

MITTEILUNG



HÖHLEN- UND KARSTFORSCHUNG DRESDEN e.V.



Untersuchungen zum Leuchtmoos

JAHRGANG

2007

HEFT 3

Die folgende Ausarbeitung beruht überwiegend auf dem schriftlichen Teil einer Arbeit, die im Rahmen einer sog. BeLL (Besondere Lernleistung) durchgeführt wurde. Die betreuende Fachlehrerin war Frau Schmidt (LK Biologie) vom Gymnasium Dresden Plauen.

Ulrike Simmert legt hier mit ihrer Studie zum Forschungsprojekt „Leuchtmoos“ eine fundierte und erstklassige Forschungsarbeit vor. Bei der „Ideengeburt“ für die Projektaufgabe war uns Höhlenforschern und auch Ulrike nicht im Entferntesten klar, welchen Umfang diese ganze Sache annehmen würde.

Mit ihren umfangreichen Literaturrecherchen, Konsultationen von Fachleuten und einer 15monatigen Feldstudie in der Sächsischen Schweiz ein beeindruckendes Wissenspotential für die zukünftige Nutzung zusammen getragen.

Glück auf !

Bernd Wutzig

Titelfoto: Bernd Wutzig und Ulrike Simmert bei Untersuchungen am Quirl (Sächsische Schweiz)
Rückseite: Feldforschung in der warmen und der kalten Jahreszeit

Alle Rechte vorbehalten

Jahrgang: 2007, Heft: 3 (34)

ISSN 1864-0974

Herausgeber:

Höhlen- u. Karstforschung Dresden e.V., 01187 Dresden, Hohe Str. 48 b

Die „Mitteilung“ erscheint im Selbstverlag HKD,

Redaktion: Hartmut Simmert

<http://www.hoehlenforschung-dresden.de>

Bankverbindung: Dresdner Volksbank Raiffeisenbank., Konto-Nr.: 343 295 1013, BLZ: 850 900 00
Vom Finanzamt Dresden III als gemeinnützig und besonders förderungswürdig anerkannt
(203/140/01738 K06). Eintragung im Vereinsregister des Amtsgerichtes Dresden, Nr. VR 1022

Ulrike Simmert:

Studie zu den morphologischen und ökologischen Eigenschaften, den bibliografischen Daten, den bekannten Standorten und dem Lebenszyklus des Leuchtmooses *Schistostega osmundacea* in der Sächsischen Schweiz als Arbeitsgrundlage für das Langzeitprojekt „Leuchtmoos“

Inhalt:

1	Einleitung.....	3
1.1	Projektbeschreibung.....	3
1.2	Ziele des Projektes.....	3
1.3	Meine Aufgaben in diesem Projekt.....	4
1.4	Methodisches Vorgehen.....	4
1.5	Abgrenzung.....	5
1.6	Begriffe.....	5
2	Botanische Beschreibung des Leuchtmooses.....	6
2.1	Taxonomie (Einordnung in die Pflanzenwelt).....	6
2.2	Beschreibung der Art, innerer und äußerer Bau.....	6
2.3	Lebensphasen des Leuchtmooses.....	9
2.3.1	Die Spore.....	9
2.3.2	Der Vorkeim (Protonema).....	10
2.3.3	Der Gametophyt – die grüne Moospflanze.....	11
2.3.4	Der Sporophyt.....	13
2.4	Leuchtmoosstandorte und ihre Eigenschaften.....	14
2.5	Andere „leuchtende“ Pflanzenarten.....	17
3	Das Leuchtmoos in der Literatur.....	18
3.1	Kurt von der Dunk 1921.....	18
3.2	Andreas Arnold 1987.....	22
3.3	Börtitz und Eibisch 1962.....	23
3.4	Weitere schriftliche Quellen.....	23
3.5	Internetquellen.....	26
4	Standortuntersuchungen in der Sächsischen Schweiz.....	30
4.1	Sanduhrenhöhle am Quirl.....	30
4.2	Leuchtmooshöhle (Nikolsdorfer Wände).....	31
4.3	Weitere Standorte.....	32
5	Zusammenfassung.....	33

1 Einleitung

1.1 Projektbeschreibung

Auf der Suche nach faunistischen Besonderheiten in der Sächsischen Schweiz für meine „Besondere Lernleistung“ (BeLL) wurde ich mit einem Projekt des Vereins „Höhlen- und Karstforschung Dresden e. V.“ bekannt gemacht. Auf der Grundlage einer kurzen Beschreibung erfuhr ich von dem Vorhaben, dem sog. „Leuchtmoos“ oder „Höhlenmoos“ in den kommenden Jahren besondere Aufmerksamkeit zu schenken. Folgendes ist geplant:

„Die Leuchtmoosvorkommen in den natürlichen Hohlräumen im Kreidesandstein der Sächsischen Schweiz sind von Alters her bekannt, jedoch in der jüngeren Vergangenheit nicht mehr systematisch erfasst und untersucht worden. Über die Lebensbedingungen, das Ausbreitungsverhalten und das Verhalten in Biotopen und Geotopen liegt nur wenig bekanntes Datenmaterial vor, Untersuchungen erfolgten eher sporadisch.

Im Zeitraum von 4 Jahren (2006 – 2010) sollen nun Informationen und Daten zusammengetragen und ausgewertet werden. Nach der 4-jährigen Projektphase wird über die Fortführung der Beobachtungen und Messungen entschieden.“ (Wutzig 2006)

Da ich seit vielen Jahren engen Kontakt zu den Höhlenforschern habe und mich Höhlen faszinieren, wurde mir nach einer Rücksprache mit dem Projektleiter Herrn Wutzig und meiner Biologielehrerin Frau Schmidt die Aufgabe übertragen. Die Mitarbeit in einem weiteren faunistischen Langzeitprojekt (Wurzelstalagmiten im Sandstein) wurde mir von den Höhlenforschern ebenfalls angeboten, das Leuchtmoos schien mir jedoch interessanter.

1.2 Ziele des Projektes

Das Langzeitprojekt soll vor allem Informationen darüber liefern, ob und wie sich über die Jahre die Verbreitung des Leuchtmooses ändert. Wenn das möglich ist, sollen auch Ursachen über die Veränderungen herausgefunden werden. Dazu ist folgendes notwendig:

Erfassung der bekannten Informationen zur Beschreibungen der Spezies „Schistostega osmundacea“, vor allem durch Literaturanalyse

Erfassung der bekannten Standorte von Leuchtmoos im Kreidesandstein der Sächsischen Schweiz durch Analyse der verfügbaren Quellen (schriftlich, ggf. auch mündlich)

Erfassung und Dokumentation der Lebensbedingungen an ausgewählten Standorten

Dokumentation der Populationsentwicklung (Langzeitverhalten)

Publikation der Ergebnisse

Leiter der Projektgruppe ist Herr Bernd Wutzig. Er legt die konkreten Arbeitsschritte fest und koordiniert die Zusammenarbeit der beteiligten Partner.

1.3 Meine Aufgaben in diesem Projekt

Es war meine Absicht, im Rahmen des Leistungskurses Biologie eine „besondere Lernleistung“ (BeLL) zu erbringen. Da ich das Thema „Leuchtmoos“ gleich interessant fand, bot ich Herrn Wutzig meine Mitarbeit an und gemeinsam legten wir meine Aufgaben fest:

Ausführliche botanische Beschreibung der Spezies „Leuchtmoos“

Zusammentragen aller erreichbarer Informationen, die bisher über das Leuchtmoos im deutschsprachigen Raum publiziert wurden (Standorte, vor allem in der Sächsischen Schweiz, Eigenschaften,...), Erstellung einer Literaturliste

Erfassung und Dokumentation der Lebensbedingungen des Leuchtmooses an einem selbst gewählten Standort über ein Jahr

Diese Aufgabe wurde mit der Leiterin des Bio-Leistungskurses, Frau Schmidt (Gymnasium Dresden Plauen) als zuständige Fachlehrerin für die BeLL abgestimmt und schriftlich vereinbart.

Außerdem sollte ich die Kopien der gefundenen Quellen zur Verfügung stellen, um den Höhlenforschern das spätere Nachlesen zu erleichtern.

