

Haie

Ein Jäger wird zum Gejagten

J. Nolding, N. Grotjohann

Universität Bielefeld, Universitätsstr. 25, 33615 Bielefeld, norbert.grotjohann@uni-bielefeld.de

Der Beitrag gibt einen kurzen Überblick über die Biologie der Haie. Aufgrund der gestiegenen Nachfrage nach Haiprodukten, vor allem Flossen, ist diese sehr alte Tiergruppe akut vom Aussterben bedroht. Das Thema wird, unter besonderer Berücksichtigung des Finnings, für Ökologiekurse der Oberstufe aufgearbeitet.

Haie, Finning, Haifischflossen, Artenschutz, Überfischung

1 Einleitung

Regelmäßig erscheinen in den Nachrichten Meldungen über Haiangriffe. Diese Nachrichten bestärken bei den Menschen eine Vorstellung vom Hai als rücksichtslosen Killer, der grundlos Surfer oder Taucher attackiert. Aber auch die Unterhaltungsindustrie trägt ihrerseits durch Filme wie „Der Weiße Hai“ zu diesem Bild maßgeblich bei. Doch inwiefern stimmt dieses Bild vom Hai mit der Realität überein? Zählungen im Jahre 2013 zufolge gab es weltweit nur 72 Haiangriffe, von denen 62 ohne tödliche Folgen blieben. Seit 1580 (Beginn der Aufzeichnungen) wurden insgesamt 767 unprovizierte Haiangriffe auf Menschen dokumentiert. Dabei gilt bereits ein Anstupfen durch einen Hai als Angriff!

Generell ist die Wahrscheinlichkeit, beim Schwimmen im Meer von einem Hai angegriffen zu werden, also als äußerst gering einzuschätzen. Zum Vergleich starben in Deutschland im Mai 2014 allein 1233 Menschen durch Verkehrsunfälle.

Der Weiße Hai in Abb. 1 wurde von R. Kiefner in freier Natur (ohne Käfig) unter Wasser aufgenommen. Der folgende Artikel soll zeigen, dass Haie keine „Killermaschinen“, sondern unglaubliche Anpassungskünstler mit einer faszinierenden Erscheinung sind. Außerdem soll gezeigt werden, dass Haie immer mehr zu Gejagten werden. Waren Haie vor Jahren ein unbeliebter Beifang, so wird heute gezielt auf Haie Jagd gemacht. Dabei wird von den Fischern u.a. die Methode des „Finnings“ angewandt. „Finning“ leitet sich von dem englischen Wort „fin“ (Flosse) ab und beschreibt eine Methode, bei der gefangenen Haien oft bei lebendigem Leib die Flossen abgeschnitten werden, während der restliche Körper, der aus ungenießbarem Fleisch besteht, wieder zurück in das Meer geworfen wird. Dort gehen die Tiere elendig zugrunde. Durch das Entfernen der Flossen ist ihnen die Möglichkeit zur Fortbewegung genommen und dementsprechend können die Haie keinen steten Wasserstrom über ihre Kiemen gewährleisten, der für die meisten Arten für einen effizienten Gasaustausch vonnöten ist. Folglich ersticken die Haie qualvoll. Auf diese Problematik, aber natürlich auch auf die Besonderheit der Haie, haben in den letzten Jahren vor allem die Naturschutzorganisationen *Sharkproject*, *Greenpeace* und *WWF* mittels Dokumentarfilmen und Informationsmaterial auf ihren Internetseiten hingewiesen. Diese Problematik beruht u.a. auf dem wirtschaftlichen Wachstum Chinas und bedingt eine Überfischung der Haipopulationen. Die Folge dieser Überfischung ist, dass mehr als 30 % aller Haiarten nun dem Aussterben nahe sind. Vor allem viele große Haiarten, deren große Flossen auf dem Markt entsprechende Gewinne abwerfen, sind bedroht.

Die geplante Unterrichtseinheit zielt dementsprechend darauf ab, den Schülerinnen und Schülern die mögliche existierende Furcht vor den Haien zu nehmen, damit sie diese überwinden und die

Notwendigkeit zum Schutz der Haie erkennen. Denn „ohne Haie stirbt das Meer, ohne das Meer sterben wir“ [1].

2 Die Biologie der Haie

Haie (Selachii) leben bereits seit 400 Millionen Jahren in den Ozeanen der Erde und sind damit eine der ältesten Tiergruppen. Ihre lange Existenz beweist auch, dass sie echte Anpassungskünstler an sich stetig verändernde Umweltbedingungen wie z.B. die Klimaschwankungen der letzten Millionen Jahre sind. Extremformen wie das Megalodon konnten vor ca. 2 bis 17 Mio. Jahren gigantische Ausmaße von fast 20 m Länge und 100 Tonnen Gewicht erreichen [2]. Rekonstruktionen der Kiefer finden sich u.a. im *American Museum of Natural History* und im *National Aquarium* in Baltimore [3, 4]. Ein



Abb. 1 Weißer Hai (*Carcharodon carcharias*) in der freien Natur.
Foto Ralf Kiefner, www.ocean-pix.de

Unterrichtsbeitrag zum Thema Evolution der Fische könnte (im Falle des Megalodon) besonders Schülerinnen und Schüler der jüngeren Jahrgangsstufen beeindrucken. Heute werden ca. 500 rezente Haiarten unterschieden, die sowohl in tropischen Gewässern, im Freiwasser der Ozeane, im Küstenbereich oder sogar in Flussläufen (z.B. Gangeshai und Bullenhai) zu finden sind.

Haie gehören zu der Klasse der Knorpelfische und zu der Unterklasse der Plattenkiemer (Elasmobranchii). Eine Besonderheit der Knorpelfische ist, dass ihr Skelett – im Gegensatz zu dem der Knochenfische – aus leichtem Knorpel, einem biegsamen Stützmaterial, besteht. Die Kiemen der Plattenkiemer sind nicht mit einem Kiemendeckel bedeckt, sondern liegen offen, sodass die Kiemenschlitze von außen sichtbar sind (Abb. 2 oben).

