7 Dein Thema:</b> Schätze aus der Tiefsee: Manganknollen	<b>Arbeitsform:</b>	EA	<b>Zur Übersicht</b> Forscher*in 2 liest AB 8: Schwarze Raucher Forscher*in 3 liest AB 9: Tiefseefischerei
	<b>Zeit:</b>	10min	
	<b>Hilfsmittel:</b>	Laptop	

Schau dir zuerst folgendes Video an:



Was denkst du: Sind die Spuren des Experiments heute noch zu sehen?

<input type="checkbox"/>	Nein, die sind verschwunden.	<input type="checkbox"/>	Vielleicht ganz wenig.	<input type="checkbox"/>	Ja, man sieht sie noch deutlich.
--------------------------	------------------------------	--------------------------	------------------------	--------------------------	----------------------------------

### Manganknollen – was sind das?

Wie du soeben im Video gesehen hast, liegen die kartoffelgrossen Manganknollen wie Ackersteine auf dem Tiefseeboden herum. Geschätzte 10 Milliarden Tonnen finden sich in vielen Regionen der Tiefsee. Sie enthalten die Metalle **Mangan** und **Eisen**, aber auch die wirtschaftlich interessanten Elemente **Kupfer**, **Nickel** und **Kobalt**. Diese Metalle kommen nämlich in der Erdkruste nicht allzu häufig vor und werden vor allem in der **Stahlverarbeitung** und **Elektroindustrie** gebraucht. Hinzu kommen noch Spuren anderer bedeutsamer Elemente wie **Platin** oder **Tellur** für die **Computer-** oder **Handyherstellung**.



Wertvolle Knollen – eine aufgeschnittene Manganknolle

Die Schweiz hat selbst keine Vorkommen von den Metallen Kupfer, Nickel oder Kobalt. Diese werden bisher zu 100 % aus Ländern wie Chile, Russland und der Demokratischen Republik Kongo importiert.

### Manganknollen – Industrie und Wissenschaft interessiert

Schon in den 1970er Jahren, also bereits vor über 50 Jahren, überlegte man in der Industrie, wie sich die Manganknollen auf dem Tiefseeboden abbauen liessen. Das war einer der wichtigsten Gründe für das Zustandekommen des Seerechtsübereinkommens, denn es war unklar, was die Folgen dieses Bergbaus in der Tiefsee sein würden. Im März 1978 war es dann soweit: Über einen langen Schlauch wurden Manganknollen erstmals erfolgreich an die Meeresoberfläche gepumpt. Der Abbau ist technisch kein Problem, aber Forscherinnen und Forscher können die Auswirkungen auf das Ökosystem bis heute nicht abschätzen. Noch immer sind die Spuren der Abbaugeräte von damals deutlich am Meeresboden zu erkennen, als sei dort erst gestern ein Bagger durchgefahren. Manganknollen wachsen extrem langsam, gerade einmal fünf Millimeter bis ein Zentimeter in einer Million Jahren.

### Lebensraum Tiefsee in Gefahr

Manganknollen liegen in der Tiefsee auf kaum verfestigten Sedimenten (Bodenschichten). Sobald etwas von den Knollen abgetragen wird, ist der Boden aufgewirbelt. Auch wenn Geologinnen und Geologen statt eines Rechens eine Art Staubsauger für den Abbau der Knollenfelder benutzen würden: Eine gewaltige Menge an Sediment, Wasser und zahllosen Lebewesen würde so oder so mitgefördert. Der Eingriff in den Lebensraum wäre also erheblich. Ob und wie eine Wiederbesiedlung der abgeernteten Areale erfolgt, ist bisher nicht geklärt. Welche Technik sich also am besten für den Abbau eignet, gilt es noch herauszufinden.

### Eine sensationelle Entdeckung

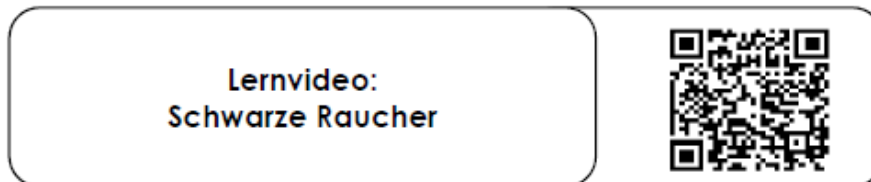
1977 machten Forscher, die mit dem Tauchboot "Alvin" in der Nähe der Galapagos-Inseln (westlich von Ecuador, Südamerika) unterwegs waren, eine sensationelle Entdeckung: Sie fanden in mehr als 2'000 Metern Tiefe untermeerische Thermalquellen.

Eine Thermalquelle ist eine Quelle, bei der sehr heisses Wasser ausströmt. Der Grund dafür ist das heisse Magma (geschmolzenes Gestein), das sich hier sehr dicht unter dem Meeresboden befindet. Das Magma erhitzt das Meereswasser, welches an anderen Stellen in den Meeresboden eindringt und dann sehr heiss aus der Thermalquelle ausströmt.

### Lebensgemeinschaften bei über 300 Grad

Mineralien, das sind Stoffe aus der Natur, z.B. Kochsalz sowie Schwefelverbindungen (Schwefel riecht nach faulen Eiern, das habt ihr vielleicht auch schon mal gerochen) lösen sich im heissen Wasser und werden als schwarze Rauchwolken an den Schloten ausgestossen. Diese Quellen nennt man deshalb "Schwarze Raucher". Das Besondere an dieser Entdeckung: Rund um diese Schlote mit ihrem bis zu 300 Grad heissen, giftigen Ausstoss haben sich ganze Lebensgemeinschaften gebildet, die aus Bakterien, Würmern, Krebsen und anderen Organismen bestehen.

Schau dir nun folgendes Video an:



Als Tiefseefischerei bezeichnet man den Fischfang zwischen 200 und 2'000m Tiefe. Fischen in noch grösseren Tiefen lohnt sich heute (noch) nicht.

Etwa 70 % aller Fischerboote setzen **Schleppnetze** im Wasser oder auf dem Meeresgrund ein. Solche Grundschlepp-netze, die also bis zum Meeresgrund gehen, sind mit schwerem Metallgeschirr, dass das Netz auf den Boden drückt, ausgestattet.



### Problematik der Tiefseefischerei

Schon früh wurde klar, dass die Tiefsee-fischerei in mehrfacher Hinsicht problematisch ist. Je ausgetüftelter die Fangmethoden und je grösser und schwerer die Fangeräte sind, desto grösser ist die Bedrohung für das Ökosystem Tiefsee.

Ganze Fischarten werden ausgerottet, andere Meerestiere, die mitgefangen werden, gehen als wirtschaftlich nicht nutzbarer «Beifang» tot wieder über Bord.

Zudem wird auch die Meeresumwelt erheblich geschädigt. Netze, die den Meeresgrund umpflügen und alles unter sich zermalmen, zerstören ganze Lebensräume.

### Und was kann ich machen?

Auch die Fischerei ist ein Lebensmittelsektor, der von der Nachfrage lebt. Solange also die Konsumenten (das sind du und ich) Tiefseefische essen wollen, wird weiter gefischt. Du kannst dich dafür einsetzen, indem du weniger Fisch isst oder nur solchen, der ein nachhaltiges Label hat.



Achte beim Kauf von Fisch auf ein Umweltlabel, z.B. MSC

## Arbeitsblatt 8: Schätze aus der Tiefsee: Schwarze Raucher

<b>AB 8 Dein Thema:</b> Schätze aus der Tiefsee: Schwarze Raucher	<b>Arbeitsform:</b>	EA	<b>Zur Übersicht</b> Forscher*in 1 liest AB 7: Manganknolle Forscher*in 3 liest AB 9: Tiefseefischerei
	<b>Zeit:</b>	10min	
	<b>Hilfsmittel:</b>	Laptop	

### Eine sensationelle Entdeckung

1977 machten Forscher in der Nähe der Galapagos-Inseln (westlich von Ecuador, Südamerika) eine sensationelle Entdeckung: Sie fanden in mehr als 2'000 Metern Tiefe untermeerische Thermalquellen.

Eine Thermalquelle ist eine Quelle, bei der sehr heisses Wasser ausströmt. Der Grund dafür ist das heisse Magma (geschmolzenes Gestein), das sich hier sehr dicht unter dem Meeresboden befindet. Das Magma erhitzt das Meereswasser, welches an anderen Stellen in den Meeresboden eindringt und dann sehr heiss aus der Thermalquelle ausströmt.



Schwarzer Rauch strömt aus einem Schwarzen Raucher, rundherum tummeln sich tausende Muscheln

### Lebensgemeinschaften bei über 300 Grad

Mineralien (das sind Stoffe aus der Natur, z.B. Kochsalz) sowie Schwefelverbindungen (Schwefel riecht nach faulen Eiern, das habt ihr vielleicht auch schon mal gerochen)) lösen sich im heissen Wasser und werden als schwarze Rauchwolken an den Schloten ausgestossen. Diese Quellen nennt man deshalb "Schwarze Raucher". Das Besondere an dieser Entdeckung: Rund um diese Schlote mit ihrem bis zu 300 Grad heissen, giftigen Ausstoss haben sich ganze Lebensgemeinschaften gebildet, die aus Bakterien, Würmern, Krebsen und anderen Organismen bestehen.

### Eine besondere «Win-Win-Situation»



Röhrenwürmer haben weder ein Maul noch einen Darm

Zu den erstaunlichsten Lebewesen dort gehören riesige **Röhrenwürmer**. Sie bedecken den Boden direkt am Rand der Schlote und leben im Innern muschelähnlicher Röhren. Die Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen waren völlig verblüfft: Diese Würmer haben weder ein Maul noch einen Darm, einen Darmausgang oder einen Magen. Sie können sich theoretisch überhaupt nicht ernähren. Wie schaffen Sie es also, nicht zu verhungern? Die Antwort ist erstaunlich: Im Innern dieser Würmer leben besondere Bakterien. Diese Bakterien leben von dem schwefelhaltigen Wasser und wandeln es in Nährstoffe um, von denen wiederum die Würmer leben. Diese «Win-Win-Situation» nennt man Symbiose.

### Ein Nahrungskreislauf sondergleichen

Das Hämoglobin (das ist der Farbstoff der roten Blutkörperchen) aus dem Blut der Würmer hilft im Gegenzug den Bakterien, die Schwefelverbindungen im Wasser aufzubrechen. Auf diese Weise entsteht ein kompletter Nahrungskreislauf: Krebstiere, Muscheln, Schnecken, Seespinnen, Quallen und Seeanemonen leben direkt oder indirekt von den schwefelverzehrenden Bakterien, die die extrem hohen Temperaturen überleben können.

Schau dir nun folgendes Video an:

Lernvideo:  
Schwarze Raucher



### Entstand der Beginn des Lebens in der Tiefsee?

Wissenschaftler vermuten inzwischen, der Beginn des Lebens könnte in der Tiefsee stattgefunden haben. Fest steht: So wie sich an den "Schwarzen Rauchern" ganze Lebensgemeinschaften rund um Bakterien gebildet haben, so begann wahrscheinlich einmal jedes Leben auf der Erde. Vielleicht könnte auf diese Weise auch auf anderen Planeten Leben entstehen, zum Beispiel auf dem Jupitermond Europa. Wie du siehst, hilft die Tiefseeforschung, Erkenntnisse über völlig andere Lebensräume zu gewinnen.

### Manganknollen – was sind das?

Manganknollen, (das sind etwa kartoffelgrosse Knollen) liegen wie Ackersteine auf dem Tiefseeboden herum. Geschätzte 10 Milliarden Tonnen finden sich in vielen Regionen der Tiefsee. Sie enthalten die Metalle **Mangan** und **Eisen**, aber auch die wirtschaftlich interessanten Elemente **Kupfer**, **Nickel** und **Kobalt**. Diese Metalle kommen nämlich in der Erdkruste nicht allzu häufig vor und werden vor allem in der **Stahlverarbeitung** und **Elektroindustrie** gebraucht. Hinzu kommen noch Spuren anderer bedeutsamer Elemente wie **Platin** oder **Tellur** für die **Computer-** oder **Handyherstellung**.



Wertvolle Knollen – eine aufgeschnittene Manganknolle

### Lebensraum Tiefsee in Gefahr

Manganknollen liegen in der Tiefsee auf kaum verfestigten Sedimenten (Bodenschichten). Sobald etwas von den Knollen abgetragen wird, ist der Boden aufgewirbelt. Ob und wie eine Wiederbesiedlung der abgeernteten Gebiete erfolgt, ist bisher nicht geklärt. Welche Technik sich also am besten für den Abbau eignet, gilt es noch herauszufinden.

Als Tiefseefischerei bezeichnet man den Fischfang zwischen 200 und 2'000m Tiefe. Fischen in noch grösseren Tiefen lohnt sich heute (noch) nicht.

Etwa 70 % aller Fischerboote setzen **Schleppnetze** im Wasser oder auf dem Meeresgrund ein. Solche Grundsleppnetze, die also bis zum Meeresgrund gehen, sind mit schwerem Metallgeschirr, das das Netz auf den Boden drückt, ausgestattet.



### Problematik der Tiefseefischerei

Schon früh wurde klar, dass die Tiefseefischerei in mehrfacher Hinsicht problematisch ist. Je ausgetüftelter die Fangmethoden und je grösser und schwerer das Fangerät ist, desto grösser ist die Bedrohung für das Ökosystem Tiefsee.

Ganze Fischarten werden ausgerottet, andere Meerestiere die mitgefangen werden, gehen als wirtschaftlich nicht nutzbarer «Beifang» tot wieder über Bord.

Zudem wird auch die Meeresumwelt erheblich geschädigt. Netze, die den Meeresgrund umpflügen und alles unter sich zermalmen, zerstören ganze Lebensräume.

### Und was kann ich machen?

Auch die Fischerei ist ein Lebensmittelsektor, der von der Nachfrage lebt. Solange also die Konsumenten (das sind du und ich) Tiefseefische essen wollen, wird weiter gefischt. Du kannst dich dafür einsetzen, indem du weniger Fisch isst oder nur solchen, der ein nachhaltiges Label hat.



Achte beim Kauf von Fisch auf ein Umweltlabel, z.B. MSC

## Arbeitsblatt 9: Schätze aus der Tiefsee: Tiefseefischerei

<b>AB 9 Dein Thema:</b> Schätze aus der Tiefsee: Tiefseefischerei	<b>Arbeitsform:</b>	EA	<b>Zur Übersicht</b> Forscher*in 1 liest AB 7: Manganknollen Forscher*in 2 liest AB 8: Schwarze Raucher
	<b>Zeit:</b>	10min	
	<b>Hilfsmittel:</b>	Laptop	

### Fischerei in der Tiefsee und ihre Folgen

Als Tiefseefischerei bezeichnet man den Fischfang zwischen 200 und 2'000m Tiefe. Fischen in noch grösseren Tiefen lohnt sich heute (noch) nicht. Nachdem küstennahe Gebiete weitgehend leergefischt waren, erschloss man unter Einsatz neuer Technologien zunehmend die bis dahin kaum befischten Gründe der Tiefsee.

### Die Anfänge der Tiefseefischerei

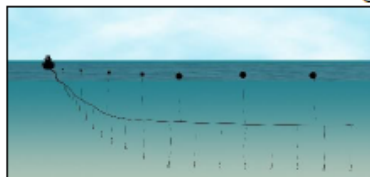
In Gebieten, in denen die Küste tief ins Meer abfällt, erschliessen kleine Fischerboote seit Jahrhunderten auch Tiefseebestände von Fischen und Krustentieren (das sind z.B. Krebse, Crevetten oder Krabben). Bereits vor 300 Jahren wurde mit langen Leinen in der Tiefe gefischt. Kommerzielle (also wirtschaftliche) Fischerei in der Tiefsee setzte aber erst in den 1950er Jahren ein, als es ausländischen Schiffen nicht mehr möglich war, nahe an fremden Küsten zu fischen. Sie wichen also auf die Hohe See (Meer weiter weg von den Küsten) und damit auch auf die Tiefsee aus.



### Wie funktioniert die Tiefseefischerei?

Etwa 70 % aller Fischerboote setzen **Schleppnetze** im Wasser oder auf dem Meeresgrund ein. Solche Grundsleppnetze, die also bis zum Meeresgrund gehen, sind mit schwerem Metallgeschirr, das das Netz auf den Boden drückt, ausgestattet.

Zudem kann mit **Langleinen** gefischt werden. Damit ist eine lange Leine gemeint, an der viele weitere kurze Leinen mit Köderhaken befestigt sind. Eine solche Langleine kann mehrere Kilometer lang und mit tausenden von Köderhaken ausgestattet sein. Ein Vorteil dieser Fischmethode ist, dass im Vergleich mit Netzen geringere Verletzungen an den gefangenen



Langleinenfischerei

Tieren entstehen und dass der Meeresboden nicht beschädigt oder zerstört wird (wie das bei Schleppnetzen der Fall ist). Aber auch Langleinen können sehr gefährlich sein. Fast 20% eines Langleinen-Fangs besteht aus nicht brauchbarem Beifang. Also jeder fünfte gefangene Fisch kann nicht gebraucht werden und wird tot zurück ins Meer geworfen.

### Aus der Tiefsee frisch auf den Teller

Anfangs konzentrierte sich die Tiefseefischerei vor allem auf den Rotbarsch, der im nördlichen Atlantik in Tiefen bis 1'000m vorkommt. Im Laufe der Zeit erweiterte sich das Artenspektrum und oftmals ersetzen neue Fischarten überfischte Bestände anderer Spezies. Neben Fischen gehören auch zahlreiche wirbellose Tiere zu den Zielarten der Tiefseefischerei, vor allem Tintenfische und Krustentiere. Derzeit werden pro Jahr etwa 60 Tonnen Tiefseetiere gefischt.



Der Rotbarsch ist als Speisefisch aus der Tiefsee so bedeutend, dass ihm die Deutsche Bundespost 1964 sogar eine Briefmarke widmete.