1.4 Methodisches Vorgehen

Als Erstes suchte ich mir für den theoretischen Teil (Projektaufgabe Punkt 2) die mir zur Verfügung stehenden Quellen in den Bibliotheken (Sächsische Staats- und Landesbibliothek, Hauptbibliothek Dresden) sowie die verschiedenen (unter Kapitel 3.5 aufgeführten) Quellen aus dem Internet zusammen. Diese las und wertete ich aus (Abschnitt 2).

Des Weiteren nahm ich mit der Hilfe von Herrn Wutzig Kontakt zu Fachleuten unter den Höhlenforschern auf, um weitere Fragen, welche die Literatur mir nicht beantworten konnte zu klären, weitere Literaturhinweise zu erhalten und mich überhaupt erst einmal in die Problematik der Moose einzuarbeiten.

Herr Dieter Weber (Leiter des Arbeitskreises Biospeläologie im Verband der deutschen Höhlen- und Karstforscher) gab mir Standortinformationen (aber nicht von Sachsen) und weitere Adressen von Höhlenforschern, die sich auf diesem Gebiet auskennen

Herr Dr. Frank Müller (TU Dresden, Fakultät Mathematik/Naturwissenschaften, Fachrichtung für Biologie, Lehrstuhl für Botanik) stellte mir wichtige Literatur zur Verfügung, gab mir gute Tipps für die Arbeit draußen und die Möglichkeiten für die Arbeit an seinem Institut.

Auf der Grundlage der Literatur und meiner zeitgleich begonnenen Suche in der Sächsischen Schweiz und erster Funde wurde anschließend eine Beschreibung des Leuchtmooses angefertigt.

Für den praktischen Teil (Projektaufgabe Punkt 3) wählte ich mir erst den Standort der „Leuchtmooshöhle“ im Richters Grund (Nikolsdorfer Wände), da ich aufgrund der Namensgebung dieser Höhle hoffte dort auch wirklich Leuchtmoos zu finden. Neben weiteren untersuchten Standorten fiel letztlich die Entscheidung auf die sog. „Pferdeställe“ bzw. Sanduhrenhöhle am Quirl und die nähere Umgebung, da dieser Standort relativ leicht zu erreichen ist. Nach und nach konnte ich den Höhlenforschern auch sagen, was ich für die Arbeit brauchte: Lupe, Pinzetten, Mikroskop mit Zubehör, Fototechnik.

1.5 Abgrenzung

Eine wissenschaftliche Arbeit über das Leuchtmoos kann ich nicht schreiben, denn ich bin kein Biologe und kenne mich auch nicht mit den Forschungsmethoden der Moosforscher aus. Ich habe als Laie versucht, die Aufgaben für Laien zu schreiben und wenn es geht, möglichst deutsche Begriffe zu benutzen. Es war auch nicht meine Absicht, eine komplette Abhandlung über das Leuchtmoos zu schreiben, sondern die Projektaufgabe zu erfüllen, also die wichtigsten bekannten Daten zusammenzutragen.

Außerdem wurde mir bei der Bearbeitung der Aufgabe klar, dass man gründliche und systematische Forschung auf so einem speziellen Gebiet viel mehr Zeit braucht, als mir als Abiturientin zur Verfügung stand. Viele Informationen konnte ich nicht auswerten und nicht alle Standorte selbst untersuchen. „An manchen der angeführten Stellen ist das Moos heute vielleicht nicht mehr vorhanden. Das festzustellen, würde Jahre in Anspruch nehmen.“ (DUNK 1921, S. 45)

1.6 Begriffe

Für die Biologen, vor allem die Moos- und Farnforscher sind viele lateinische Begriffe normal, die ich aber erst nachschlagen musste, um bestimmte Beschreibungen zu verstehen. Zu allen Fachbegriffen habe ich bei Wikipedia eine gute Erklärung gefunden, so dass ich hier auf Definitionen verzichten kann und auf das Internet verweise. Einige Begriffe habe ich im Text erklärt.

2 Botanische Beschreibung des Leuchtmooses

2.1 Taxonomie (Einordnung in die Pflanzenwelt)

Zuerst soll die Stellung des Leuchtmooses im Reich der Pflanzen bestimmt werden, von denen es ca. 500.000 bekannten Arten auf dieser Erde gibt.¹

Ebene	Deutsche Bezeichnung	Lateinische Bezeichnung
Reich	Pflanzen	Plantae
Unterreich	(Echte) Landpflanzen	Embryophyta
Abteilung	Moose	Bryophyta
Unterabteilung	Laubmoose i.w.S.	Bryophytina
Klasse	Laubmoose i.e.S.	Bryopsida
Unterklasse	Echte Laubmoose	Bryidae
Ordnung	Leuchtmoose, diese Ordnung hat nur eine Familie	Schistostegales
Familie	Leuchtmoose, diese Familie hat nur eine Art	Schistostegaceae
Unterfamilie	-	-
Gattung	-	-
Art	Leuchtmoos	Schistostega D. Mohr
Unterart (Rasse)	-	-

Für die Art gibt es unterschiedliche Bezeichnungen:

Schistostega pennata (Hedw.) F. Weber & D. Mohr

Schistostega osmundacea D. Mohr (Feder-Leuchtmoos)

Entgegen der vorliegenden Einordnung schlägt Hübschmann vor, das Leuchtmoos in die Ordnung „Grimmialia hartmanii“ einzugliedern (HÜBSCHMANN 1986, S. 225)

2.2 Beschreibung der Art, innerer und äußerer Bau

Die Wissenschaft von den Moosen (Bryologie) unterscheidet derzeit rund 16.000 Arten von Moosen. Moose sind grüne Landpflanzen, die in der Regel kein Stütz- und Leitgewebe ausbilden. Sie gehören wahrscheinlich zu den ersten Landpflanzen überhaupt, die sich im Paläozoikum (Ende des Ordoviziums, dann Silur und Devon) vor etwa 400 bis 450 Millio-

¹ Vgl. <http://de.wikipedia.org/wiki/Pflanzen> (v. 29.12.2007)

nen Jahren aus den Grünalgen der Gezeitenzone entwickelt haben². Seit wann es das Leuchtmoos gibt, lässt sich sicher kaum noch erforschen. Das Leuchtmoos ist wie alle Moose durch einen Generationswechsel gekennzeichnet, bei dem die geschlechtliche Generation (Gametophyt, die eigentliche Moospflanze) gegenüber der ungeschlechtlichen (Sporophyt) dominiert. Kennzeichen der Moose sind das Chlorophyll, Stärke als Speichersubstanz und Zellwände aus Zellulose, aber kein Lignin (das sind die holzbildenden Makromoleküle anderer Landpflanzen).

Das Leuchtmoos wird in der Literatur zum Teil unterschiedlich und widersprüchlich beschrieben, wie in den folgenden Zitaten zu sehen ist. Manche Beschreibung ist für den Laien schwer zu verstehen, da viele Fachbegriffe verwendet werden.

„Pflanzen in lockeren, weichen, blaß bläulichgrünen, bis 15mm hohen Rasen wachsend“ (NEBEL 2005, S. 7)

„Bis um 5mm hohe Pfl. in lockeren Herden bis dichteren Kurzrasen von wenigen bis vielen cm Ausdehnung. Pfl. matt bläulich-hellgrün, unbenetzbar. Die einem kl. Fissidens ähnlichen Fiederchen sind meist geneigt und optimal zum Lichteinfall ausgerichtet.“ (DÜLL 1990, S. 200 f.)