Ein besonderes Merkmal der Haie ist, dass ihnen eine Schwimmblase fehlt. Den für das Schwimmen nötigen Auftrieb erhalten die Haie durch ihr leichtes Stützskelett aus Knorpel und insbesondere durch ein Lipid (Squalen), das in der Leber der Haie produziert und eingelagert wird. *Squalen* – eine farblose, ölige Substanz hat mit $0,86 \text{ g/cm}^3$ eine deutlich geringere Dichte als das Meerwasser, das eine Dichte von ca. $1,0261 \text{ g/cm}^3$ hat und ist somit für den Auftrieb des Haies verantwortlich. Bei manchen Haien ist die Leber durch die Einlagerung von Lipiden so stark vergrößert, dass sie bis zu 25 % des gesamten Körpergewichts ausmachen kann [5]. Im Allgemeinen besteht die Leber der Haie bis zu 90 % aus Ölen, was den Auftrieb der Haie beinahe bis zur Neutralität erhöht [6]. Entsprechend kann man sich vorstellen, dass der Hai durch das Öl in seiner Leber „buchstäblich schwerelos dahintreibt“ [5]. Ein Riesenhai, der an der Luft 1000 kg wiegt, hat demnach im Wasser ein Gewicht von nur 3.3 kg. Das spezifische Gewicht wird also auf bis zu 0,03 % des Luftgewichts reduziert [6]. Ein weiterer Vorteil durch die Regulierung des Auftriebs mit Hilfe von Öl ergibt sich daraus, dass Öl im Gegensatz zu Luft nicht komprimierbar ist, was den Haien ermöglicht, ihre Tauchtiefe ohne Dekompressionsprobleme stark zu variieren. Das Öl dient zugleich als Energiespeicher und kann in Zeiten der Nahrungsknappheit zur Energiebereitstellung verstoffwechselt werden [6].

2.1 Sinnesorgane und weitere Anpassungen an die Jagd

Dank seiner Sinnesorgane ist der Hai perfekt für die Jagd ausgestattet. Schließlich sind fast alle Haie carnivor. Eine Ausnahme bilden der Riesenhai und der Walhai, die sich von Plankton ernähren, das sie aus dem Meer filtrieren. Generell kann ein Hai fünf verschiedene Reize aus seiner Umwelt wahrnehmen: chemische bzw. olfaktorische, akustische, mechanische, optische und elektrische Reize. Am besten ausgebildet ist der olfaktorische Sinn. Der Zitronenhai beispielsweise kann bereits Fischextrakte in Verdünnung von einem Teil Fischextrakt in bis zu 25 Millionen Teilen Meerwasser wahrnehmen [6]. Per Geruch wird die potenzielle Beute schnell lokalisiert. Durch die Bewegung des Hais wird ein konstanter Wasserstrom über die Chemorezeptoren gewährleistet, die sich in den paarigen Nasengruben an der Schnauzenunterseite befinden. Dabei binden im Wasser befindliche Moleküle an die Chemorezeptoren, die direkt mit dem großen Riechzentrum im Gehirn verbunden sind. Ebenso ist der Gehörsinn dank der paarigen Ohren, die im Inneren des Kopfes liegen, gut ausgebildet. Der Lebensraum Wasser bietet zwei entscheidende Vorteile: zum einen leitet Wasser gegenüber Luft den Schall schneller und weiter, zum anderen sind die Geräusche im Meer, dank der geräuschlosen Fortbewegung aller Lebewesen, auf ein Minimum reduziert, sodass Veränderungen schnell und gut wahrgenommen werden können. Schall- und Druckveränderungen können zudem über das Seitenlinienorgan wahrgenommen werden. Bewegungen und andere Druckveränderungen werden nur bis zu 30 Meter Entfernung wahrgenommen. Anders verhält es sich mit Schall, der noch aus größerer Entfernung wahrgenommen wird. Das Auge des Hais ist, ähnlich dem menschlichen Auge, mit Zapfen und Stäbchen ausgestattet, was Farbsehen und Dämmerungssehen ermöglicht. Darüber hinaus haben Haie eine an ihren Lebensraum wichtige Anpassung generiert: das *Tapetum lucidum*. Hierbei handelt es sich um eine hinter der Netzhaut liegende Schicht aus Glanzlamellen, die das eintreffende Licht reflektiert und auf die Netzhaut zurückwirft. So kommt es zu einer doppelten Reizung der Lichtsinneszellen und damit zu einer verbesserten Sicht, besonders in tieferen Wasserschichten, wo weniger Licht vorhanden ist.



Abb. 2 Portraitaufnahme eines Weißen Hais mit geöffneten Augen (oben). Die Augen werden beim Fressen zum Schutz weggedreht (mitten), oder sind, wie beim Tigerhai, durch eine Nickhaut geschützt (unten)

Fotos Ralf Kiefner, www.ocean-pix.de

Des Weiteren besitzt die Linse einen hohen Brechungsindex, sodass auch weit entfernte Objekte scharf abgebildet werden können. Nähere Objekte werden scharf gesehen, indem die kugelige Linse durch Muskelkontraktion nach vorne bewegt wird. Zum Schutz der Augen, besonders bei einem Angriff auf ein Beutetier, sind zwei Mechanismen zu unterscheiden:

Neben den zwei unbeweglichen Augenlidern hat sich ein drittes bewegliches Augenlid (Nickhaut) entwickelt, das schützend über die Augen gezogen wird, vgl. Abb 2. Haiarten ohne Nickhaut (z.B. der Weiße Hai) drehen bei einem Angriff zum Schutz den gesamten Augapfel nach innen. Schließlich können Haie mit Hilfe spezifischer Poren, den *Lorenzinischen Ampullen*, in der Nähe befindliche elektrische Ströme wahrnehmen, die von dem Nervensystem ihrer Beute erzeugt werden. Diese Poren sind vor allem in der Schnauzenregion des Hais zu finden und sind mit einer elektrisch leitenden Flüssigkeit gefüllt. Außerdem tragen sie an ihrer Basis eine sensorische Haarzelle. Mit Hilfe des elektrischen Sinns können Haie im Boden vergrabene Beutetiere wahrnehmen. Darüber hinaus helfen die Lorenzinischen Ampullen dem Hai, sich am Magnetfeld der Erde zu orientieren. Neben den Sinnesorganen sind weitere Anpassungen zu erwähnen, die für den Hai bei der Jagd auf seine Beute von Vorteil sind. In der Regel besitzt der Hai einen stromlinienförmigen Körper und kann sich damit schnell und energiesparend im Wasser bewegen (Ausnahme: Grundlebende Haie mit abgeflachtem Körper). Der Reibungswiderstand beim Schwimmen wird zusätzlich durch die Struktur der Haut verringert. Auf der Haut ist eine knöcherne Basalplatte verankert, die Hautzähne (Placoiden) trägt, die, wie die Zähne, aus *Pulpa*, *Dentin* und *Vitrodentin* bestehen. Durch die Hautzähne weist die Haut eines Hais eine sandpapierähnliche Struktur auf, wodurch beim Schwimmen um den Körper kleine Mikrowirbel entstehen und den Reibungswiderstand verringern. Die Hautstruktur der Haie dient in der Bionik z.B. als Vorlage dafür, Flugzeuge oder auch Schwimmanzüge so zu gestalten, dass sich der Luft- bzw. Wasserwiderstand verringert.