### Problematik der Tiefseefischerei

Schon früh wurde klar, dass die Tiefseefischerei in mehrfacher Hinsicht problematisch ist. Je ausgetüftelter die Fangmethoden und je grösser und schwerer das Fangerät ist, desto grösser ist die Bedrohung für das Ökosystem Tiefsee. Ganze Fischarten werden ausgerottet, andere Meerestiere die mitgefangen werden, gehen als wirtschaftlich nicht nutzbarer «Beifang» tot wieder über Bord. Zudem wird auch die Meeresumwelt erheblich geschädigt. Netze, die den Meeresgrund umpflügen und alles unter sich zermalmen, zerstören ganze Lebensräume. Weil es in der Tiefsee so kalt ist (ihr erinnert euch sicher an das Arbeitsblatt 6 «Kälte»), wachsen Tiefseekorallen nur sehr langsam und es dauert **Jahrzente**, bis sich die geschädigten Flächen erholt haben. Ein weiteres Problem sind verloren gegangene Netze und Seile, da sich Fische und andere Tiere dort verfangen und sterben können.

## Lösungsmöglichkeiten

Das volle Ausmass der durch die Tiefseefischerei entstandenen Schäden ist nicht bekannt, da Fangmengen nur teilweise gemeldet wurden. Nach neueren Untersuchungen weiss man aber, dass gerade die Fangmengen der Tiefseeschleppnetze weit höher sind als in den offiziellen Statistiken angegeben.

**Was kann man nun dagegen unternehmen?** Die Tiefseefischerei wird von regionalen Organisationen geregelt. Die EU hat aber bereits 2003 Regeln und Fangquoten für europäische Fischerboote festgesetzt. Auch die UNO (die grösste Organisation der Welt mit fast 200 Mitgliedstaaten) hat Richtlinien für die Tiefseefischerei herausgegeben. Doch diese sind leider nicht verbindlich, sondern gelten mehr als Empfehlungen.

Der Erfolg all dieser Massnahmen hängt also schliesslich davon ab, ob die Mitgliedsstaaten der UNO und der EU sowie die Fischerbootsorganisationen bereit sind, ein verantwortungsvolles und nachhaltiges Handeln einzuleiten. Damit könnte ein Gleichgewicht zwischen dem Schutz der einzigartigen Tiefseegebiete und der nachhaltigen Nutzung von Fischereiresourcen entstehen.



Achte beim Kauf von Fisch auf ein Umweltlabel, z.B. MSC

**Und was kann ich machen?** Auch die Fischerei ist ein Lebensmittelsektor, der von der Nachfrage lebt. Solange also die Konsumenten (das sind du und ich) Tiefseefische essen wollen, wird weiter gefischt. Du kannst dich dafür einsetzen, indem du weniger Fisch isst oder nur solchen, der ein nachhaltiges Label hat.

Manganknollen, (das sind etwa kartoffel-grosse Knollen) liegen wie Ackersteine auf dem Tiefseeboden herum. Geschätzte 10 Milliarden Tonnen finden sich in vielen Regionen der Tiefsee.

Sie enthalten die Metalle **Mangan** und **Eisen**, aber auch die wirtschaftlich interessanten Elemente **Kupfer**, **Nickel** und **Kobalt**. Diese Metalle kommen nämlich in der Erdkruste nicht allzu häufig vor und werden vor allem in der **Stahlverarbeitung** und **Elektroindustrie** gebraucht.



Wertvolle Knollen – eine aufgeschnittene Manganknolle

## Lebensraum Tiefsee in Gefahr

Manganknollen liegen in der Tiefsee auf kaum verfestigten Sedimenten (Bodenschichten). Sobald etwas von den Knollen abgetragen wird, ist der Boden aufgewirbelt. Ob und wie eine Wiederbesiedlung der abgeernteten Gebiete erfolgt, ist bisher nicht geklärt. Welche Technik sich also am besten für den Abbau eignet, gilt es noch herauszufinden.

1977 machten Forscher, die mit dem Tauchboot "Alvin" in der Nähe der Galapagos-Inseln (westlich von Ecuador, Südamerika) unterwegs waren, eine sensationelle Entdeckung: Sie fanden in mehr als 2'000 Metern Tiefe untermeerische Thermalquellen. Eine Thermalquelle ist eine Quelle, bei der sehr heisses Wasser ausströmt. Der Grund dafür ist das heisse Magma (geschmolzenes Gestein), das sich hier sehr dicht unter dem Meeresboden befindet. Das Magma erhitzt das Meereswasser, welches an anderen Stellen in den Meeresboden eindringt und dann sehr heiss aus der Thermalquelle ausströmt.



Schwarzer Rauch strömt aus einem Schwarzen Raucher

Wenn die Zeit noch reicht, kannst du dir folgendes Video anschauen:

Lernvideo:  
Schwarze Raucher



## Gruppenauftrag 3

<b>Gruppenauftrag 3</b>	<b>Gruppe:</b>	<b>Max. 10 Punkte + 1 Bonuspunkt</b>		
		erreichte Punktzahl:		
<b>Themen:</b> <i>Schätze aus der Tiefsee</i> ❖ Manganknollen ❖ Schwarze Raucher ❖ Tiefseefischerei	<b>Gruppenmitglieder:</b>			
	<b>Würfeljoker</b> umkreist eure gewürfelte Zahl.			
	Gewürfelte Zahl:	1-2	3-4	5-6
	ergibt folgenden Joker:	0 Punkte	+ 0.5 Punkt	+1 Punkt
	eingesetzt bei Aufgabe:			

Schaut zuerst folgendes Video an:



**Aufgabe 1 (1 Punkt pro richtige Nennung, total 2 Punkte)**

Was nutzen wir bereits aus der Tiefsee? (nennt mind. 2 Dinge).

---



---

**Aufgabe 2 (1 Punkt pro richtige Nennung, total 2 Punkte)**

Welche Probleme können während dem Abbau von Manganknollen entstehen? (nennt mind. 2 Dinge)

---



---

**Aufgabe 3 (1 Punkt)**

Wie funktioniert ein Schleppnetz? Erklärt das System in max. 3 Sätzen.

---



---



---

**Aufgabe 4 (1/2 Punkt pro richtige Aussage, total 2 Punkte)**

Was ist an der Tiefseefischerei problematisch? Nennt mind. 4 Dinge

---



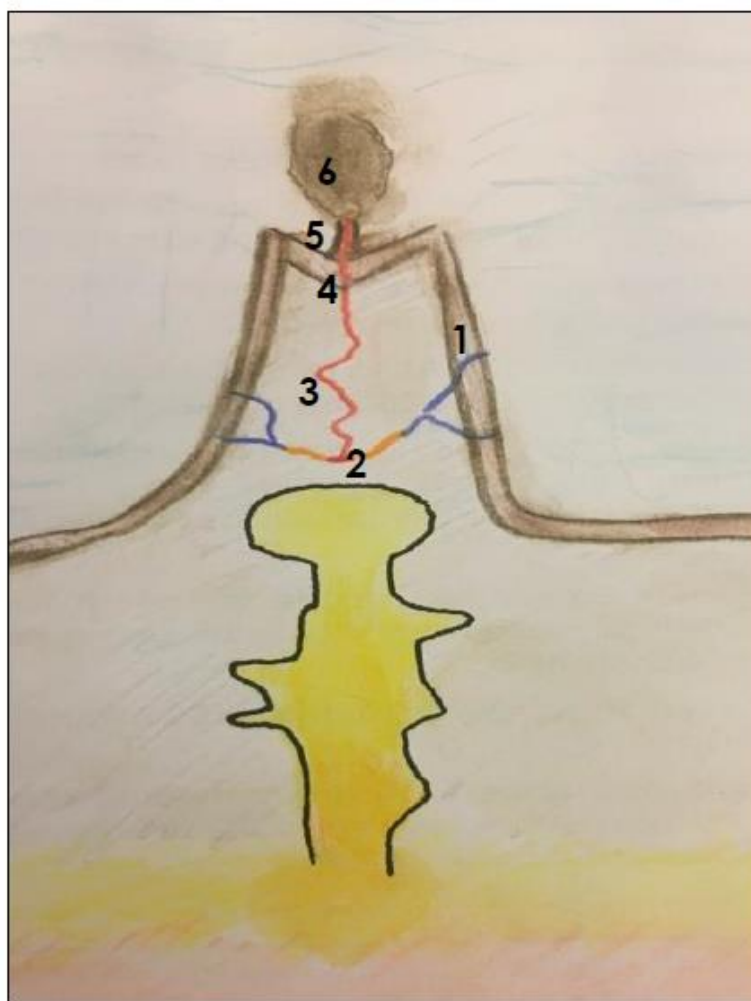
---



**Aufgabe 4 (1/2 Punkt pro richtige Zuordnung, total 3 Punkte)**

Wie entstehen Schwarze Raucher? Schaut euch das Bild an und nummeriert dann die folgenden Aussagen von 1-6.

	Erhitztes Wasser strömt wieder nach oben ins Meer.		Wasser dringt in den Meeresboden ein.
	Aus den Schloten strömt unablässig neues Material an die Oberfläche.		Wegen des enormen Drucks in dieser Tiefe kocht das Wasser nicht, sondern löst Mineralien & Schwefelverbindungen aus dem Gestein heraus.
	Im kühlen Wasser erstarren die gelösten Stoffe wieder zu festem Gestein. Daraus entstehen die Schlotwände.		Wasser erhitzt sich über der Magmakammer auf über 350° C.



**Bonuspunkt**

Überlegt euch ein Sprichwort oder einen Reim, damit ihr euch die Inhaltsstoffe der Manganknolle merken könnt. Folgende Wörter müssen darin vorkommen: **Manganknolle, Mangan, Eisen, Kupfer, Kobalt, Nickel**

---



---

## Gruppenauftrag 3 – Lösungen

### LÖSUNG

<b>Gruppenauftrag 3</b>	<b>Gruppe:</b>		<b>Max. 10 Punkte + 1 Bonuspunkt</b>			
			erreichte Punktzahl:			
<b>Themen:</b> <i>Schätze aus der Tiefsee</i> ❖ Manganknollen ❖ Schwarze Raucher ❖ Tiefseefischerei	<b>Gruppenmitglieder:</b>					
	<b>Würfeljoker</b> umkreist eure gewürfelte Zahl.					
	Gewürfelte Zahl:		1-2	3-4	5-6	
	ergibt folgenden Joker:		0 Punkte	+ 0.5 Punkt	+1 Punkt	
	eingesetzt bei Aufgabe:					

Schaut zuerst folgendes Video an:



#### **Aufgabe 1 (1 Punkt pro richtige Nennung, total 2 Punkte)**

Was nutzen wir bereits aus der Tiefsee? (nennt mind. 2 Dinge).

**Tiefsee «Raum» / Tiefseekabel liegen in Tiefsee / Gas und Öl aus der Tiefsee**

#### **Aufgabe 2 (1 Punkt pro richtige Nennung, total 2 Punkte)**

Welche Probleme können während dem Abbau von Manganknollen entstehen? (nennt mind. 2 Dinge)

**Manganknollen liegen in der Tiefsee auf kaum verfestigten Sedimenten (Bodenschichten). Sobald etwas von den Knollen abgetragen wird, ist der Boden aufgewirbelt. Eine gewaltige Menge an Sediment, Wasser und zahllosen Lebewesen würde so oder so mitgefördert.**

#### **Aufgabe 3 (1 Punkt)**

Wie funktioniert ein Schleppnetz? Erklärt das System in max. 3 Sätzen.

**Grundsleppnetze, deren Netze bis zum Meeresgrund gehen, sind mit schwerem Metallgeschirr, dass das Netz auf den Boden drückt, ausgestattet. Das Schleppnetz fährt also über den Meeresboden und sammelt alles ein, was darin stecken bleibt.**

#### **Aufgabe 4 (1/2 Punkt pro richtige Aussage, total 2 Punkte)**

Was ist an der Tiefseefischerei problematisch? Nennt mind. 4 Dinge

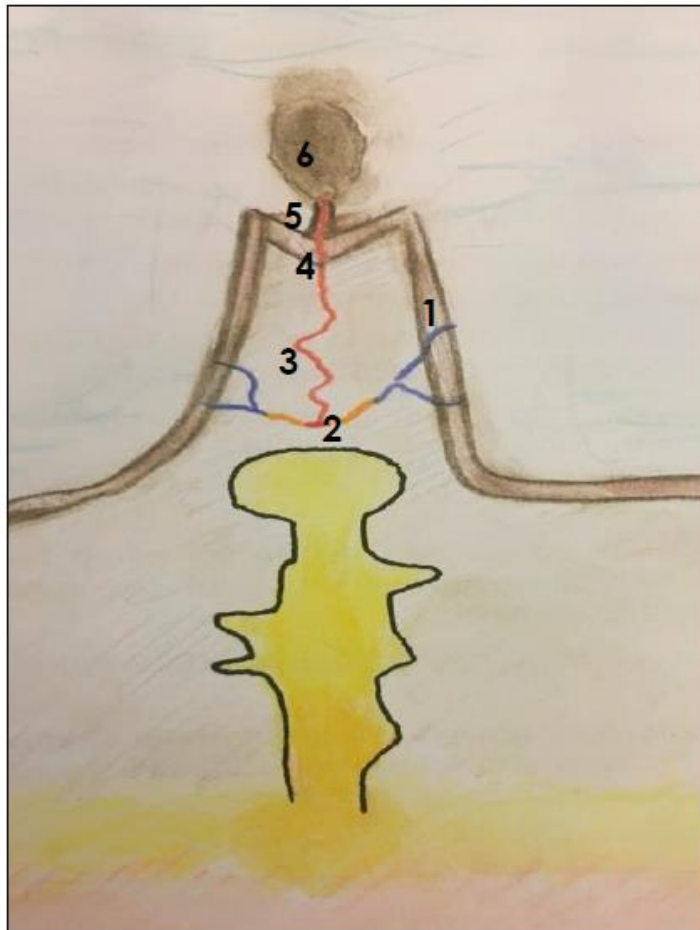
**Tiere werden verletzt, Manche Fischarten werden ausgerottet, der Beifang wird tot über Bord geworfen, man kann nur 80% des Fangs verwerten. Verlorene Netze treiben frei im Wasser herum, darin können sich andere Tiere verfangen. Der Meeresboden wird umgepflügt, kann sich nur schwer wieder davon erholen, etc.**

## LÖSUNG

### Aufgabe 4 (1/2 Punkt pro richtige Zuordnung, total 3 Punkte)

Wie entstehen Schwarze Raucher? Schaut euch das Bild an und nummeriert dann die folgenden Aussagen von 1-6.

<b>3</b>	Wegen des enormen Drucks in dieser Tiefe kocht das Wasser nicht, sondern löst Mineralien & Schwefelverbindungen aus dem Gestein heraus.	<b>6</b>	Im kühlen Wasser erstarren die gelösten Stoffe wieder zu festem Gestein. Daraus entstehen die Schlotwände.
<b>2</b>	Wasser erhitzt sich über der Magmakammer auf über 350° Grad.	<b>4</b>	Erhitztes Wasser strömt wieder nach oben ins Meer.
<b>1</b>	Wasser dringt in den Meeresboden ein.	<b>5</b>	Aus den Schloten strömt unablässig neues Material an die Oberfläche.



### Bonuspunkt

Überlegt euch ein Sprichwort oder einen Reim, damit ihr euch die Inhaltsstoffe der Manganknolle merken könnt. Folgende Wörter müssen darin vorkommen: **Manganknolle, Mangan, Eisen, Kupfer, Kobalt, Nickel**

## Gruppenauftrag 3b

### Gruppenauftrag 3b Austausch aktuelle Forschungsfragen

In der nächsten Lektion schliessen wir das Thema Tiefsee ab. Dazu treffen sich alle Forschungsgruppen zu einem gemeinsamen Gespräch und werden vier Fragen besprechen. Geht wie folgt vor:

1. Lest zuerst eure zugeteilte Frage.
2. Beantwortet diese danach weiter unten bei Frage 1
3. Wählt eine zweite Frage und beantwortet auch diese weiter unten.
4. Bestimmt jmd. aus der Gruppe, der oder die eure Antwort vorlesen wird.

<b>Gruppe 1</b>	<b>Gruppe 2</b>	Jacques Piccard tauchte als erster Mensch zur tiefsten Stelle der Erde hinab. Findet ihr, sein Abenteuer hat sich gelohnt?
<b>Gruppe 3</b>		Manganknollen werden durch eine Art Staubsauger aus der Tiefsee an die Wasseroberfläche geholt. Dadurch wird der Lebensraum der Tiere massiv gestört. Wie könnte dieses Problem gelöst werden?
<b>Gruppe 4</b>	<b>Gruppe 5</b>	So lange Fisch aus der Tiefsee auf unseren Tellern landet, geht die Tiefseefischerei weiter. Was können wir dagegen tun?
<b>Gruppe 6</b>	<b>Gruppe 7</b>	Die Tiefseeschätze sind wirtschaftlich interessant und können vielseitig genutzt werden. Durch den Abbau ist der Lebensraum aber massiv gefährdet. Wie könnten wir dieses «Dilemma» lösen?

Frage 1:

---

---

---

---

---

---

Frage 2:

---

---

---

---

---

---

## Digitales Arbeitsblatt Videolinks

Lernvideos zu den Arbeitsblättern  
AB 1 Wer war Jacques Piccard? AB 2 Wie entstand die Tiefsee?  
und AB 3 Forschungsarbeit


Klicke auf den Namen des Lernvideos. Damit kommst du direkt zum YouTube-Video.

### Lernvideo Arbeitsblatt 1: Wer war Jacques Piccard?

<a href="#">Wie entstand der Marianengraben?</a>	 YouTube
--	---

<a href="#">Was machen Tiefseeforscher:innen?</a>	 YouTube
---	---

### Lernvideo Arbeitsblatt 2: Wie entstand die Tiefsee?

<a href="#">Wie entstand die Tiefsee?</a>	 YouTube
---	---

<a href="#">Was machen Tiefseeforscher:innen?</a>	 YouTube
---	---

### Lernvideo Arbeitsblatt 3: Forschungsarbeit

<a href="#">Tiefseeforschung</a>	 YouTube
----------------------------------	---

<a href="#">Wie entstand der Marianengraben?</a>	 YouTube
--	---

### Video Gruppenauftrag 1

<a href="#">Video Bonuspunkt</a>	 YouTube
----------------------------------	---

Lernvideos zu den Arbeitsblättern: Bedingungen in der Tiefsee  
AB 4 Druck, AB 5 Dunkelheit und AB 6 Kälte

Klicke auf den Namen des Lernvideos. Damit kommst du direkt zum YouTube-Video.