Pflanze ist diözisch, mit gipfelständigen, knospenförmigen Blüten, ohne Paraphysen und mit sterilen oder fertilen (sporenbildenden) Stengeln. Alle Blätter sind einschichtig, rippenlos und prosenchymatisch. Sie haben keinen eigenen Stiel, sondern sind mit fast der ganzen Breite mit dem Stengel verwachsen. Die fruchtende Pflanze bildet eine deutliche Stengelverlängerung (Seta), darauf sitzt die Sporenkapsel mit einem kleinen, gewölbten Deckel und einer lose aufsitzenden Haube. Die vegetative Vermehrung erfolgt durch Brutkörper am Protonema (vgl. ENGLER 1960, S. 344)

Die Pflänzchen können mit nur einem Stiel ausgebildet sein, aber auch „in mehrere, durchaus einfache und nur ausnahmsweise an der Spitze verästelte fruchtbare und unfruchtbare Stengel...“ verzweigen (Sprossen). „Augenfällig ist zunächst einmal, daß die Verzweigungen fast an der selben Stelle des Stämmchens entspringen. Dieses erhält dadurch ein pinselförmiges Aussehen. ... Die Zahl der Äste schwankt zwischen 1 und 12. ... Die Länge der Äste wechselt. Bald sind sie kurz und tragen an ihrer Spitze einen Anthe-

² Info aus <http://de.wikipedia.org/wiki/Moose>

ridienstand, bald wachsen sie in die Länge und kommen meistens nicht mehr zu der Ausbildung eines solchen; denn die Verzweigungen entstehen erst im Juni, Juli, selten früher. Werden die Äste nun lang, so dauert ihr Wachstum bis Ende November, Anfang Dezember, wo die Stämmchen allmählich absterben.“ (DUNK 1921, S. 33 ff.)

„Pseudodiözisch (männliche und weibliche Pflanzen entstehen aus dem gleichem Protonema), Sporophyten im Gebiet öfters entwickelt, nicht häufig. Sporenreife: Frühjahr bis Sommer.“

Blätter ganzrandig, fertile Sprosse nackt oder im oberen Teil ebenfalls zweizeilig beblättert, an der Spitze mit einer Rosette aus fünfzählig gestellten Blättern. Das Protonema bildet „...zahlreiche Äste, die aus kugeligen, linsenartigen, kettenförmig sprossenden Zellen bestehen. Die Äste breiten sich alle in einer Ebene aus. Dadurch entwickeln sich kleine, schirmartige Gebilde, die rechtwinklig zum einfallenden Licht stehen. Durch die Linsenform der Zellen wird das Licht auf eine Stelle im Zellhintergrund konzentriert, wo sich eine Gruppe von Chloroplasten befindet. Nach dem Durchgang durch die Chloroplasten werden die Lichtstrahlen wie von einem Hohlspiegel reflektiert und bewirken so das charakteristische, intensive, goldgrüne ‚Leuchten‘ des Protonemas, das in dunklen Höhlungen große Flächen bedecken kann.“ (NEBEL 2005, S. 7)



Verzweigtes Wurzelgeflecht mit 2 Sprossen und Vorkeimen (Vergr. 1/100)

„Der Vorkeim bildet ein Bäumchen, das neben zylindrischen auch linsenförmige Zellen besitzt, die sich senkrecht zum einfallenden Licht ausbreiten. In der linsenartigen Vorwöl-

bung befinden sich Chloroplasten, der übrige Teil der Zelle besteht aus der als Sammellinse wirkenden Vakuole. Diese lenkt die einfallenden Lichtstrahlen auf die Chloroplasten. Ein Teil der Strahlen wird an der Zellrückwand – also hinter den Chloroplasten – reflektiert und erscheint uns als Leuchten.“ (URANIA 2000, S. 66)

„Die Sporen wachsen zu einem Vorkeim aus, bei dem die Zellen jedoch rundlich sind. Die Oberseite bildet eine konkave Linse. Die Chlorophyllkörner sitzen auf der gegenüberliegenden Seite. Das (wenige dort vorhandene Licht) wird dadurch auf die Chlorophyllkörner gebündelt. (FRAHM)

„Seinen Namen ‚Leuchtmoos‘ verdankt es der Eigenart seines Vorkeims, kugelförmige Linsenzellen zu bilden, die das einfallende Licht wie durch ein Vergrößerungsglas auf die in einer Ausbuchtung der Zellrückwand zusammengeballten Chlorophyllkörner konzentrieren. Dabei wird das Licht verstärkt und mehrfach zur Photosynthese ausgenutzt. Nach Durchgang durch die Chlorophyllkörner wird es von der wie ein Hohlspiegel wirkenden Zellrückwand zurückgestrahlt, so daß ein Betrachter einen intensiv leuchtenden, grüngoldenen Schimmer wahrnimmt.“ (DUNK und DUNK, S. 61)

2.3 Lebensphasen des Leuchtmooses

Die Lebensphasen des Leuchtmooses können nicht ganz eindeutig unterschieden werden, da es einmal unterschiedliche Formen der Vermehrung gibt und ich auch nicht genau sagen kann, was denn nun ein einzelner Organismus ist. Die meisten Moospflanzen hängen über das Wurzelgeflecht zusammen und bilden große zusammenhängende Flächen. Innerhalb dieser Flächen findet man die verschiedenen Entwicklungsstadien.

Fachlich ist es vielleicht nicht ganz richtig, aber der Entwicklung nach möchte ich die Lebensphasen wie folgt beschreiben:

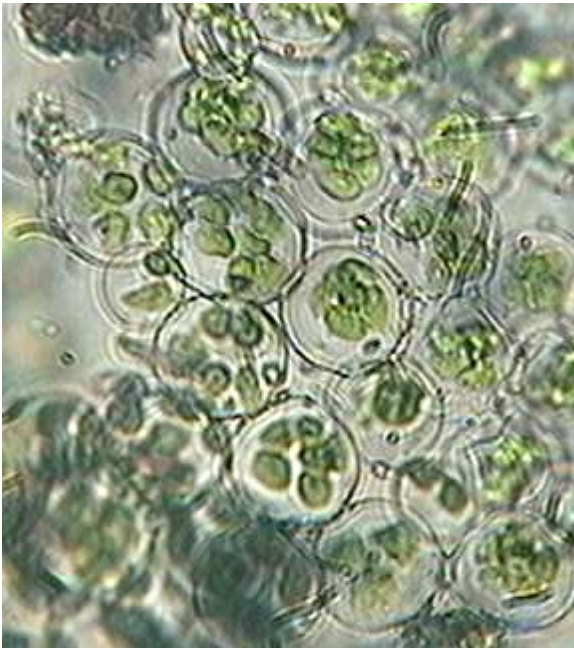
2.3.1 Die Spore

Die Sporen sind haploid, das heißt sie haben einen einfachen Chromosomensatz. Die Sporen entstehen durch geschlechtliche Fortpflanzung durch Meiose, daher werden sie auch als Meiospore bezeichnet.

Bei vielen Pflanzen sind die Sporen sehr widerstandsfähig, sie können ihren kompletten Stoffwechsel einstellen und dadurch sehr lange und unter sehr unwirtlichen Bedingungen überleben. Die Größe der Sporen beträgt bei Laubmoosen meist sieben bis 35 Mikrometer. Die Keimfähigkeit der Sporen kann bis zu vielen Jahren dauern. In Versuchen keimten

noch Sporen aus 16 Jahre altem Herbarmaterial³. Wie lange die Spore des Leuchtmooses überleben kann, darüber habe ich keine Informationen gefunden.

2.3.2 Der Vorkeim (Protonema)



Linsenzellen des Vorkeims mit Chloroplasten
(Vergr. 1/400)

Aus der Spore entwickelt sich ein fadenförmiger Vorkeim. Der Vorkeim des Leuchtmooses gab diesem seinen deutschen Namen. Er besteht aus dem Stämmchen, das einerseits Wurzelgeflecht bildet und auf der anderen Seite wie in einer flachen Bäumchenstruktur die zusammengewachsenen rundlichen Zellen mit den Chloroplasten, die Linsenzellen. Außerdem werden am Vorkeim auch die sog. Brutkörper gebildet. Dazu sind Licht und Feuchtigkeit notwendig. Die Ausbildung von Linsenzellen und Brutkörpern hört bei Trockenheit auf und setzt bei erneuter Durchfeuchtung wieder ein.⁴ Meine Beobachtungen ergaben, dass der Vorkeim zu

jeder Zeit aktiv sein kann, auch wenn ihre Zahl im Winter abnimmt. Ob die Vorkeime bei andauerndem strengem Frost gebildet werden, konnte bisher nicht beobachtet werden, aber da die Entwicklung der Vorkeime von ausreichender Feuchtigkeit abhängig ist, werden die Durchfeuchtung und die Temperatur des Gesteins eine wichtige Rolle spielen.