Entsprechend ihrer Nahrung sind zudem drei grundsätzliche Zahnformen zu unterscheiden: große, dreieckige, sehr scharfe (z.T. gezackte) Zähne zum Herausreißen von Fleischstücken aus der Beute, schmale, gebogene, sehr lange Zähne zum Festhalten der Beute oder abgeflachte bzw. plattenförmig angeordnete Zähne zum Knacken der Schalen von Mollusken. Von diesen Grundtypen gibt es zahlreiche Abwandlungen und Varianten. Die Zähne der Haie sind nicht im Kiefer, sondern im Zahnfleisch verankert und brechen deshalb schnell ab. Um den Verlust ständig abbrechender Zähne bei der Jagd vorzubeugen, besitzen Haie ein sogenanntes Revolvergebiss, d.h., dass in einer Grube in der Kieferhöhle ständig neue Zähne nachgebildet werden. Hinter den Frontzähnen sitzen somit 5 bis 15 Reihen mit Ersatzzähnen, vgl. Abb 3.



Fossile Haizähne, die auf unterschiedliche Beute schließen lassen. Oben: obere Kreide, 80 Mio. Jahre, Marokko; unten: Miozän, 20 – 25 Mio. Jahre, Florida, Golfküste.



Ausschnitt aus dem Oberkiefer eines rezenten Hais mit „Haltezähnen“ (oben) und „Schneidezähnen“ (unten) aus dem Unterkiefer.



Revolvergebiss eines Bullenhais (*Carcharhinus leucas*).



Gebiss eines Muscheln und Krebse fressenden Hais.

Abb. 3 Unterschiedliche Zahnformen der Haie. Fotos Grotjohann.

2.2 Fortpflanzung und die Problematik der Überfischung

Haie sind aufgrund ihres Fortpflanzungsverhaltens besonders durch Überfischung gefährdet. Viele Arten brauchen 6 bis 18 Jahre – zur Geschlechtsreife. Die späte Geschlechtsreife korreliert mit der sehr hohen natürlichen Lebenserwartung der Haie. Je länger Individuen einer Art leben, desto später erreichen sie die Geschlechtsreife. Der Dornhai beispielsweise erlangt seine Geschlechtsreife erst nach 35 Jahren, kann dafür aber ein Alter von fast 100 Jahren erreichen.

Die Befruchtung erfolgt bei allen Haiarten im Körper. Männliche Haie besitzen dazu ein spezialisiertes Organ, die sogenannte *Klasper* – eine modifizierte Bauchflosse. Mit Hilfe dieses paarigen Organs wird das Spermium in die Kloake des Weibchens überführt. Es kann für mehrere Jahre in der Eileiterdrüse gespeichert werden, bis es zur Befruchtung kommt. Unterschiedlich von Art zu Art ist die Entwicklung der befruchteten Eizellen, sowie die Ernährung des Embryos. Bei ca. 30 % der Haiarten kommt es zur *Oviparie*. Ein Weibchen kann bis zu 60 Eier im Jahr ablegen. Die Eier sind vielgestaltig, in einer hornartigen Kapsel eingeschlossen, zwischen 1 mm und 100 mm groß und mit Dotter gefüllt, vgl. Abb. 4.

Bei den restlichen 70 % der Haiarten kommt es zu einer inneren Brutpflege mit anschließender *Viviparie*. Bei dieser inneren Brutpflege werden die Eier im oberen Teil des Eileiters befruchtet und werden dann im erweiterten Endabschnitt des Eileiters zurückgehalten. Während der Entwicklung des Embryos im Mutterleib gibt es verschiedene Formen der

Versorgung: *Ovoviviparie*, *Oophagie* und *plazentale Viviparie*. Bei allen Formen der Viviparie entwickeln sich die Jungtiere im Mutterleib und werden erst nach einer Tragezeit von 6 bis 22 Monaten als selbstständige Haie (Geburtsgröße zwischen 45 und 60 cm) geboren, die ein kleines Abbild ihrer Eltern darstellen. Die Anzahl der Jungtiere von lebendgebärenden Arten ist relativ gering und liegt durchschnittlich bei 8 bis 10 Jungtieren. Da der Energieaufwand durch die langen Tragezeiten und die relativ große Geburtsgröße der Jungen sehr hoch ist, vermehren sich Haie nicht jedes Jahr, denn es dauert mindestens ein Jahr, bis sich das Weibchen von seiner letzten Trächtigkeit erholt hat. Die langen Intervalle zwischen den Fortpflanzungen verlangsamen das Tempo, in dem Haipopulationen wachsen und sich von Ausbeutung erholen können. Hinzu kommt die langsame Wachstumsrate vieler Haie, die sie anfällig für Überfischung macht. Ab einer Körpergröße von ca. 1 m unterliegen Haie nicht mehr so stark der Prädation durch ihre natürlichen Feinde wie Delfine, Schwertwale oder größere Haie. Entsprechend groß werden die Jungtiere geboren und wachsen rasch auf die Größe von 1 m heran, wobei die Wachstumsrate im ersten Jahr zwischen 30 und 60 cm betragen kann. Sobald diese Größe erreicht ist, verlangsamt sich das Wachstum und die Wachstumsrate liegt durchschnittlich nur noch bei 5 cm pro Jahr [6]. Die Faktoren „Anzahl der Nachkommen“, „Wachstumsrate“ und „Alter beim Erreichen der Geschlechtsreife“ zeigen, wie anfällig Haie für Überfischung sind, besonders dann, wenn Haie neben den natürlichen Feinden einen neuen Feind hinzubekommen haben: den Menschen. Dieser lässt sich nicht von Haien abschrecken, die größer als 1 m sind. Wenn dieser zudem Tiere einer Population vor dem Erreichen der Geschlechtsreife fängt und tötet, können diese Tiere folglich keine Nachkommen mehr produzieren. Wenn zudem die überlebenden Tiere nur wenige Nachkommen hervorbringen, dann wird schnell deutlich, dass die Population sehr drastisch reduziert wird. Nur ein absolutes Fischereiverbot kann bewirken, dass sich die Haipopulationen wieder erholen können.



