

# Anpassung von Tardigraden an extreme Umweltbedingungen



Wettbewerb „Jugend forscht“ 2011

**Pia Lübke (16 Jahre)**

Arbeitsgemeinschaft „Jugend forscht“  
des Christian-Gymnasiums Hermannsburg  
Leitung: StD Thomas Biedermann

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung .....	1
2	Vorüberlegungen .....	1
2.2	Grundlegendes über Tardigraden .....	2
2.2.1	Aufbau und Systematik .....	2
2.2.2	Lebensraum und Lebensweise .....	3
2.2.3	Resistenzstadium .....	3
3	Material und Methoden .....	4
3.1	Beschaffung der Tiere .....	4
3.2	Beobachtungseinrichtungen .....	5
3.3	Dauerpräparation .....	6
4	Beobachtungsreihen .....	7
4.1	Beobachtungen im Vorfeld .....	7
4.2	Verhalten der Tardigraden unter Anhydrobiose .....	7
4.3	Tardigradenanzahl an ausgewählten Standorten .....	7
4.3.1	Vergleich von Proben aus Moos .....	7
4.3.2	Vergleich mit Proben benachbarter Pflanzen .....	7
5	Beobachtungen .....	8
6	Folgerungen .....	10
7	Fazit .....	10
8	Quellenangaben .....	11
9	Danksagung .....	11

# 1 Einleitung

Tardigraden sind eines der weltweit verbreitetsten Lebewesen. Sie besiedeln nahezu alle terrestrischen, maritimen und limnischen Lebensräume der Erde. Sogar auf Gletschern und an Sandstränden sind sie häufig zu finden. Tardigraden sind eukaryotische Lebewesen, welche mit bloßem Auge kaum erkennbar sind. Das Erscheinungsbild der Tardigraden (aus dem lateinischen: „langsame Geher“) erinnert wegen ihrer langsamen Fortbewegung und ihren kurzen, mit Krallen versehenen Stummelfüßchen an einen Bär, daher werden sie auch Bärtierchen oder Wasserbären genannt. In den Medien findet man häufig Berichte über die sonderbaren Lebewesen. Doch nicht nur wegen ihrer Erscheinung, sondern vielmehr wegen ihrer Fähigkeit, sich an extreme Umweltbedingungen anzupassen, sind Menschen immer wieder von den Tieren fasziniert. Die Eigenschaft, bei Wassermangel, Hitze, oder sogar Radioaktivität ein Überdauerungsstadium anzunehmen und darin über viele Jahre überleben zu können, ist unter Mehrzellern einzigartig. Da ich



Abb. 1: Bärtierchen bei 100-facher Vergrößerung

selbst schon häufig von den Tieren gehört habe und einige meiner Mitschüler Bärtierchen schon einmal, unter professionellen Bedingungen, durch ein Elektronenmikroskop betrachten durften, fragte ich mich, ob dies auch unter einfacheren Bedingungen möglich ist. Somit beschloss ich, mich in diesem Projekt mit der Suche und Beobachtung von Bärtierchen unter einem einfachen Durchlichtmikroskop zu beschäftigen. Insbesondere möchte ich dabei das Verhalten der Tiere unter extremen Umweltbedingungen untersuchen. [1]

## 2 Vorüberlegungen

Bevor mit den Beobachtungsreihen begann, sollten zunächst möglichst gute Versuchsbedingungen geschaffen werden, dies umfasst zum einen biologische Grundlagen der Tardigraden, um Beobachtungen einordnen zu können. Zum anderen umfasst dies das Finden geeigneter Beobachtungs- und Präparationsmethoden. Darauf sollen die eigentlichen Beobachtungsreihen zu den Tardigraden unter Extrembedingungen, sowie Vergleiche der Bärtierchenanzahl an ausgewählten Standorten folgen.