Zwei Vorkeime mit unterschiedlichem Aussehen: links in typischer Bäumchenform, rechts eine einzeilige Reihe (Vergr. 1/100)

³ Info aus <http://de.wikipedia.org/wiki/Moose>, 01.12.2007

⁴ Vgl. DUNK 1921, S. 17

„Eine einzelne Linsenzelle zeigt in ihrer Oberseite eine flach gewölbte Linsenfläche, während die Unterseite nach außen konisch vorgetrieben ist und dadurch einen kegelförmigen Raum am Grunde der Zelle schafft, in dem die Chlorophyllkörner und die Hauptmasse des Protoplasmas mit dem Zellkern gelagert sind.... Die Zahl der Chlorophyllkörner schwankt zwischen 3 und 10, Noll gibt als Zahl 4 bis 6 an, doch ich fand oft mehr Chlorophyllkörner.“ (DUNK 1921, S. 11)

Dieser Vorkeim bleibt lange erhalten (ausdauernd). An ihm bilden sich aus Knospen am Wurzelgeflecht Verlängerungen und dort an weiteren Knospen dann dicht beieinander die eigentlichen Moospflanzen, die Gametophyten.

2.3.3 Der Gametophyt – die grüne Moospflanze

Bei allen Laubmoosen besteht der Gametophyt aus den Blättchen (Phylloide), dem Stämmchen (Cauloide) und den Wurzeln (Rhizoide). Es gibt fruchtbare (fertile) und nicht-vermehrungsfähige (sterile) Gametophyten, die im unteren Teil blattlos bleiben und sich auch sonst im Wachstum gleich verhalten.⁵ Die Blättchen bilden sich in kurzer Zeit, zuerst um den Vegetationspunkt (oben) herum, dann am weiteren Stamm.



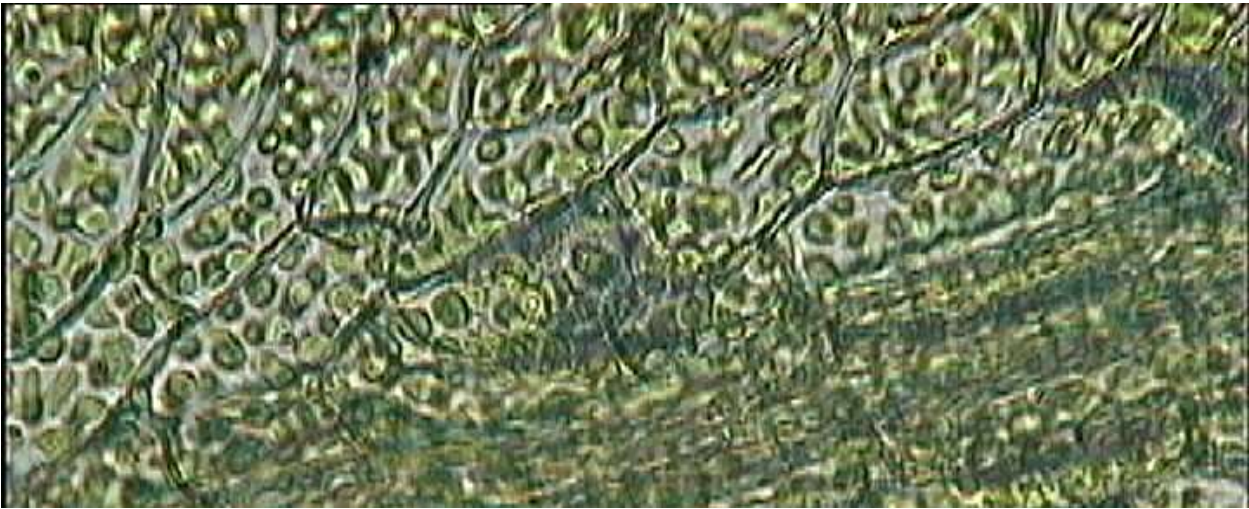
Oberer Teil eines sterilen Gametophyten

Wie lange ein Gametophyt leben kann, konnte ich nicht beobachten oder in der Literatur finden. Da die Pflänzchen auch im Winter grün sind und im Frühjahr unverändert weiterleben, können es durchaus mehrjährige Pflanzen sein.

Wenn die Gametophyten abgestorben sind, behalten sie zwar ihre äußere Struktur, werden aber völlig trocken und haben eine hell- bis mittelbraune Farbe.

Die Fortpflanzung der Moospflanze kann vegetativ oder sexuell erfolgen. Bei der häufigeren vegetativen Fortpflanzung können alle Teile des Gametophyten für sich wieder vollständig neue Gametophyten bilden.

⁵ Vgl. DUNK 1921, S. 30



Detailaufnahme: Unten Teil des Stengels, oben der Blattansatz (Vergr. 1/400)



Umgebung einer feuchten Schichtfuge: Eine Mischung aus jungen lebenden Pflanzen und abgestorbenen Bereichen

Bei der sexuellen Fortpflanzung produziert die fertile Moospflanze selbst keine Sporen, sondern bildet im oberen Bereich der Pflanze die Gameten (weibliche und männliche Geschlechtszellen), in denen die Ei- und Samenzellen gebildet werden. Nach der Selbstbe-

fruchtung⁶ teilt sich die Eizelle quer, die obere Zelle (Embryo) teilt sich weiter in Fuß, Seta (dünner Stiel) und Sporangium (Sporenbehälter) und bildet somit den Sporophyten.

2.3.4 Der Sporophyt

Der Sporophyt besteht aus der Sporenkapsel und ihrem dünnen Stiel, der aus der aus der Moospflanze (Gametophyten) herauswächst und von diesem über den Fuß ernährt wird. In der Kapsel werden die haploiden Sporen gebildet. Wenn sie ausgereift sind, öffnet sich bei günstigem Wetter (Trockenheit, Wind) der Deckel der Kapsel und gibt die nächste Generation Sporen frei.



Verzweigter Sporangienstand (DUNK 1921, S. 42b)

⁶ Ca. Juni bis Juli, siehe DUNK 1921, S. 31

2.4 Leuchtmoosstandorte und ihre Eigenschaften

Die untersuchten Standorte in der Sächsischen Schweiz (Kreidesandstein) waren nördlich bis nordöstlich ausgerichtete Felsnischen. In einem Fall am Quirl war die Ausrichtung ost-südöstlich. Direkt in einer Höhle habe ich kein Leuchtmoos gesehen. Bei den Standorten handelt es sich einerseits um direkten Bewuchs der senkrechten Felswand im Eingangsbereich kleiner Höhlen in der Nähe feuchter Schichtfugen. In anderen Fällen sind es kleine, horizontale Aushöhlungen im Sandstein, auf deren Grund sich Sand und Humus angesammelt haben. Darauf wachsen das dichte Geflecht des Leuchtmooses (grüne Pflanzen) und direkt eingebettet auch die reflektierenden Vorkeime. Mit den entnommenen Proben für die Mikroskopierung bekommt man unvermeidbar auch eine Menge Sand mit auf den Objektträger, der zunächst mit Wasser ausgespült werden muss.

Im Folgenden soll die Beschreibungen von Eigenschaften der Leuchtmoos-Standorte zusammengefasst werden, wie ich sie in der Literatur gefunden habe. Diese Beschreibungen sind teilweise sehr allgemein, manchmal auch widersprüchlich, aber überwiegend doch einheitlich.