Abb. 4 Eier des Katzenhais *Scyliorhinus spec.* Foto Grotjohann

3 Artenschutz und Flossensuppe

Viele Haiarten – besonders die großen Haiarten wie der Weiße Hai – stehen mittlerweile auf Liste 2 des CITES. Die meisten Haiarten sind in ihren Habitaten die Spitzenprädatoren und haben demnach wenige natürliche Feinde. Hin und wieder greifen zwar z.B. Orca-Wale Weiße Haie an, doch diese Angriffe erklären nicht die starke Reduktion der Haibestände. Stattdessen ist der Mensch für den Rückgang der Haibestände verantwortlich und zwar in dem Maße, dass viele Haiarten vom Aussterben bedroht sind. Die Organisation *Sharkproject* [7] geht davon aus, dass jährlich weltweit ca. 200 Millionen Haie getötet werden. Der starke Rückgang der Haipopulationen beweist, dass gezielt vom Menschen Jagd auf Haie gemacht wird. Grund dafür ist die gestiegene Nachfrage nach Haiprodukten.

Der größte Markt für Haiprodukte ist China. Infolge des wirtschaftlichen Wachstums in China können sich immer mehr Menschen die Delikatesse Haifischflossensuppe leisten, was folglich den Bedarf an Haifischflossen stetig erhöht. Mittlerweile findet sich diese Speise nicht mehr nur im asiatischen, sondern auch im europäischen Raum, sodass laut der *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) die Suppe weltweit von ca. 300 Millionen Personen verzehrt wird. Die Haifischflossensuppe ist besonders in der chinesischen Tradition der herrschenden Klasse und den wohlhabenden Familien vorbehalten und ist gerade auf Hochzeiten beliebt, um den gesellschaftlichen Stand des Brautpaares zu unterstreichen. Der hohe Preis für diese Suppe resultiert aus ihrer aufwendigen Zubereitung, die insgesamt eine Woche dauert. Dazu müssen die Flossen zunächst getrocknet und eingefroren werden. Anschließend quellen sie im heißen Wasser, werden gehäutet und die knorpelhaltigen Flossenstrahlen werden abgetrennt. Diese werden gewaschen, getrocknet und schließlich gekocht, bis ein faseriges und durchsichtiges Knorpelnetz entsteht. Dieser Knorpel gibt der Suppe ihre typische Konsistenz. Erst andere Zutaten wie Schweine- oder Hühnerfleisch geben der Suppe ihren Geschmack, da die eigentliche Haiflosse geschmacksneutral ist. Heutzutage könnte diese besondere Konsistenz der Suppe sehr einfach durch Ersatzstoffe erzielt werden, was jedoch nur selten passiert, da es darum geht, zu zeigen, dass man sich das Original leisten kann. Für eine Hochzeit müssen somit durchschnittlich 40 Haie sterben. Durch die gesteigerte Nachfrage werden Haifischflossen aber immer seltener und damit auch immer teurer. Demzufolge werden bereits Jungtierflossen verwendet, um den hohen Bedarf zu decken.

Aber auch die europäischen Nationen sind für den Rückgang der Haipopulationen verantwortlich, da sie die zweitgrößte Haifangflotte der Welt stellen. Auch in Europa gibt es einen großen Markt für Haifisch, allerdings versteckt in Produkten oder verborgen hinter Namen wie Schillerlocke, Kalbsfisch, Speckfisch oder Seestör. Im Gegensatz zum Fleisch der Knochenfische (z.B. Thunfisch), die bereits überfischt sind, ist das Fleisch der Knorpelfische minderwertiger. Das liegt u.a. daran, dass Haie Methylquecksilber in ihrem Fleisch einlagern. In zu hohen Mengen ist Methylquecksilber giftig und das Fleisch damit ungenießbar. Für einen Erwachsenen liegt die tolerable Tagesdosis von Methylquecksilber bei 0,1 µg/kg Körpergewicht. Allerdings weisen im Handel erhältliche Haiprodukte deutlich mehr Methylquecksilberanteile auf [8]. Ein Blauhaisteak weist einen Wert von bis zu 1.400 µg Methylquecksilber auf, bei der Schillerlocke – Fleisch des Dornhais – können Methylquecksilbermengen von 550 µg nachgewiesen werden. Für einen 70 kg schweren Mann würde das bedeuten, dass er bereits nach 5 g Blauhaisteak bzw. 12,7 g Schillerlocke die gesetzlichen Grenzwerte erreicht hätte. Wenn man folglich von einer durchschnittlichen Portion von ca. 300 g Fisch ausgeht, dann hätte der Verbraucher den Grenzwert um das 60-fache überschritten! Methylquecksilber wird als neurotoxisch und cancerogen eingestuft [9].

Neben der Verwendung des Fleisches werden auch die Knorpel und die Öle der Haie verwendet. Haiknorpel sind z.B. ein beliebtes Produkt der Naturheilkunde. Der Knorpel besteht aus Chondroitinsulfat und findet sich in vielen Nahrungsergänzungsmitteln.

Chondroitinsulfat soll bei Arthrose sowie Knochen- und Gelenkschmerzen Abhilfe schaffen, was bisher jedoch nicht klinisch nachgewiesen werden konnte. Insbesondere in der traditionellen chinesischen Medizin wird Haiknorpeln zudem nachgesagt, dass sie Krebs heilen können. Der Hauptbestandteil des Haiöls – das Squalen – findet heutzutage

hauptsächlich in der Kosmetik und Nahrungsmittelergänzungsindustrie Verwendung. Wenngleich man das Squalen auch als Vorstufe des Cholesterins aus Säugetieren gewinnen könnte, ist die größte Ausbeute an Squalen aus Haileber zu erzielen. Im Internet werden Haiöle als heilsam gegen viele Leiden angepriesen. Die Einnahme erfolgt dabei oral, allerdings wird das Squalen durch die Magensäure nach der Aufnahme sofort zersetzt und wird wirkungslos. Darüber hinaus wird Squalen als Energiepool angepriesen, da es freie Radikale binden kann. In der Kosmetik findet man Squalen oft in Salben, Cremes, Selbstbräunern und Haarspülungen. Auch Haiblut findet in Europa Verwendung und wird primär in der Medizin als Mittel zur Gerinnungshemmung genutzt. Ebenfalls medizinisch wird die Hornhaut von Haien als Transplantat für das menschliche Auge verwendet. Alle diese Beispiele verdeutlichen, wie stark die Nachfrage nach Haiprodukten gestiegen ist und warum folglich so viele Haie gezielt gefangen werden. Gefangen werden die Haie mittels der Langleinenfischerei. Den größten Profit erzielen die Fischer dabei durch das Finning, bei dem die wertvollsten Stücke der Haie, die Flossen, den Tieren oft bei lebendigem Leib abgeschnitten werden, vgl. Arbeitsblatt 2.