Lernvideo Arbeitsblatt 4: Druck

[Faszinierende Tiefseetierwelt](#)



Lernvideo Arbeitsblatt 5: Dunkelheit

[Faszinierende Tiefseetierwelt](#)



Lernvideo Arbeitsblatt 6: Kälte

[Faszinierende Tiefseetierwelt](#)



Video Gruppenauftrag 2

[Piccards Reise in die Tiefe](#)



Lernvideos zu den Arbeitsblättern: Schätze aus der Tiefe

AB 7 Manganknollen, AB 8 Schwarze Raucher und AB 9 Tiefseefischerei

Klicke auf den Namen des Lernvideos. Damit kommst du direkt zum YouTube-Video.

Lernvideo Arbeitsblatt 7 Manganknollen

[Manganknollen](#)



[Schwarze Raucher](#)



Lernvideo Arbeitsblatt 8 Schwarze Raucher

[Schwarze Raucher](#)



Lernvideo Arbeitsblatt 9 Tiefseefischerei

[Schwarze Raucher](#)



Video Gruppenauftrag 3

[Gruppenauftrag 3](#)



## 2. Unterrichtspräparationen

### Unterrichtspräparation 1: Doppelstunde Einführung und Spieleinheit 1

Datum: Montag, 18.01.21

Zeit:13:30-14:15 & 14:20-15:05

<b>Unentdeckte Tiefen - ein Lernspiel zur Entdeckung der Tiefsee für das Forschungsinstitut Münsingen</b> Programm: Einführung ins Spiel und Spiellektion 1 Was muss vor Lektionsbeginn gemacht werden? Jede*r S. eine VR-Brille und Spielanleitung aufs Pult legen. / Arbeitsblätter 1, 2 und 3 bereit legen. / Würfel-Joker einrichten / PowerPoint einrichten / WLAN-Passwort an WT			
Zeit Uhrzeit	Inhaltliche Gliederung	Didaktisch-methodische Hinweise, Aktivitäten von LP / SuS.	Material / Besonderes
13:30	<b>Begrüßung</b> Folie 1 und 2	Hallo zusammen. Ich heiße Claudia Peverelli und freue mich sehr, heute Nachmittag bei euch zu sein. Nehmt doch einen Leimstift hervor, dann könnt ihr die ersten 2 Blätter in euer RZG kleben und mir dazu zuhören. Zudem könnt ihr das WLAN-Passwort eingeben: Da beide Eltern Lehrer und mein Bruder auch Lehrer ist, wollte ich nichts mehr Neues anfangen und werde auch Lehrerin. Ich bin 23 Jahre alt und bin auch in Langnau aufgewachsen. Jetzt wohne ich aber in Thun. Dort unterrichte ich <b>6 Lektionen Sport</b> am OS Buchholz. In Langnau Lernspiele ich aber immer noch <b>Volleyball</b> (wenn wir dann mal wieder können).  Zurzeit bin ich noch an der PH, also noch in der Ausbildung. Zum Abschluss meiner Ausbildung muss ich eine <b>Arbeit</b> , eine sogenannte <b>Masterarbeit</b> schreiben. In dieser Arbeit habe ich nun ein Lernspiel zur Entdeckung der Tiefsee entwickelt. Dieses Lernspiel möchte ich nun mit euch ausprobieren. Ihr seid also die ersten, die das Lernspiel testen werdet. Das Lernspiel dauert gesamthaft <b>5 Lektionen</b> , aber mehr dazu später. Es ist mir deshalb sehr wichtig, ob euch diese Lernform gefällt. Um das herauszufinden, werden wir auch einen Online-Fragebogen ausfüllen. Und genau das machen wir jetzt. Ihr könnt nun euer Handy hervor nehmen und folgenden QR-Code scannen (in Kamera gehen). Bei einem Samsung müsst ihr dafür ins Internet. Dort hat es oben rechts dann einen QR-Code. Füllt bitte kurz den Fragebogen aus.	
13:35-13:40	<b>Umfrage Findmind 5min</b> Folie 3	QR-Code einscannen oder in Papier ausfüllen.	
13:40-13:50	<b>Wir tauchen gemeinsam ab</b> Folie 4 – 11  <i>Flo und Praktikantin einsetzen</i>  <i>Vorzeigen 360 Grad-Video</i>	Viele fragen sich jetzt bestimmt: «Ja was ist denn die Tiefsee genau?» «Wo befindet sie sich?» Um das herauszufinden, tauchen wir nun gemeinsam ab.  Hört mir bitte gut zu: Auf eurem Pult sehr ihr eine VR-Brille. Nehmt diese nun in die Hand und verteilt euch so im Raum, dass ihr etwa 1 Meter Abstand zu einander habt. Mit folgendem Code kommt ihr zum Youtube-VR-Video. Bei iPhones geht ihr nun so vor. Bei Samsung so. Stellt nun das Video ein. Schliesst eure Kopfhörer an und legt das Handy in die VR-Brille. Das Video dauert knapp 8min. Danach setzt ihr euch wieder an euren Platz.	VR-Brillen
13:50-13:55	<b>zu zweit austauschen</b> Folie 12	Was hat euch verblüfft? Was hat euch erstaunt? Kurz im Plenum einige Stimmen sammeln.	
13:55-14:10	<b>Was ist die Tiefsee?</b> Folie 13-14	Danach erklären: Die Tiefsee erstreckt sich über eine riesige Fläche. Sie beginnt (je nach Definition ab 200, 500 oder 1000m unter der Wasseroberfläche. Ab 1000m ist es bereits stockfinster. Zudem ist die Tiefsee kalt, nährstoffarm, spärlich besiedelt und steht unter enormen Druck. Denn auf ihr lasten Tonnen Liter Wasser. Aber – wie ihr gesehen habt – gibt es auch Leben in der Tiefsee! Fische, Wale, Tintenfische und heiße Quellen sind an diese enormen Bedingungen angepasst und leben in ewiger Finsternis.	
	<b>Wie funktioniert das Lernspiel?</b> Folie 15-16	Die Tiefsee ist aber auch bedroht. Denn in der Tiefsee hat es verschiedene Bodenschätze, die wertvolle Metalle enthalten. Diese Metalle können in der Metall- oder Elektroindustrie verwendet werden. Zum Beispiel auch in unseren Smartphones. <b>Das hier ist nun unser Lernspielfeld.</b> Es zeigt den Meeresgrund / Boden. Auf dem Boden liegen keine Kartoffeln, sondern Manganknollen. Diese Knollen sind voll mit wertvollen Metallen und die Industrie hat ein Interesse, diese Manganknollen abzubauen. Nun, wenn man diese Manganknollen abbaut, wird der Lebensraum der Tiefseetiere zerstört und man weiss bis heute nicht, ob und wie sich die Tiefsee davon erholen wird.	
	<b>Unser Lernspielfeld im Detail</b> Folie 17	Diese Manganknollen liegen zwischen Hawaii und Mexico, in der Clarion-Clipperton-Bruchzone im Pazifik. Wie ihr seht sind schon viele Gebiete eingezeichnet. Diese Gebiete wurden von verschiedenen Ländern aufgekauft. Dort sollen bald diese Manganknollen abgebaut werden. Auch Deutschland hat sich ein solches Gebiet gesichert, nämlich die BGR, das ist (deutsche) Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe.	
	<b>Lernspielanleitung</b> Folie 18	Hier seht ihr ein Bild dieser Manganknollen. Was ist unser Ziel? Wir, also das Forschungsinstitut Münsingen, wollen dieses Gebiet schützen. Das schaffen wir, indem wir aufzeigen, wie wichtig und wertvoll die Tiefsee ist. Während 3 Lernspiellektionen könnt ihr je 10 Punkte + 1 Bonuspunkt holen. Je mehr Punkte ihr holt, desto grösser ist die Fläche, die wir retten können.	
	<b>Forschungsinstitut Münsingen</b> Folie 19	Ihr spielt aber nicht alleine, sondern, wie das Forscher und Forscherinnen auch tun, in 3er oder 4er Gruppen. Auf dieser Folie sehr ihr unser Organigramm: Es gibt insgesamt 7 Gruppen. Gruppe 1-5 besteht aus 3 Forscher und Forscherinnen. Gruppe 6 und 7 aus 4 Forscher und Forscherinnen.	
<b>Lernspelaufbau</b> Folie 20	Wie ist das Lernspiel aufgebaut? Wie vorhin schon gesagt, gibt es 3 Lernspiellektionen. Wir werden heute in der nächsten Lektion mit der ersten Lernspiellektion beginnen. Heute in einer Woche gibt's dann Lernspiellektion 2 und 3. Und am Dienstag, 26.01. wird das Lernspiel ausgewertet. Pro Team könnt ihr also 33 Punkte holen, da wir 7 Gruppen sind, können wir insgesamt 231 Punkte holen. Die Lernspiellektion läuft immer gleich ab: Es gibt drei Themen, die ihr in Einzelarbeit kennen lernt und einen Gruppenauftrag, in dem ihr zu den Themen Punkte sammeln könnt.		

	<b>2 Phasen</b> Folie 21	Die erste Phase dauert 15min. In dieser Zeit lesen alle Gruppenmitglieder ein anderes Arbeitsblatt. Hier ein Beispiel: Forscherin 1 liest Jacques Piccard Forscherin 2 liest wie entstand die Tiefsee? Forscherin 3 liest Was machen Tiefseeforscher? Dazu braucht ihr das Arbeitsblatt und euer Handy. Danach folgt der Gruppenauftrag. Ihr löst gemeinsam während 25min das GAB 1. 1 Blatt gebt ihr mir danach ab, das korrigiere ich und teile euch nächste Woche die Punktzahl mit.	
	<b>Würfel-Joker</b> Folie 24	Kommen wir zur letzten Info: zum Würfel-Joker Ihr habt währenddem Gruppenauftrag die Möglichkeit, einen Würfel-Joker einzusetzen: 1. Überlegt euch eine Aufgabe, bei der ihr nicht sicher seid, ob ihr sie 100 % richtig habt. 2. Die Nummer der Aufgabe schreibt ihr in dieses Kästchen. Nun könnt ihr würfeln gehen: wenn ihr 1-2 würfelt: leider Pech gehabt / wenn ihr 3-4 würfelt: +0.5 Punkte / wenn ihr 5-6 würfelt: +1Punkt. Das schreibt ihr dann gleich in euer Blatt rein. Wenn ihr die Aufgabe aber sowieso richtig habt, verfällt der Bonus wieder. Also überlegt euch gut, wo ihr den Bonus einsetzen wollt!	
	<b>Punktestand</b> Folie 25	Ich sage euch nächste Woche, wie viele Punkte ihr geholt habt.	
14:10- 14:15	<b>Gruppeneinteilung</b> Folie 26	So, kommen wir nun zur Gruppeneinteilung. Wer mit wem zusammen ist, entscheidet das Los. Wir werden nun ein Los ziehen: Lernspieler 1 erhält dann auch AB1, Lernspieler 2, AB2, Lernspieler 3 AB3.. bei Gruppe 6 und 7 sind lesen Lernspieler 3 und 4 das AB3. Praktikantin zieht Los, ich trage in Organigramm ein. SuS sitzen in Gruppen zusammen. AB 1, 2 und 3 mit Entfernung von einander bereit legen. Lernspieler 1 holen sich AB1, Lernspieler 2 AB2, etc.	
	<b>1. Phase im Detail</b> Folie 22	Hier seht ihr die 3 Arbeitsblätter. Diese liegen hier vorne bereit. Dafür habt ihr 15min Zeit, es ist still, denn ihr arbeitet in Einzelarbeit und das Ziel ist es, dass ihr euer Thema verstanden habt.	
	<b>2. Phase im Detail</b> Folie 23	Hier seht ihr das Gruppenarbeitsblatt. Das liegt auch hier vorne bereit. Jede und jeder füllt eines für sich aus. Hier habt ihr 3 Ziele: Innert 20min alle Aufgaben richtig gelöst / viel Neues gelernt / im Team gut zusammen gearbeitet	
	Quellen / Folie 27		
14:15- 14:20	<b>Pause</b>		
14:20- 14:35	<b>Start Phase 1 / 15min</b> VR-Brille einsammeln		
14:35- 14:55	<b>Start Phase 2</b> 20min		
14:55- 15:05	<b>GA1 abgeben</b> <b>Lösungen besprechen</b> <b>Info nächste Woche</b>		

## Unterrichtspräparation 2: Doppelstunde Spieleinheit 2 und 3

Datum: Montag, 25.01.21

Zeit:13:30-14:15 & 14:20-15:05

**Unentdeckte Tiefen - ein Lernspiel zur Entdeckung der Tiefsee für das Forschungsinstitut Münsingen**  
**Programm:** Spiellektion 2 und 3  
**Was muss vor Lektionsbeginn gemacht werden?**  
 Jede\*r S. ein Laptop und Dossier Tiefsee auf Pult / Würfel-Joker einrichten / PowerPoint einrichten / WLAN-Passwort an WT

Zeit Uhrzeit	Inhaltliche Gliederung	Didaktisch-methodische Hinweise, Aktivitäten von LP / SuS.	Material / Besonderes
13:30	<b>Begrüßung</b>	Heute fahren wir weiter mit Spiellektion 2 und 3. Ihr seht, ich habe die Blätterschlacht von letzter Woche etwas optimiert. Ihr habt jetzt nur noch 1 Dossier, in dem alle ABs und Gruppenblätter drin sind. Ein grosses Kompliment an euch, ihr habt letzte Woche super mitgemacht und gut gearbeitet. <b>Folie Organigramm zeigen:</b> Ich habe eure Gruppenblätter korrigiert und die Punkte zusammen gezählt. <b>4 Gruppen haben's aufs Podest geschafft.</b> Das ist der momentane Zwischenstand und wirkt sich natürlich positiv auf unsere Tiefseefläche aus! Ihr habt heute alle einen Laptop und 1 Blatt, auf dem alle Links drauf sind. <b>Wir</b> starten mit Spiellektion 2. Folgende Themen gibt's heute: 1. Phase / 2. Phase. 2 Tipps vorstellen. Let's go!	
13:40- 13:55	<b>Start Phase 1 / 15min</b>		
13:55- 14:20	<b>Start Phase 2 / 20min</b>		
5'	<b>Pause</b>		
14:20- 14:25	<b>Info Spiellektion 3</b> Folie 1 und 2	Kommen wir zur dritten und letzten Spiellektion. 3 Themen vorstellen.	
14:25- 14:40	<b>Start Phase 1 / 15min</b>		
14:40- 15:00	<b>Start Phase 2 / 20min</b>		
15:00- 15:05	<b>Evaluation ausfüllen</b>	Bis morgen ausgefüllt!	



# Unterrichtspräparation 3: Auswertung Spiel

Datum: Dienstag, 26.01.21

Zeit:07:30-08:15 Uhr

<b>Unentdeckte Tiefen - ein Lernspiel zur Entdeckung der Tiefsee für das Forschungsinstitut Münsingen</b> Programm: Auswertung Spiel Was muss vor Lektionsbeginn gemacht werden? PowerPoint einrichten
---

Zeit Uhrzeit	Inhaltliche Gliederung	Didaktisch-methodische Hinweise, Aktivitäten von LP / SuS.	Material / Besonderes
07:30-07:40	<b>Begrüßung Lösungen Podest</b>	Heute Abschluss Thema Tiefsee Lösungen GA2 und 3 (separate PPP) Zeit für GA3b? / Podest	
07:40-08:05	<b>Austausch aktuelle Forschungsfragen</b>	Ihr habt euch 2 verschiedenen ganz aktuellen Fragen angenommen und versucht darauf eine Antwort zu finden. In Kreis setzen, mit erster Frage beginnen.	
	<b>Gruppe 1</b> Elina, Mika Nora	<b>Gruppe 4</b> Breo, Amir, Louls	Jacques Piccard tauchte als erster Mensch zur tiefsten Stelle der Erde hinab. Findet Ihr, sein Abenteuer hat sich gelohnt? → Ja, weil dadurch wurde gezeigt, dass Mensch auch an tiefste Stelle tauchen kann. Alles ist möglich.
	<b>Gruppe 5</b> Lennard, Lia, Andrin		Manganknollen werden durch eine Art Staubsauger aus der Tiefsee an die Wasseroberfläche geholt. Dadurch wird der Lebensraum der Tiere massiv gestört. Wie könnte dieses Problem gelöst werden? Schonenderer Abbaumöglichkeiten finden, nur gewisse Gebiete abbauen, Mehr Abstand zwischen Abbauflächen lassen, etc.
	<b>Gruppe 2</b> Melanie, Bosko, Luca	<b>Gruppe 7</b> Marlen, Alexandra, Alina, Tom	So lange Fisch aus der Tiefsee auf unseren Tellern landet, geht die Tiefseefischerei weiter. Was können wir dagegen tun? → schweizer Fisch essen, weniger ausländischen Fisch oder ganz darauf verzichten. Nur Fisch mit Umweltlabels essen.
	<b>Gruppe 3</b> Micha, Meara, Niklas	<b>Gruppe 6</b> Vivienne, Nick, Kelvin, Lisa	Die Tiefseeschätze sind wirtschaftlich interessant und können vielseitig genutzt werden. Durch den Abbau ist der Lebensraum aber massiv gefährdet. Wie könnten wir dieses «Dilemma» lösen? → Weniger konsumieren, damit weniger Rohstoffe gefragt sind. Nachhaltige Rohstoffe entwickeln. Alternativen suchen.
	<b>Aufstehen, einordnen</b>	Kleine Fragerunde: Wer würde ein teureres Handy kaufen, wenn er dafür die Tiefseeschätze retten könnte? Links: auf jeden Fall, rechts: auf keinen Fall. Dazwischen, eher ja, eher nein	
08:05-08:10	<b>In Leben off Dilemma Meine Faszination Kleines Merci an Klasse</b>	Mich faszinieren diese Tiere. Es ist stockfinster und trotzdem leben dort noch Fische, Quallen, Krebse. Sie erzeugen selber Licht, damit sie einander fressen können. Man findet immer wieder neue Tiere, Lebensarten. Man hat noch nicht alles erforscht, immer wieder tauchen neue Entdeckungen auf. Aber Tiefsee ist auch begehrt. Wir Menschen essen die Fische, wir wollen die Bodenschätze, damit wir noch mehr Handys und Computer herstellen können. Irgendwann ist Tiefsee vielleicht zerstört? Ja, was können wir dagegen machen? Vorher haben wir uns bereits mit dieser Frage und auch mit dem Dilemma beschäftigt. Hat jemand eine Antwort? Das Wichtigste, was wir, also du und ich tun können, ist VERZICHT. Wir leben heute über unseren Verhältnissen. Also müssen wir langsam anfangen zu verzichten. Wir müssen weniger Fisch essen und aufhören, immer das neuste Handy zu wollen. Ich weiss, dass das nicht einfach ist. Aber ich möchte euch sehr dazu ermuntern, auch Mal auf etwas zu verzichten.	

