

**Das Aggressionsverhalten von
nistenden Sonnenbarschmännchen
(*Lepomis gibbosus*)**



Autor:

Fridolin Tschudi 6B
Mariazellweg 2
6210 Sursee

Betreuer:

David Stadler
Hofstattweg 1
6233 Büron

Abstract

Diese Arbeit befasst sich mit dem oft zu beobachtenden Aggressionsverhalten des nistenden, männlichen Gemeinen Sonnenbarsches (*Lepomis gibbosus*). Dabei wurde folgende Fragestellung untersucht: „Welche Schlüsselreize führen bei revierbildenden Sonnenbarschmännchen zu aggressivem Verhalten?“ Die damit verbundenen Hypothesen lauten:

1. „Die Faktoren Farbe und Form sind keine Schlüsselreize und somit weitgehend irrelevant für das aggressive Verhalten der Sonnenbarsche.“
2. „Bewegte Objekte bestimmter Grösse wirken als Schlüsselreize, die aggressives Verhalten bei Sonnenbarschen auslösen.“

Diese Hypothesen wurden anhand von Attrappenversuchen an einem Sonnenbarsch in einem Aquarium und an neun in einer Freilandkolonie untersucht. Die Versuche ergaben, dass unbewegte Attrappen nie, bewegte hingegen stark angegriffen wurden. Die Angriffshäufigkeit bei Attrappen mit verschiedenen Farben oder Formen war fast gleich gross. Mit zunehmender Attrappengrösse nahm die Angriffshäufigkeit ab.

Daraus lässt sich schliessen, dass Farbe und Form keine Schlüsselreize darstellen, bewegte Objekte mit einer bestimmten Grösse jedoch als Schlüsselreize wirken und somit aggressives Verhalten bei Sonnenbarschen auslösen.

Da jedoch die grösste Attrappe auch noch angegriffen wurde, haben diese Resultate nur Gültigkeit innerhalb der untersuchten Grössen.

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	5
1.1.	Vorbemerkung.....	5
1.2.	Motivation.....	5
1.3.	Der Gemeine Sonnenbarsch.....	5
1.3.1.	Geschichte.....	5
1.3.2.	Merkmale.....	5
1.3.3.	Jahreszyklisches Verhalten.....	6
1.4.	Verhaltensbiologische Aspekte.....	6
1.4.1.	Instinktverhalten.....	6
1.4.2.	Schlüsselreize.....	7
1.5.	Fragestellung und Hypothesen.....	7
2.	Material und Methoden.....	9
2.1.	Aquarium.....	9
2.1.1.	Einrichtung.....	9
2.1.2.	Technik und Standort.....	9
2.1.3.	Fischbesatz.....	10
2.2.	Attrappen.....	10
2.2.1.	Kleine Attrappen.....	11
2.2.2.	Mittlere Attrappen.....	11
2.2.3.	Grosse Attrappen.....	12
2.3.	Versuche.....	12
2.3.1.	Ethogramm.....	13
2.3.2.	Versuchsordnung.....	13
2.3.3.	Aquariumversuche.....	14
2.3.4.	Freilandversuche.....	14
3.	Resultate.....	16
3.1.	Bewegung.....	16
3.1.1.	Unbewegte Attrappen.....	16
3.1.2.	Bewegte Attrappen.....	16
3.2.	Visuelle Faktoren.....	16
3.2.1.	Farbe.....	17
3.2.2.	Form.....	18
3.2.3.	Grösse.....	18
3.3.	Zusätzliche Beobachtungen.....	19
4.	Diskussion.....	20

4.1. Interpretation	20
4.1.1. Bewegung.....	20
4.1.2. Farbe	20
4.1.3 Form	20
4.1.4 Grösse.....	20
4.2. Erkenntnis	21
4.3. Reflexion des Vorgehens	21
4.4. Gültigkeit der Daten	21
4.5. Weiterführende Arbeiten	22
5. Reflexion	23
6. Quellenangaben	24
7. Deklaration	25
8. Anhang	26
8.1. Attrappenbeschrieb	26
8.2. Versuchsergebnisse	28
8.2.1. Aquarium	28
8.2.2. Freiland.....	29
8.2.3. Attrappen.....	31

1. Einleitung

1.1. Vorbemerkung

Generell wird in dieser Arbeit, wenn vom Sonnenbarsch die Rede ist, immer ein männlicher, geschlechtsreifer Gemeiner Sonnenbarsch gemeint. Ist von Weibchen die Rede, wird dies stets klar vermerkt.

1.2. Motivation

Von Frühjahr bis Ende Juli werden seit vielen Jahren Badegäste immer wieder von Sonnenbarschen angegriffen. Dabei handelt es sich nicht um gefährliche Attacken, sondern lediglich um ein feines Zwicken durch das Zuschnappen des Mundes. Weshalb diese Fische das tun, ist den Betroffenen meist unklar. Auch ich wusste lange Zeit den Grund für dieses Aggressionsverhalten nicht, bis ich von Josef Hofer [6] erfahren hatte, dass die Sonnenbarsche in dieser Periode Laichzeit haben. Ich erfuhr auch, dass Sonnenbarsche beobachtet wurden, welche in dieser Zeit sogar Alet (*Leuciscus cephalus*), welche das Hundertfache ihres Körpergewichtes aufwiesen, angegriffen haben [6]. Dies fand ich äusserst interessant und wollte mehr über deren Verhalten erfahren. Da Internet und Literatur fast keine Informationen über Sonnenbarsche bieten, entschloss ich mich diesen wenig erforschten Teilbereich im Rahmen der vorliegenden Arbeit genauer zu untersuchen.

1.3. Der Gemeine Sonnenbarsch

1.3.1. Geschichte

Dieser aus Nordamerika stammende Fisch wurde zur Zeit der Kaltwasseraquarien, um 1877 nach Europa eingeführt und gelangte sekundär in unsere Gewässer. Dank seiner hervorragenden Anpassungsfähigkeit konnte sich der Sonnenbarsch in vielen Gewässern ansiedeln und ist nun auch im Sempachersee mit einem grossen Bestand vertreten [1].

1.3.2. Merkmale

Der mit unserem Flussbarsch (*Perca fluviatilis*) verwandte Sonnenbarsch hat einen hohen, seitlich stark abgeflachten Körper. Er erreicht in unseren Gewässern eine Durchschnittsgrösse von 10 bis 15 cm, wobei auch schon Exemplare mit einer Länge von 30 cm und 4 kg Gewicht gefangen wurden. Der Rücken ist dunkelbraun bis olivegrün gefärbt. Die Flanken zeigen einen grünlichen Perlmutterglanz und kleine, orangefarbene Flecken. Der häutige Anhang des Kiemendeckels trägt einen schwarzen und einen roten Fleck [1]. Diesen Kiemendeckelanhang kann er bei Angriff- und Drohverhalten aufstellen, um seine optische Grösse zu erhöhen. Der Bauch ist orange gefärbt, die Flossen gelblich [1]. Das Geschlecht lässt sich beim Sonnenbarsch nur schwer bestimmen [2]. Eine Ausnahme gibt es in der Laichzeit. Da weisen die Weibchen einen aufgedunsenen Bauch auf.

Die Nahrung des Sonnenbarsches besteht hauptsächlich aus wirbellosen Wassertieren. Bei Gelegenheit weitet er seinen Speiseplan auch auf kleine Fische, Fischlaich oder Brut aus [1]. Bei einer zu hohen Population kann er zu einem

Nahrungskonkurrenten von Flussbarschen (*Perca fluviatilis*) und ufernahen Weissfischen sowie zu einem unbeliebten Laichräuber werden.

1.3.3. Jahreszyklisches Verhalten

Im Spätherbst zieht sich der Sonnenbarsch in tiefere Gewässerschichten zurück [1], wo die Männchen bei einer Temperatur von ungefähr 10 °C mit der Spermienproduktion beginnen [5]. Diese dauert bis im Frühjahr, wenn die Wassertemperatur auf 16° C ansteigt [8] und die Sonnenbarsche wieder seichtere Gewässerabschnitte aufsuchen.

In einer Tiefe von 0.2 bis 1 m beginnen die Männchen an sandigen und kiesigen Stellen ihre kleinen Reviere abzugrenzen [8]. Das stärkste Männchen ist immer in der Mitte der Kolonie [5], wobei die Fläche der Reviere von 0.2 bis 1 m² betragen kann. Auf einer Fläche von wenigen Quadratmetern können problemlos ein Dutzend Sonnenbarsche je ihr Revier haben [5]. Im Zentrum des Reviers beginnt der Sonnenbarsch durch Fächeln mit der Schwanzflosse eine Grube auszuheben [4], die je nach Grundbeschaffenheit zu einer nur 1 cm tiefen Mulde oder einer stattlichen Grube von bis zu 15 cm Tiefe werden kann. Diese Grube wird nun bewacht bis sich Weibchen nähern.