## 2.2 Grundlegendes über Tardigraden

Tardigraden sind mehrzellige Gewebetiere. Sie können, abhängig von der Art, eine Länge von 0,2 mm bis 1,4 mm erreichen. Aufgrund ihrer Größe, sowie ihrer bisher geringen Bedeutung für den Menschen, zählten Tardigraden lange Zeit zu den kaum erforschten Lebewesen, obwohl die Entstehung ihre Stammesgeschichte mindestens 530 Millionen Jahre zurück liegt. Die ersten Bärtierchen wurden im 18. Jahrhundert entdeckt, die ersten Monographien aber erst Mitte des 19. Jahrhunderts veröffentlicht. [4] [5]

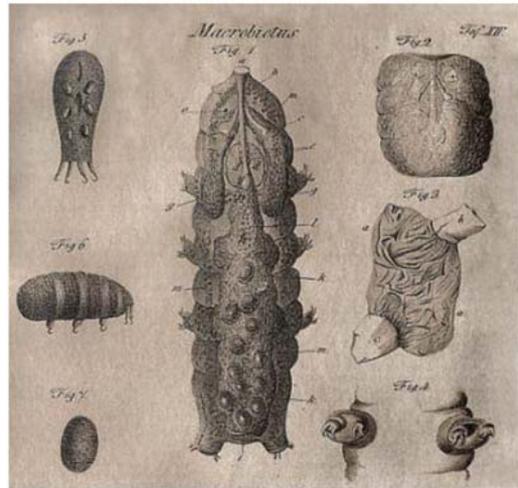
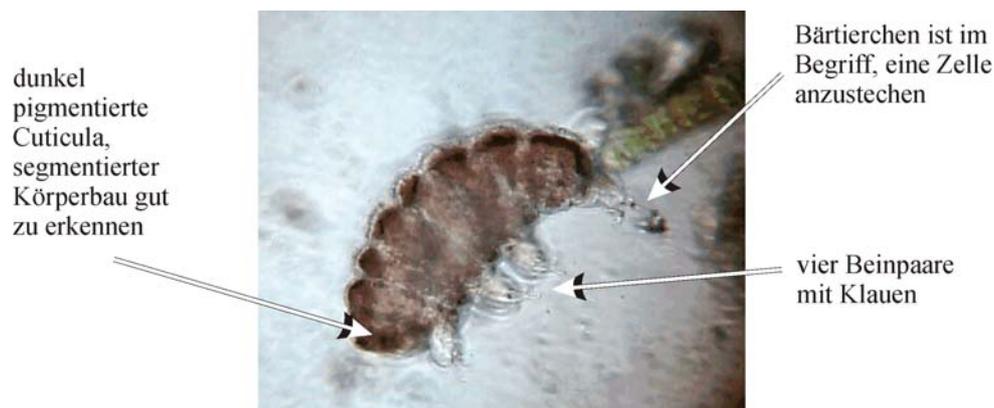


Abb. 2: historische Zeichnung von Tardigraden (1834) [7]

### 2.2.1 Aufbau und Systematik

Der Körper eines Bärtierchens ist in vier Segmente, sowie den Kopf unterteilt. An jedem der Segmente befindet sich ein Beinpaar mit zwei Klauen, welche die Tiere zum klettern benutzen. Tardigraden besitzen ein ventrales Strickleiternnervensystem (segmental angeordnete Ganglienpaare) und ein mehrlappiges Gehirn (mehrere Punkte, an denen Ganglien zu einem Ganglion verschmolzen sind). Bärtierchen haben ein sehr ausgeprägtes Verdauungssystem, zu dem unter anderem die scharfen, spitzen Stiletten (zum Anstechen von Zellen) und der Saugpharynx (zum Aussaugen der Zellen) gehören. Über die Mundröhre bzw. Stillen und Pharynx gelangt die Nahrung in den Magen, von dort aus über den Mitteldarm zum Enddarm.



Der gesamte Körper der Tardigrade ist aus einer konstanten, genetisch festgelegten Anzahl von Zellen aufgebaut, welche sich im Laufe des Lebens lediglich vergrößern und bei Schäden nicht regenerierbar sind. Die Cuticula besteht zum größten Teil aus Proteinen und enthält, je nach Art, verschiedene Farbpigmente. Sie kann als eine dünne Schicht, bis hin zu einem dicken Panzer ausgeprägt sein.