### 3. PowerPoint-Präsentation

#### Doppelstunde Einführung und Spieleinheit 1



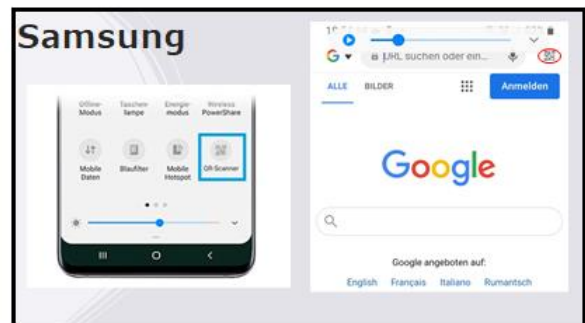
1



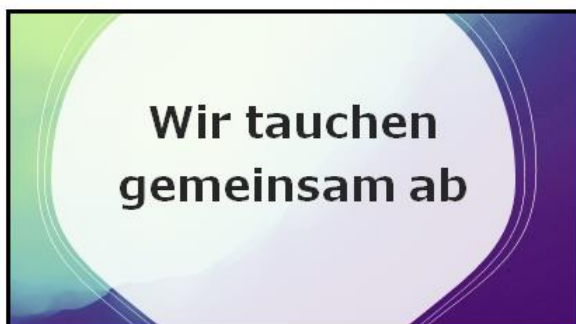
2



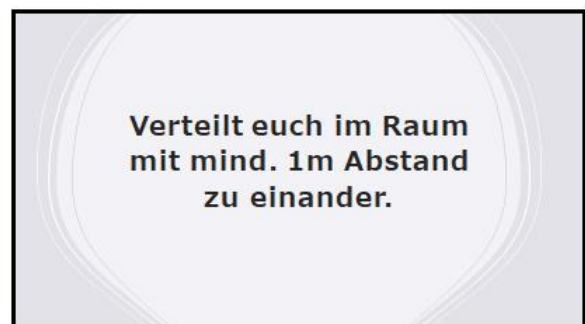
3



4



5



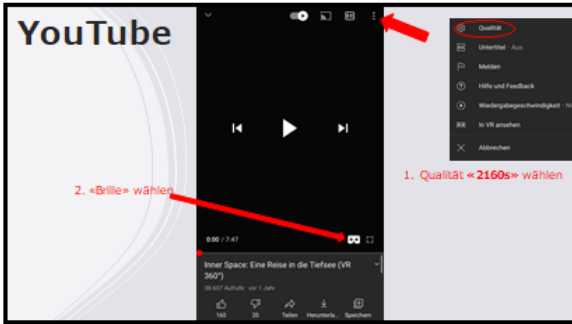
6



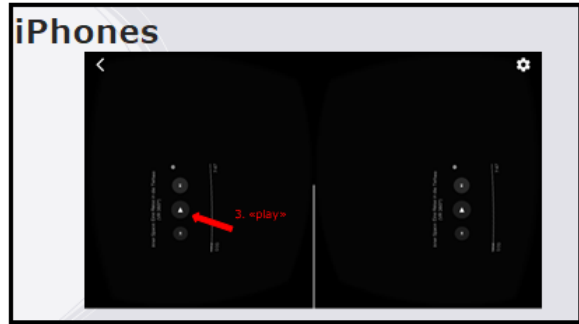
7



8



9



10

1. Video einstellen  
 2. Kopfhörer anschliessen  
 3. Handy in VR-Brille legen

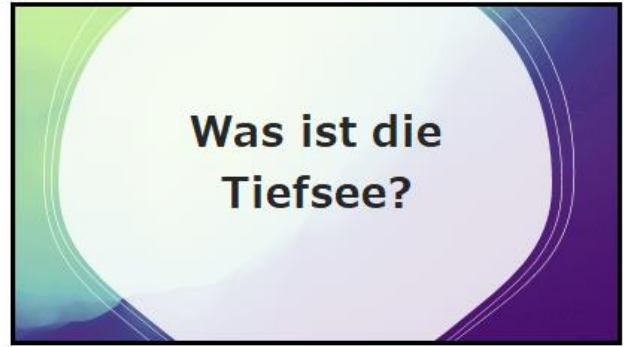
11

Das Video dauert knapp 8min.  
 Danach setzt ihr euch wieder an euren Platz.

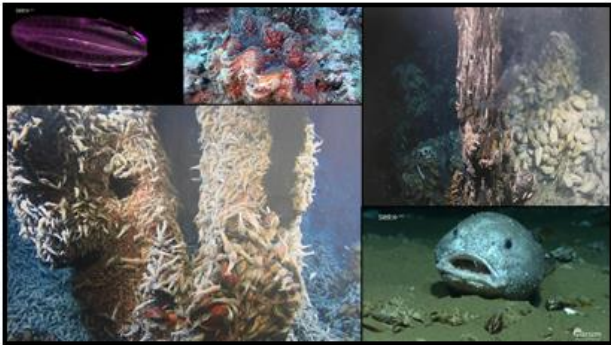
12



13



14



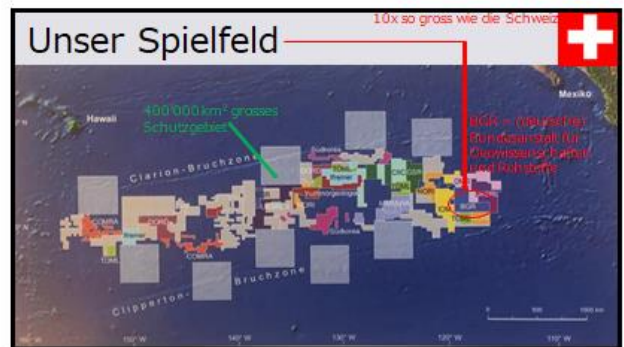
15



16



17



18

## Spielanleitung



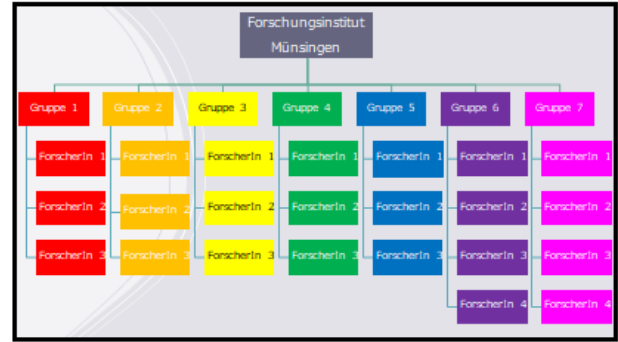
Wo sind wir? Wir befinden uns im Pazifik, in der Nähe von Hawaii und Mexiko, genauer gesagt in der **Clarion-Clipperton-Bruchzone**.

Was ist passiert? Eine Fläche in dieser Zone wurde von der **deutschen Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe** gekauft. Dort sollen schon bald **Manganknollen** abgebaut werden.

Was ist das Ziel? Wir, das Forschungsinstitut Münsingen, wollen dieses Gebiet schützen. Das schaffen wir, indem wir aufzeigen, wie wichtig und wertvoll die Tiefsee ist.

Wie viele Punkte gibt es? In drei Spiellektionen könnt ihr 10 Punkte + 1 Bonuspunkt holen. Je mehr Punkte ihr holt, desto grösser ist die Fläche, die wir retten können.

19



20

## Spieldaufbau

- Es gibt 3 Spiellektionen
- Pro Spiellektion könnt ihr 10 Punkte sammeln + 1 Bonuspunkt
- Pro Team also gesamthaft 33 Punkte, das Forschungsinstitut kann total 231 Punkte holen

<b>Spiellektion 1</b>		
Thema 1: Wer war Jacques Piccard?	Thema 2: Wie entstand die Tiefsee?	Thema 3: Was machen Tiefseeforscher?
<b>Spiellektion 2</b>		
Thema 4: Druck	Thema 5: Dunkelheit	Thema 6: Kälte
<b>Spiellektion 3</b>		
Thema 7: Manganknollen	Thema 8: Schwarze Raucher	Thema 9: Tiefseetiere

21

## Jede Spiellektion besteht aus 2 Phasen

**1. Phase: Wissenserwerb**

15min Einzelarbeit

ForscherIn 1 Thema 1: Wer war Jacques Piccard?

ForscherIn 2 Thema 2: Wie entstand die Tiefsee?

ForscherIn 3 Thema 3: Was machen Tiefseeforscher?

**2. Phase: Punkte sammeln**

20min Gruppenarbeit

Gruppe 1

22


## Würfel-Joker

Pro Spiellektion erhält euer Team die Chance, beim Würfel-Joker mitzumachen.

**CHANCE:**

- Wenn ihr eine 1 oder 2 würfelt: leider nichts
- Wenn ihr eine 3 oder 4 würfelt: + ½ Punkt
- Wenn ihr eine 5 oder 6 würfelt: + 1 Punkt

Gruppenauftrag 1	Gruppe:	Max. 10 Punkte + 1 Bonuspunkt erreichte Punktezahl																			
Themen: • Jacques Piccard • Wie entstand die Tiefsee? • Forschungsteil	Gruppenmitglieder:																				
	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <th colspan="4">Würfeljoker</th> </tr> <tr> <td colspan="4">ermöglicht euch, zusätzliche Ziele</td> </tr> <tr> <td>Gewählte Zahl:</td> <td>1-2</td> <td>3-4</td> <td>5-6</td> </tr> <tr> <td>ergibt folgenden Bonus:</td> <td>1/2 Punkt</td> <td>1/2 Punkt</td> <td>1 Punkt</td> </tr> <tr> <td>eingeworfen bei Aufgaben:</td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>		Würfeljoker				ermöglicht euch, zusätzliche Ziele				Gewählte Zahl:	1-2	3-4	5-6	ergibt folgenden Bonus:	1/2 Punkt	1/2 Punkt	1 Punkt	eingeworfen bei Aufgaben:		
Würfeljoker																					
ermöglicht euch, zusätzliche Ziele																					
Gewählte Zahl:	1-2	3-4	5-6																		
ergibt folgenden Bonus:	1/2 Punkt	1/2 Punkt	1 Punkt																		
eingeworfen bei Aufgaben:																					



23

## Übersicht Punktestand

Nach der ersten Spiellektion

Nach der zweiten Spiellektion

Nach der dritten Spiellektion

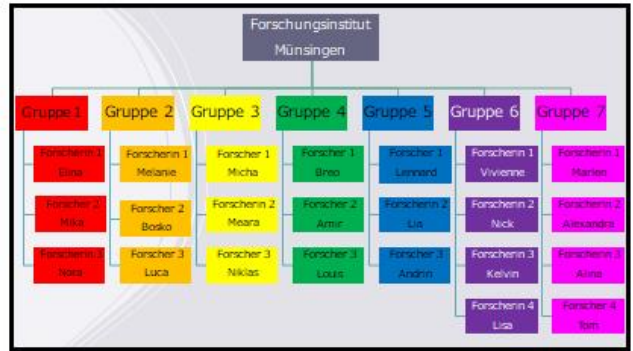
24



# PowerPoint-Präsentation Doppelstunde Spieleinheit 2 und 3



1



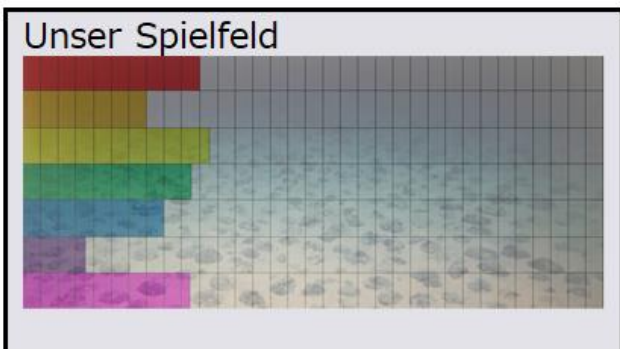
2



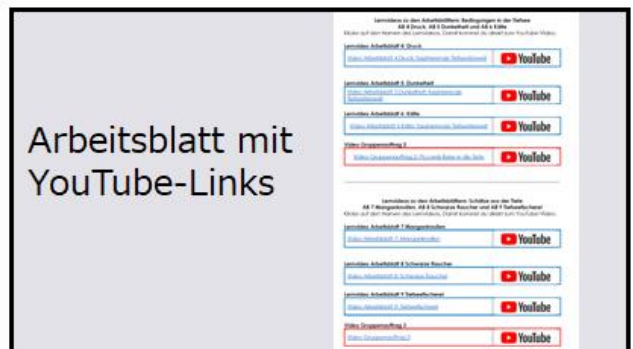
3

Team 1	Team 2	Team 3	Team 4	Team 5	Team 6	Team 7
9 P. + 1 Bonusp. = 10 Punkte	7 Punkte	9.5 P. + 1 Bonusp. = 10.5 Punkte	8.5 P. + 1 Bonusp. = 9.5 Punkte	8 Punkte	3.5 Punkte	8.5 P. + 1 Bonusp. = 9.5 Punkte

4



5



6

**1. Phase: Wissenserwerb** 15min Einzelarbeit  
**ZIEL:** Ihr habt euer Thema verstanden

Arbeitsblatt 4: Druck Forscher\*in 1  
 Arbeitsblatt 5: Dunkelheit Forscher\*in 2  
 Arbeitsblatt 6: Kälte Forscher\*in 3 und 4

7

**2 Tipps**

**genauer lesen**

**Noch mehr zusammen sprechen. Wer hat was gelesen?**

8

**2. Phase: Punkte sammeln** 20min Gruppenarbeit

**ZIEL:**

- Alle Aufgaben richtig gelöst.
- Viel Neues gelernt
- Im Team gut zusammen gearbeitet

**Würfel nicht vergessen!**

Gruppenauftrag 2

Gruppenauftrag 2	Gruppe	Max. 10 Punkte
Name: _____		
Merkmal: _____		
1. Merkmal	2. Merkmal	3. Merkmal
4. Merkmal	5. Merkmal	6. Merkmal
7. Merkmal	8. Merkmal	9. Merkmal
10. Merkmal	11. Merkmal	12. Merkmal

Gruppenauftrag 3

Gruppenauftrag 3	Gruppe	Max. 10 Punkte
Name: _____		
Merkmal: _____		
1. Merkmal	2. Merkmal	3. Merkmal
4. Merkmal	5. Merkmal	6. Merkmal
7. Merkmal	8. Merkmal	9. Merkmal
10. Merkmal	11. Merkmal	12. Merkmal

9

**1. Phase: Wissenserwerb** 15min Einzelarbeit  
**ZIEL:** Ihr habt euer Thema verstanden

Arbeitsblatt 7: Manganknollen Forscher\*in 1  
 Arbeitsblatt 8: schwarze Raucher Forscher\*in 2  
 Arbeitsblatt 9: Tiefseefischerei Forscher\*in 3 und 4

10

**2. Phase: Punkte sammeln** 20min Gruppenarbeit

**ZIEL:**

- Alle Aufgaben richtig gelöst.
- Viel Neues gelernt
- Im Team gut zusammen gearbeitet

**Würfel nicht vergessen!**

Gruppenauftrag 3

Gruppenauftrag 3	Gruppe	Max. 10 Punkte
Name: _____		
Merkmal: _____		
1. Merkmal	2. Merkmal	3. Merkmal
4. Merkmal	5. Merkmal	6. Merkmal
7. Merkmal	8. Merkmal	9. Merkmal
10. Merkmal	11. Merkmal	12. Merkmal

11

**Die ganz Schnellen:**

Fragebogen über Spaß	50% gut	50% eher nicht so	50% nicht	50% eher ja	50% ja
Die Befragung ist eine Spaß Sache	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Befragung hat mich interessiert an der Schule gemacht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Ergebnisse der Aufgaben sind mir wichtig	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Aufgaben haben mich interessiert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Aufgaben haben mich Spaß gemacht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Aufgaben haben mich interessiert	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Aufgaben haben mich Spaß gemacht	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

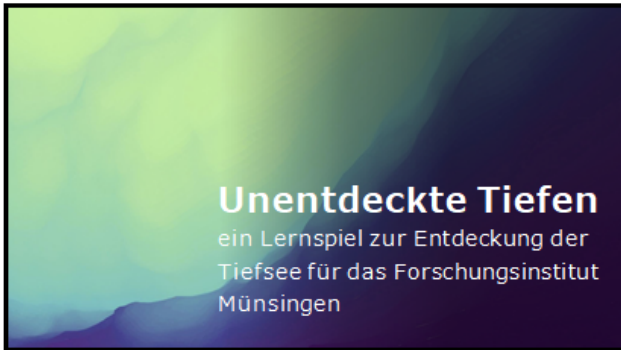
12

**Lösungen gibt's morgen!**  
**Kompliment an euch: super mitgemacht**

13



# PowerPoint-Präsentation Auswertung Spiel



1

**Aufgabe 1 (1 Punkt pro richtige Antwort, total 5 Punkte)**

a) Wie hoch ist der Druck auf 200m Tiefe? (1 Punkt)

<input checked="" type="checkbox"/> 20 kg/cm <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/> 100 kg/cm <sup>2</sup>
<input type="checkbox"/> 40 kg/cm <sup>2</sup>	<input type="checkbox"/> 200 kg/cm <sup>2</sup>

b) Welche Farben können Piccard und Walsh in einer Tiefe von 544m noch erkennen? (1 Punkt)

<input type="checkbox"/> Rot	<input type="checkbox"/> Grün
<input type="checkbox"/> UV-Licht (ultraviolettes Licht)	<input checked="" type="checkbox"/> Blau

c) alles Gute kommt von Oben - Wie nennt man die herab sinkenden Partikel (bestehend aus Plankton und Kot) von welchen sich die Tiefseebewohner ernähren? (1 Punkt)

<input type="checkbox"/> Ozeanböplchen	<input type="checkbox"/> Planktonregen
<input checked="" type="checkbox"/> Meereschnee	<input type="checkbox"/> Tiefseeflocken

d) Wie kalt ist es denn in 500m Tiefe ungefähr? (1 Punkt)

<input type="checkbox"/> 23 °C	<input type="checkbox"/> 18 °C
<input type="checkbox"/> 14 °C	<input checked="" type="checkbox"/> 30 °C

2

a) 8'860 Meter Tiefe. Sie sind tiefer unter dem Meeresspiegel als welcher Berg? (1 Punkt)

<input checked="" type="checkbox"/> Kilimandscharo	<input checked="" type="checkbox"/> Matterhorn
<input checked="" type="checkbox"/> Mount Everest	<input checked="" type="checkbox"/> Mont Blanc

**Aufgabe 2 (1 Punkt pro richtige Antwort)**  
Warum sinkt das warme Wasser des Golfstroms im Nordatlantik in die Tiefe ab?  
**Je weiter das Wasser Richtung Norden strömt, desto mehr kühlt es ab, und irgendwann ist es so kalt, dass es im Nordatlantik in die Tiefe absinkt.**

3

**Aufgabe 3 (1 Punkt pro richtige Antwort)**  
Erklärt, warum die Biolumineszenz für die Tiefseetiere enorm wichtig ist.

- Nahrung finden
- Partner zur Fortpflanzung anlocken
- Flucht (Schlangen-Seesterne opfern blinkende Arme)

4

**Aufgabe 4 Temperaturkurve (½ Punkt pro richtige Aussage, total 1 Punkt)**  
Auf dieser Grafik ist die durchschnittliche Temperatur in den Weltmeeren eingezeichnet. Die Temperatur sinkt von 0m bis 1'000m stark (von 24 °C auf weniger als 8 °C). Danach bleibt sie während über 5'000m fast gleich, ungefähr bei 4 °C. Erst ab 7'000m sinkt die Temperatur nochmals. Wie erklärt ihr euch diese Temperaturkurve? Macht (in ganzen Sätzen) zwei Aussagen dazu. (1 Punkt)

- Wasser von 0-1'000m wird von Sonne erwärmt, deshalb wärmer
- Ab 1'000m kälter, da kein Sonnenlicht mehr. Bleibt lange gleich, da Verhältnisse in 1'000-10'000m gleich sind.