Die Weibchen schwimmen stets das Zentrum der Kolonie an, weil da das stärkste Männchen ist [5]. Kommt ein Weibchen in die Nähe eines Nestes, so versucht das Männchen es mit seinem Körper durch Umkreisen zu seiner Laichgrube zu drängen und es zum Ablachen zu bringen. Laicht das Weibchen ab, wird der Laich befruchtet und das Weibchen verjagt. Nun bewacht das Männchen den Laich bis zum Schlüpfen der Jungen, was je nach Wassertemperatur 3 bis 10 Tage dauern kann [5]. Der Vater fächelt mit seiner Schwanzflosse stets Frischwasser zu den Eiern, da diese sonst absterben würden [5]. Sind die Jungen geschlüpft, werden sie noch einige Tage vom Männchen beschützt und dann ihrem Schicksal überlassen [4]. Das Männchen bezieht wieder Stellung in der alten oder einer neuen Grube und wartet auf Weibchen. Diese Zeit dauert so lange bis es keine zum Laichen bereiten Weibchen mehr gibt, was etwa Ende Juli der Fall ist. Im Spätsommer fressen sich die Sonnenbarsche in Ufernähe voll und verschwinden im Spätherbst wieder in tiefere Gewässerschichten [8].

1.4. Verhaltensbiologische Aspekte

Das Aggressionsverhalten der Sonnenbarsche wird als Instinktverhalten gedeutet. Aus diesem Grund wird an dieser Stelle das nötige Hintergrundwissen im Zusammenhang mit dem Sonnenbarsch vermittelt.

1.4.1. Instinktverhalten

Instinktverhalten ist angeborenes Verhalten, welches bei normalen Entwicklungsbedingungen ausreift und ohne Lernprozess vom Organismus beherrscht wird [9]. Bei Appetenz wird es durch Schlüsselreize abgerufen. Ein bestimmtes Verhalten wird auch als Instinktbewegung bezeichnet. Im Bezug auf den Sonnenbarsch wäre dies das Aggressionsverhalten während der Laichzeit. Eine Instinktbewegung besteht aus mehreren voneinander unabhängigen Elementen [3]:

1. Die Basis einer instinktgeleiteten Handlung ist das ungerichtete Appetenzverhalten, das als Suche nach bestimmten Schlüsselreizen aufgefasst wird. Voraussetzung ist eine für bestimmte Reize sensibilisierte Wahrnehmung der Umwelt und eine aktivierte Handlungsbereitschaft [3].
2. Bei der Wahrnehmung des gesuchten Schlüsselreizes und bei entsprechender Handlungsbereitschaft findet eine Ausrichtung auf das Objekt hin statt (Taxis) [3].
3. Diese Bewegung führt zu weiteren Schlüsselreizen, die letztlich die Endhandlung auslösen. Sie läuft stets auf die gleich Art und Weise ab. Bei Erfolg setzt die vollzogene Endhandlung die Handlungsbereitschaft herab [3].

Beim Aggressionsverhalten des Sonnenbarsches entsprechen diese drei Schritte folgendem Verhalten:

1. Während der Laichzeit erhöht sich die Handlungsbereitschaft des Sonnenbarsches und seine Wahrnehmung wird für bestimmte visuelle Reize sensibilisiert. Wenn er Laich im Nest hat, ist seine Handlungsbereitschaft am höchsten. Er hält die ganze Zeit Ausschau nach potentiellen Feinden, welche er durch bestimmte von ihnen ausgehende Schlüsselreize erkennt.
2. Wenn ein Objekt sich durch bestimmte Schlüsselreize als Feind seiner Nachkommen erweist, begibt er sich wenn möglich zwischen das Objekt und sein Nest und stellt die Kiemendeckel auf.
3. Das Objekt wird angegriffen. Der Sonnenbarsch versucht, sich am Feind fest zu beißen und ihn aus dem Bereich des Nestes zu drängen. Ist der Feind vertrieben, kehrt er wieder in sein Nest zurück. Sobald die Jungen sich selbst überlassen werden, sinkt die Handlungsbereitschaft auf Null.

1.4.2. Schlüsselreize

Als Schlüsselreiz gilt ein Reizmuster (ein spezifischer Reiz oder eine Kombination bestimmter Merkmale), das bei Wahrnehmung mit einer Instinktbewegung beantwortet wird [3]. In dieser Arbeit werden nur visuelle Schlüsselreize untersucht, da die Untersuchung anderer Schlüsselreize an ein gut eingerichtetes Labor gebunden und zu kostspielig wären.

1.5. Fragestellung und Hypothesen

Nach einer intensiven Auseinandersetzung mit den erreichbaren Informationen stellte sich eine einfache aber Interessante Frage, die vorerst geklärt werden musste, um sich weiter mit dem Aggressionsverhalten der Sonnenbarsche beschäftigen zu können.

„Welche Schlüsselreize führen bei revierbildenden Sonnenbarschmännchen zu aggressivem Verhalten?“

Da diese Frage unterschiedlich exakt beantwortet werden konnte und es unmöglich war, alle in Erwägung gezogenen Faktoren zu untersuchen, musste die Arbeit auf wenige Faktoren beschränkt werden. Aus Freilandbeobachtungen war bekannt, dass manche Sonnenbarsche sowohl Fische, Füsse wie auch bewegte Holzstücke angreifen. Darauf aufgebaut wurden folgende Hypothesen aufgestellt:

1. „Die Faktoren Farbe und Form sind keine Schlüsselreize und somit weitgehend irrelevant für das aggressive Verhalten der Sonnenbarsche.“
2. „Bewegte Objekte bestimmter Grösse wirken als Schlüsselreize, die aggressives Verhalten bei Sonnenbarschen auslösen.“

Das Ziel dieser Arbeit ist es, diese beiden Hypothesen mittels wissenschaftlichen Methoden auf ihre Richtigkeit zu untersuchen.

2. Material und Methoden

2.1. Aquarium

2.1.1. Einrichtung

Für den in Gefangenschaft gehaltenen Sonnenbarsch wurde ein 540 l Aquarium aus Eternit verwendet. Die Einrichtung und der Standort des Aquariums sowie die Haltung der Fische wurde nach der Anleitung von Uwe Splett [5] vorgenommen. Das Aquarium wurde zuerst mit einer 10 cm dicken Schicht Seekreide und anschliessend mit einer 5 bis 7 cm dicken und nach vorne leicht abfallenden Schicht Seesand gefüllt. Dieser Grund bot dem Sonnenbarsch eine genügend tiefe Schicht um sein Nest auszuheben. Um Seegrund zu sparen und den bald folgenden Pflanzen einen genügenden Halt zu geben, wurde die rechte Hälfte des Aquariums mit grossen Kieselsteinen ausgelegt. Die linke Seite wurde vollständig mit Seegrund ausgefüllt. Die Bereiche zwischen den Kieseln wurden mit Tausendblatt (*Myriophyllum spicatum*) und Wasserpest (*Elodea canadensis*) aus dem Sempachersee dicht bepflanzt, um den Weibchen eine Rückzugsmöglichkeit zu geben. Zusätzlich sorgten vier Blumentöpfe als Verstecke für unterlegene, gestresste oder gejagte Fische. Das Aquarium wurde dann mit Leitungswasser gefüllt und mit 50 l Seewasser beimpft, um eine möglichst seeähnliche Wasserqualität zu erreichen.

2.1.2. Technik und Standort

Die noch mit Faulschlamm vermischte Seekreide wurde mittels einer Luftpumpe (Tetrattec 100 l/h) zwei Wochen lang belüftet, indem der Zerstäubungsstein abwechslungsweise in verschiedene Bereiche des Bodens gedrückt wurde. Dies ermöglichte einen Austausch des anaeroben Abbaus durch aeroben Abbau. Durch mehrmaliges Reinigen des Oberflächensandes mittels eines Aquarienansaugrohres wurde die Sauberkeit des Sandes zusätzlich erhöht. Dies war sehr wichtig, denn durch das Graben der Sonnenbarsche wäre bei unsauberem Sand jedes Mal eine grosse Schmutzwolke entstanden. Nach zwei Wochen Ruhezeit wurde das Aquarium noch mit einem Innenfilter (Tetrattec 800+) ausgestattet, welcher für eine optimale Wasserqualität sorgte. Um den Fischen unnötigen Stress zu ersparen, wurde die Frontscheibe mit einem Tuch überdeckt. Die Beleuchtung erfolgte über eine 32-Volt Aquarienleuchtstoffröhre. Da die Sonnenbarsche für ein natürliches Verhalten viel Tageslicht benötigen, wurde das Aquarium an der Ostseite des Hauses untergebracht. Der Deckel des Beckens blieb geöffnet. Da sich das Wasser aber unter Sonneneinstrahlung stark erwärmte und dadurch der Sauerstoffgehalt reduziert wurde, musste es mit einer vorne rechts platzierten Luftpumpe zusätzlich belüftet werden. Der darüber angebrachte Innenfilter wurde gegen die Wand gerichtet, um eine zu starke Strömung zu vermeiden.