Ein Bärtierchen häutet sich vier- bis sechsmal im Leben. Ebenso findet über die Cuticula die Atmung statt. Bärtierchen benötigen zum Überleben Sauerstoff, welcher beim Gasaustausch durch die Cuticula diffundiert. Für einen funktionierenden Gasaustausch muss die Haut von einem dünnen

Wasserfilm umgeben sein. Der Sauerstoff- und Nährstofftransport findet wiederum über ein Leibeshöhlsystem statt.

Lange Zeit war man sich nicht sicher, ob man Bärtierchen wegen ihrem Stilet, dem segmentierten Körperbau und einigen anderen Eigenschaften zu dem Stamm der Nematoden (Fadenwürmer) oder der Anneliden (Ringelwürmer) zählen sollte. Schließlich beschloss man, die Tiere einem eigenen Stamm der Bärtierchen (Tardigrada) zuzuordnen. Tardigraden zählen zusammen mit den Nematoden und einigen weiteren Stämmen zu den Häutungstieren (Ecdysozoa). Diese Zuordnung basiert auf Verwandtschaften der ribosomalen RNA von 18-S-Ribosomen.

Darüber hinaus lässt sich der Stamm der Tardigraden in die Klassen der Hetero- Eu- und Mesotardigraden unterteilen. Die Eutardigraden sind die „nackten“, also ungepanzerten Bärtierchen welche eine dünne Cuticula besitzen, sie kommen zumeist in terrestrischen Gebieten vor. Die Heterotardigraden sind durch ihre gepanzerte Cuticula gekennzeichnet, zu finden sind sie ausschließlich in Salz- sowie Süßgewässern. Aus der Klasse der Mesotardigraden ist bisher nur eine mittlerweile verschollene Art bekannt. [1][2][5]

### 2.2.2 Lebensraum und Lebensweise

Wie bereits erwähnt, leben Tardigraden in nahezu allen Gebieten der Erde. In meiner Arbeit werde ich mich aber ausschließlich mit landlebigen Arten beschäftigen. In terrestrischen Räumen besiedeln die Tiere meist Pflanzen, mit der Fähigkeit Wasser zu speichern, denn nur so ist die für die Atmung der Tiere benötigte Wasserschicht gegeben. Neben Moosen sind auch Flechten und einige weitere Pflanzen, die Wasser sehr gut speichern können, häufige Lebensräume. Tardigraden ernähren sich zumeist von Algen- und Mooszellen, die sie durch ihre Mundwerkzeuge aussaugen. Seltener fallen ihnen Fadenwürmer oder Rädertierchen zur Beute. Zu den natürlichen Fressfeinden zählen ebenso Rädertierchen und Fadenwürmer wie auch Milben und Spinnen. Fortpflanzen können sich die Bärtierchen auf zwei Weisen. Bei den meisten Populationen gibt es männliche und weibliche Tiere, die sich sexuell fortpflanzen. In manchen Populationen aber existieren keine männlichen Tiere, somit pflanzen sich die Weibchen dort parthenogenetisch fort, dies bedeutet, dass der unbefruchteten Eizelle durch Hormone eine Befruchtung vorgetäuscht wird. Die entstandenen Nachkommen wachsen wiederum auch zu Weibchen heran. Bei beiden Arten legt das Weibchen Eier ab, pro Fortpflanzungsvorgang können dies 6 bis 35 Stück sein. [1][2][5][6]



Abb. 4 : Bärtierchenei

### 2.2.3 Resistenzstadium

Die Fähigkeit der Bärtierchen, sich an extreme Umweltbedingungen anzupassen, und dabei ein Überdauerungsstadium anzunehmen, wird als Kryptobiose bezeichnet. Bei den Tardigraden wird dieses Stadium als Tönnchenstadium bezeichnet. Die Kryptobiose wird wiederum in die Anoxybiose