5

**Aufgabe 5 (1 Punkt pro richtige Antwort, total 2 Punkte)**  
Holt euch eine der Boxen und fasst nacheinander mit der Hand hinein. Wie fühlt sich der Inhalt an? Macht eine kurze Beschreibung (ein Satz genügt). (1 Punkt)  
**Glibbschig, schleimig, feucht, komisch, etc.**

6

Tiefseefische sind gallertartig. Wieso ist das so? Erklärt dieses Phänomen in einem ganzen Satz. (1 Punkt)

- Wenn sie einen Hohlraum hätten, würden sie platzen.
- Der Mensch kann bis max. 214m (Weltrekord) tauchen. Danach würde unsere Lunge (Hohlraum) zu stark zusammengedrückt, dass wir sterben würden.

7

**Bonuspunkt**

Was würde denn einem Fisch mit einer Schwimmblase in 10'000m Tiefe passieren?  
**Schwimmblase würde zusammengepresst, bis sie platzt, Fisch würde sterben.**

8

## Lösungen GA3

**Aufgabe 1 (1 Punkt pro richtige Nennung, total 2 Punkte)**  
 Was nutzen wir bereits aus der Tiefsee? (nennt mind. 2 Dinge).

**Tiefsee «Raum» / Tiefseekabel liegen in Tiefsee / Gas und Öl aus der Tiefsee**

9

**Aufgabe 2 (1 Punkt pro richtige Nennung, total 2 Punkte)**

Welche Probleme können während dem Abbau von Manganknollen entstehen? (nennt mind. 2 Dinge)

- Boden wird aufgewirbelt, dadurch verlieren Tiere ihren Lebensraum.
- Durch «Staubsauger» würden auch andere Tiere mit an Oberfläche gesaugt, die dann sterben.

10

**Aufgabe 4 (1/2 Punkt pro richtige Aussage, total 2 Punkte)**

Was ist an der Tiefseefischerei problematisch? Nennt mind. 4 Dinge

- Fischarten werden ausgerottet
- «Unbrauchbare» Fische (Beifang) wird tot zurück ins Meer geworfen
- Verlorene Netze sind grosse Gefahr
- Tiere werden durch Netze verletzt
- Meeresboden wird «umgepflügt»

11

**Aufgabe 4 (1/2 Punkt pro richtige Zuordnung, total 3 Punkte)**

Wie entstehen Schwarze Raucher? Schaut euch das Bild an und nummeriert dann die folgenden Aussagen von 1-6.

3	Wegen des enormen Drucks in dieser Tiefe kocht das Wasser nicht, sondern löst Mineralien & Schwefelverbindungen aus dem Gestein heraus.	6/5	Im kühlen Wasser erstarren die gelösten Stoffe wieder zu festem Gestein. Daraus entstehen die Schlotwände.
2	Wasser erhitzt sich über der Magmakammer auf über 350° Grad.	4	Erhitztes Wasser strömt wieder nach oben ins Meer.
1	Wasser dringt in den Meeresboden ein.	5/6	Aus den Schloten strömt unablässig neues Material an die Oberfläche.

12



## Austausch aktuelle Forschungsfragen



19

### Gruppenauftrag 3b Austausch aktuelle Forschungsfragen

In der nächsten Lektion schließen wir das Thema Tiefsee ab. Dazu treffen sich alle Forschungsgruppen zu einem gemeinsamen Gespräch und werden 4 Aussagen besprechen.

1. Lest zuerst eure Aussage.
2. Beantwortet danach eure Frage. Dafür habt ihr weiter unten leere Zeilen.
3. Wählt eine **zweite** Aussage und beantwortet auch diese weiter unten.
4. Bestimmt jmd. aus der Gruppe, der oder die eure Aussage vorlesen wird.

<b>Gruppe 1</b> Elina, Mika, Nora	<b>Gruppe 4</b> Breo, Amir, Louis	Jacques Piccard tauchte als erster Mensch zur tiefsten Stelle der Erde hinab. Findet ihr, sein Abenteuer hat sich gelohnt?
<b>Gruppe 5</b> Lennard, Lia, Andrin		Manganknollen werden durch eine Art Staubsauger aus der Tiefsee an die Wasseroberfläche geholt. Dadurch wird der Lebensraum der Tiere massiv gestört. Wie könnte dieses Problem gelöst werden?
<b>Gruppe 2</b> Melanie, Bosko, Luca	<b>Gruppe 7</b> Marlen, Alexandra, Alina, Tom	So lange Fisch aus der Tiefsee auf unseren Tellern landet, geht die Tiefseefischerei weiter. Was können wir dagegen tun?
<b>Gruppe 3</b> Micha, Meara, Niklas	<b>Gruppe 6</b> Vivienne, Nick, Kelvin, Lisa	Die Tiefseeschätze sind wirtschaftlich interessant und können vielseitig genutzt werden. Durch den Abbau ist der Lebensraum aber massiv gefährdet. Wie könnten wir dieses «Dilemma» lösen?

20

**Gruppe 1**  
Elina,  
Mika,  
Nora

**Gruppe 4**  
Breo,  
Amir,  
Louis

Jacques Piccard tauchte als erster Mensch zur tiefsten Stelle der Erde hinab. Findet ihr, sein Abenteuer hat sich gelohnt?

21

**Gruppe 5**  
Lennard,  
Lia,  
Andrin

Manganknollen werden durch eine Art Staubsauger aus der Tiefsee an die Wasseroberfläche geholt. Dadurch wird der Lebensraum der Tiere massiv gestört. Wie könnte dieses Problem gelöst werden?

22

**Gruppe 2**  
Melanie,  
Bosko,  
Luca

**Gruppe 7**  
Marlen,  
Alexandra,  
Alina, Tom

So lange Fisch aus der Tiefsee auf unseren Tellern landet, geht die Tiefseefischerei weiter. Was können wir dagegen tun?

23

**Gruppe 3**  
Micha,  
Meara,  
Niklas

**Gruppe 6**  
Vivienne,  
Nick,  
Kelvin,  
Lisa

Die Tiefseeschätze sind wirtschaftlich interessant und können vielseitig genutzt werden. Durch den Abbau ist der Lebensraum aber massiv gefährdet. Wie könnten wir dieses «Dilemma» lösen?

24

**Mein Fazit:  
Faszination Tiefsee**

25



26

«Wir sind nicht nur  
verantwortlich für  
das, was wir tun,  
sondern auch für  
das, was wir nicht  
tun.»



27

**Ein kleines  
Merci an euch!**

28

### Quellen

- <https://www.oceomar.de/ertdecken/bilder-des-monats/bild-des-monats/bild-des-monats-maerz-2017> (20.01.21)
- <https://www.oceomar.de/ertdecken/bilder-des-monats/bild-des-monats/bild-des-monats-januar-2020#gallery-1> (20.01.21)
- <https://www.oceomar.de/ertdecken/bilder-des-monats/bild-des-monats/bild-des-monats-januar-2014#gallery-1> (20.01.21)

29

## 4. Fragebogen

*Liebe Schülerinnen und Schüler*

*Der vorliegende Fragebogen enthält Fragen zu deinem Wissen über das Thema Tiefsee.*

*Bitte antworte stets ehrlich, nach bestem Wissen und Gewissen und denke nicht darüber nach, welche Antwort möglicherweise die vorteilhafteste wäre. Bedenke, dass es keine „richtigen“ oder „falschen“ Antworten gibt – nur deine persönliche Meinung zählt. Bitte beantworte alle Fragen vollständig. Wenn du dir einmal nicht sicher bist, kreuze bitte diejenige Option an, die am ehesten auf dich zutrifft.*

*Deine Antworten helfen mir, das Spiel zu verbessern.*

### 1. Frage

Was weißt du bereits über das Thema Tiefsee? (du kannst auch in Stichworten antworten)

---

---

---

---

## 2. und 3. Frage

Du hast 5 Antwortmöglichkeiten. Bitte kreuze das Feld an, das am ehesten auf dich zutrifft.

	trifft gar nicht zu	trifft eher nicht zu	teils / teils	trifft eher zu	trifft sehr zu
Ich weiss <b>viel</b> über die Tiefsee	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das Thema Tiefsee <b>interessiert</b> mich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Du bist am Ende des Fragebogens angelangt.

Herzlichen Dank für deine Mithilfe!

Liebe Grüsse

Claudia Peverelli

Liebe Schülerinnen und Schüler

Der vorliegende Fragebogen enthält Fragen zu deinem Wissen über das Thema Tiefsee.

Zur Bearbeitung stehen dir immer fünf Antwortmöglichkeiten zur Verfügung. Bitte antworte stets ehrlich, nach bestem Wissen und Gewissen und denke nicht darüber nach, welche Antwort möglicherweise die vorteilhafteste wäre. Bedenke, dass es keine „richtigen“ oder „falschen“ Antworten gibt – nur deine persönliche Meinung zählt. Bitte beantworte alle Fragen vollständig. Wenn du dir einmal nicht sicher bist, kreuze bitte diejenige Option an, die am ehesten auf dich zutrifft.

Deine Antworten helfen mir, das Spiel zu verbessern.

<b>Funktioniert das Spiel?</b>	<b>trifft gar nicht zu</b>	<b>trifft eher nicht zu</b>	<b>teils / teils</b>	<b>trifft eher zu</b>	<b>trifft sehr zu</b>
Die <b>Einführung</b> in das Spiel war <b>verständlich</b> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die <b>Einführung</b> hat mein <b>Interesse</b> an der Tiefsee <b>geweckt</b> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die einzelnen <b>Aufträge</b> waren <b>klar formuliert</b> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich fand die <b>Aufgaben abwechslungsreich</b> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Der <b>Würfeljoker</b> machte das Spiel <b>spannender</b> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mir gefiel der <b>Mix aus Arbeitsblättern und Lernvideos</b> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mir war oft <b>langweilig</b> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die <b>VR-Brille</b> würde ich gerne wieder brauchen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



So viel habe ich gelernt.	trifft gar nicht zu	trifft eher nicht zu	teils / teils	trifft eher zu	trifft sehr zu
Ich habe <b>viel</b> gelernt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Aufgaben haben mich <b>interessiert</b> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die Aufgaben haben mir <b>Spass</b> gemacht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	viel zu einfach	etwas zu einfach	genau richtig	etwas zu schwierig	viel zu schwierig
Die Aufgaben waren für mich:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Möchtest du zu einer bestimmten Aufgabe etwas sagen?**

(Hat dir eine Aufgabe besonders gut gefallen oder könnte man noch etwas verbessern?)

---



---



---



---



---

Wie war die Zusammenarbeit im Team?	trifft gar nicht zu	trifft eher nicht zu	teils / teils	trifft eher zu	trifft sehr zu
In unserem Team haben alle <b>gut mitgemacht</b> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In unserem Team gab es einen <b>klaren Leader</b> /eine <b>klare Leaderin</b> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In unserem Team haben wir die Entscheidungen <b>gemeinsam</b> getroffen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In unserem Team gab es <b>manchmal unterschiedliche Meinungen</b> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
In unserem Team <b>halfen</b> wir uns gegenseitig <b>bei Problemen</b> .	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Die <b>Arbeit im Team</b> hat mir mehr Spass gemacht als <b>alleine</b> zu arbeiten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

*Herzlichen Dank für deine Mithilfe!*



*Liebe Grüsse  
Claudia Peverelli*

Liebe Schülerinnen und Schüler

Das ist nun der letzte Fragebogen.

Er enthält nur noch drei Fragen. Dieselbe Fragen, die du bereits letzten Montag beantwortet hast. Bitte antworte stets ehrlich, nach bestem Wissen und Gewissen und denke nicht darüber nach, welche Antwort möglicherweise die vorteilhafteste wäre. Bedenke, dass es keine „richtigen“ oder „falschen“ Antworten gibt – nur deine persönliche Meinung zählt. Bitte beantworte alle Fragen vollständig. Wenn du dir einmal nicht sicher bist, kreuze bitte diejenige Option an, die am ehesten auf dich zutrifft.

Deine Antworten helfen mir, das Spiel zu verbessern.

**Was weißt du über das Thema Tiefsee?** (du kannst auch in Stichworten antworten)

---

---

---

---

	trifft gar nicht zu	trifft eher nicht zu	teils / teils	trifft eher zu	trifft sehr zu
Ich weiss <b>viel</b> über die Tiefsee	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Das Thema Tiefsee <b>interessiert</b> mich	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Schulnote	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6
Gib dem Spiel eine Schulnote.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

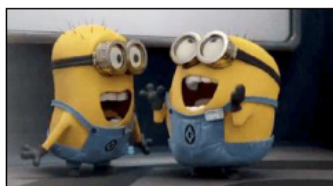
**Was ich sonst noch sagen möchte:**

---

---

---

Herzlichen Dank für deine Mithilfe!



Liebe Grüße  
Claudia Peverelli

## 5. Auswertung Fragebogen

Was weisst du über das Thema Tiefsee? (du kannst auch in Stichworten antworten)	
S1	es ist sehr kalt
S2	es ist sehr kalt
S3	Die Tiefsee ist weniger erforscht als der Mars
S4	Tiere, Pflanzen, Ozean, Abfall (Dreck)
S5	Der tiefste Punkt ist etwa bei 11'000m. Die Tiefsee entstand durch die Kontinentalverschiebung
S6	Sehr tief
S7	Ein grosser Teil ist noch nicht erforscht und es gibt viele verschiedene Tiere.
S8	Immer noch nichts
S9	Viele tiere, verschiedene funde.....
S10	Ich denke in der Tiefsee wohnen Tiere.
S11	Es wurde noch nicht viel erforscht
S12	Dort hat es tiere und es ist im wasser
S13	Der tiefste Punkt im Meer oder Im see
S14	Es ist Tief im Meer und hat einige spezielle Tiere
S15	Es liegt im Meer. Es ist tief.
S16	das es im meer ist und dort sehr tief ist
S17	was unten im Meer lebt: unentdeckte Orte. Druck, wenn es tiefer geht. Seeungeheuer z.B. Fische die man recht selten sieht
S18	Ich weiss, dass wir nur etwa 2% vom Ozean erforscht haben, dass wir den Ozean schützen müssen, weil es viel Müll darin hat, der die Tiere darin gefährdet.
S19	Ich habe keine Ahnung was die Tiefsee ist. Ich habe das Wort nur gehört, mehr weiss ich nicht.
S20	Das es Lebewesen gibt, die es nur dort gibt. Es ist dunkel und kalt. Marianen-graben, hoher Druck
S21	Lebewesen kalt, sehr hoher Druck, tiefste Stelle-> Marianengraben, Dunkelheit ab 200-1000m, heisse Quellen (kleine Vulkane), Lavagräben, Verschiebungen von tektonischen Platten -> Unterwasserbeben

Ich weiss <b>viel</b> über die Tiefsee		1: trifft gar nicht zu	2: trifft eher nicht zu	3: teils / teils	4: trifft eher zu	5: trifft sehr zu
		5	9	4	2	1
S1	3					
S2	3					
S3	2					
S4	2					
S5	5					
S6	1					
S7	2					
S8	1					
S9	2					
S10	4					
S11	2					
S12	2					
S13	2					
S14	1					
S15	2					
S16	1					
S17	3					
S18	2					
S19	1					
S20	3					
S21	4					
<b>Durchschnitt</b>	<b>2.3</b>					