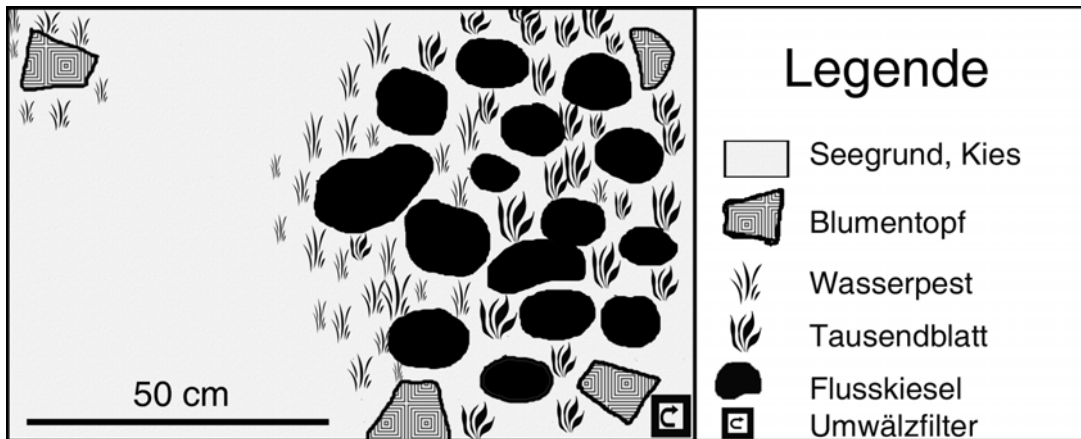


Abbildung 1: Aquarium aus der Vogelperspektive

2.1.3. Fischbesatz

Die für den Versuch benötigten Fische wurden etappenweise eingesetzt. Auf Rat von Uwe Splett [5] wurden die Fische so lange wie möglich im See gelassen, um eine optimale Entwicklung und Vorbereitung auf die Paarung zu gewährleisten. Am 25. Mai wurden einige Sonnenbarsche zur Probe eingesetzt. Weil zu jener Zeit noch keine Unterschiede zwischen Männchen und Weibchen zu sehen waren, gelangten mehrere Männchen in das Aquarium, wodurch zuviel Stress entstand und die Fische wieder entfernt werden mussten. Als dann im Juni die Bäuche der Weibchen im See anschwellen, wurden drei Weibchen (6 cm) und ein nistendes Männchen (10 cm) mittels eines Quadratnetzes gefangen und eingesetzt. Nach zwei Wochen laichte ein Weibchen ab und es wurden erste Vorversuche vorgenommen, an welchen die Versuchsanordnung getestet und verbessert werden konnte. Das Weibchen, welches schon abgelaicht hatte, wurde entfernt und durch ein neues ersetzt. Nach Beendigung der väterlichen Pflichten grub sich das Männchen ein neues Nest, welches schon nach einer Woche wieder mit Laich gefüllt und so für den Versuch bereit war.

2.2. Attrappen

Die mit der Fragestellung aufgestellten Hypothesen werden zum besseren Verständnis der Attrappen an dieser Stelle noch einmal genannt.

1. „Die Faktoren Farbe und Form sind keine Schlüsselreize und somit weitgehend irrelevant für das aggressive Verhalten der Sonnenbarsche.“

Um diese Hypothese durch Versuche bekräftigen zu können, wurden Attrappen ausgewählt, welche sich in Farbe und Form möglichst stark unterschieden. In der Hoffnung, dass zwischen verschiedenfarbenen, gleich grossen Attrappen keine Unterschiede im Angriffsverhalten auftreten würden, war die Auswahl der Attrappen sehr offen. Alle Attrappen waren Gegenstände, welche in einem Haushalt zu finden sind. Das einzige Kriterium zur Auswahl der Attrappen stellte die zweite Hypothese dar.

2. „Bewegte Objekte bestimmter Grösse wirken als Schlüsselreize, die aggressives Verhalten bei Sonnenbarschen auslösen.“

Weil jede Attrappe beweglich war, mussten die Attrappen nur unterschiedlich gross sein. Diese Spannweite reichte von der Winzigkeit einer Fleischmade bis zur Grösse eines Autopneus. Nach unten wurde die Grösse der zweitgrössten Attrappe durch den kleinsten Gegenstand bestimmt, welchen man gerade noch an einem 0.22 mm Forellengarn befestigen konnte. Er musste nur genug schwer sein, um schnell bewegt werden zu können und grösser sein als eine Fleischmade. Die grösste Attrappe wurde durch die Breite des Aquariums bestimmt.

2.2.1. Kleine Attrappen

Die Made wurde auch zu den kleinen Attrappen gezählt, obwohl sie sich selbst bewegen konnte. Die restlichen Attrappen wurden allesamt am Forellengarn befestigt. Da die meisten aus Kunststoff bestanden, mussten sie, um eine bessere Bewegung zu ermöglichen, mit bleiernen Diabolos beschwert werden. Um sich ein Bild von der Grösse der Attrappen machen zu können, wird hier der ungefähre maximale Durchmesser genannt.

Tabelle 1: Daten der kleinen Attrappen

Attrappennummer	Beschreibung	Grösster ungefährer Durchmesser
1	Fleischmade weiss	0.5 cm
2	silbernes Diabolo cal.144	0.7 cm
3	blaues Diabolo cal.144	0.7 cm
4	blaues Legoteil mit blauem Diabolo	1.6 cm
5	rotes Legodachteil	2.5 cm
6	schwarzes Legodachteil	2.5 cm
7	roter Legoritter	4.8 cm
8	blauer Legoritter	4.8 cm
9	violetter Legoritter	4.8 cm
10	weisses Playmobilskelett	7 cm
11	grün-gelbes Playmobilmännchen	7.5 cm

2.2.2. Mittlere Attrappen

Da die Idee zu dieser Maturaarbeit durch die Beobachtung von Sonnenbarschattacken auf menschliche Füsse entstand, wurde auch ein Fuss als Attrappe gewählt. Um mit der Farbe variieren zu können, wurden dem Fuss verschiedenfarbene Socken übergezogen. Die Grösse konnte nur durch zwei kleinere Stiefel variiert werden.

Tabelle 2: Daten der mittleren Attrappen

Attrappen-Nummer	Beschreibung	Grösster ungefährer Durchmesser
12	kleiner blauer Stiefel	16 cm
13	grüner Fischerstiefel	21 cm
14	nackter Fuss	25 cm
15	Fuss mit gelber Socke	25 cm
16	Fuss mit grüner Socke	25 cm

2.2.3. Grosse Attrappen

Bei den grossen Attrappen handelte es sich um möglichst grosse Gegenstände, welche innen hohl und somit trotz einer höheren Dichte als Wasser ziemlich leicht zu bewegen waren. Die Eimer wie auch der Autopneu konnten mit Wasser gefüllt werden und boten somit leicht bedienbare Attrappen. Die Eimer wurden auf den Boden gestellt, der Autopneu liegend präsentiert.

Tabelle 3: Daten der grossen Attrappen

Attrappen-Nummer	Beschreibung	Grösster ungefährer Durchmesser
17	grüner Eimer	31cm
18	weisser Eimer	35 cm
19	Autopneu	62 cm

2.3. Versuche

Um die beiden Hypothesen möglichst genau testen zu können, wurde der Aufbau der Versuche folgendermassen festgelegt: Im Aquarium wurde mittels Attrappenversuche eine Versuchsserie durchgeführt. Da jedoch die Haltung in einem Aquarium nicht den normalen Lebensumständen entspricht, mussten diese Resultate auch mittels Freilandversuche auf ihre Übereinstimmung überprüft werden.

Diese Versuchsanordnung wurde so konzipiert, dass sie gleich zur Untersuchung beider Hypothesen taugte. Bei dieser Versuchsserie ging es darum, das Aggressionsverhalten der Sonnenbarsche auf Attrappen, welche sich in ihrem Revier befanden, zu testen. Anhand der gewonnenen Resultate konnte schliesslich festgestellt werden, welche Faktoren Schlüsselreize sind und welche nicht.

2.3.1. Ethogramm

Da Sonnenbarsche nicht immer nur angreifen, sondern auch aus Neugierde mit dem Mund Dinge berühren und anschupsen, musste festgelegt werden, was unter aggressivem Verhalten zu verstehen ist. Als Angriff wurde gewertet, wenn der Sonnenbarsch dreimal innerhalb einer Minute das Objekt mit dem Mund berührte. Als Angriff wurde auch das Hinaustragen von kleinen Gegenständen aus dem Nest gezählt. Wenn der Sonnenbarsch jedoch das Objekt nur ein- oder zweimal berührte, wurde dies auch bei energischem Zubeissen nicht als Angriff registriert.