(Tönnchenbildung wegen sehr geringem Sauerstoffgehalt), Anhydrobiose (Anpassung an trockene Umgebung), Osmobiose (Anpassung an erhöhten osmotischen Druck im Umgebungsmedium) und die Cryobiose (Anpassung an niedrige Temperaturen) unterteilt. In jedem Fall findet der Prozess der Tönnchenbildung statt. Die Tardigraden kugeln sich zum Tönnchen ein, indem sie ihren Rumpf und die Beine einziehen. Sie schieben ebenso ihre Segmentplatten übereinander, um eine möglichst kleine Körperoberfläche einzunehmen. Der Vorgang muss einerseits zügig und unter (noch) hohen Luftfeuchtigkeiten ablaufen, damit sie sich z.B. bei der Anhydrobiose schnell vor Austrocknung schützen können. Andererseits darf der Vorgang nicht zu schnell stattfinden damit die Stoffwechselaktivität herabgesetzt werden kann, denn nach der abgeschlossenen Tönnchenbildung ist dies nicht mehr möglich. Die Stoffwechselaktivität, sowie der Wassergehalt im Tier sind als Tönnchen kaum noch nachweisbar. [2]



Abb. 5 : Tönnchen unter 100-facher Vergrößerung

### 3 Material und Methoden

#### 3.1 Beschaffung der Tiere

In der Literatur wird altes Moos an witterungsgeschützten Stellen (z.B. Fugen von Mauern, Dächer etc.) als sehr gute „Bärtierchenquellen“ beschrieben. [1]

Auf dieser Basis versuchte ich kleine Moosmengen unter dem Mikroskop zu betrachten, doch es war mir so nur selten möglich Bärtierchen zu beobachten (Abb. 6). Darauf versuchte ich die Tiere aus Moos zu extrahieren. Dazu beträufelte ich das Moos mit einigen Tropfen Wasser und presste dieses wieder aus (Abb. 7 und 8). Das Wasser brachte ich wiederum mit einer Pasteurpipette auf einen Objektträger auf und betrachtete dieses nach Auflegen eines Deckgläschens unter einem Lichtmikroskop.

Ich verwendete vorerst willkürlich verschiedene Moos- und Wassermengen und stellte fest, dass ich unter der Verwendung von Moosmengen der durchschnittlichen Abmessungen 10 x 5 x 3 mm und der Verwendung von 4 - 5 Tropfen Wasser ( aus der Pipette) in den meisten Moosorten relativ konstant



Abb. 6: Moos bei 100-facher Vergrößerung



Abb. 7: mit Wasser beträufeltes Moos



Abb. 8: Auspressen des Moooses

ein bis zwei Bärtierchen pro Probe klar identifizieren konnte. Die auspressbare Wassermenge betrug 2 - 3 Tropfen ( $\approx 3 - 4 \mu\text{l}$ ), dies entspricht einer Wassermenge, welche komplett auf den Objektträger auftragbar ist.

Auf einen Massenvergleich der Moosproben verzichtete ich, da dieser Vergleich wegen der unterschiedlichen Mengen an gespeichertem Wasser erst unter Verwendung des vorher getrockneten Moores aussagekräftig wäre, daher empfand ich die Methode, das Moosvolumen abzumessen, im Hinblick auf den Arbeitsaufwand am geeignetesten.

Somit setze ich die oben ermittelte, ideale Wasser- sowie Moosmenge als Standard für die folgenden Beobachtungsreihen fest.

### 3.2 Beobachtungseinrichtungen

Wie schon unter 3.1 erwähnt, verwende ich für mein Projekt ein einfaches Lichtmikroskop. Um die Bärtierchen optimal betrachten zu können, nutze ich ein Weitfeldokular mit einer 10-fachen Vergrößerung sowie Objektive mit 10-bzw. 40-facher Vergrößerung. Um meine Beobachtungen festzuhalten benutze ich vorerst eine Digitalkamera. Es erwies sich aber als sehr schwierig, die Kamera im richtigen Winkel auf dem Okular zu platzieren und zu befestigen, um ein optimales Bild zu erhalten.

Darauf überlegte mir, eine handelsübliche Webcam zu verwenden, welche mit einem Steckaufsatz (Abb. 9) für das Okular versehen wurde. Dies ersparte mir die Suche nach dem richtigen Aufsatzwinkel. Durch die „Life-Übertragung“ zum PC, war es mir außerdem möglich, das Verhalten der Tiere über längere Zeit auf dem Bildschirm betrachten zu können.