„in Erdhöhlen und Felsklüften wachsende Moose“ (ENGLER 1960, S. 344)

„In Europa, besonders im westlichen und mittleren Teil; nördlichste Funde in Schottland um in nördlichen Teil von Skandinavien; südlichste Fundorte im Alpen- und Pyrenäengebiet, in Nordwestspanien und in Nordportugal; östlichste Vorkommen in Russland. In Mitteleuropa weitgehend auf die Mittelgebirge mit kalkarmen Gesteinen beschränkt; in den Alpen bis in die subalpine Stufe reichend. Nordost- und Ostasien; Nordamerika. Subozeanisches-montanes Florenelement. (NEBEL 2005, S. 8)

„Die in der gesamten Holarktis subatlantisch verbreitete Art siedelt an geeigneten Standorten mit hoher Wuchsdichte und bildet fast reine Leuchtmoosbestände. Das kalkfeindliche Höhlenmoos trifft man andauernd auf grund- und luftfeuchten Standorten, die von Regenwasser nicht getroffen werden. Die horizontale Verbreitung reicht nördlich bis zum Polarkreis, die vertikale in der Schweiz bis zu einer Höhe von 1630m über dem Meeresspiegel.“ (URANIA 2000, S. 66)

Das Leuchtmoos siedelt an lichtschwachen Standorten wie Höhlen- und Felsspalten und gedeiht noch bei einer Lichtintensität von nur 1/500 des gesamten Tageslichts. Nur an

Stellen mit höherer Lichtintensität entwickelt das Protonema Pflänzchen. (vgl. URANIA 2000)

„Es kommt selten im Schiefergebirge, Granitgebirge oder im Buntsandstein vor.“ (FRAHM)

„Kalkfeindliches, an dauernd grund- und luftfeuchte StO gebundenes typisches „Höhlenmoos“ das jedoch unter einer bestimmten Lichtintensität nur als Protonema vegetiert. Tropfbar flüssiges Wasser behindert die CO₂-Aufnahme und drückt die Photosyntheserate unter das Existenzminimum. Meist in Höhlungen, bes. unter Baumwurzeln und an erodierten Erdböschungen, unter Felsen in Blockhalden (bis in die subalpine Stufe!) und in die Halbhöhlen aller Art in geeigneten Biotopen. In bes. günstigen w.deut. Klima auch an ganz lichten, aber regengeschützten StO. In allen niederschlagsreichen Silikatgebirgen ziemlich v. fehlt in Mi.Eur. (außer bei Danzig) in der Ebene.“ (DÜLL 1990, S. 201)

„Die Verbreitung der Gesellschaft erstreckt sich auf die Silikat-Mittelgebirge; im Flachland wird sie sehr selten angetroffen.

Die Allgemeinverbreitung liegt entlang der Küstenbereiche der gesamten nördlichen Hemisphäre; die Gesellschaft steigt in den Hochgebirgen kaum über die 1000m-Grenze, obwohl Einzelfunde schon bei 2000m notiert wurden. pH-Messungen der Standorte ergaben, von vielen Autoren gemessen, Mittelwerte zwischen 4 und 5,8.“ (HÜBSCHMANN 1986, S. 225)

„Als häufigsten Typus kann man wohl Wegränder ansehen, an deren Böschung sich durch Rasenstücke, Baumwurzeln u. ä. ein Überhang gebildet hat. ... In Thüringen beobachtete ich gleiche Stellen. Ebenso werden in der Literatur vielfach Wegränder angegeben. Es ist einleuchtend, daß hier auch die beste Verbreitungsmöglichkeit besteht. ... Im Schwarzatal in Thüringen hat man Schistostega sogar in alten Kellern gefunden. Ebenso findet man es in Mauerspalten. Bedingung für das Vorkommen ist natürlich das Vorhandensein von etwas Erde und genügend Feuchtigkeit. ... Eine Bevorzugung irgend einer Himmelsrichtung konnte ich nicht feststellen. Da im Wuppertal die in Frage kommenden Täler alle nach Süden laufen, so fand das Moos sich an den Südwest- bis Südostabhängen. Von anderen Gegenden wird auch von der Bewohnung der Nordseite berichtet. ... Für das Vorkommen des Leuchtmooses ist weiterhin von Bedeutung der geologische Untergrund. Besonders Sandstein wird bevorzugt, roter Sandstein in der Rhön und in Thüringen, weißer Sandstein im Harz. Als Unterlage können aber auch dienen Porphyr (Thüringen), Granit (Riesengebirge, Fichtelgebirge), Gneis (Schwarzwald), Basalt (Rhön) und Schiefer aller Art, Urton-

schiefer (Fichtelgebirge), Glimmerschiefer (Steiermark), endlich noch Sandstein-Grauwacke (Wuppertal). Kalkhaltige Gesteine werden gemieden.“ (Dunk 1921, S. 43 f.) Dunk wertet schließlich alle ihm zur Verfügung stehenden Quellen bezüglich der Standorte aus und fasst sie in einer mehrseitigen Übersicht zusammen. Für Sachsen gibt er das Erzgebirge an: „Im Muldetal und an der Zschopau (Limpricht) (S. 48). Für das Elbsandsteingebirge beschreibt er folgende Regionen: „Utewalder Grund, Wehlener Grund, An der Bastei, Kustall, Bei Pubisch Thor, Bielgrund, Festung Königstein, In Schluchten der Schrammsteine“ (DUNK 1921, S. 48 f.)

Im umfangreichen „Verbreitungsatlas der Moose Sachsens“ (vgl. Müller 2004) wird auf Seite 241 eine Verbreitungskarte für *Schistostega pennata* gezeigt, die auf die Verbreitung in den sächsischen Mittelgebirgen und ihrer vorgelagerten Gebiete hinweist. Demnach kommt das Leuchtmoos neben der Sächsischen Schweiz und dem Zittauer Gebirge (Sandstein) vorrangig im Mittel- und Westerzgebirge vor. Weiter heißt es in diesem Buch für das Leuchtmoos:

„Bemerkenswert niedrige Fundorte außerhalb des Elbsandsteingebiets sind: Keppgrund bei Dresden-Hosterwitz, unter Granitblöcken, ca. 180 m; Chemnitztal gegenüber Stein, 180 m; Wechselburger Park, ca. 170 m; Tal der Freiburger Mulde am Burgberg u. Nossen, 210 m. Eine Verbreitungskarte mit Erläuterungen wurde von Borsdorf Müller (2002) publiziert.“ (MÜLLER 2004, S. 121)

Herr Matthias Arnhold von der Höhlenforscherguppe Dresden e. V. (Ref. Biospeläologie) informierte mich: „Fundorte: u. a. Goldschmiedhöhle KÖ-28; Arnsteinhöhle SH-3; Leuchtmooshöhle LB-05; Goldloch (Böhm.Schweiz); natürlich nicht unbedingt an Höhlen gebunden, deshalb sind eine Reihe weiterer typischer Standorte im Elbsandsteingebirge bekannt.“

Herr Dieter Weber (Verband deutscher Höhlen- und Karstforscher), der mich ebenfalls mit weiteren Fachleuten auf dem Gebiet der Höhlenbiologie vermittelte, teilte mir bezüglich der Standorte mit:

„Das Leuchtmoos ist selten, kommt nur in Höhleneingängen und nur in saurem Gestein vor. Ich habe es im Buntsandstein der Pfalz und des Saarlandes mehrmals gefunden (alle: det. Lauer; siehe Anlage 1; die mit einem * versehenen Teile sind publiziert).“ Außerdem schickte er mir eine Liste mit 37 Standorten im Gebiet Rheinland-Pfalz/Saar.

Herr Jiří Kopecký, ein bekannter tschechischer Höhlenforscher aus Broumov, teilte mir auf meine Anfrage neben den Adressen von tschechischen und polnischen Bryologen per E-Mail auch eine Reihe von Standorten in unseren östlichen Nachbarstaaten mit:

„Leuchtmoos-Lokaliten (Lokality „svítivých mechů“):

- ČR - (Braunauergebiet – Broumovská vrchovina):

4 x Adršpašské skály (Adersbacher Felsen)

1 x Křížový vrch (bei Adersbach)

- Polska - (NP Góry Stolowe – Heuscheuergebiet):

1 x Skalniak

2 x Szczeliniec Wielki

1 x Szczeliniec Mały“

Abschließend zu den Standorten möchte ich auf eine Frage von Herrn Wutzig eingehen:

In der Literatur liest man immer wieder, dass das Leuchtmoos nur auf kalkfreien Böden vorkommt. Da Herr Wutzig mit seinen Kollegen auch viel Höhlenforschung im Südharz betreibt und das Gestein dort überwiegend aus Gips besteht, war seine Frage, ob das Leuchtmoos auch dort vorkommen kann. In der Literatur habe ich zum Thema Gipsstein als Standort jedoch nichts gefunden.