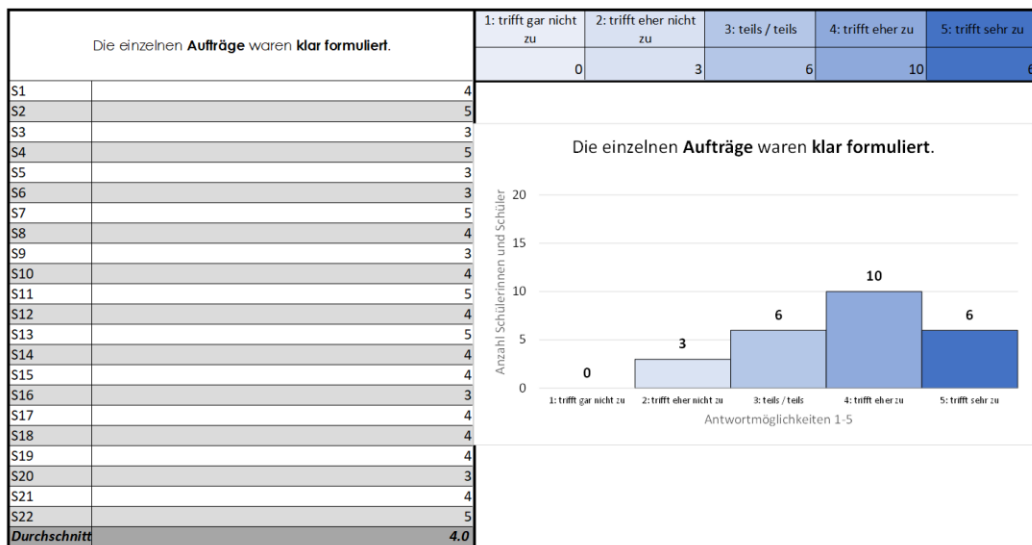
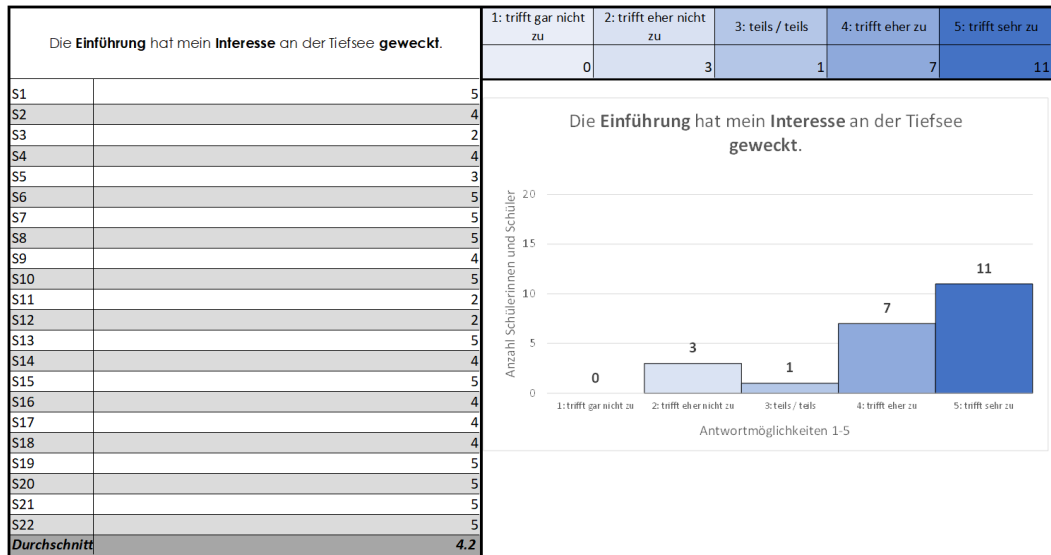
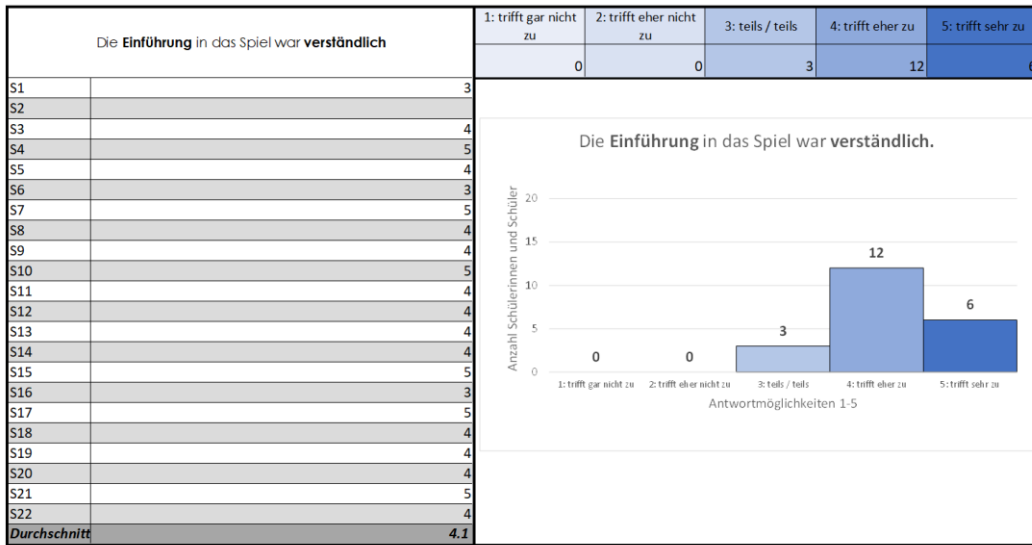
Ich weiss viel über die Tiefsee

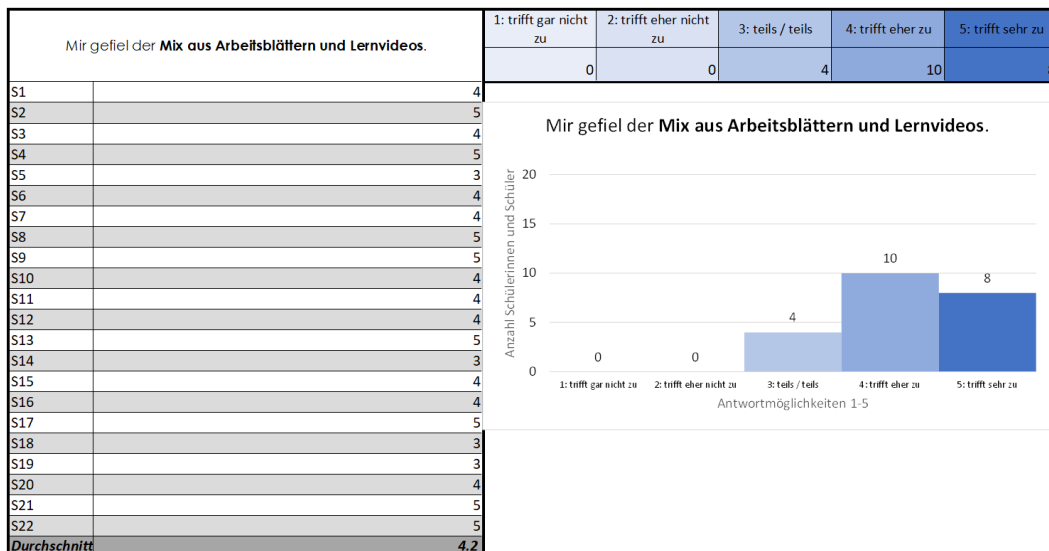
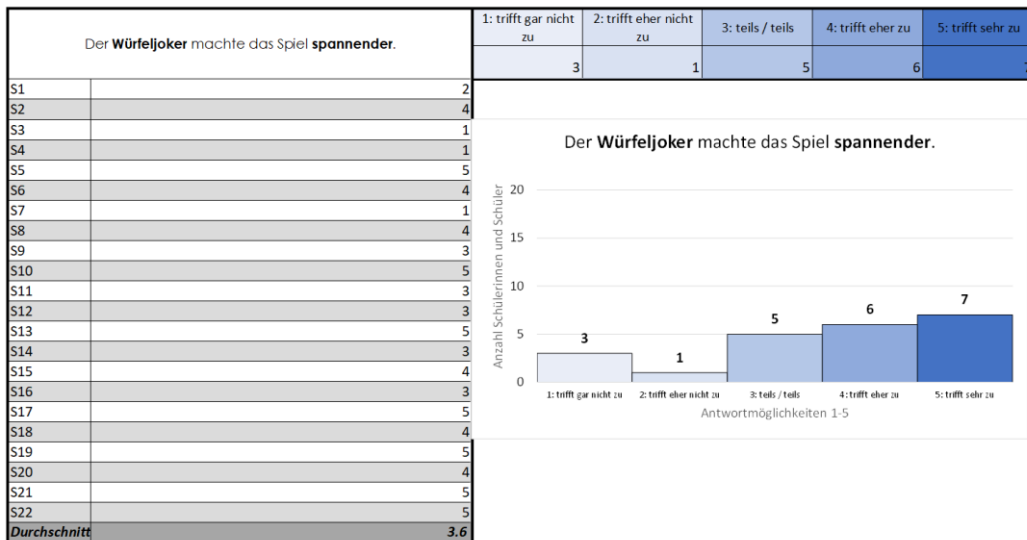
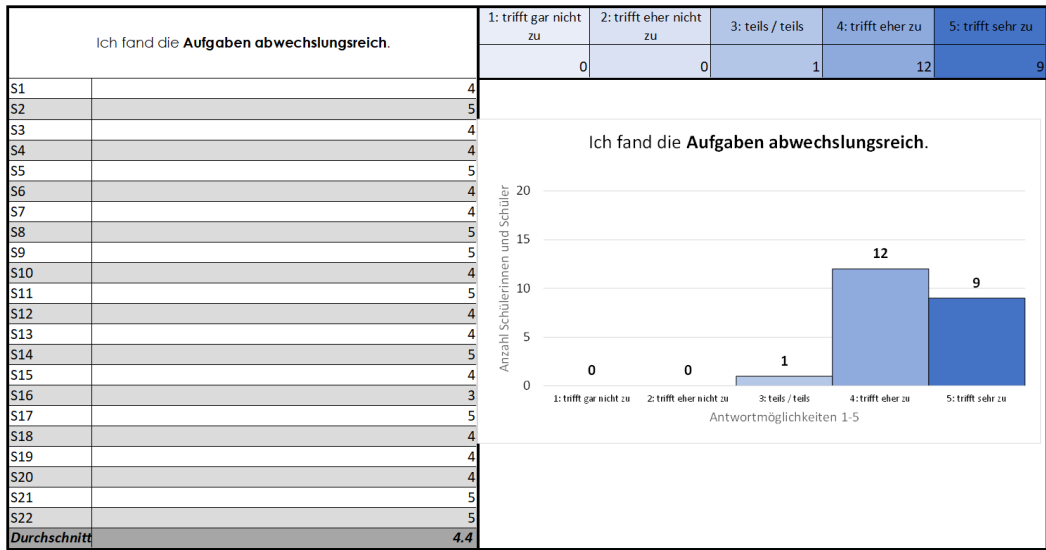
Antwortmöglichkeit	Anzahl Schülerinnen und Schüler
1: trifft gar nicht zu	5
2: trifft eher nicht zu	9
3: teils / teils	4
4: trifft eher zu	2
5: trifft sehr zu	1

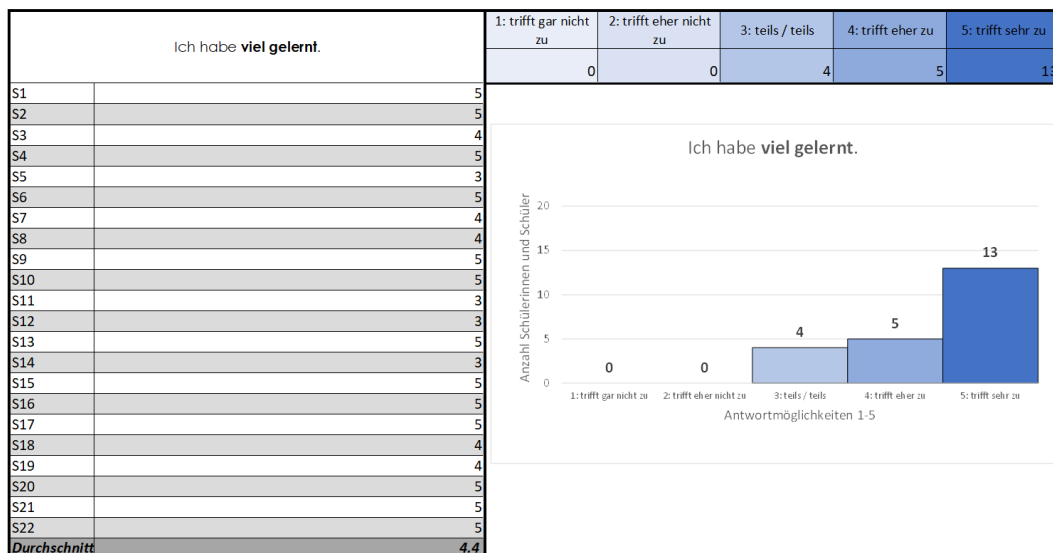
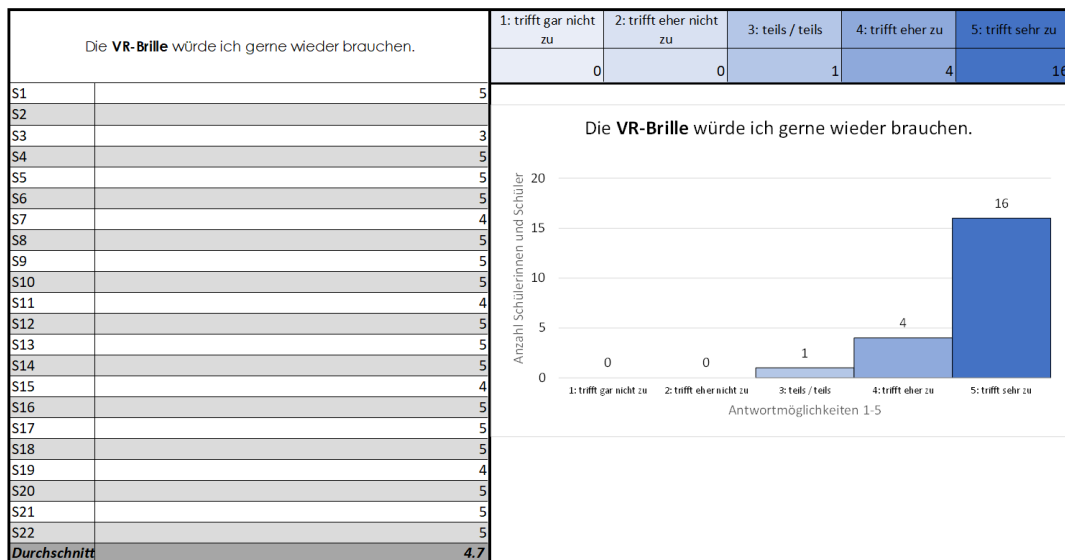
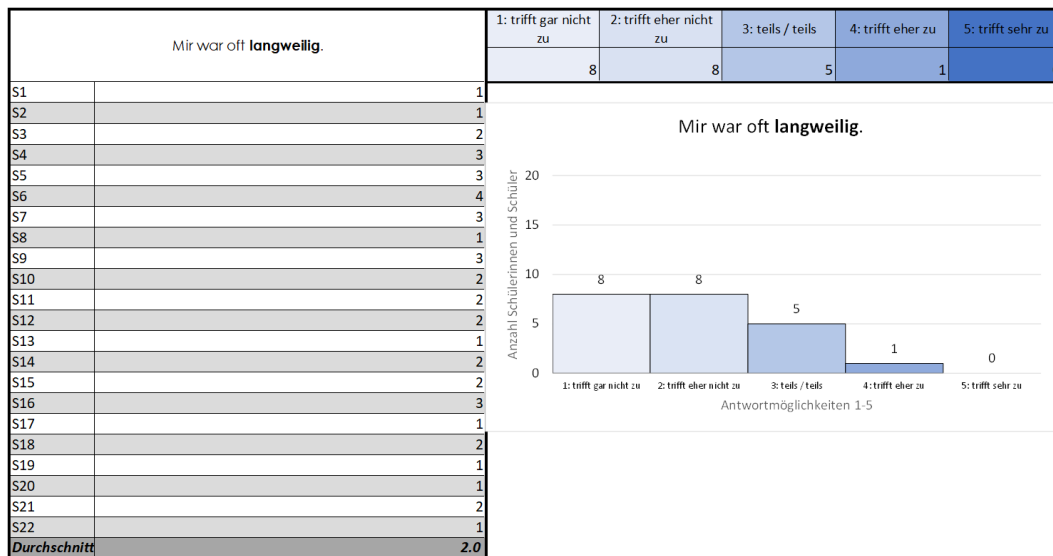
Das Thema Tiefsee <b>interessiert</b> mich.		1: trifft gar nicht zu	2: trifft eher nicht zu	3: teils / teils	4: trifft eher zu	5: trifft sehr zu
		0	1	6	10	4
S1	4					
S2	4					
S3	2					
S4	4					
S5	4					
S6	3					
S7	5					
S8	3					
S9	4					
S10	3					
S11	4					
S12	5					
S13	3					
S14	4					
S15	4					
S16	4					
S17	3					
S18	3					
S19	4					
S20	5					
S21	5					
<b>Durchschnitt</b>	<b>3.8</b>					