Der Rest des Tieres wird über Bord geworfen, da dieser im Lagerraum des Schiffes wertvollen Platz wegnehmen würde, vgl. Abb. 5. Flossen können einfach getrocknet, gelagert und rentabel transportiert werden, vgl. Abb. 6.



Abb. 5 Hai ohne Flossen auf den Meeresgrund.
Foto Gerhard Wegner.



Abb. 6 Zum Trocknen ausgelegte Haifischflossen.
Foto Gerhard Wegner.

3.1 Maßnahmen gegen Finning durch die EU

Die Gefahr des Finning liegt darin, dass diese Praxis den Fischern erlaubt, große Mengen der wertvollen Flossen an Bord eines Schiffes zu lagern und in die Häfen zu transportieren, ohne dass die Zahl der gefangenen Haie rekonstruiert werden kann.

Durch die Arbeit der Naturschutzorganisationen ist die EU auf das Problem des Finnings aufmerksam geworden und hat infolge dessen für alle Schiffe, die unter der Flagge der EU fahren, die Gesetze zum Finning verschärft. 2003 traten erstmals Gesetze in Kraft, die es verboten, den Körper des Hais über Bord zu werfen. Da das Gesetz jedoch erlaubte, Flossen und Körper in unterschiedliche Häfen anzulanden, konnte nur schwer kontrolliert werden, inwieweit die Gesetze befolgt wurden. Diese Lücke im Gesetz wurde vor allem von Spanien und Portugal benutzt, um das Finning weiter zu betreiben. 2012 hat die EU ein neues Gesetz verabschiedet, das sich auf alle Gewässer der EU und auf alle Schiffe, die unter der Fahne der EU fahren, bezieht. Es besagt, dass Haie nur noch als ganze Tiere an Land gebracht werden dürfen. Das neue Gesetz stellt eine deutliche Verbesserung dar, jedoch wird vermutet, dass Fischer weiterhin innerhalb der Grauzonen des Gesetzes agieren und z.B. abgeschnittene Haiflossen direkt auf See auf andere Schiffe, die nicht unter der Fahne der EU fahren, verladen. Neben dem Zeichen der Politik gegen Finning wurden darüber hinaus – besonders dank der Aufklärungsarbeit der Naturschutzorganisationen - diverse Haiarten auf die Listen des Washingtoner Artenschutzübereinkommens aufgenommen. Leider verhindern diese Maßnahmen illegales Finning nicht, solange Geld aus dieser Praxis generiert werden kann.

Das Aussterben vieler Haiarten bringt nicht nur wirtschaftliche Einbußen, sondern beeinflusst auch das Ökosystem Meer nachhaltig. Damit werden nicht nur die Spitzenprädatoren aus dem Ökosystem entfernt, sondern auch die „Umweltpolizei“. Haie erbeuten oftmals sterbende, kranke, schwache oder zu alte Tiere, da diese leichter zu erreichen sind. Dadurch wird gleichzeitig auch ein Ausbreiten von Krankheiten in der Beutepopulation verhindert. Außerdem wirken Haie regulierend auf Nahrungsnetze ein. In den USA konnte beispielsweise beobachtet werden, dass, seit es weniger Haie gibt, auch die für die Lebensmittelindustrie wichtige Jakobsmuschelpopulation stark schrumpfte [10, 11], vgl. auch Arbeitsblatt 1, Abb. 1). Bei genauerer Betrachtung wird deutlich, wie diese beiden Arten voneinander abhängen: Die Jakobsmuschel dient als Nahrung für die Kuhnaseurochen, die wiederum von Haien gejagt werden. Ist die Haipopulation reduziert, so wächst entsprechend die Population und der Nahrungsbedarf der Kuhnaseurochen. Folglich nimmt die Anzahl der Jakobsmuscheln stark ab.

4 Didaktische Überlegungen

4.1 Begründung und Ziele des Themas für den Unterricht

Das Thema Haie, obgleich nicht explizit im Kernlehrplan von z.B. NRW genannt, kann beinahe in jeder Stufe aufgegriffen werden und passt inhaltlich zu den im Kernlehrplan von NRW vorgegebenen Themen wie Körperbau, Lebensweise, Sinnesorgane, Angepasstheiten an die Lebensräume und Evolution der Fische. Besonders geeignet ist das Thema auch für die gymnasiale Oberstufe im Inhaltsfeld Ökologie, in dem es um Ökosysteme, Populationen, Nahrungspyramiden und -netze geht sowie um anthropogene Eingriffe in ein Ökosystem, z.B. durch Überfischung (besonders mit Langleinen). Darüber hinaus kann die Thematik genutzt werden, um auf die Problematik hinzuweisen, dass viele Haiarten inzwischen vom Aussterben bedroht sind. Schließlich soll der Unterricht bei den Schülerinnen und Schülern Vorurteile, dass Haie bössartige Killer sind, abbauen und ihnen vor Augen führen, in welcher bedrohlichen Lage sich die Haie selbst befinden. Dazu entwickeln die Schülerinnen und Schüler Handlungsoptionen für das eigene Konsumverhalten im Hinblick auf Haiprodukte und schätzen diese unter dem Aspekt der

Nachhaltigkeit ein. Letztlich soll den Lernenden bewusst werden, dass Haie schützenswert sind aufgrund ihrer einzigartigen Biologie aber auch aufgrund ihrer Bedeutung als Spitzenprädatoren im Ökosystem Meer.