Ein klarer Nachteil gegenüber der Digitalkamera wurde in der Qualität der Bilder deutlich. Zum einen lieferte die Digitalkamera wesentlich schärfere Bilder, zum anderen war die Farbechtheit der Aufnahmen bei der Webcam deutlich schlechter, dies fiel besonders bei stark vergrößerten Objekten auf (Abb. 10 und 11). Darüber hinaus war es nur mit der Digitalkamera möglich, Videos aufzuzeichnen. Letztlich verwendete ich je nach Art der Aufnahme die Digitalkamera und die Webcam.



Abb. 9: Webcam mit Steckaufsatz



Abb. 10: Aufnahme einer Flechte mit der Webcam



Abb. 11: Aufnahme einer Flechte mit der Digitalkamera

### 3.3 Dauerpräparation

Beim Anfertigen der ersten Proben stellte ich fest, dass das Wasser unter dem Deckgläschen nach zwei Stunden verdunstet und der Inhalt der Proben schlechter zu erkennen war. Besonders nach langem Betrieb des Mikroskops verdunstete das Wasser auf dem bis zu 30°C warmen Objektisch schon nach einer Stunde. Somit suchte ich nach Möglichkeiten, das Wasser dauerhaft unter dem Deckgläschen einschließen zu können.

Eine erste Idee war das Abdichten der Deckgläschenränder. Dazu verwendete ich Dentalwachs, welches in Raumtemperatur hart ist und durch Anwärmen in den Händen weich wird (Abb. 12). Doch diese Methode erwies sich als sehr aufwändig und erhöhte die Haltbarkeit um maximal eine Stunde.

Eine weitere, deutlich teurere Methode war die Verwendung von „Eukitt“, einem Einschlussharz speziell für die Dauerpräparation. Eukitt ist eine dickliche, durchsichtige Flüssigkeit, welche zum Einbetten trockener Präparate, oder, wie in diesem Fall, auch zum Abdichten von Feuchtpräparaten verwendet wird. Nach etwa 20 Minuten härtet die Flüssigkeit aus. Das Eukitt ist einfach und zügig aufzutragen, zudem besitzt Eukitt im gehärteten Zustand einen ähnlichen Lichtbrechungsindex wie Glas, somit lassen sich auch nach der Präparation alle Bereiche unter dem Deckgläschen betrachten. (Abb. 13). Allerdings sind beim Anwenden Schutz-

handschuhe erforderlich. Durch das Eukitt begann das Wasser erst nach 24 Stunden zu entweichen. Da diese Proben darüber hinaus auch transportabel sind, stellte sich die Benutzung von Eukitt als die geeignetere Variante der Dauerpräparation heraus. Doch mir fiel auf, dass eine gewisse Präparation auch ohne Versiegelung möglich ist. Denn eine eingetrocknete Probe ohne Versiegelung bietet den Vorteil, nach Bedarf wieder Wasser hinzu geben zu können. Das Deckgläschen kann im trockenen Zustand durch Parafilm auf dem Objektträger fixiert werden (Abb. 14) und die Probe nachträglich wieder angefeuchtet werden.



Abb. 12 : Versiegelung durch Dentalwachs



Abb. 13 : Versiegelung durch Eukitt



Abb. 14: Befestigung des Deckgläschen mit Parafilm

## 4 Beobachtungsreihen

### 4.1 Beobachtungen im Vorfeld

Zu Beginn des Projektes nahm ich mir vor, eine Betrachtung einzelner Proben bezüglich der Tardigradenanzahl durchzuführen. Da ich anfangs sehr schwankende Ergebnisse in der gefundenen Bärtierchenanzahl erhielt, verglich ich zunächst einige bärtierchenreiche mit bärteirchenarmen Proben um herauszufinden, ob es möglich ist, schon auf den ersten Blick eine besonders bärtierchenhaltige bzw. -arme Probe zu erkennen. Eine solche Einordnung könnte einem den Aufwand ersparen, in bärtierchenfreien Proben vergeblich nach Tieren zu suchen. Dazu betrachtete ich Proben aus Moosen von verschiedenen Standorten. Als Vergleichsparameter wählte ich die Betrachtung anderer sich im Medium befindenden Organismen (Tiere und Pflanzen) im Bezug zu der Bärtierchenanzahl.