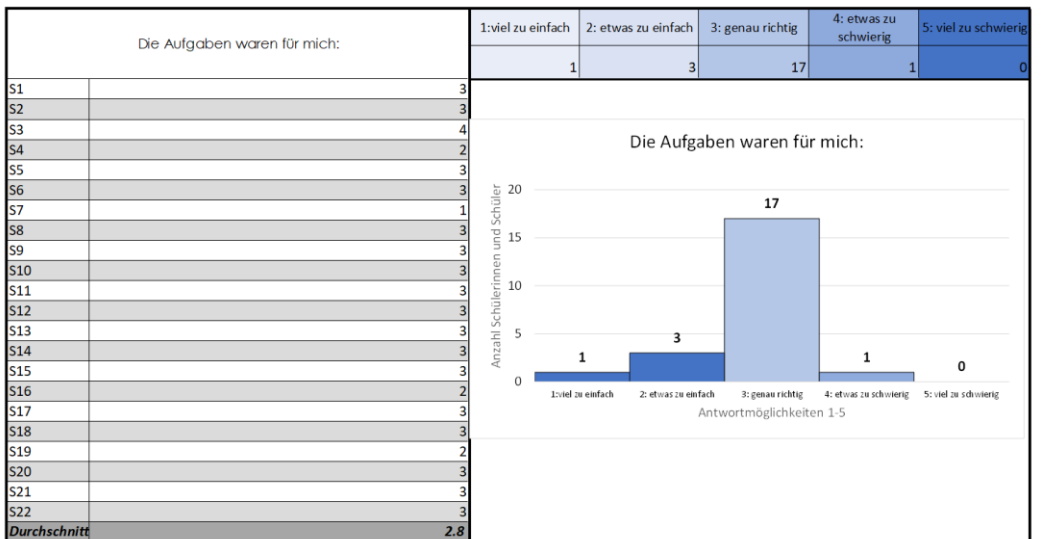
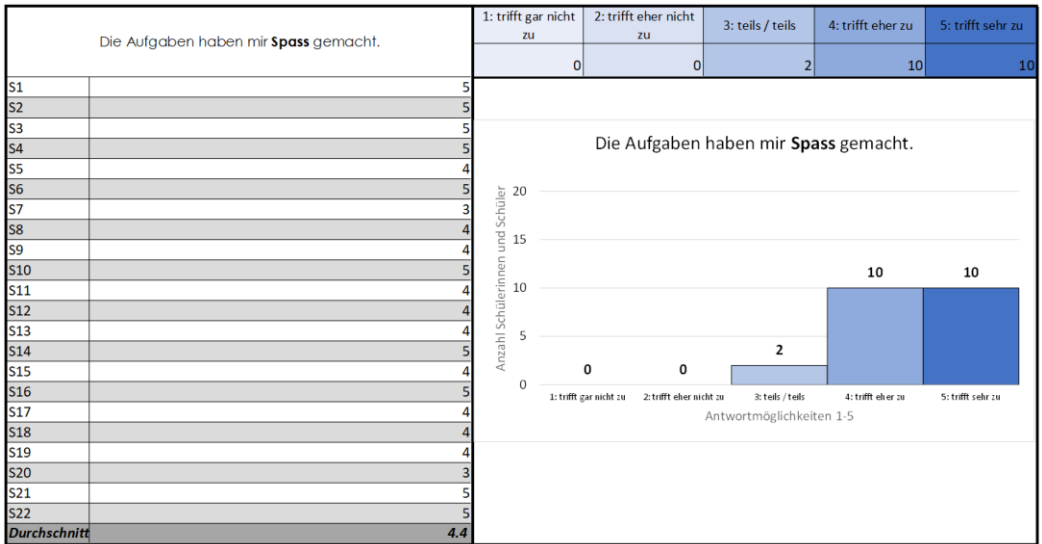
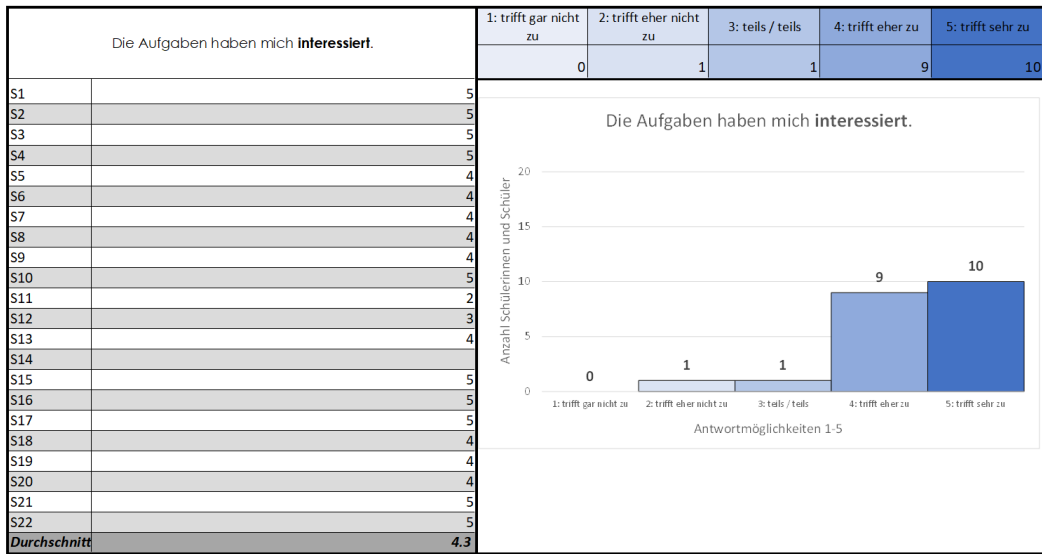
Das Thema Tiefsee interessiert mich.

Antwortmöglichkeit	Anzahl Schülerinnen und Schüler
1: trifft gar nicht zu	0
2: trifft eher nicht zu	1
3: teils / teils	6
4: trifft eher zu	10
5: trifft sehr zu	4



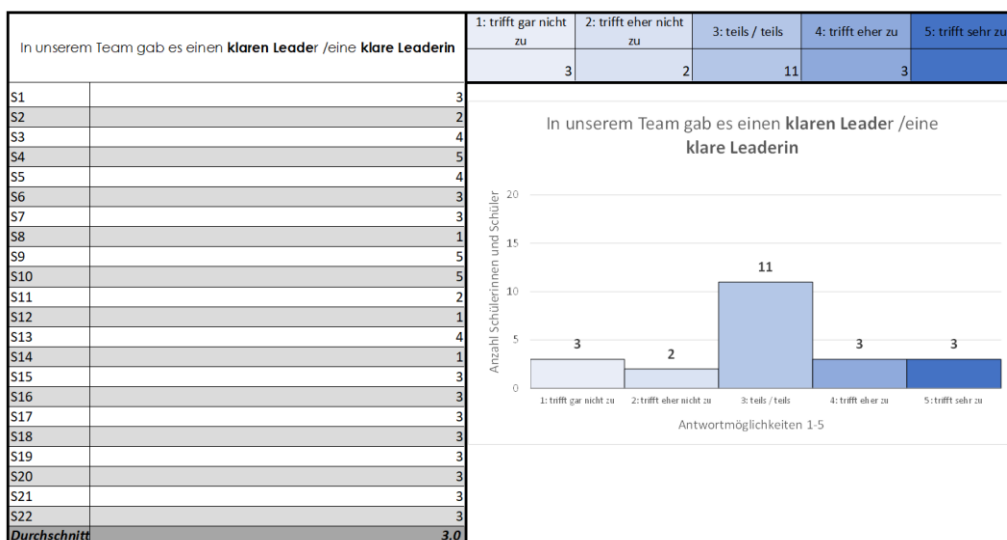
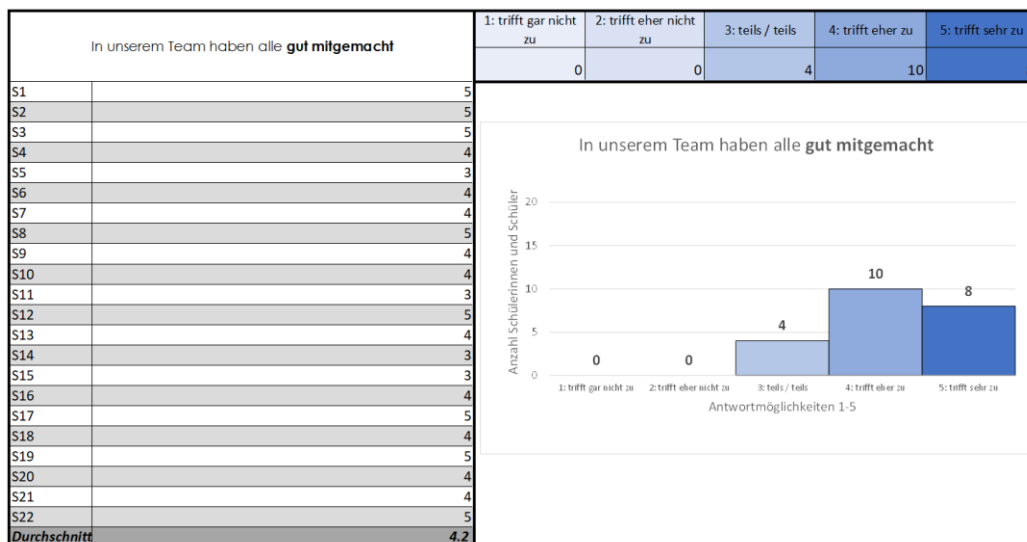


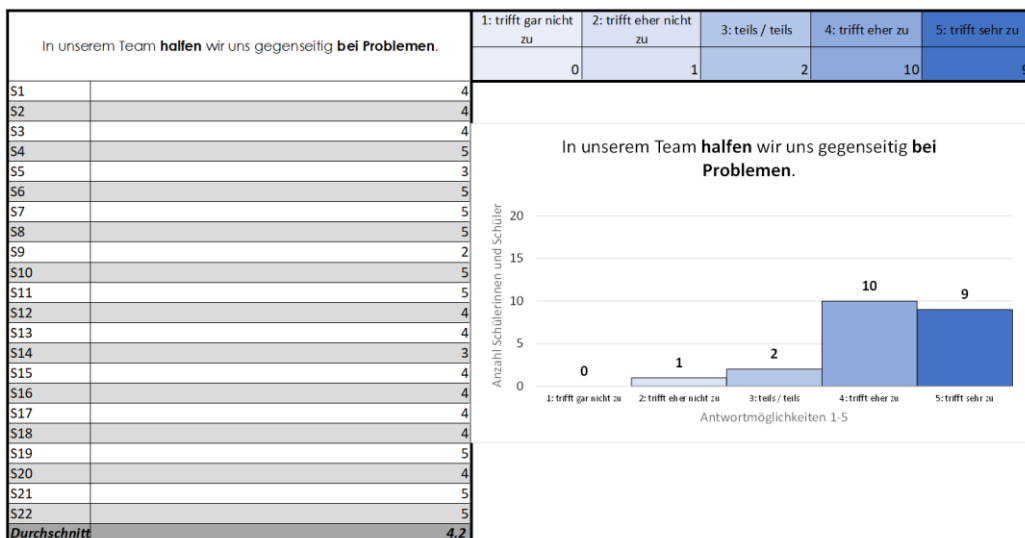
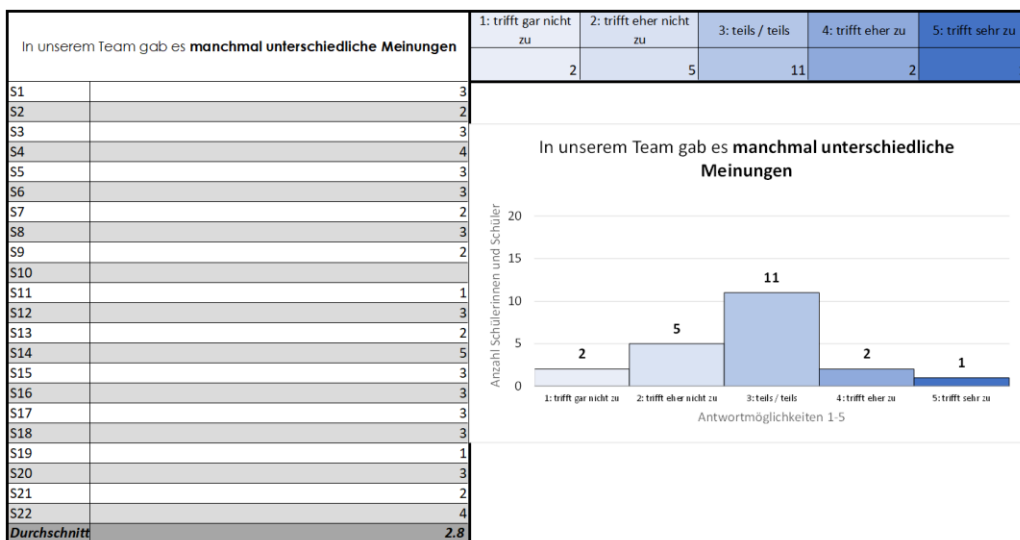
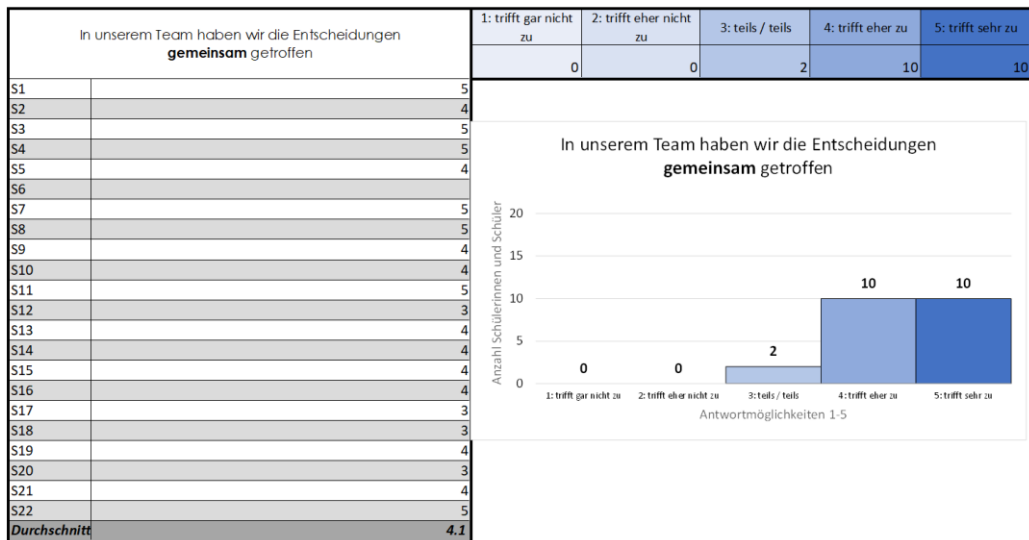






Möchtest du zu einer bestimmten Aufgabe etwas sagen? (Hat dir eine Aufgabe besonders gut gefallen oder könnte man noch etwas verbessern?)	
S1	Ich fand den Einsteig mit der VR-Brille toll. Ich fand es gut, dass Sie auch Bilder einer modernen Expedition wie "MOSAiC" verwenden.
S2	-
S3	Ich würde die Lernblätter und die Gruppenaufgaben separat austeilen, da man so einfach abschaun kann.
S4	-
S5	-
S6	Ich habe die Tiefseetiere spannend gefunden. Interessiert mich sehr, will mehr darüber wissen.
S7	Es war eine sehr coole Erfahrung.
S8	Mir haben eigentlich alle gut gefallen. Man könnte es noch ein wenig strukturierter machen.
S9	-
S10	-
S11	-
S12	Das mit den VR-Brillen war toll.
S13	-
S14	-
S15	-
S16	-
S17	Ich fand alle Aufgaben gut und ich fand es auch sehr spannend. Ich würde es wieder machen.
S18	Mich hat das Arbeitsblatt mit dem Druck erstaunt.
S19	Nein, alle waren gut.
S20	-
S21	-
S22	Ich fand es sehr toll und cool. Es hat sehr Spass gemacht. :)





		1: trifft gar nicht zu	2: trifft eher nicht zu	3: teils / teils	4: trifft eher zu	5: trifft sehr zu
Die <b>Arbeit im Team</b> hat mir mehr Spass gemacht als <b>alleine</b> zu arbeiten		1	2	4	3	12
S1						5
S2						4
S3						3
S4						5
S5						4
S6						2
S7						4
S8						3
S9						2
S10						5
S11						5
S12						5
S13						1
S14						5
S15						3
S16						3
S17						5
S18						5
S19						5
S20						5
S21						5
S22						5
<b>Durchschnitt</b>		<b>4.0</b>				

Anzahl Schülerinnen und Schüler

<b>Was weißt du über das Thema Tiefsee?</b> (du kannst auch in Stichworten antworten)	
S1	Manganknollen, Sonne scheint bis 1'000m
S2	Schwarze Raucher, Wärme, Tiefe, Rekorde, Weltmeere, Tiefseefischerei, Tiefsee, Tiere, Umwelt, Temperaturen
S3	Ich habe viel über die Temperatur und den Lebensraum in der Tiefe gelernt. Ich weiss jetzt auch gut was Tiefseefischerei bedeuten und wie schdlich es für die Tiere und ihren Lebensraum ist.
S4	Manganknollen = geschützt werden sollen. Faszinierende Tiere. Kein Licht ab 1'000m. Biolumineszenz bei Tieren.
S5	Das Manga-Knollen geschützt werden müssen.
S6	Manganknollen, kein Licht mehr bei 1'000m
S7	Das kalters Wasser schwerer ist als warmes Wasser. Manganknollen werden eingesaugt und das führt manchmal zu Problemen und der Lebensraum wird teils zerstört.
S8	Das es dort wertvolle Manganknollen gibt. Und das andere Leute diese abbauen wollen. Ich weiss, dass es dort viele seltene Tiere gibt und dass jemand Names Piccard als erster getaucht ist.
S9	Sonne bis 1'000m, Manganknollen
S10	Das kaltes Wasser schwerer ist als warmes. Dass es dort Mandarnknollen gibt. Das es dort Blopische gibt und die sterben wenn man sie rausholt wegen dem Druck das es dort schwarze Dampfer gibt.
S11	Wasser (kalt) ist schwerer als warmes Wasser. Tiefseefischerei umweltschädlich. Tiere wegen Tiefseefischerei am aussterben.
S12	Ich weiss, dass Piccard der erste Mensch im Tauchboot war und das erst 1 Drittel erforscht wurde und immer wieder neue Arten entdeckt werden. Es gibt Manganknollen die sehr wertvoll sind und wenn man sie abbaut gehen die Lebensräume kaputt.
S13	Die Tiefsee kann bis zu 10'000m tief gehen. In der Tiefsee ist ein enormer Druck und es ist kalt. Es gibt Millionen Lebewesen in der Tiefsee. Ein Mann ist 10'000m hinab getaucht.
S14	Ich weiss was Manganknollen sind. Ich weiss, was schwarze Raucher sind.
S15	Ich weiss, was Manganknollen sind. Ich weiss, was schwarze Raucher ist.
S16	Manganknollen sind gefährdet. Es ist sehr kalt dort unten, die Tiefseefischerei schadet der Umwelt. 1 von 5 Fischen werden getötet.
S17	Ich weiss, dass es viele verschiedene Fische gibt. Ein paar sind von Aussterben bedroht. Ich finde die Manganknollen sehr spannend. Es wäre toll gewesen hätte man einen Manganknollen irgendwo auftreiben können.
S18	Tiefseefischerei, Manganknollen, Schwarze Raucher, tiefster Punkt, 1. Mensch am tiefsten Punkt, Artenvielfalt
S19	Manganknollen, Tiefseefischerei, Schwarze Raucher, hoher Druck, Kälte, Plattenverschiebung, Lava
S20	Manganknollen, Tiefseefischerei, Jaques Piccard, Tiefe von Tauchrobotern, Biolumineszenz, Blobfisch, Schwarze Raucher, Flügelschnecken
S21	Was wir gegen die Zerstörung beitragen können. Vieles über Tiere herausgefunden.
S22	Alles, was ich gelernt habe.