Wird das Thema im Rahmen des Inhaltsfeldes Ökologie thematisiert, können ökologische Grundprinzipien wiederholt und gefestigt werden (z.B. Populationsdynamik, Nahrungsnetz, Nahrungspyramide) sowie kritisches und ethisches Bewerten und Reflektieren geschult werden. Dazu sollten die Schülerinnen und Schüler ihre Vorstellungen zu Haien der aktuellen Lage gegenüberstellen und erkennen, dass Haie durch Überfischung vom Aussterben bedroht sind. Am Beispiel des Finnings können Tierschutz (Tierquälerei) und ethische Aspekte der Fischfangmethoden einbezogen werden. Hier sind sehr gut die bereits genannten Internetquellen der Schutzorganisationen zu nutzen.

4.2 Überlegungen zum Lehr-Lernprozess

4.2.1 Erster Unterrichtsabschnitt: Mythos vs. Realität

Zum Einstieg in die Thematik und zum Wecken von Interesse sollen die Schülerinnen und Schüler per Brainstorming in Einzelarbeit oder im Plenum ihre Gedanken und ihr Wissen bzw. ihre Vorstellungen zu Haien äußern. Vermutlich wird das Bild vom Hai von Vorurteilen geprägt sein. Zusätzlich kann darüber hinaus z.B. das Filmplakat vom Kinofilm „Der weiße Hai“ oder verschiedene Schlagzeilen zu Haiangriffen als Verstärkung gezeigt werden. Die Schülerinnen und Schüler sollen kritisch beurteilen, wie der Hai in den Medien dargestellt wird. Im zweiten Schritt sollen diese für die Realität der Haie sensibilisiert werden. Dazu sollen sie sich in Kleingruppen im Internet auf den Seiten der Naturschutzorganisationen (Sharkproject, WWF, Greenpeace, etc.) über die Darstellung der Haie dort informieren. Anschließend stellen sie beide Darstellungsweisen kritisch gegenüber und sollen zu der Einsicht kommen, dass Haie durch Medien viel negativer und gefährlicher dargestellt werden, als sie sind. Ergänzend können per Internetrecherche an dieser Stelle auch Zahlen über Tierangriffe auf Menschen (z.B. Hund-Mensch und Hai-Mensch) gegenübergestellt werden. Dabei wird deutlich, dass die Zahl der Haiattacken auf Menschen vergleichsweise gering ist.

Ziel des Einstiegs ist es, dass die Schülerinnen und Schüler beginnen, ihr subjektives Bild vom Hai der Realität anzupassen. Denn vieles von dem, was wir über Haie zu wissen glauben, ist nicht die Realität, sondern von Menschen durch Medien in die Welt gesetzter Mythos.

4.2.2 Zweiter Unterrichtsabschnitt: Haie als Spitzenprädatoren

In dieser Phase wird die Bedeutsamkeit der Haie als Spitzenprädatoren für das Ökosystem Meer erarbeitet. Dazu erarbeiten die Schülerinnen und Schüler zunächst anhand von Arbeitsblatt 1 die Bedeutung der Begriffe „Spitzenprädatator“ und „Schlüsselprädatator“. Davon ausgehend setzen sie sich mit einem konkreten Fall auseinander, der die ökologischen Regulationsmechanismen durch Spitzenprädatoren – also dem letzten Glied in der Nahrungskette – sehr gut veranschaulicht. Das Ziel besteht darin, dass die Schülerinnen und Schüler die Bedeutsamkeit des Schlüsselprädatators Hai benennen können, indem sie beschreiben, wie dieser regulierend und stabilisierend auf ein Ökosystem einwirkt. Zum Verständnis trägt hierbei auch die Aufgabe bei, dass sich die Lernenden bei einem Haiaussterben konkret über die Konsequenzen Gedanken machen sollen. Zusätzlich können mit Hilfe dieses Arbeitsblattes grundlegende ökologische Basiskompetenzen (z.B. Nahrungsnetz, Räuber-Beute-Beziehungen, Lotka-Volterra-Regel, Einfluss des Menschen auf ein Ökosystem) wiederholt und gefestigt werden.

Neben der Erarbeitung der Haie als Spitzenprädatoren könnten die Schülerinnen und Schüler optional noch die besonderen Anpassungen der Haie, die bei der Jagd vorteilhaft sind, näher betrachten. Dazu eignet sich besonders eine Gegenüberstellung vom menschlichen Auge und vom Auge des Hais mit dem *Tapetum lucidum*. Ebenso sind der stromlinienförmige Körper und die Hautzähne als Anpassungen an den Lebensraum und das Jagdverhalten zu sehen. Auch von der Art der Zähne aus kann auf die Lebensweise bzw. das Beuteschema eines Hais geschlossen werden. Die Betrachtung dieser zusätzlichen Aspekte verknüpft, auch im Sinne eines ganzheitlichen Lernens, die Themengebiete Ökologie und Evolution. Auch eine Verbindung zur Bionik ist möglich. Ziel dabei ist es vor allem, die Besonderheiten von Haien herauszustellen und Faszination zu wecken.

4.2.3 Dritter Unterrichtsabschnitt: Vom Jäger zum Gejagten

Im Zentrum des letzten Unterrichtsabschnitts steht zunächst ein Zitat von Jacques-Yves Cousteau (1984), [12]. Dieses Zitat dient als Einstieg. In der ersten Aufgabe auf dem zweiten Arbeitsblatt sollen sich die Schülerinnen und Schüler mit diesem Zitat kritisch auseinandersetzen. Viele sehen wahrscheinlich eher die Notwendigkeit, dass der Mensch vor dem Hai geschützt werden muss. Die Aufgabe 2 auf Arbeitsblatt 2 zielt anschließend aber auf einen kognitiven Konflikt ab: Tatsächlich ist der Hai durch den Menschen bedroht! Im Folgenden setzen sich die Schülerinnen und Schüler mit den Gründen für die Jagd auf Haie, dem Finning und der rechtlichen Grundlage zum Finning auseinander. In Form einer Debatte können diese mögliche Schutzmaßnahmen (z.B. Fangverbote, Verzicht auf Haiprodukte, Haipatenschaften) entwickeln, die die Haipopulationen auf Dauer erhalten können und über diese diskutieren bzw. das Für und Wider des Artenschutzes bei Haien kritisch gegenüberstellen. Zur Beurteilung der Auswirkungen von Finning sollten die Schülerinnen und Schüler auch die Fortpflanzung und die Problematik der Überfischung, die sich daraus ergibt, berücksichtigen (vgl. Kapitel 2.2). Diese Informationen können von der Lehrperson kurz referiert werden. Hier bietet sich auch im Rahmen des Inhaltsfeldes Ökologie eine Wiederholung der Unterschiede zwischen K- und R-Selektion bei Fortpflanzungsstrategien an. Die Fortpflanzungsstrategie der Haie gleicht eher der K-Strategie, wohingegen die meisten Knochenfische aufgrund der Oviparie klassische R-Strategen sind. Mit der Aufgabe 3 auf dem Arbeitsblatt 2 schließen die Lernenden die Einheit über die Haie ab. Dazu bündeln sie ihr Wissen zur Bedeutung der Haie als Spitzen- und Schlüsselprädatoren und leiten mögliche Konsequenzen und Folgen eines Haiaussterbens für das Meer, die Wirtschaft und den Menschen ab. Davon ausgehend soll den Schülerinnen und Schülern bewusst werden, dass Haie schützenswert und wichtig zum Erhalt des Ökosystems Meer sind. Letztlich soll ihnen auch klar werden, dass der Mensch aus Gründen des Profits natürliche Gleichgewichte beeinflusst und schädigt. Informationen zu dieser massiven Form der Tierquälerei finden die Schülerinnen und Schüler auf Arbeitsblatt 2. Der Unterricht zielt darauf ab, ein Grundverständnis für die Notwendigkeit von Naturschutz zu erzeugen.