### 4.2 Verhalten der Tardigraden unter Anhydrobiose

Um das Verhalten der Tiere unter Wassermangel (Anhydrobiose) zu beurteilen, erstellte ich Proben aus zwei vorher 24 Stunden getrockneten Moosarten. Eine bestand aus Moos, welches auf meiner Fensterbank unter dem Dachvorsprung wuchs, die andere Probe stammte von einer Moosorte, welche ich von einer Gehwegplatte im Garten entnahm.

Ich beobachte dabei die Rückkehr der Tiere aus dem Tönnchenstadium bzw. das Wiedereinkugeln zu Tönnchen beim Verdunsten des Wassers unter zeitlichem Aspekt. Ebenso bewässerte ich die Proben nach dem Austrocknen mehrfach neu und beobachtete dort ebenfalls das Verhalten der Tardigraden.

### 4.3 Tardigradenanzahl an ausgewählten Standorten

#### 4.3.1 Vergleich von Proben aus Moos

Ein weiterer Schwerpunkt meiner Beobachtungen war das Finden der optimalen „Bärtierchenquelle“ bzw. der optimalen Lebensbedingungen der Tiere. Ich bestimmte die Zahl der enthaltenen Bärtierchen in ausgewählten Proben von verschiedenen Moosorten- und Standorten. Ein weiterer Gesichtspunkt meiner Untersuchungen war das Wetter am Tag der Moosprobenahme.

#### 4.3.2 Vergleich mit Proben benachbarter Pflanzen

Da auch einige andere Pflanzen einen relativ guten Lebensraum für die Bärtierchen darstellen, führte ich Referenzversuche durch, um zu überprüfen, ob Moose wirklich die größten enthaltenen Bärtierchenanzahlen aufweisen.



Abb. 15: Algen

Dazu führte ich die gleichen Beobachtungsreihen wie unter 4.3.1 auch mit einer Algen- (Abb. 15) sowie Flechtenart (Abb. 16) durch.

## 5 Beobachtungen

### zu 4.1

Mir viel auf, dass sich in bärtierchenarmen Proben auch sonst

kaum Tiere befanden, obwohl ich sicherstellen konnte, dass ich eine genügende Menge an Moos verwendete. Außerdem stellte ich fest, dass sich in bärtierchenreichen Proben durchgehend eine hohe Dichte an Algen unterschiedlicher Arten befand (Abb. 17). Ebenso waren Begleitorganismen zu finden, welche sich besonders häufig in diesen Proben befanden, dabei fielen mir vor allem Rädertierchen (Abb. 18) und Fadenwürmer auf, welche wie auch die Bärtierchen zum Stamm der Häutungstiere gehören. Darüber hinaus waren neben den Tardigraden selbst viele Bärtiercheneier zu finden. Auch konnte ich in den bärtierchenreichen Proben Tiere mit unterschiedlichen Körpergrößen sowie Farbgebungen der Cuticula beobachten (Abb. 19).

### zu 4.2

Das „Aufwachverhalten“ der Bärtierchen aus dem Moos der Gehwegplatte war gut zu beobachten, da sie nach fünf Minuten aus dem Tönnchenstadium erwachten und sich aktiv bewegten, generell waren in diesen Proben aber sehr wenige Tiere zu finden.

In den Moosproben von der Fensterbank befand sich eine Vielzahl zu beobachtende Tardigraden. Sie erwachten aber nach Erstellung der Probe nicht. Nach einem weiteren Eintrocknen und einer zweiten Wasserzugabe (24 Stunden später) bewegte sich einige der Tiere leicht.

Erst nach der dritten Wasserzugabe, welche eine Stunde später erfolgte, konnte ich eine nennenswerte Aktivität der meisten Tiere feststellen. Nach einer halben Stunde bewegte sich ein



Abb. 16: Flechten



Abb. 17: Begleitorganismen



Abb. 18: Rädertierchen



Abb. 19: Nahezu durchsichtiges Bärtierchen

einzelnes Tier sehr aktiv. Bei weiterem Fortschreiten der Zeit wurde die Aktivität geringer, das Wasser war nach einer Stunde allmählich verdunstet. Als das Wasser fast komplett verdunstet war, nahm die Aktivität des Bärtierchens noch einmal stark zu, bis man eine immer stärkere Verringerung des Körpervolumens sehen konnte und es sich schließlich zu einem Tönnchen einkugelte.