		1: trifft gar nicht zu	2: trifft eher nicht zu	3: teils / teils	4: trifft eher zu	5: trifft sehr zu
Ich weiss <b>viel</b> über die Tiefsee		0	1	6	12	3
S1						3
S2						4
S3						4
S4						3
S5						4
S6						4
S7						4
S8						4
S9						3
S10						4
S11						4
S12						5
S13						4
S14						3
S15						3
S16						3
S17						4
S18						2
S19						4
S20						5
S21						4
S22						5
<b>Durchschnitt</b>		<b>3.8</b>				

Anzahl Schülerinnen und Schüler

Das Thema Tiefsee <b>interessiert</b> mich.		1: trifft gar nicht zu	2: trifft eher nicht zu	3: teils / teils	4: trifft eher zu	5: trifft sehr zu
		0	2	3	6	11
S1						2
S2						5
S3						5
S4						5
S5						4
S6						5
S7						5
S8						5
S9						2
S10						3
S11						5
S12						4
S13						4
S14						3
S15						3
S16						4
S17						4
S18						4
S19						5
S20						5
S21						5
S22						5
<b>Durchschnitt</b>						<b>4.2</b>

Das Thema Tiefsee <b>interessiert</b> mich.	
Anzahl Schülerinnen und Schüler	0 2 3 6 11
Antwortmöglichkeiten 1-5	1: trifft gar nicht zu 2: trifft eher nicht zu 3: teils / teils 4: trifft eher zu 5: trifft sehr zu

Gib dem Spiel eine Schulnote.		1	1.5	2	2.5	3	3.5	4.0	4.5	5.0	5.5	6.0
										5	13	4
S1												
S2												
S3												
S4												
S5												
S6												
S7												
S8												
S9												
S10												
S11												
S12												
S13												
S14												
S15												
S16												
S17												
S18												
S19												
S20												
S21												
S22												
<b>Durchschnitt</b>												<b>5.5</b>

Gib dem Spiel eine Schulnote.	
Anzahl Schülerinnen und Schüler	5 13 4
Antwortmöglichkeiten 1-6	1 1.5 2 2.5 3 3.5 4 4.5 5 5.5 6.0

Was ich sonst noch sagen möchte:	
S1	Ich finde es eine tolle Idee, ich würde es nach ein wenig übersichtlicher und strukturierter machen.
S2	-
S3	-
S4	-
S5	-
S6	-
S7	Das Spiel machte Spass aber ich fände es noch cool wenn man mehr mit der Brille machen könnte.
S8	Es war sehr toll und es hat Spass gemacht. :)
S9	-
S10	Danke viel mal!! Hat Spass gemacht!
S11	Ich fand es sehr cool und es war spannend
S12	Ich fand es ein tolles abwechslungsreiches Spiel. Es hat mir Spass gemacht mit den Videos die Fragen zu beantworten. Es ist toll und cool.
S13	Es hat Spass gemacht.
S14	-
S15	-
S16	Es ist ein interessanter Weg, die Schule spannend und abwechslungsreich zu gestalten.
S17	-
S18	Es hat mir sehr viel Spass gemacht und ich habe viel über die Tiefsee dazu gelernt.
S19	-
S20	Ich fand es toll, dass Sie auch Bilder einer aktuellen Expedition wie MOSAiC verwenden.
S21	-
S22	Es war interessant.

## 6. Leitfadeninterview mit Florian Peverelli, 26. Januar 2021

**Claudia Peverelli:** Also, zuerst herzlichen Dank, nimmst du dir nun noch Zeit, über das durchgeführte Lernspiel zu sprechen. Das Leitfadeninterview würde ich aufnehmen. Ist das für dich in Ordnung?

**Florian Peverelli:** Ja, das ist kein Problem.

**Claudia:** Super, danke vielmals. Dann würden wir starten. Ich habe die fünf Entwicklungsziele als Fragen dabei und würde vorschlagen, dass wir jetzt einfach eine nach der anderen besprechen und du deine Aussensicht, also wie du das Lernspiel erlebt hast, erzählst.

**Florian:** Alles klar.

### ***1. Die Einführungslektion löst bei den SuS Lust zum Spielen und Interesse für das Thema aus. Die Spielregeln sind nach dieser Lektion geklärt. Die Forschungsgruppeneinteilungen sind vorgenommen. Der Spielablauf ist für alle SuS klar und verständlich.***

**Florian:** Also zuerst einmal, können wir ja sagen, dass die Einführung geklappt hat und du alles in der dafür vorgenommenen Zeit geschafft hast. Zur Einführung ist mir aber noch einiges aufgefallen, dass man etwas optimieren könnte. Also für mich müssten die SuS wie ein Dossier haben und allenfalls könnte man die Gruppen auch schon im Voraus machen. Dann ist wie klar, wer mit wem. Die Gruppen mit dem Los zu machen fand ich auch lustig. Man könnte ihnen das Dossier wie auf den Tisch legen, und die Gruppen sind schon gemacht, das würde auch Zeit sparen und dann wäre alles schon vorbereitet. Das wäre dann auch rein zufällig oder. Nicht das dann zu viele Blätter verteilt werden müssten. Das braucht natürlich auch immer wieder Zeit.

**Claudia:** Genau, und dass dies dann auch zu einem Puff mit den Blättern geführt hat, war nicht ideal. Ein Dossier wäre besser geeignet.

**Florian:** Genau, aber für das hast du das Lernspiel ja jetzt ausgetestet, um genau solche Dinge festzustellen. Das ist jetzt eine Erkenntnis, die man optimieren kann. Genau und wenn ich daran denke: Wir haben hier YouTubes, dann haben wir mit den Arbeitsblättern Leseverständnis, dann haben wir noch QR-Codes. Und dann merken die SuS allenfalls: „Ah Mist, ich habe kein Smartphone. Ich muss mit dem Laptop. Ja mit dem Laptop kann ich den QR-Code nicht lesen. Dann muss ich wissen wie das YouTube-Video heisst. Dann muss ich auf YouTube gehen und das YouTube-Video

suchen.“ Das sind alles einzelne Schritte, die Zeit in Anspruch nehmen und gerade für etwas langsamere SuS anspruchsvoll sind. Es sind auch wie viele Sachen parallel. Und das ist dann die Schwierigkeit. Und wenn das bereits bei Sekundarschüler schwierig ist, dann...

**Claudia:** Ich hatte einfach in meinem Kopf das Smartphone, auch im Zusammenhang mit der VR-Brille, da es dafür das Smartphone braucht. Aber wenn nicht alle das Smartphone dabei haben, wird es bereits mit der VR-Brille schwierig. Man könnte aber auch allen einen Laptop hintun und sie erhalten ein digitales Blatt, auf dem die YouTube-Links drauf sind. Die sie dann nur noch anklicken müssen und so gleich auf YouTube beim richtigen Video landen. Das braucht weniger Zeit und dann wäre es für alle SuS gleich und es gibt keinen Zusatzaufwand, da die einen ein Smartphone haben und die anderen nicht. Das Ganze müsste noch etwas schlanker werden. Der Einstieg war aus meiner Sicht ein ziemlicher Stress und ich persönlich musste an so viele Sachen denken: Vorstellen wer ich bin, kurze Einführung, dann Evaluation mit QR-Code, dann Einführung VR-Brille, dann Einführung ins Spiel mit PPP, dann Ziel erklären, um was geht es, wer sind wir, wo sind wir. Dann Gruppen machen mit Losentscheid, das gleich eintragen und dann noch die Arbeitsblätter verteilen, damit in der nächsten Lektion gestartet werden kann. Dies alles in 45min, bei dem die ganze Klasse immer dasselbe machen muss, ist intensiv.

**Florian:** Man hat sicher gemerkt, also du bist dann immer wie souveräner geworden, aber man hat sicher gemerkt, für dich ist es jetzt auch das erste Mal. Du hast so viel im Kopf gehabt. Also auch das mit diesen 3D-Brillen ist sehr cool. Wiederum frage ich mich auch, weißt du könnte das wie ein eigener Posten während dem Lernspiel sein. Dass dann nur zwei-drei ein Smartphone haben. Oder wie am Schluss tauchen wir noch ein. Keine Ahnung weißt du es ist so wie, was ist denn dann der Lernerfolg daraus. Weißt du, wenn sie mit der VR-Brille ein Rätsel entdecken könnten. Es war dann so wie, okay jetzt schauen wir das 7-8min. und danach was habt ihr gesehen: Ja ich habe einen Rochen gesehen, ja ich habe einen Fisch gesehen. Weißt du wie ich meine, es ist ein cooles Gadget oder es ist super nah bei den jungen Menschen und trotzdem frage ich mich, ja für den Aufwand, 22 Brillen im Voraus falten, austeilern und wieder einsammeln, dann nur gut 10min im Unterricht kurz einsetzen, macht das Sinn? Dann auch noch Einstellungen im YouTube vornehmen: Auflösung, VR-Modus, etc. Es sind einfach so viele Schritte dazwischen.

**Claudia:** Genau, die VR-Brillen könnte man schon alleine als Thema behandeln, z.B. auch fächerübergreifend im Medien und Informatik und RZG und dann wären einfach die VR-Brillen das Thema. Vielleicht auch etwas weniger ist mehr. Ich habe dieses Video entdeckt und mir gedacht oh ein super Einstieg und dann noch gleich mit den VR-Brillen. Dass dies eben alles Zeit braucht und wohl in einer Doppellektion angenehmer gewesen wäre, steht fest.

## ***2. Das Lernspiel ist übersichtlich und interessant aufgebaut.***

**Florian:** Die Materie ist wirklich interessant. Und das zeigte sich auch, als die SuS die Aufträge gut und sauber erledigt hatten und man hat gemerkt, das Spiel funktioniert. Auch das mit den YouTube-Filmen hat sehr gut funktioniert. Was etwas kompliziert war zu Beginn ist, dass Forscher 1 = Arbeitsblatt 1, Forscher 2 = Arbeitsblatt 2, etc. Und dann beim nächsten Mal hatte dann Forscher 1 = Arbeitsblatt 4, Forscher 2 = Arbeitsblatt 5, etc. Es hat sich dann schon wiederholt, aber dies war zu Beginn etwas unklar. Hier könnte man dies allenfalls auch noch etwas klarer definieren. Zum Beispiel mit Farben, dass Forscher 1 immer die blauen Arbeitsblätter hat und nicht mit Zahlen. Dann ist es etwas übersichtlicher und die Info, dass die anderen Forscher aus dem Team die Farbe Rot und Grün oder so haben. Dann ist es klar. Zudem war es etwas unklar, du hattest ja auf der Rückseite der Arbeitsblätter so Kästchen dann wieder mit AB 1: Thema, AB 2: Thema. Da wussten die SuS dann nicht, ob sie das jetzt auch lesen müssen oder nicht, da sie ja ein anderes Thema haben. Die Zeit ist sicher etwas knapp bemessen, aber du musstest ja auch noch die Evaluation durchführen, also den Fragebogen. Sonst hätten sie da auch noch mehr Zeit gehabt. Aber alle wurden ja dann doch fertig mit den Gruppenaufträgen, das war super.

**Claudia:** Ou ja Farben wären auch eine gute Idee und die Kästchen auf der Rückseite braucht es eigentlich auch nicht, ich könnte das einfach in einen Fliesstext tun, dann ist klar, dass sie das auch lesen müssen. Ich habe mir da halt gedacht, dass sie so auch von den anderen Arbeitsblättern eine Ahnung haben und dann beim Austausch im Gruppenauftrag auch etwas wissen. Aber das kann ich auch etwas anders darstellen, dann ist das dann viel übersichtlicher.

### **3. Der Wissenszuwachs zum Thema Tiefsee wird durch das Lernspiel gesteigert.**

**Florian:** Ich denke, es hat sicher ein Wissenszuwachs stattgefunden. Bei manchen etwas mehr, bei manchen etwas weniger. Aber RZG interessiert ja auch nicht alle SuS gleich. Ich war beeindruckt, wie viele Punkte sie bei den jeweiligen Aufgaben geholt haben. Das hat ja auch gezeigt, dass sie das Gelesene verstanden haben. Auch in der Auswertungslektion haben die SuS spannende Ansätze formuliert, was wir Menschen tun könnten. Sie haben dir auch gut zugehört und das zeigt auch, dass sie Interesse am Thema hatten.

**Claudia:** Genau, das fand ich auch so. Besonders die Tiefseefischerei hat sie gepackt, denke ich. Denn wenn es um Tiere geht, die sterben müssen oder auch um die Umweltverschmutzung, haben die SuS sofort einen emotionalen Bezug. Auch die faszinierenden Tiere haben ihnen gefallen.

**Florian:** Das finde ich auch. Ich denke auch der Mix zwischen der Faszination und dann aber auch, dass die Tiefsee für die Wirtschaft interessant ist. Dieser Mix ist dir gut gelungen, das so aufzuzeigen. Obschon nicht so viel Zeit für das Thema da war, haben sie alle diesen Lebensraum kennen gelernt und wissen jetzt sogar auch, dass man ihn schützen muss und auch, was wir alle dazu beitragen könnten. Ich würde das Lernspiel auf jeden Fall wieder ausprobieren.

### **4. Die SuS sollen Spass am Lernspiel haben. Dies wird durch Methodenvielfalt sowie den Einsatz eines Würfeljokers, welcher den Faktor „Zufall/Glück“ ins Spiel bringt, umgesetzt.**

**Florian:** Also Spass hatten sie auf jeden Fall. Diese YouTube Videos sind sehr gut angekommen. Es hat sie auch, denke ich, noch ein bisschen motiviert, als sie sahen, welche Gruppe wie viele Punkte gesammelt hat. Und gerade eine Gruppe wollte alle Punkte holen und hat sich sehr Mühe gegeben bei den Aufgaben.

**Claudia:** Ich habe hier eine Gruppe gesehen, die etwas gemütlich unterwegs war. Wohl auch weil sie wussten, dass dieses Thema nicht getestet wird. Aber bei eigentlich allen anderen habe ich auch festgestellt, dass sie die Arbeitsblätter gerne lösten und die Videos Spannung reinbrachten. Mir hat eine Schülerin dann auch gesagt, dass sie das Video-Quiz sehr cool fand, da es mehr spannend sei, wenn man ein Video schauen kann. Ein anderer Schüler meldete mir zurück, dass er gerade das



Arbeitsblatt zum Druck, dass ich eher etwas anspruchsvoll fand, sehr spannend war und er viele Dinge noch nicht gewusst hatte zuvor.

### **5. Das Lernspiel fördert die Kooperation zwischen den Forschungsmitgliedern.**

**Florian:** Die SuS mussten sich entscheiden, bei welcher Aufgabe sie den Würfeljoker einsetzen wollten und da waren sich manche schon nicht ganz einig und mussten dann wie abwägen, wo es wohl am sinnvollsten war. Dazu haben sie diskutiert und sich ausgetauscht. Das war super. Es gab aber auch eine sehr schnelle Gruppe, bei der sehr schnelle Gruppenmitglieder einfach die anderen Arbeitsblätter der anderen Mitglieder auch gelesen hatten und dann kurzerhand selber die Lösungen ausfüllen konnten. Vielen hat das aber sehr gefallen, das zusammen tun zu dürfen und nicht alleine. Ich denke, das ist ja auch etwas, was sie später brauchen, also gemeinsam Entscheidungen treffen und nicht einer in die Richtung einer in die andere Richtung.

**Claudia:** Ja, ich fand die Kooperation auch gut. Die SuS konnten auch im Flüsterton arbeiten und sich austauschen. Bei einigen Aufgaben wurde dann auch ziemlich diskutiert und dann noch einmal gemeinsam, also die ganze Gruppe, das Arbeitsblatt oder den Abschnitt durchgelesen, damit sie die Aufgaben lösen konnten. Ich fand, dass die SuS gerne zusammengearbeitet haben.

So, wir sind schon am Ende des Interviews angekommen. Vielen Dank, hast du dir dafür Zeit genommen.

**Florian:** Das ist gern geschehen.

## 7. Nutzungserklärung SWR



Südwestrundfunk  
Anstalt des öffentlichen Rechts

Unternehmensarchiv  
HA Information, Dokumentation und  
Archive des SWR und des SR

Neckarstraße 230  
70190 Stuttgart

### Nutzungserklärung

Vor-/Nachname: Claudia Peverelli  
Adresse: Bölliz 59, 3600 Thun, SCHWEIZ  
Telefon / E-Mail: +41 77 401 96 59 / claudia.peverelli@stud.phbern.ch  
Institution/Universität: Pädagogische Hochschule Bern  
Art der Arbeit: Masterarbeit  
wissenschaftl. Fragestellung/Nutzungszweck: Unentdeckte Tiefen - ein kooperatives  
Lernspiel zur Entdeckung des Tiefseelebensraums im  
RZG-Unterricht auf der Sekundarstufe 1

Ich versichere, die mir vom SWR zur Verfügung gestellten Audio-/Videodokumente nur im Rahmen des genannten Nutzungszweckes zu verwenden. Die vom SWR erteilte Erlaubnis bezieht sich allein auf die wissenschaftliche und nicht kommerzielle Nutzung der Dokumente. Eine andere, über den genannten Zweck hinausgehende Nutzung ist nicht zulässig. Ich versichere außerdem, die Urheberrechte des SWR und anderer Beteiligten zu beachten.

Ort/Datum/Unterschrift: Thun, 25.11.2020



**Liste der zur Verfügung gestellten Audio-/Videodokumente:**


Planet Wissen Studioanteile	01	 	55'46"	07.02.2018 08:11:15	2149472
<b>Titel</b>					
Serien-/Reihentitel SDG Planet Wissen					
Sende-/Haupttitel SDG Entdeckungsreise In die Tiefsee - Forschung am Limit					
Beitragstitel 01 Studioanteile					



## 12 Selbständigkeitserklärung

Name und Vorname	Peverelli Claudia
Matrikelnummer	17-864-083
Titel der Arbeit	Unentdeckte Tiefen Ein kooperatives Lernspiel zur Entdeckung des Tiefseelebensraums im RZG-Unterricht auf der Sekundarstufe I

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Masterarbeit selbstständig erarbeitet habe. Des Weiteren bestätige ich, sämtliche Zitate nach bestem Wissen als solche gekennzeichnet und die entsprechenden Literaturquellen und elektronischen Quellen vollständig angegeben zu haben.

Datum	<b>20.04.2021</b>
Unterschrift	

Es wird darauf hingewiesen, dass gemäss der Verordnung vom 13. April 2005 (PHV Art. 59b, Fassung vom 30.10.13) und dem Gesetz vom 8. September 2004 (PHG Art. 66, Fassung vom 03.06.13) der deutschsprachigen Pädagogischen Hochschule der Grundsatz der Lauterkeit in der Wissenschaft gilt. Ein Verstoss gegen den Grundsatz der Lauterkeit in der Wissenschaft liegt vor, wenn falsche Angaben gemacht werden, geistiges Eigentum anderer verletzt wird oder eine Forschungstätigkeit auf andere unlautere Weise beeinträchtigt wird. Je nach Schweregrad der Verletzung kann dies einen schriftlichen Verweis durch die Institutsleitung oder den Ausschluss vom Studium an der Pädagogischen Hochschule nach sich ziehen (PHV Art. 59b, PHG Art. 66).