5 Literatur

- [1] <http://www.fischbachtal-kreativ.org/vielfalt/aktivitaeten/details/Haie.html>, 28.09.2018.
- [2] Gottfried, M.D., Compagno, L.J.V., Bowman S.C. (1996): Size and Skeletal Anatomy of the Giant "Megatooth" shark *Carcharocles megalodon*. In: Great White Sharks: The Biology of *Carcharodon Carcharias*. Academic Press, 4, S. 55 – 66.
- [3] <http://www.amnh.org/>, 28.09.2018.
- [4] <http://www.aqua.org/>, 28.09.2018.
- [5] Bone, Q., Marshall, N. B. (1985): *Biologie der Fische*. Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
- [6] Helfman, G., Collette, B.B., Facey, D.E., Bowen B.W. (2009): *The Diversity of Fishes: Biology, Evolution, and Ecology*, 2nd Edition. Wiley-Blackwell.
- [7] <http://www.sharkproject.org/>, 28.09.2018.
- [8] http://www.bfr.bund.de/cm/343/exposition_mit_methylquecksilber_durch_fischverzehr.pdf
28.09.2018
- [9] http://www.sharkproject.org/haiothek/index.php?site=umwelt_6, 28.09.2018.
- [10] <http://www.sharksavers.org/de/information/the-value-of-sharks/sharks-role-in-the-ocean/>
28.09.2018.
- [11] Heithaus, M.R., Frid, A., Wirsing, A.J., Worm, B. (2008): "Predicting ecological consequences of marine top predator declines" *Trends in Ecology & Evolution* 23(4), S. 202 - 210.
- [12] Cousteau, J.-Y., Cousteau, P. (1984): *Knaurs Geheimnisse und Rätsel des Meeres Haie: Herrliche Räuber der See*, Knaus Verlag.

Arbeitsblatt 1 Haie als Spitzenprädatoren

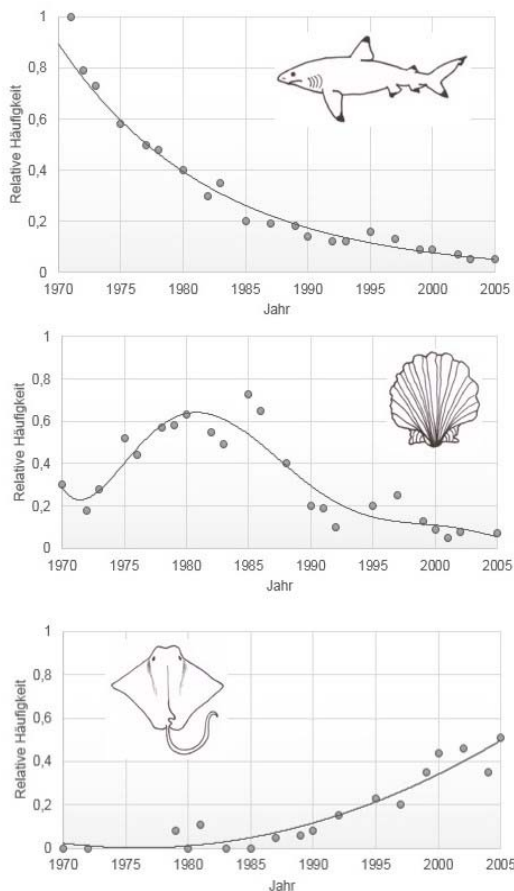
Material 1: Die Bedeutung der Haie für die Weltmeere

Haie stehen nahezu überall im Ozean an der Spitze der Nahrungskette. Damit halten sie die Populationen anderer Fischbestände gesund und im Gleichgewicht zu ihrer Umwelt.

Haie haben eine enge, wechselseitige Abhängigkeit mit ihrer Umwelt entwickelt. Ihre Fressgewohnheiten entsprechen effizienten Strategien - indem sie auf alte, kranke und auch langsamere bzw. schwächere Beutetiere wie Fische Jagd machen, tragen sie zur Gesunderhaltung ihrer Beutetierbestände bei. Haie sorgen somit dafür, dass die Populationen vieler Meeresbewohner im natürlichen Gleichgewicht bleiben und es nicht zu einer zu starken Vermehrung kommt, die wiederum dem Ökosystem schaden würde. Das Jagen der schwächsten Beutetiere stärkt zudem deren Genpool. Folglich pflanzen sich auch nur die größten, stärksten und gesündesten Fische fort. Haie suchen darüber hinaus sogar den Meeresgrund nach Tierkadavern als Nahrung ab. Dadurch verhindern sie den Ausbruch und die Verbreitung von Krankheiten, die verheerende Folgen haben können. Das marine Ökosystem setzt sich aus komplexen Nahrungsnetzen zusammen. Haie stehen an der Spitze dieser Nahrungsnetze und werden von Wissenschaftlern als „Schlüsselart“ betrachtet. Das bedeutet, dass ihr Verschwinden überdurchschnittliche Veränderungen für andere Artenpopulationen und Prozesse im Ökosystem nach sich zieht und dadurch zum Zusammenbruch der gesamten Struktur führt.