2.3.2. Versuchsanordnung

Im Aquarium wie auch im Freiland wurde folgendes Grundgerüst für die Versuchsreihe verwendet: Jede Versuchsreihe basierte auf drei verschiedenen Etappen und wurde mit Sonnenbarschen durchgeführt, welche sichtbar ein Nest hatten. An drei aufeinander folgenden Tagen wurde die gesamte Versuchsreihe wiederholt, wobei Aquarien- und Freilandversuche an den gleichen Tagen erfolgten.

1. Etappe

Um sicherzugehen, dass der Sonnenbarsch die kleineren Attrappen nicht als Futter ansieht und sie deshalb in den Mund nimmt, musste er zuvor mit Fleischmaden so lange angefütert werden, bis er keine mehr frass. Dies wurde am Anfang jeder Versuchsreihe durchgeführt und vor jedem Attrappenversuch wurde untersucht, ob immer noch Maden in der Nähe des Nests zu sehen seien.

2. Etappe

War der Sonnenbarsch voll gefressen, erfolgte der erste Attrappenversuch. Dieser wurde mit einer lebenden Fleischmade vorgenommen. Die Made wurde im Zentrum des Nestes versenkt und der Sonnenbarsch musste die Made in den Mund nehmen und aus dem Nest forttragen. Für diesen Attrappenversuch hatte er exakt drei Minuten Zeit. Danach wurde eine Ruhepause von mindestens fünf Minuten eingelegt, um einer Ermüdung oder einer Hemmung der Aggression vorzubeugen.

3. Etappe

Dann folgten die restlichen 18 Attrappenversuche mit dreierlei Attrappenarten. Auch diese Attrappen wurden in einer festgelegten Reihenfolge getestet, wobei sich kleine, mittlere und grosse Attrappen möglichst abwechseln sollten. Die Reihenfolge ist im Anhang nachzulesen. Jede Attrappe wurde nach folgendem Schema getestet:

Die Attrappe wurde im Nest in Stellung gebracht. Dort wurde sie exakt eine Minute unbewegt liegen gelassen. In dieser Zeit wurde gewartet, ob ein Angriff vollzogen würde. Wäre dies in weniger als einer Minute eingetreten, so hätte der zweite Teil des Versuches begonnen werden können. Bei diesem Teil wurde die Attrappe im Nest bewegt. Diesmal wurde eine Zeit von drei Minuten einberechnet, da die Bewegung bei den Sonnenbarschen meist anfängliches Fluchtverhalten auslöste. Fand innert weniger als den drei einberechneten Minuten ein Angriff statt, so konnte die Attrappe entfernt werden und es wurde eine fünfminütige Pause bis zum nächsten Versuch eingelegt.

Alle verschiedenen Attrappenarten wurden nach diesem Prinzip getestet. Das Testverfahren unterschied sich nur durch die unterschiedlichen Befestigungs- sowie Bewegungsmethoden der einzelnen Attrappen.

Die kleinen Attrappen wurden an einem 0.22 mm dicken, monofilen Forellengarn befestigt. Dasselbe wurde an einer Haselrute befestigt, welche den Fisch nicht stören sollte. Mit dieser wurde die Attrappe ins Nest gesetzt. Die Attrappe wurde in hüpfender und schaukelnder Weise bewegt.

Da es sich bei den mittleren Attrappen um Füsse und Fussbekleidung handelte, wurde dies folgendermassen getestet: Der nackte oder bekleidete Fuss wurde ins Nest gestellt. Die Bewegung, die der Fuss im zweiten Teil des Versuches machte, war ein seitliches Schwenken des Vorderfusses. Dabei durfte die Ferse aber so wenig wie möglich bewegt werden, um eine zu grosse Turbulenz des Wassers zu vermeiden. Beim Bewegen des Fusses musste darauf geachtet werden, dass der Fuss möglichst in Bodennähe war, der Grund aber nicht zu stark aufgewühlt wurde.

Die grossen Attrappen mussten jeweils vom Experimentator gehalten werden. Dabei sollte wie bei allen Versuchen nach Möglichkeit nicht ins Wasser gestiegen werden. War es aber nicht anders möglich, so musste darauf geachtet werden, dass möglichst kein sichtbehindernder Schmutz aufgewühlt wurde. Beim zweiten Teil des Versuches wurden die Attrappen sachte geschwenkt, so dass für den Sonnenbarsch eine Bewegung erkennbar wurde.

Die Versuche dieser 3. Etappe wurden mit jeder der 18 Attrappen vorgenommen.

2.3.3. Aquariumversuche

Es gab gute Gründe für eine Durchführung der Versuche in einem Aquarium. Der wichtigste davon war, dass in einem Aquarium das Geschehen viel besser beobachtet werden konnte als im Freiland. Die durch permanente Beobachtung erhaltenen Informationen erwiesen sich als sehr wertvoll für das Präzisieren der Versuchsanordnung und das Verfassen dieser Arbeit.

2.3.4. Freilandversuche

Diese Versuche sollten dazu dienen, die im Aquarium erhaltenen Resultate mit Beobachtungen im natürlichen Lebensraum zu erhärten. Ein weiterer Grund war, dass für eine quantitative Auswertung eine möglichst repräsentative Menge an Daten gesammelt werden musste und es unmöglich war, mehrere Sonnenbarschmännchen in Gefangenschaft zu halten. Deshalb musste eine möglichst grosse Kolonie von Nestern aufgefunden werden, damit die Versuche so effizient wie möglich durchgeführt werden konnten. Denn wenn die Nester nahe beieinander lagen,

konnten die verschiedenen Sonnenbarsche parallel untersucht werden, wodurch viel Zeit gewonnen wurde. So konnte einerseits dieselbe Attrappe nacheinander für alle Sonnenbarsche verwendet und andererseits die fünfminütige Wartezeit ausgenutzt werden. Eine solche Kolonie wurde südöstlich neben dem Bootssteg des Seeruderclubs Sursee (47° 10' 23" N/ 8° 07' 35" E) gefunden. Sie erwies sich als den perfekten Versuchsort.

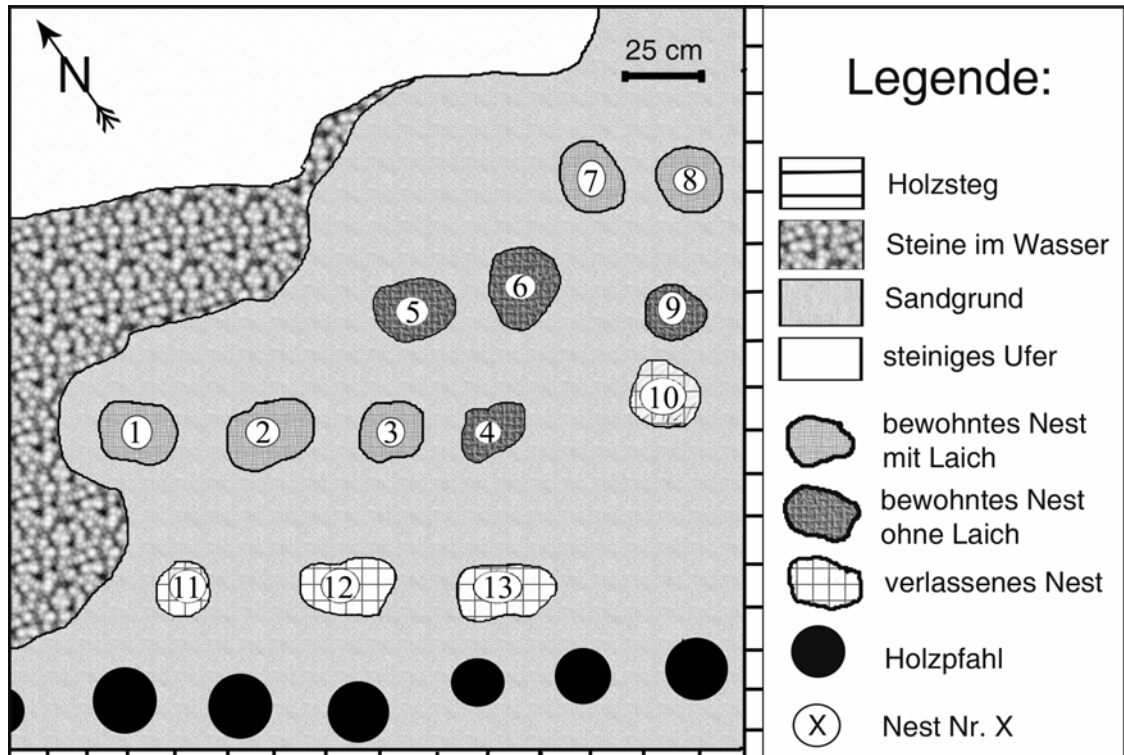


Abbildung 2: Sonnenbarschkolonie der Freilandversuche

Die Wassertiefe nahm von gut 20 cm bei Nest Nummer 7 bis knapp 60 cm bei Nest Nummer 13 zu. Da die Kolonie an zwei Seiten von einem Holzsteg umgeben war, konnten die Nester mit allen Attrappen gut erreicht werden. Fast die ganze Kolonie wurde von Ästen überdeckt, welche auf der Abbildung aus praktischen Gründen weggelassen wurden. Die Nummern der Sonnenbarsche entsprechen den Nummern der Nester.