2.5 Andere „leuchtende“ Pflanzenarten

Auch andere Moose, Farne und Flechten haben die Eigenschaft, das Licht intensiv zu reflektieren und dadurch besonders hell zu erscheinen. Sicher hat dieser Effekt schon zu Verwechslungen geführt. In der Literatur konnte ich folgende Hinweise finden:

Tetradontium brownianum (braungoldenes Leuchtmoos, vgl. BÖRTITZ u. EIBISCH 1962, S. 193)

„Ein weiteres ‚Leuchtmoos‘ ist das tropische Höhlen-Leber-M. *Cyathodium*.“ (DÜLL 1990, S. 201)

Dunk & Dunk beschreiben das Vierzahnmoos *Tetraphis pellucida*. „Dieses Moos wächst gern auf faulem, verwesendem Holz, wie man es an alten Baumstubben findet. Diese in Humifizierung begriffenen Substrate enthalten konzentrierte Nährsäfte und halten dazu noch wie ein Schwamm die Feuchtigkeit fest.“ (DUNK und DUNK 1988, S. 60) Ein direkter Vergleich mit dem Vorkeim des Leuchtmooses wird jedoch nicht angestellt.

„A. Sapehin, ein Russe, hat bei *Ptesris serrulata* festgestellt, daß das Leuchten des Prothalliums dieses Farns auf denselben Ursachen besteht, wie das der *Schistostega*... Ebenso ist zu erinnern an die Leuchtalge Chromophyton (*Chromulina*) *Rosanoffii*, bei der derselbe Effekt auftritt.“ (DUNK 1921, S. 17)

Am 22.12.2007 zeigte mir der Vorsitzende des „Bergbautraditionsverein Gewerkschaft Aurora Erbstolln e. V.“ Herr Bernd Fischer in der Grube Aurora Erbstolln (Weißeritztal bei Dorfhain, Erzgebirge) an der Decke stark silbrig reflektierende Stellen und bezeichnete diese als „Weißes Leuchtmoos“. Für eine genauere Untersuchung fehlten leider die Zeit und das Material zur Probennahme, aber ich glaube nicht, dass es sich tatsächlich um ein Moos handelt.

3 Das Leuchtmoos in der Literatur

Das Leuchtmoos findet sich häufig in der Literatur. Gemäß der gestellten Aufgabe wurden die schriftlichen Quellen zusammengetragen. Meine Kopien bzw. Abschriften habe ich für die weitere Arbeit als Mappe zusammengefasst und dem Verein von Herrn Wutzig übergeben. In diesem Kapitel werden die Texte hinsichtlich ihrer Verwendbarkeit für das Projekt analysiert. Nach folgenden Gesichtspunkten wurde die Literatur ausgewertet:

Botanischen Beschreibung und Besonderheit des Leuchtmooses (äußerer und innerer Bau der Pflanze, Leuchtverhalten)

Standortbeschreibung (Lage, Eigenschaften des Standortes)

Verwendete Quellen

Weitere interessante Informationen

Auf der Suche nach Informationen zum Leuchtmoos fand ich nach und nach immer mehr Bücher. Vor Allem Herr Dr. Müller von der TU Dresden gab mir eine ganze Reihe von Büchern, in denen ich Angaben zum Leuchtmoos fand. Andere Bücher fand ich in der Uni-Bibliothek. Herr Wutzig vom Höhlenforscherverein gab mir auch Material aus seinem Archiv und gute Hinweise.

Drei Bücher möchte ich gesondert auswerten, weil sie sich ausführlicher mit dem Thema beschäftigen. Die anderen fasse ich kurz zusammen.

3.1 Kurt von der Dunk 1921

Diese Dissertation fand ich in der SLUB (Sächsische Landes-, Staats- und Universitätsbibliothek in Dresden). Sie ist die umfangreichste und detaillierteste Publikation, die ich zu

diesem Thema finden konnte. Ich will diese Doktorarbeit hier nicht abschreiben, sondern die wichtigsten Informationen zusammenfassen, die für das Leuchtmoosprojekt von Interesse sind und noch weitere interessante Informationen wiedergeben. Außerdem habe ich in meinem Text an den entsprechenden Stellen diese Dissertation bereits öfters zitiert. Die Auswertung dieser umfangreichen Quelle erfolgt daher unter bestimmten Aspekten:

Aspekt: Geschichte der Erforschung des Leuchtmooses und die Namensgebung

In der Literatur werden für das Leuchtmoos verschiedene lateinische Bezeichnungen angegeben. Die in der Gegenwart häufigsten Bezeichnungen sind *Schistostega osmundacea* und *Schistostega pennata*, wobei man nicht sagen kann, dass eine die richtige und die andere die falsche Bezeichnung ist. DUNK schreibt dazu:

„Das Moos selbst wurde zuerst von Dickson und Newberry in Devonshire entdeckt, die es 1785 ... unter dem Namen *Mnium osmundaceum* bekannt gaben. Erhard fand es wohl gleichzeitig mit ihnen im Harz. Jedoch veröffentlichte er seinen Fund erst später, nach eigenen Angaben erst 1786, nach anderen 1787 unter dem Namen *Dicksonia pusilla*. ... 1787 beschrieb es Hedwig ... als *Gymnostomum pennatum*. 1791 fand sich das Moos als *Bryum pennatum* bei Gmel ... 1796 als *Gymnostomum osmundaceum* bei Hoffm. ... Im Jahre 1803 entstand der heutige Name. Mohr nannte es ... *Schistostega osmundacea* und beschrieb es unter demselben Namen mit Weber zusammen im Taschenbuch p. 92. Die Benennung beruht auf einer falschen Beobachtung Mohr's, der gesehen zu haben glaubte, daß der Deckel nach Art eines Peristoms sich spalte. So nannte er das Moos *Schistostega*, das heißt Spaltdeckel. ... Der Speciesname *osmundacea* ist natürlich entstanden im Vergleich des Stämmchens mit den Farnen, von welchen man das Königsfarn *Osmunda regalis* als Vertreter genommen hat. ... 1818 erscheint das Moos noch einmal mit einem anderen Speciesnamen als *Schistostega pennata* in der *Muscologia britannica*. Seit dem hat man, wie gesagt, den Namen nicht mehr geändert.“ (DUNK 1921, S. 8 f.)

Aspekt: Ursachen für die intensive Reflektion, optische Zusammenhänge

„Der Erste, der die Ursache des Glanzes erkannte, war Bridel, der in seiner *Bryologia universa* von 1826/27 eine Alge beschreibt, die den eigenartigen Glanz verbreitet, den man an den von der *Schistostega* bewohnten Stellen bemerkt. Er nennt die Alge *Catropidium smaragdinum*. Eschweiler, der gleichzeitig lebte, bezeichnet die kleinen leuchtenden Kügelchen als die Monde der Mooswelt, die durch den Lichtreflex das der *Schistostega* zum

Leben notwendige Licht geben sollen.... Erst F. Unger erkannte die Alge als den Vorkeim des Leuchtmoses (1834) und gab auch die richtige Erklärung für das Leuchten, das auf Lichtreflex und nicht auf Eigenlicht beruhte. Trotzdem blieb es noch lange unklar, wie der Effekt zustande kommt, bis es gleichzeitig Noll und Vuillemin feststellten (1887).“ (DUNK 1921, S. 8)



Seitenansicht der Linsenzellen mit den Chloroplasten (Vergr. 1/400)

„Noll hat an einem stark vergrößerten, mit Zeichenprisma aufgenommenen, getreuen Abbild einer Linsenzelle unter Berücksichtigung der Brechungsexponenten von Luft und Wasser genau den Gang der Lichtstrahlen festgestellt und folgendes gefunden. Alle auf die linsenförmig gewölbte Oberfläche auftreffenden Strahlen werden so gebrochen, daß sie entweder auf die Chlorophyllkörner, oder aber doch ganz in der Nähe auf die hintere Wand der Zelle fallen. Die ersteren werden beim Eintritt in die Chlorophyllkörner abermals gebrochen, sodaß die schon aus der ersten Brechung sich ergebende Beleuchtung des Chlorophyllapparates noch wesentlich verstärkt wird durch die bedeutend größere Konzentration des Lichts auf die hintere Wand der Chlorophyllkörner. Die Strahlen verlassen dann unter denselben Winkeln wieder die Zelle, sodaß sie annähernd in Richtung der optischen Achse verlaufen. Die anderen Strahlen, die zu weit auf die Peripherie der Oberfläche auftreffen und infolgedessen nicht sofort auf die Chlorophyllkörner gebrochen werden, stoßen unter solch stumpfem Winkel auf die nach hinten gehende Kegelwand der Zelle, daß sie nicht aus der Zelle austreten können, sondern total reflektiert werden. Sie gehen durch die Chlorophyllkörner hindurch und durchleuchten diese, treffen auf die gegenüberliegende Wand der konischen Zellerweiterung auf und verlassen die Zelle wieder, indem sie durch die dort erfolgte abermalige Totalreflexion an die vordere Zellwand gelangen und

unter Brechung in die ungefähre Richtung der optischen Achse austreten. Alle Strahlen werden so in derselben Richtung zurückgeworfen.“

„Außer der Brechung erleidet das Licht aber auch eine Veränderung der Farbe. Von dem Tageslicht, das doch nur in Frage kommt, passieren die Chlorophyllkörner allein die grünen Strahlen. Sie sind es daher auch, die nur zurückgeworfen werden. Ein beobachtendes Auge sieht deshalb nur ein grünes Licht.“ (DUNK 1921, S. 11 f.)