Nach einer vierten Bewässerung erwachte das Tier schon nach einer Minute aus dem Überdauerungsstadium.

### zu 4.3

Um die gezählten Bärtierchenanzahlen und die weiteren Faktoren dieser Beobachtungsreihen zu dokumentieren, hielt ich ausgewählte Proben tabellarisch fest.:

<u>Moos vom</u>	<u>Probe(n) erstellt</u>	<u>Wetter</u>	<u>Moosquelle</u>	<u>Anzahl</u>
21.10.2010	5x am 25.10.2010	länger feucht, kühl	Gehwegplatte (offen)	1 BT
07.11.2010	1x am 08.11.2010	länger trocken, kalt	Gehwegplatte(offen)	0 BT
	1x am 08.11.2010	"	"	1 BT
	1x am 08.11.2010	"	"	1 BT
07.11.2010	1x am 08.11.2010	länger trocken, kalt	Steinmauer (offen)	2 BT
11.11.2010	1x am 11.11.2010	länger feucht, kalt	Wiese	1 BT
	7x am 11.11.2010	"	"	0 BT
05.12.2010	1x am 06.12.2010	trocken, kalt	Fensterbank (vom Dach bedeckt)	2 BT
	1x am 06.12.2010	"	"	2 BT
	1x am 06.12.2010	"	"	5 BT
05.12.2010	1x am 23.12.2010	trocken, kalt	Fensterbank (vom Dach bedeckt)	0 BT
	1x am 23.12.2010	"	"	2 BT
	1x am 23.12.2010	"	"	1 BT
	1x am 23.12.2010	"	"	1 BT
28.12.2010	1x am 28.12.2010	Schnee	Fensterbank (vom Dach bedeckt)	1 BT
28.12.2010	1x am 28.12.2010	Schnee	unter Dachziegel (abgeschirmt)	1 BT
28.12.2010	1x am 29.12.2010	"	"	3 BT
28.12.2010	1x am 03.01.2011	"	"	0 BT
03.01.2011	1x am 03.01.2011	feucht, kalt	Dach	0 BT
03.01.2011	1x am 03.01.2011	"	"	0 BT
03.01.2011	1x am 03.01.2011	"	"	0 BT

Beim Betrachten der Ergebnisse ließen sich einige markante Beobachtungen feststellen. Zum einen fiel auf, dass sich in abgeschirmtem, alten Moos (Dach und Fensterbank) eine Vielzahl an Tieren beobachten ließ. Auch waren höhere Anzahlen an trockenen Tagen bzw. in Moosorten zu finden, welche nur Feuchte, aber nicht direkter Nässe ausgesetzt sind. Oft waren dies auch Moosorten, welche sehr kompakt sind und eine regelrechten Teppich bilden.

Bei den Referenzproben stellte ich fest, dass in den Proben der Flechten und Algen mehr Bärtierchen als in der bärtierchenreichsten Moosprobe zu finden waren. Ich untersuchte jeweils fünf Proben und stellte fest, dass sich beim Moos im Schnitt ein bis zwei, in den Flechten 3-4 und in den Algen sogar 4-5 Individuen pro Probe befanden.