3. Resultate

Da die Resultate in See und Aquarium mit zufrieden stellender Ähnlichkeit ausfielen, wurden die Resultate gemeinsam dargestellt. Alle Resultate wurden zwischen dem 3.7.2005 und dem 5.7.2005 erhoben.

3.1. Bewegung

3.1.1 Unbewegte Attrappen

Bei allen durchgeführten 540 Attrappenversuchen wurden die Attrappen kein einziges Mal angegriffen.

3.1.2. Bewegte Attrappen

Von allen bewegten Attrappen wurden 354 von 570 angegriffen. Dies entspricht einer prozentualen Angriffshäufigkeit von 62%, also fast 2/3.

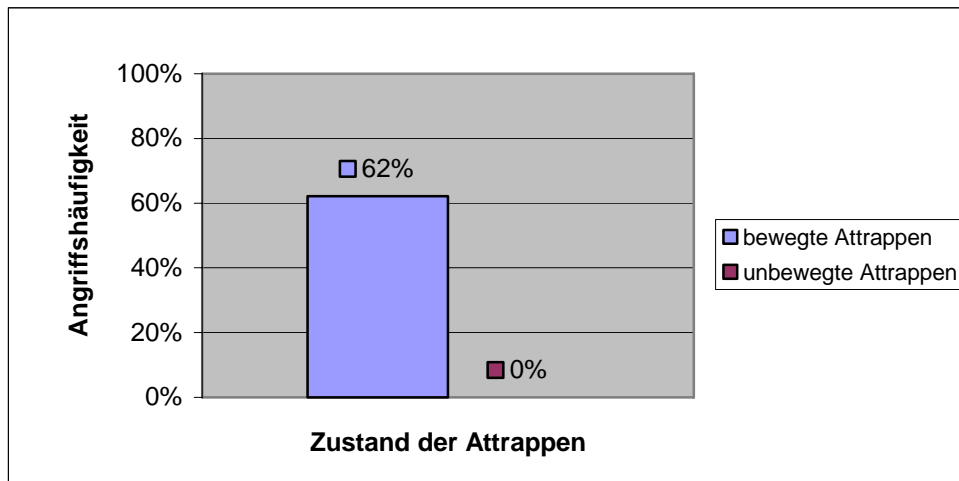


Abbildung 3: Prozentuale Angriffshäufigkeit aller Sonnenbarsche auf bewegte und unbewegte Attrappen.

3.2. Visuelle Faktoren

Da die Resultate der unbewegten Attrappenversuche für die einzelnen Parameter Farbe, Form und Grösse nichts aussagen, werden ab hier nur noch die Resultate der bewegten Attrappen besprochen.

Es können drei Gruppen unterschieden werden:

Gruppe 1

Diese Gruppe umfasste die Sonnenbarsche Nummer 4, 5 und 9. Diese Sonnenbarsche zeigten ein äusserst schwaches Aggressionsverhalten. Die durchschnittliche Angriffshäufigkeit dieser Gruppe betrug 8%. Die angegriffenen Attrappen waren Maden und einer griff noch die Legoritter an. Alle drei Sonnenbarsche waren sehr schreckhaft und flohen, wenn man in der Nähe ins Wasser stieg.

Gruppe 2

Diese aus Sonnenbarsch Nummer 1 und 2 bestehende Gruppe zeigte ein mittelmässiges Aggressionsverhalten. Die durchschnittliche Angriffshäufigkeit betrug 60%. Angegriffen wurden ausser den Maden noch die kleinen Attrappen und der kleine blaue Stiefel.

Gruppe 3

Fünf der zehn untersuchten Sonnenbarsche zeigten ein sehr ausgeprägtes Aggressionsverhalten und griffen von 285 getesteten Attrappen 272 an, was einer prozentualen Angriffshäufigkeit von 95% entspricht. Angegriffen wurden alle kleinen und mittleren, teilweise aber auch die grossen Attrappen, wobei die Angriffshäufigkeit mit zunehmender Attrappengrösse abnahm. Zu dieser Gruppe gehörten Sonnenbarsch Nummer 3, 6, 7, 8 und jener aus dem Aquarium.

3.2.1. Farbe

Attrappen der gleichen Grösse und gleichen Form, jedoch unterschiedlicher Farbe wurden fast gleich stark angegriffen.

Folgende Attrappen wurden verglichen:

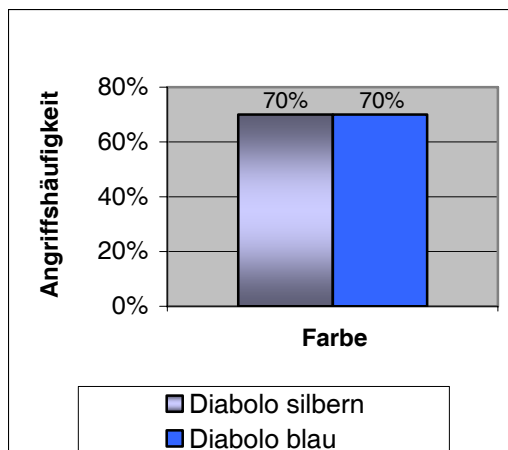


Abbildung 4: Prozentuale Angriffshäufigkeit auf verschiedenfarbene Diabolos

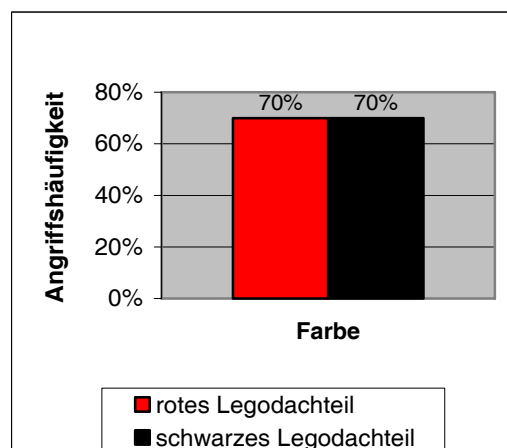


Abbildung 5: Prozentuale Angriffshäufigkeit auf verschiedenfarbene Legodachteile

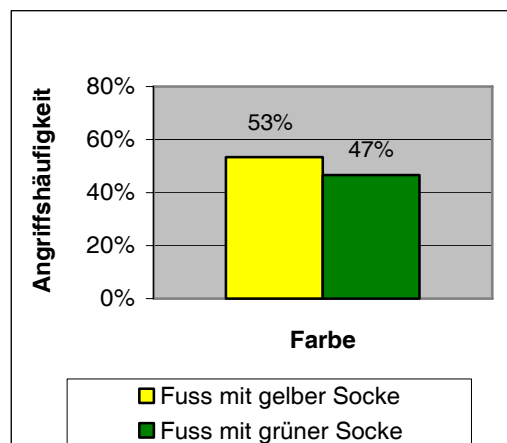
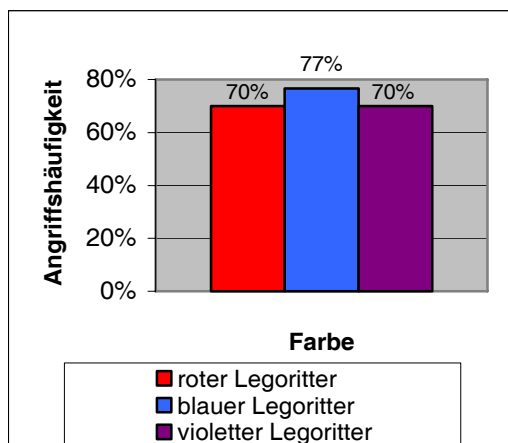


Abbildung 6: Prozentuale Angriffshäufigkeit auf verschiedenfarbene Legoritter

Abbildung 7: Prozentuale Angriffshäufigkeit auf verschiedenfarbene Socken

Bei jeder Attrappenform wurde die durchschnittliche Standardabweichung vom Mittelwert der verschiedenfarbenen Formen berechnet. Bei den Diabolos und Legodachteilen beträgt sie 0%, bei den Legorittern 4% und bei den Socken 5%.

3.2.2. Form

Für die Form wurden ausschliesslich die Resultate der Gruppe 3 berücksichtigt, da diese die nötige Angriffshäufigkeit hatte. Die Sonnenbarsche dieser Gruppe griffen alle Attrappen bis Nummer 17 an. Insgesamt wurden acht sich in der Form deutlich unterscheidende Attrappen von fünf Sonnenbarschen zu 100% attackiert. Diese Attrappen waren Nummer 1, 2, 4, 5, 7, 10, 14 und 17.