Aspekt: Lichtbedarf

„So hatte ich einmal die Gelegenheit zu beobachten, wie in einer Kultur, die unter einem Fenster im Schatten stand, keine Linsenzellen gebildet waren. Das Protonema braucht unbedingt direktes Licht, auch wenn es nicht sehr stark sein muß. In der Natur findet man ja kaum so starke Helligkeitsunterschiede, wie sie in Versuchen hergestellt werden können. Auch in der finstersten Höhle, die dem Außenstehenden als vollständig dunkel erscheint. Ist die Beleuchtung noch so groß, daß die Linsenzellen gut bestehen können. – Jedoch sieht man stets, das nur dort sich das Protonema ausbreitet, wohin noch das Tageslicht gelangt. Wird etwa ein Stück einer Höhlung von einem überhängenden Erdballen bedeckt, daß es wirklich sehr dunkel ist, so wird man dort niemals Linsenzellen finden. (S. 13 f.)

Durch Beobachtungen in der Natur stellte er fest, „daß für die Ausbildung der Linsenzellen keine allzustarke Dunkelheit nötig ist, sondern daß vielmehr eine solche ihre Bildung hemmt. Eine scharfe Grenze läßt sich jedoch nach keiner Seite ziehen, wie ja überhaupt die Begriffe der Helligkeit und Dunkelheit sehr willkürlich und nur schlecht meßbar sind.“ (S. 14)

Aspekt: Künstliche Zucht des Leuchtmooses

Dunk beschreibt an mehreren Stellen in seiner Dissertation, dass seine Untersuchungen überwiegend im botanischen Institut stattfanden, wo ihm das Material in großer Menge zur Verfügung stand (vgl. S. 7). Leider beschreibt er nicht konkret, wie er das Moos in seiner künstlichen Umgebung gehalten hat. An einer anderen Stelle schreibt er: „Im allgemeinen konnte ich feststellen, daß man das Gefäß mit der Schistostega-kultur ruhig dicht ans Fenster stellen durfte, wo es zwar kein Sonnenlicht bekam, aber noch sehr hell stand. Dabei bildeten sich sehr reichlich Linsenzellen, denen sogar eine Bestrahlung durch die Abendsonne nichts schadete.“

Eine Zusammenfassung dieser Doktorarbeit mit den wesentlichen morphologischen und ökologischen Aspekten des Leuchtmooses veröffentlicht er in einer eher populärwissenschaftlichen Monografie (siehe DUNK und DUNK 1988).

3.2 Andreas Arnold 1987

Als erstes gibt der Autor eine allgemeine Beschreibung der Standorte für Leuchtmoos, und beruft sich dabei auf Angaben anderer Autoren (Hübschmann und Düll): „es soll nur an Stellen existieren können, die frei von Regen- und Tropfwasser sind, eine hohe und konstante Luftfeuchtigkeit sowie geringe Temperaturschwankungen gewährleistet und nur von einem geringen Bruchteil des Tageslichts erreicht werden.“ (S. 42).

Weiter schreibt er, das Leuchtmoos „auf Grund der namengebenden Besonderheit auch von Laien von am gleichen Standort vorkommenden anderen Moosen leicht zu unterscheiden“ (S. 43) sei. Er begründet dies mit der Blattstellung der Pflänzchen.

Als dritten Punkt gibt Arnold das Problem des Schutzes des Leuchtmooses an. Er spricht sich für eine Veröffentlichung von Standorten und gleichzeitiger Unterschutzstellung dieser aus, anstatt sie vor der Öffentlichkeit „geheim zu halten“. Dieser Aussage kann man prinzipiell zustimmen, denn nur gegenüber Dingen, die der Mensch kennt bzw. erkennt kann er sich auch richtig verhalten. Leider ist das aber nicht so einfach.

Im Weiteren zitiert er Hübschmann, nach welchem das Leuchtmoos aufgrund seiner lichtreflektierenden Eigenschaft „viel Stoff zu Märchen- und Koboltsagen geliefert“ (S. 43) hat.

Als nächstes geht er auf die Ansprüche des Leuchtmooses hinsichtlich des Lichtbedarfes („außergewöhnlich anspruchslos“, „1/500“ bis „1/650 des Tageslichtes“ (S.43)), der Verbreitung („bis zum nördlichen Polarkreis“, „bis 1630 m über dem Meeresspiegel“ (S.43)) und Ansprüche an den Untergrund („ausgesprochen kalkfeindlich. Auch auf Gips und Anhydrit [...] kommt es kaum vor.“ (S.43)). Häufige Standorte sollen sich im Bundsandstein finden lassen. Er nennt verschiedene Standorte, an denen Leuchtmoos vorkommen soll.

Als letzten Punkt gibt Arnold Auskünfte über selbst angestellte Messungen bezügliches des Faktors Licht, welche „Werte von 1/750 bis 1/500 des Tageslichtes“ (S.44) ergaben. Dabei beschreibt er das Problem, den Lichtmesser „genau dem Standort der winzigen Pflänzchen entspricht“ (S. 44). Dies ist ein Problem, mit welchem auch ich bei meinen Messungen zu kämpfen habe, ebenso wie Schwankungen der Bewölkung, sich verändernde Schatten von sich im Wind bewegenden Bäumen usw.

3.3 Börtitz und Eibisch 1962

In der umfassenden Beschreibung der Höhlen der Sächsischen Schweiz von Börtitz und Eibisch werden auch Aspekte der Höhlenflora und –fauna beschrieben. Die Autoren gehen hier sehr detailliert auch auf das Leuchtmoos ein.

Sie beschreiben, dass das Leuchtmoos in der Sächsischen Schweiz stets auf sauren Böden vorkommt, es jedoch auch in Bezug auf andere Standorte, Lichtbedarf und Bodenarten noch keine genauen Untersuchungen gibt. Sie beschreiben, dass das Leuchtmoos relativ häufig in der Sächsischen Schweiz vorkommt, besonders in Schichtfugen, Höhlen, feuchten Überhängen, spalten usw.

„Auch für die Sächsische Schweiz liegen bis jetzt noch keine systematischen Untersuchungen über Standorte, Bodenart, Lichtbedarf usw., besonders im Zusammenhang mit den Höhlen vor. Bekannte Vorkommen in und an Höhlen wechseln oft in der Menge oder verschwinden ganz. Die Meinung, das Leuchtmoos kommt in der Sächsischen Schweiz ‚überall‘ vor, ist unbefriedigend.“ (BÖRTITZ & EIBISCH 1962, S. 192)

Des weiteren geben sie Messungen von Schade aus den Jahren zwischen 1920 und 1925 an, welche besagen, dass das Leuchtmoos in Temperaturbereichen zwischen +15 °C und -5,4 °C überleben kann. (ebd.)

3.4 Weitere schriftliche Quellen

Kurt und Klaus von der Dunk beschreiben in ihrem Buch „Moose unter der Lupe“ auf recht populärwissenschaftliche, aber dennoch ausführliche Art, wie es dem Vorkeim des Leuchtmooses gelingt, mit einem Minimum an Licht zu überleben. (DUNK und DUNK, S. 60 ff.)