## 6 Folgerungen

Aus meinen Beobachtungen kann ich nun einige Aussagen über die idealen Lebensbedingungen der Bärtierchen, sowie deren Verhalten unter Wassermangel treffen. Wie ich anfangs beobachten konnte, leben Bärtierchen in sehr algenreichen Räumen, da sich hauptsächlich von ihnen ernähren. Die große Besiedelungsdichte in den Proben wird auch durch die große Anzahl an Bärtiercheneiern und anderen Häutungstieren, vor allem aber an der Vielfalt der Bärtierchenarten deutlich. Dies lässt auf einen optimalen Lebensraum für Tardigraden schließen. (4.1)

Ebenso kann ich vermuten, dass Bärtierchen, die sehr lange in dem Tönnchenstadium verweilten, erst nach längerer Zeit wieder einen aktiven Stoffwechsel aufnehmen als Tiere, die aus feuchterem Moos stammten bzw. mehrfach „neu bewässert“ wurde. Auch wurde deutlich, dass die Tiere beim Einnehmen des Tönnchenstadiums langsam ein immer geringeres Volumen aufweisen, bis sie schließlich komplett ihren Stoffwechsel heruntergefahren haben. (4.2)

Auch kann ich sagen, dass Bärtierchen generell zu größerer Anzahl in dichteren Moosarten vertreten sind, welche nur feucht sind, aber nicht permanent von Wasser durchtränkt werden. Dies ist wahrscheinlich darauf begründet, dass sie in Moos an geschützteren Orten nicht aus ihrem Habitat „ausgeschwemmt“ werden und durch die Wasserspeicherungsfähigkeit des dichteren Mooses trotzdem von dem benötigten Wasserfilm umgeben sind. Kalte Temperaturen haben offenbar unter den bisher getesteten Temperaturbereichen keinen Einfluss auf die Zahl der Tiere in einem Lebensraum.

Nicht bestätigen konnte ich, die in der Literatur vertretenen, These, dass Tardigraden zur größten Zahl in Moosen leben bzw. nur sehr selten in Algen ([1], S.98), da ich anhand meiner Proben das komplette Gegenteil feststellte. (4.3)

## 7 Fazit

Ich habe in dieser Arbeit mein Ziel, unter einfachen Bedingungen das Verhalten der Bärtierchen zu untersuchen, erreicht. Dennoch hatte ich am Anfang des Projektes Schwierigkeiten, genügend Bärtierchen zu finden, somit war es mir nicht möglich, noch genauer auf das Verhalten der Tiere unter extremen Bedingungen einzugehen und konnte Ergebnisse teilweise nicht hinreichend valide belegen. Trotz allem konnte ich typische und auch einige neue Aspekte über das Verhalten der Tiere aufzeigen. Auch fand ich einige, für mich selbst verwunderliche, Erkenntnisse bezüglich des Lebensraumes von Tardigraden heraus.

Für den weiteren Verlauf dieses Projektes möchte ich meine Ergebnisse noch besser belegen können und Erklärungsansätze dafür finden. Des Weiteren möchte ich mich vertiefter mit dem Verhalten der Tiere unter Extrembedingungen sowie den Grenzen der Kryptobiose beschäftigen.

## 8 Quellenangaben

### Literatur

- [1] Streble, Heinz/ Krauter, Dieter: „Das Leben im Wassertropfen“, Stuttgart, 1988
- [2] Platter, Julia: „Bärtierchen und Kryptobiose“, Hochschule Bremen, 2004
- [3] Moberg, Roland/ Holmåsén, Ingmar: „Flechten“, Stuttgart, 1992

### Internet

- [4] <http://www.uni-protokolle.de/Lexikon/B%E4rtierchen.html>, letzter Abruf: 17.10.2010  
„Bärtierchen“
- [5] <http://de.wikipedia.org/wiki/B%C3%A4rtierchen>, letzter Abruf: 12.01.2011  
„Bärtierchen“
- [6] <http://de.wikipedia.org/wiki/Parthenogenese>, letzter Abruf: 07.01.2011  
„Parthenogenese“

### Bilder

- [7] <http://www.baertierchen.de/dezember.html>, letzter Abruf: 17.10.2010

## 9 Danksagung

Ein besonderer Dank gilt meinem Betreuungslehrer Thomas Biedermann, der mir die ganze Zeit über mit Rat und Tat zur Seite stand und mich bei so manchen Durststrecken wieder motivieren konnte. Ich möchte mich auch herzlich bei Frau Biedermann bedanken, die für unser leibliches Wohl und ein angenehmes Arbeitsklima gesorgt hat. Zudem gilt mein Dank all den Leuten, die mir mit Materialien ausgeholfen und mich anderweitig unterstützt haben.