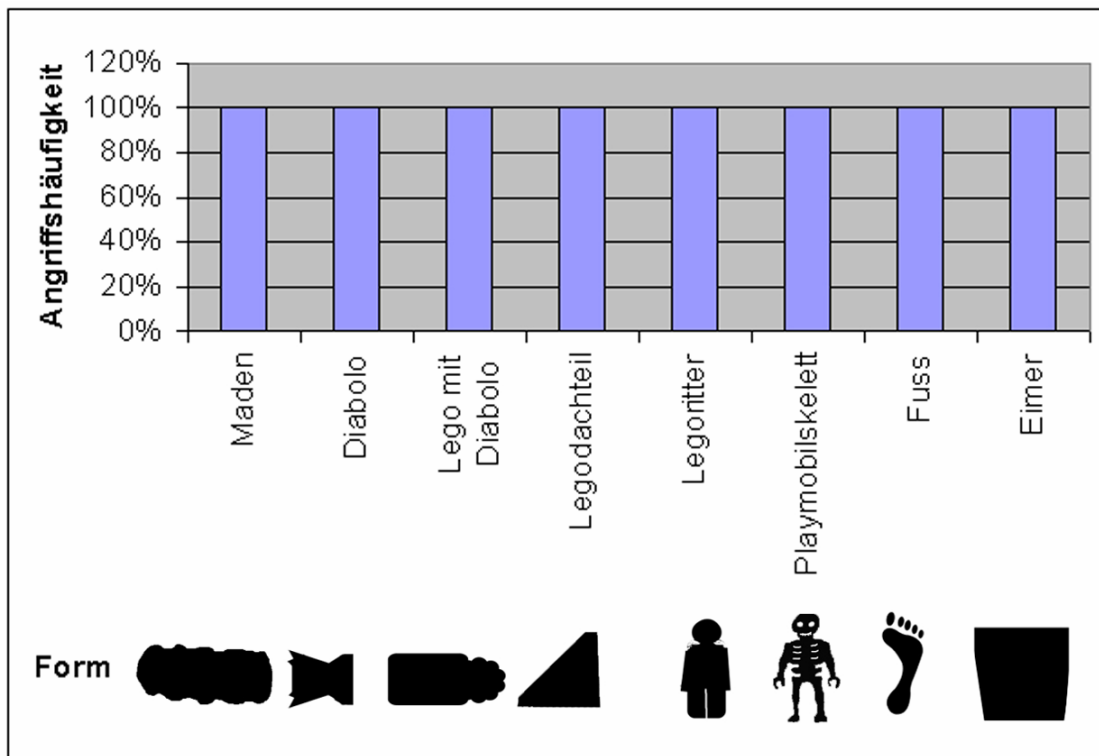


Abbildung 8: Prozentuale Angriffshäufigkeit der Gruppe 3 auf sich in der Form unterscheidende Attrappen

3.2.3. Grösse

Die totale Angriffshäufigkeit hat mit steigender Grösse der Attrappen abgenommen. Bei gleich grossen Attrappen wurde der Mittelwert berechnet. Insgesamt wurden 13 verschiedene Attrappengrössen verglichen und der Korrelationskoeffizient berechnet.

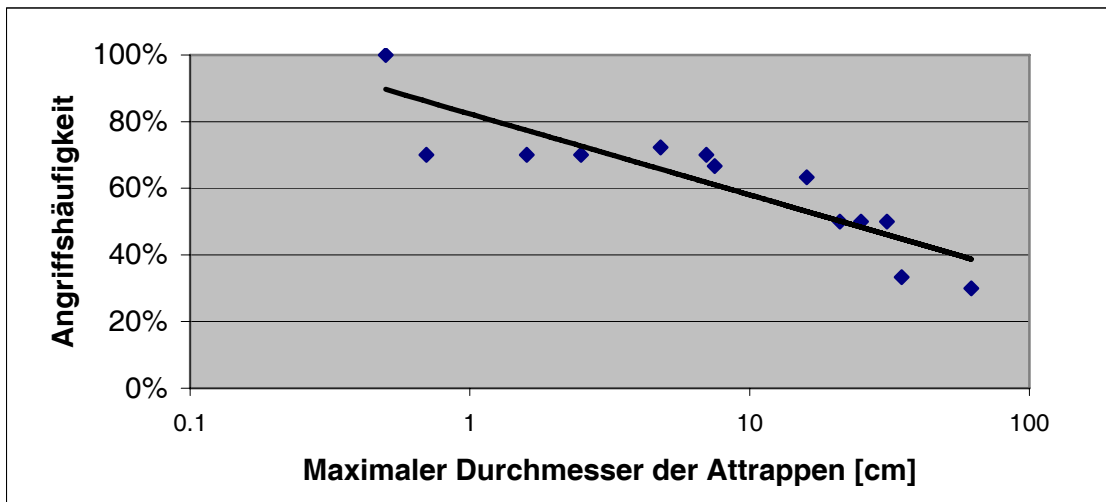


Abbildung 9: Prozentuale Angriffshäufigkeit aller Fische auf verschiedengrosse Attrappen, inkl. logarithmischer Trendlinie

Die Angriffshäufigkeit hat von 100% bei der Made auf 30% beim Autopneu abgenommen. Zwischen Attrappengrösse und Angriffshäufigkeit gibt es eine Korrelation von -0.88 .

3.3. Zusätzliche Beobachtungen

Wenn einem Sonnenbarsch eine Made ins Nest gelegt wurde und er keinen Hunger mehr hatte, so nahm er die Made in den Mund und schwamm mit ihr bis über den Nestrand. Dort spuckte er die Made aus und kehrte wieder zum Nestmittelpunkt zurück. Dies konnte man beliebig lange wiederholen.

Wurden einem Sonnenbarsch kleine Attrappen hingehalten, so versuchte er stets, sich an den Attrappen festzubeissen. Geling ihm dies, konnte er die Attrappe aus dem Nest tragen. Bei grossen Attrappen versuchte er dies auch, doch gelang es ihm nur bei den Socken, da die anderen Attrappen eine zu glatte Oberfläche hatten.

Sonnenbarsche, welche Laich im Nest hatten, zeigten durchschnittlich ein stärkeres Aggressionsverhalten. Beim Angriff stellten diese oft ihre Kiemendeckel auf, was ihnen ein grösseres Erscheinungsbild verlieh.

Bei grossen Attrappen flüchteten die Sonnenbarsche oft und wagten sich dann so lange nicht ins Nest, bis die Attrappe entfernt wurde.

In kaltem Wasser war der Sonnenbarsch im Aquarium bedeutend weniger aggressiv.

Bis auf wenige Ausnahmen wurden die Attrappen vom einzelnen Sonnenbarsch an jedem Tag gleich stark angegriffen.

Die Laichzeit war im Sempachersee zwei Monate später als in der Literatur vermerkt.

4. Diskussion

4.1. Interpretation

4.1.1. Bewegung

Da die Angriffshäufigkeit bei unbewegten Attrappen 0% und bei bewegten über 60% ist, kann man daraus schliessen, dass die Sonnenbarsche nur zu aggressivem Verhalten bereit werden, wenn sich das Reizobjekt bewegt. Somit ist Bewegung der wichtigste Schlüsselreiz, ohne den gar kein Aggressionsverhalten ausgelöst wird.

4.1.2. Farbe

Die aufgeführten Grafiken zeigen, dass die Angriffshäufigkeit zwischen verschiedenfarbenen, sonst aber identischen Attrappen fast gleich ist. Die maximale Standardabweichung von 5% machen lediglich zwei zusätzlich ausgeführte Angriffe auf die gelben Socken aus. Deshalb kann man den Schluss ziehen, dass die Farben Rot, Violett, Blau, Gelb, Grün, Schwarz und Silber keinen Einfluss auf das Aggressionsverhalten der Sonnenbarsche haben. Diese Farben decken den Farbkreis gut ab und durch Silber und Schwarz können auch die Faktoren dunkel und hell integriert werden. Deshalb darf man annehmen, dass der Faktor Farbe kein spezifischer Schlüsselreiz ist. Er hat keinen ersichtlichen Einfluss auf das Aggressionsverhalten des Sonnenbarsches auf Attrappen der untersuchten Grösse. Ob mit steigender Attrappengrösse die Farbe doch entscheidend wird, ist unklar, da die Untersuchungen nur bis zu einer bestimmten Attrappengrösse reichen.

4.1.3. Form

Acht verschiedene Attrappenformen wurden gleich stark angegriffen. Dies lässt darauf schliessen, dass die Form kein Angriffskriterium ist. Somit stellt für die Sonnenbarsche die Form im Bereich der gemessenen Attrappengrössen kein Schlüsselreiz dar.