Eine Reihe wissenschaftlicher Untersuchungen zeigt, dass die starke Reduzierung des Haibestandes auch eine Reduzierung kommerziell relevanter Fischarten mit sich bringt. Dies geschieht entlang der gesamten Nahrungskette und umfasst auch den für die Fischindustrie wichtigen Sektor Thunfisch sowie weitere, für den Erhalt der Korallenriffe bedeutsame Arten (...).

(entnommen und modifiziert aus: <http://www.sharksavers.org/de/information/the-value-of-sharks/sharks-role-in-the-ocean/>)



Aufgaben:

- 1) Lesen Sie **Material 1**. Beschreiben Sie die Rolle des Hais als Spitzenprädatör im Ökosystem Meer. Erklären Sie auch den Begriff „Schlüsselprädatör“ und seine Bedeutung.
- 2) 2007 wurde in den USA eine Studie durchgeführt. In der **Abbildung 1** sind die Ergebnisse der Studie zusammengefasst.
 - a) Beschreiben Sie die drei Diagramme. Gehen Sie dabei besonders auf Auffälligkeiten ein. Skizzieren Sie ausgehend von Ihrer Beschreibung eine entsprechende Nahrungskette, die die Beziehungen zwischen den drei Arten visualisiert.
 - b) Erläutern Sie den Zusammenhang zwischen den drei Diagrammen und verwenden Sie für ihre Erläuterungen auch die Begriffe „Spitzenprädatör“ und „Schlüsselprädatör“.
 - c) Recherchieren Sie die Bedeutung von Muscheln für Meere. Stellen Sie eine Hypothese auf, wie sich das Ökosystem an der Ostküste der USA nach Ihren aus den vorherigen Aufgaben gewonnenen Erkenntnissen entwickeln wird.
 - d) Erläutern Sie, welche wirtschaftlichen Folgen sich für den Menschen laut dem Diagramm ergeben. Binden Sie dabei auch den Einfluss des Menschen auf das Ökosystem in diesem Beispiel ein und entwerfen Sie Maßnahmen, die die wirtschaftlichen Folgen eindämmen bzw. beheben würden. Beurteilen Sie diese Maßnahmen kritisch.

Abbildung 1: Populationsentwicklungen von Haien, Jakobsmuscheln und Rochen an der Ostküste der USA.

Arbeitsblatt 2 Vom Jäger zum Gejagten

Material 1:

„Seit zwanzig Jahren stecken wir Menschen in Käfige, um sie vor Haien zu schützen. Das Umgekehrte wäre zwar zweifellos logischer, lässt sich aber nicht machen.“

(nach Jaques-Yves Costeau, 1984)

Material 2:

Als Finning wird die Technik des Abtrennens der Flossen vom Körper der Haie bezeichnet, vgl. Abbildung 1. Hier werden aufgrund des hohen Zeitdrucks dem Hai oft noch bei lebendigem Leib die Flossen vom Körper getrennt und der restliche Körper wieder ins Wasser zurückgeworfen. Das Tier verendet oft erst nach einem stundenlangen Todeskampf qualvoll!

Pervers ist nicht nur die bestialische Praxis, sondern auch die Verschwendung von Ressourcen, welche hier millionenfach betrieben wird – machen die Flossen doch lediglich 6 – 8 % des Körpergewichtes aus! Neue Gesetze schreiben vor, dem Hai erst an Land die Flossen abzutrennen. Dies soll den Haifang unrentabel machen, denn die meist sehr kleinen Boote haben lediglich Stauraum für einige wenige Tiere. Das ständige Ein- und Auslaufen zum Zweck des Finnings wäre zu kostenintensiv.

Das ist zwar durchaus eine lobenswerte Initiative der Gesetzgeber, doch ist noch lange nicht geregelt, wie ein solches Gesetz bzw. Verordnung dauerhaft auf deren Einhaltung überprüft werden soll. Bereits in der jüngsten Vergangenheit wurden Fischer gefasst, die versuchten, ihren Fang an Schiffe mit ausländischer Flagge zu übergeben. Sie wären danach mit leeren Frachträumen in den Hafen eingelaufen und somit keiner Kontrolle negativ aufgefallen.

Die Gesetzgeber sind daher weiterhin gefordert, nach Lösungen zu suchen, um dieses hochbrisante Thema wirkungsvoll angehen zu können. Eines ist klar – wird weiterhin mit solchen Methoden Raubbau an unseren Meeren betrieben, ist der "Selbstbedienungsladen Meer" in wenigen Jahren konkursreif!

Quelle: Sharkproject

Aufgaben:

- 1) Lesen Sie das Zitat von Jaques-Yves Costeau in **Material 1**. Diskutieren Sie mit Ihrem Partner/ Ihrer Partnerin, was Costeau mit diesem Satz gemeint haben könnte.
- 2) Inzwischen stehen 201 Haiarten auf der Roten Liste der bedrohten Tierarten. Viele Haie fallen dabei immer wieder der Fischerei zum Opfer. Lesen Sie dazu das **Material 2** und erfahren Sie etwas über eine Methode der Fischerei, die maßgeblich für den Rückgang der Haiarten verantwortlich ist.
 - a) Beschreiben Sie kurz in eigenen Worten, was man unter dem Begriff „Finning“ versteht.
 - b) Nennen Sie Gründe, warum bei Haifischen die Flossen abgetrennt werden, wohingegen der Körper nicht genutzt wird.
 - c) Diskutieren/kommentieren Sie Finning unter ethischen – und tierschutzrechtlichen Gesichtspunkten.
 - d) Überlegen Sie welche Schutzmaßnahmen den Haien helfen könnten zu überleben. Wie können Sie konkret zum Schutz der Haie beitragen? Welche Maßnahmen muss die Politik zum Haischutz ergreifen?
- 3) Stellen Sie sich vor, dass in fünf Jahren alle Haie ausgestorben sind. Diskutieren Sie über mögliche Folgen und Konsequenzen für das Ökosystem Meer sowie über die wirtschaftlichen Folgen für den Menschen.
- 4) **Hausaufgabe:** Verfassen Sie einen zusammenfassenden Bericht zum Thema Finning. Nutzen dazu, neben den
- 5) obenstehenden Fragen, u.a. folgende Internetseiten:

<http://www.sharkproject.org/>

<http://saveourseas.com/how-many-sharks-are-caught-each-year/>

<http://populationgrowth.org/wp-content/uploads/2014/08/shark-stats.jpg>

<http://www.stopsharkfinning.net/what-is-shark-finning/>



Abb. 1 Finning, Abtrennen der Flossen.
Foto Gerhard Wegner.