4.1.4. Grösse

Mit steigender Attrappengrösse sinkt die totale Angriffshäufigkeit der Sonnenbarsche. Die sinkende Trendlinie zeigt dies deutlich. Da ein relativ starker Korrelationskoeffizient von -0.88 vorhanden ist, kann ein direkter Zusammenhang zwischen Attrappengrösse und Angriffshäufigkeit angenommen werden. Ob eine Attrappe angegriffen wird, hängt somit von deren Grösse ab. Attrappen bis zu einer bestimmten Grösse wirken, falls sie bewegt werden, als Schlüsselreiz. Da manche Sonnenbarsche alle Attrappen bis zum Autopneu angriffen, ergibt sich die Möglichkeit, dass sie vielleicht noch grössere Attrappen angreifen würden.

4.2. Erkenntnis

Sonnenbarsche sehen Dinge nur als potenzielle Feinde an, wenn sich jene bewegen. Farbe und Form der Objekte sind keine Reize, die das Aggressionsverhalten merklich beeinflussen. Jedoch greifen die Sonnenbarsche grössere Attrappen weniger an als kleine, was aber nicht heisst, dass die grossen Attrappen keine Feinde für sie darstellen. Steigende Attrappengröße macht Angst und löst teilweise Fluchtverhalten aus. Es dauert längere Zeit, bis die Sonnenbarsche sich zu ihrem Nest zurück wagen. Manche Sonnenbarsche die Laich im Nest haben, zeigen eine so grosse Aggressionsbereitschaft, dass sie sogar Autopneus angreifen. Wenn nun Badende in die Nester der Sonnenbarsche treten und dabei ganz schwach ihre Füsse bewegen, genügt diese Bewegung bereits um beim Sonnenbarsch Angriffsverhalten auszulösen.

4.3. Reflexion des Vorgehens

Die nur durch wenige Faktoren eingeschränkte Wahl der Attrappen ergab, dass die Anzahl der Attrappen nicht optimal ausgenutzt wurde. Es wäre besser gewesen, wenn man nur wenige Formen genommen und diese in Grösse und Farbe variiert hätte. So hätten unterschiedliche Formen sowie Farben besser miteinander verglichen werden können und jede Attrappe wäre bei mehreren Auswertungen zum Zuge gekommen. Da die Resultate aber so ausfielen wie erwartet, hat dieser Fehler nichts am Ergebnis geändert. Hätte jedoch keine so grosse Angriffshäufigkeit bestanden, wäre es sicherlich schwer gewesen, die verschiedenen Formen miteinander zu vergleichen, da es keine verschiedenen Formen in der gleichen Grösse gab.

Um die gleichen, jedoch repräsentativeren Resultate zu ermitteln, wäre eine grössere Arbeit nötig gewesen. Würde man vier verschiedene Attrappenformen nehmen, diese in vier Farben und sechs Grössen variieren, würde man viermal mehr Attrappen wie bei dieser Arbeit benötigen. Diese wäre aber nicht in einem Jahr mit zehn Sonnenbarschen auszuführen, da die Sonnenbarsche einen so grossen Stress nicht ertragen würden. Deshalb müsste man entweder 40 beieinander liegende Sonnenbarschnester haben, was im Sempachersee jedoch unmögliche aufzufinden wäre, oder die Arbeit müsste auf mehrere Jahre verteilt werden. Aus diesem Grund war die durchgeführte Vorgehensweise die einzig mögliche, wenngleich sie auch einige kleinere Mängel enthielt.

4.4. Gültigkeit der Daten

Da die grösste Attrappe noch angegriffen wurde, ist es durchaus möglich, dass auch grössere Attrappen angegriffen würden. Dabei ist auch nicht geklärt, ob die Faktoren Farbe und Form bei noch grösseren Attrappen nicht doch entscheidend sind. Deshalb gelten die aus den Resultaten abgeleiteten Erkenntnisse nur im Bereich der getesteten Attrappengrössen.

4.5. Weiterführende Arbeiten

Da die gewonnenen Erkenntnisse sich nur auf einen bestimmten Grössenbereich beziehen und somit nicht allgemeingültige Aussagen über die Sonnenbarsche gemacht werden können, müsste die Grösse der Attrappen so lange erhöht werden, bis sie nicht mehr angegriffen würden. Die so gewonnenen Resultate wären allgemeingültig. Bei dieser Arbeit müsste aber auf ein Aquarium verzichtet oder die Aquarienversuche unabhängig von den Freilandversuchen gewertet werden.

Eine andere spannende Untersuchung wäre das Angriffsverhalten in Abhängigkeit von der Wassertemperatur. Die Vorteile einer solchen Arbeit wären, dass man nur eine Attrappenart bräuchte und bereits wüsste, dass nur bewegte Attrappen angegriffen werden. Nachteilig wäre, dass man die Versuche nur in Aquarien durchführen könnte und die nötige Infrastruktur zur Regulation der Wassertemperatur bräuchte.

5. Reflexion

Mit dieser Arbeit wurde das gesetzte Ziel, die aufgestellten Hypothesen durch Versuche zu bestätigen, zufrieden stellend erreicht. Durch die erfreulichen Resultate der Versuche konnte eine, mich schon lange interessierende Frage, beantwortet werden. Unter anderem war es möglich aufzuzeigen, weshalb Badegäste im Sommer von Sonnenbarschen oft als Feinde angesehen werden. Das Thema hat einen Bezug zu unserem Alltag und wird vielleicht manch einen dazu veranlassen, sich diese Fische im Strandbad einmal genauer anzusehen. Da die einzige bekannte Arbeit zu diesem Thema nicht erhältlich ist, werden die in dieser Arbeit gewonnenen Erkenntnisse für weiterführende Arbeiten eine nützliche Hilfe darstellen. Durch die grosse Datenmenge werden die Resultate auch repräsentativ.

Durch die Erstellung einer eigenständigen Arbeit habe ich viele neue Erfahrungen gemacht. Ich erkannte die Nützlichkeit eines Zeitplanes, welcher mich immer auf Trab hielt. Da die Sonnenbarsche nur in einer gewissen Zeit laichen, wurde mir dadurch auch schon ein Zeitlimit gegeben, an welches ich mich unbedingt halten musste. Dies brachte mich auch in die Gefahr des Scheiterns, da die Versuche bei Mislingen nicht wiederholt werden konnten. Zudem kam durch die verspätete Laichzeit mein Zeitplan stark ins Wanken. Deshalb empfehle ich allen, ihre Maturaarbeit mit genügend Vorversuchen abzusichern. Es konnte aber durch eine arbeitsintensive Zeit die verlorene Zeit wieder aufgeholt werden.

6. Quellenangaben

Online-Publikationen (Web-Seiten)

- [1] www.angeltreff.org/fische/raubfische/sonnenbarsch/sonnenbarsch.html (18.8.05)
- [2] www.world-of-animals.de/tierlexikon/tierart_Gemeiner_Sonnenbarsch,_Kuerbiskernbarsch.html (17.8.05)
- [3] de.wikipedia.org/wiki/Instinktverhalten (7.9.05)
- [4] de.wikipedia.org/wiki/Sonnenbarsch (7.9.05)

mündliche Mitteilungen

- [5] Splett Uwe, Tannholzstrasse 2, D-86424 Dinkelscherben
- [6] Hofer Josef, Berufsfischer, Sonnhaldenstrasse 40, 6210 Sursee
- [7] Strebel Bruno, Dr. Geograph Entwicklungsfragen u. angewandte Oekologie, Sonnenhof 10, 6232 Geuensee

Literatur

- [8] Roland Gerstmeier, Thomas Romig, Die Süßwasserfische Europas, Kosmos, Stuttgart 2003, 367 Seiten.
- [9] K. H. Skzipek, Praktikum der Verhaltenskunde, Teubner, Stuttgart 1978, 220 Seiten.

Titelbild

www.angeltreff.org/fische/raubfische/sonnenbarsch/sonnenbarsch.html (18.8.05)

7. Deklaration

„Ich erkläre hiermit,

- dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und nur unter Benutzung der angegebenen Quellen verfasst habe,
- dass ich auf eine eventuelle Mithilfe Dritter in der Arbeit ausdrücklich hinweise,
- dass ich vorgängig die Schulleitung und die betreuende Lehrperson informiere, wenn ich diese Maturaarbeit, bzw. Teile oder Zusammenfassungen davon veröffentlichen werde, oder Kopien dieser Arbeit zur weiteren Verbreitung an Dritte aushändigen werde.“

Ort: Sursee

Datum:

Unterschrift:

8. Anhang

8.1. Attrappenbeschreibung

An dieser Stelle werden nur die kleinen Attrappen dargestellt, da jeder weiss, wie Stiefel, Füsse, Eimer und Autopneus aussehen. Gleiche Attrappen unterschiedlicher Farbe werden von verschiedenen Seiten gezeigt.

Tabelle 4: Kleine Attrappen

Attrappen-nummer	Beschreibung
1	weisse Fleischmade
2	silbernes Diabolo cal.144
3	blaues Diabolo cal.144
4	blauer Legoeiner mit blauem Diabolo
5	rotes Legodachteil
6	schwarzes Legodachteil
7	roter Legoritter
8	blauer Legoritter
9	violetter Legoritter
10	weisses Playmobilskelett
11	grün-gelbes Playmobilmännchen

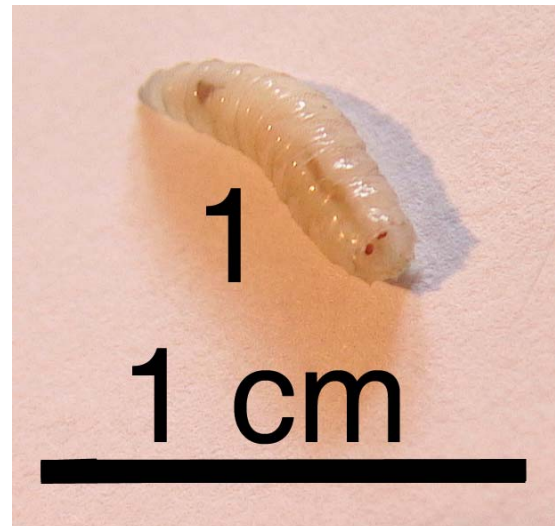


Abbildung 10: Attrappe Nummer 1

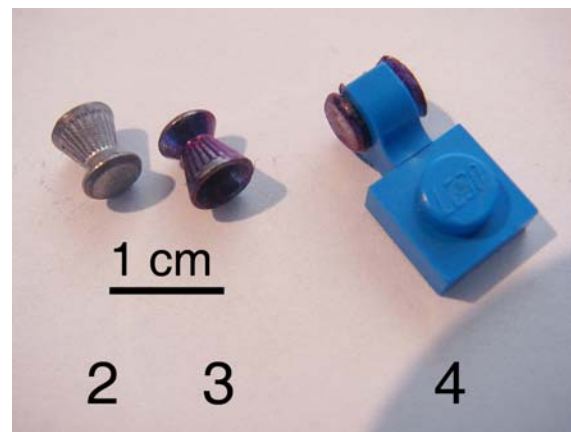


Abbildung 11: Attrappen Nummer 2, 3 und 4

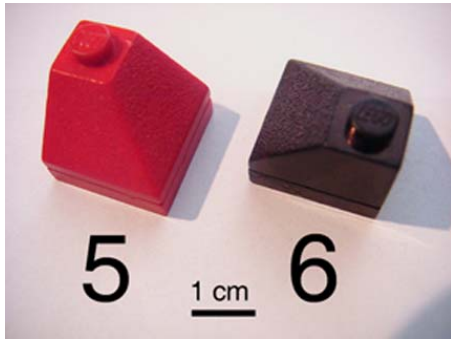


Abbildung 12: Attrappen Nummer 5 und 6

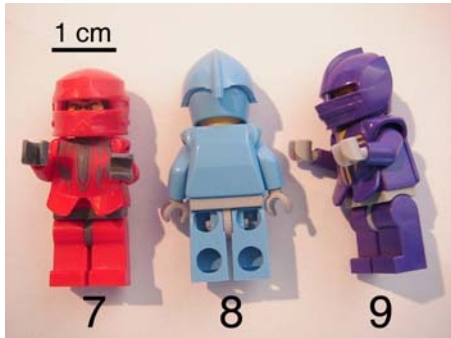


Abbildung 13: Attrappen Nummer 7, 8 und 9



Abbildung 14: Attrappen Nummer 10 und 11

8.2. Versuchsergebnisse

Hier werden nur die Versuchsergebnisse der Attrappenversuche mit bewegten Attrappen dargestellt, da die unbewegten Attrappen nie angegriffen wurden und somit ein Aufzeigen der Daten überflüssig wäre. Die Reihenfolge, mit der die Attrappen getestet wurden, ist für die folgenden vier Tabellen identisch.

8.2.1. Aquarium

Tabelle 5 : Anzahl Angriffe auf unterschiedliche Attrappen während den drei Versuchstagen

Attrappe	Anzahl Angriffe
Maden	3
blauer Stiefel	3
Playmobilmännchen	3
weisser Eimer	1
grüner Stiefel	3
blaues Diabolo	3
violetter Legoritter	3
Fuss	3
Playmobilskelett	3
silbernes Diabolo	3
roter Legoritter	3
Fuss mit grüner Socke	3
Autopneu	0
rotes Legodachteil	3
blauer Legoritter	3
schwarzes Legodachteil	3
Fuss mit gelber Socke	3
kleines Legoteil mit Diabolo	3
grüner Eimer	3
Summe aller Angriffe	52
Prozentuale Angriffshäufigkeit	91%

8.2.2. Freiland

Tabelle 6: Anzahl Angriffe der Sonnenbarsche Nummer 1 bis 5 auf unterschiedliche Attrappen während den drei Versuchstagen

Attrappe	Anzahl Angriffe von Fisch Nr. 1	Anzahl Angriffe von Fisch Nr. 2	Anzahl Angriffe von Fisch Nr. 3	Anzahl Angriffe von Fisch Nr. 4	Anzahl Angriffe von Fisch Nr. 5
Maden	3	3	3	3	3
blauer Stiefel	2	2	3	0	0
Playmobilmännchen	3	2	3	0	0
weisser Eimer	0	0	3	0	0
grüner Stiefel	0	0	3	0	0
blaues Diabolo	3	3	3	0	0
violetter Legoritter	3	3	3	0	0
Fuss	1	0	3	0	0
Playmobilskelett	3	2	3	0	1
silbernes Diabolo	3	3	3	0	0
roter Legoritter	3	2	3	0	1
Fuss mit gr. Socke	0	0	3	0	0
Autopneu	0	0	3	0	0
rotes Legodachteil	3	2	3	0	1
blauer Legoritter	3	3	3	0	2
schw. Legodachteil	3	3	3	0	0
Fuss mit gelber Socke	1	0	3	0	0
kl. Legoteil mit Diabolo	3	3	3	0	0
grüner Eimer	0	0	3	0	0
Summe aller Angriffe	37	31	57	3	8
Prozentuale Angriffshäufigkeit	65%	54%	100%	5%	14%

Tabelle 7: Anzahl Angriffe der Sonnenbarsche Nummer 6 bis 9 auf unterschiedliche Attrappen während den drei Versuchstagen

Attrappe	Anzahl Angriffe von Fisch Nr. 6	Anzahl Angriffe von Fisch Nr. 7	Anzahl Angriffe von Fisch Nr. 8	Anzahl Angriffe von Fisch Nr. 9
Maden	3	3	3	3
blauer Stiefel	3	3	3	0
Playmobilmännchen	3	3	3	0
weisser Eimer	0	3	3	0
grüner Stiefel	3	3	3	0
blaues Diabolo	3	3	3	0
violetter Legoritter	3	3	3	0
Fuss	3	3	2	0
Playmobilskelett	3	3	3	0
silbernes Diabolo	3	3	3	0
roter Legoritter	3	3	3	0
Fuss mit gr. Socke	3	3	2	0
Autopneu	0	3	3	0
rotes Legodachteil	3	3	3	0
blauer Legoritter	3	3	3	0
schw. Legodachteil	3	3	3	0
Fuss mit gelber Socke	3	3	3	0
kl. Legoteil mit Diabolo	3	3	3	0
grüner Eimer	3	3	3	0
Summe aller Angriffe	51	57	55	3
Prozentuale Angriffshäufigkeit	89%	100%	96%	5%

**Prozentuale
Angriffshäufigkeit**

=

X (Summe aller Angriffe pro Fisch) • 100%

57 (Anzahl Versuche pro Fisch)

8.2.3. Attrappen

Tabelle 8: Häufigkeit der Angriffe auf jede bewegte Attrappe innert drei Tagen

Attrappe	Summe aller Angriffe pro Attrappe	prozentuale Angriffshäufigkeit
Maden	30	100%
blauer Stiefel	19	63%
Playmobilmännchen	20	67%
weisser Eimer	10	33%
grüner Stiefel	15	50%
blaues Diabolo	21	70%
violetter Legoritter	21	70%
Fuss	15	50%
Playmobilskelett	21	70%
silbernes Diabolo	21	70%
roter Legoritter	21	70%
Fuss mit gr. Socke	14	47%
Autopneu	9	30%
rotes Legodachteil	21	70%
blauer Legoritter	23	77%
schw. Legodachteil	21	70%
Fuss mit gelber Socke	16	53%
kl. Legoteil mit Diabolo	21	70%
grüner Eimer	15	50%
	Summe der Angriffe auf alle Attrappen	Prozentuale Angriffshäufigkeit aller Attrappen
	354	62%

$$\text{Prozentuale Angriffshäufigkeit aller Attrappen} = \frac{354 \text{ (Summe aller Angriffe)} \cdot 100\%}{570 \text{ (Summe aller Versuche)}}$$

Herzlichen Dank an

Uwe Splett

David Stadler

Fam. Tschudi

Bruno Strebel

Josef Hofer

Philipp Brun