In WINKELHÖFER 1998 werden neben einer kurzen Beschreibung des Mooses verschiedene Standorte im Gebiet der Sächsischen Schweiz benannt (z. B. Arnsteinhöhle und Goldschmiedhöhle). Neben weiteren Standorten vermerkt der Autor: „Bei mindestens 20 weiteren reichlichen Vorkommen, darunter in Höhlen des Zittauer Gebirges, scheint uns eine gewisse Schweigsamkeit noch immer der beste Naturschutz zu sein.“, womit er darauf hinweist, dass die Eigenschaft des Reflektierens einige Menschen zur sinnlosen Schädigung oder Zerstörung des Moos-Standortes anregt. Leider bestätigt sich diese Befürchtung, wie ich durch eigene Beobachtungen feststellte.

Im Buch „Die natürlichen Pflanzenfamilien“, Band 10, beschreibt A. Engler die Gattung *Schistostega* mit den wesentlichen botanischen Merkmalen auf der Grundlage einer Veröffentlichung von Mohr (1803) und fügt eine Skizze des Laubmooses bei. Neben sehr allgemeinen Standortbeschreibungen (Nord- und Mitteleuropa, Pyrenäen, Frankreich, Großbritannien, Nordamerika) schreibt er: „Das oberirdische Protonema ist bekannt wegen seines intensiven Leuchtens.“ (ENGLER, S. 344) Ob er das Leuchten wörtlich meinte oder die Reflektion des einfallenden Lichtes, kann nicht beurteilt werden.

Im Buch „Die Moose Baden-Württembergs“, Band 2 (vgl. Nebel), werden Morphologie und Ökologie des Leuchtmooses allgemein beschrieben und eine Erklärung für das „Leuchten“ gegeben. Als Bearbeiter dieses Kapitels wird M. Ahrens angegeben. Standorte werden allgemein angegeben (siehe Kapitel Standorte) und speziell für Baden-Württemberg aufgeführt. Ahrens macht auch Angaben zu Bestand, Gefährdung und Schutz: „*Schistostega pennata* ist im Gebiet nicht gefährdet, obwohl einzelne Vorkommen in gut zugänglichen Felshöhlungen offenbar durch menschliche Aktivitäten deutlich dezimiert wurden... Viele Wuchsorte liegen an Felsstandorten in Waldgebieten, wo der menschliche Einfluß gering ist. (NEBEL, S. 8)

In dem Buch „Die große farbige Enzyklopädie Urania-Pflanzenreich“ (URANIA 2000) wird neben der Klassifikation vor allem die physikalische Erscheinung der Reflektion beschrieben. Die sterilen und fertilen Pflanzenformen werden kurz beschrieben und eine allgemeine Beschreibung der weltweiten Standorte vorgenommen.

Das Buch „Deutschlands Moose“ von Rupprecht Düll gibt in seinem 2. Teil eine Übersicht über die Moosarten. Die Beschreibung des Leuchtmooses fällt kurz aus und bietet inhaltlich keine weiterführenden Informationen. (1. Auflage, 1994)

Eine ebenso knappe Beschreibung des Leuchtmooses findet sich in „Die Moose Tirols“ vom gleichen Autor (Rupprecht Düll). In einer Übersichtskarte werden Standorte verzeichnet ohne diese näher zu beschreiben. (1. Auflage, 1991, ISBN 3-925425-08-x)

Jan-Peter Frahm räumt in seinem Buch „Moose – Eine Einführung“ dem Leuchtmoos zwar ein eigenes Kapitel (zusammen mit Kobold- und Blasenmoos), die Beschreibung der Morphologie und der Standorteigenschaften fallen jedoch sehr knapp aus. Zwei gelungene Fotografien zeigen das Reflektieren des Vorkeimes und die Ausbildung eines Moostepichs.

3.5 Internetquellen

Wenn man im Internet nach „Leuchtmoos“ recherchiert, kann man eine Reihe von Beschreibungen finden, die auf Leuchtmoosstandorte hinweisen, die z. T. nicht in der Literatur zu finden sind. Außerdem wird in einigen Quellen das „Leuchten“ des Vorkeimes beschrieben. Im Folgenden sollen einige der Quellen vermerkt werden.

"Manche Arten begnügen sich mit außerordentlich wenig Licht. Selbst der Sauerklee, eine der Blütenpflanzen, die mit ganz wenig Licht auskommen, müsste Verkommen bei jenen Lichtstärken, unter denen etwa das Leuchtmoos noch existieren kann: Es Wächst selbst tief in Höhlungen und Ritzen zwischen Steinblöcken und im Dunkel von Felswänden, auf die zu keiner Tageszeit die Sonne scheint. Ein Sechshundertstel des vollen Tageslichts reicht dem Leuchtmoos zur Photosynthese: Dank dem Bau seiner Zellen vermag sein Vorkeim das Licht wie in einer Linse zu sammeln und auf die Photosynthese treibenden Strukturen zu konzentrieren. Das nicht benötigte Licht wird in Richtung des Lichteinfalls reflektiert, so dass das Moos zu leuchten scheint."

Quelle: http://www.uni-potsdam.de/nattech/user/lv_wald05/2pflanzen/moose.PDF
{25.09.2006}

Einen Teil des Textes findet man auch unter

<http://www.wald.lauftext.de/welt-der-pflanzen/moose/> {25.09.2006}

„Das Schwierigste bei diesem Cache wird sein, die Abzweigung zur Strickeralm zu finden. Hast Du diese erst einmal gefunden, kannst Du dort Dein Auto parken oder sogar bis zum Cache vorfahren. Dabei musst Du allerdings eine Schranke ignorieren, die normalerweise aber offen ist, da bei der Strickeralm einige Hütten stehen, die man teilweise mieten kann. Bitte berühre das Leuchtmoos nicht. Der Cache ist eine kleine rote Plastikbox und befindet sich an der linken Seite des Lochs. Aufgrund seines Leuchtens sind viele Sagen entstanden und führte aber auch zur teilweisen Ausrottung. Versuche es also nicht mit nach Hause zu nehmen. Dort wird es aufgrund seiner spezifischen Anforderungen nur sehr schnell absterben.

Obwohl das **Leuchtmoos *Schistostega pennata*** in der gesamten Holarktis subatlantisch verbreitet ist, kennt es sogar manch´ versierter Botaniker nicht. Dabei ist es überaus interessant: es ist nicht nur die einzige Art der Familie und der Ordnung der Schistostelgales, sondern kann auch "Leuchten".

Wie kommt das Leuchten zustande?

Das Leuchten ist eine rein physikalische Erscheinung, welche man bei günstigem Lichteinfall sehen kann. Dazu braucht man nur seinen Kopf hin und her oder hoch und herunterbewegen. Der Vorkeim bildet ein kleines "Bäumchen" aus, welches neben zylindrischen Zellen auch linsenförmige hat. Diese breiten sich senkrecht zum hereinfliegenden Licht aus. In einem Teil der linsenförmigen Vorwölbung befinden sich Chloroplasten (das sind die Dinger, in denen Photosynthese stattfindet). Der andere, größere Teil besteht aus einer Vakuole (flüssigkeitsgefüllter Hohlraum), welche wie eine Sammellinse funktioniert. Dort werden die Lichtstrahlen auf die Chloroplasten abgelenkt. Nun wird ein Teil der Lichtstrahlen von der Zellwand hinter den Chloroplasten reflektiert und erscheint uns als Leuchten! Ist das nicht prima?!

Das kalkfeindliche Leuchtmoos kommt in feuchten Löchern und kleinen Höhlen vor, die vom Regenwasser nicht getroffen werden und kann noch bei einer Lichtintensität von nur 1/500 des gesamten Tageslichts gedeihen!“

Quelle: http://www.geocaching.com/seek/cache_details.aspx?ID=274829&log=y
{25.09.2006}

Beschreibung der Leuchtmooshöhle bei Gröna (Sachsen):

„In dem höchstgelegenen Felsen, nach Norden zugewandt, befindet sich die Totensteinhöhle, in der früher das seltene Leuchtmoos in größeren Mengen vorkam. Das Leuchtmoos ist ein Laubmoos, das in einen Stengel und in Blättchen gegliedert ist. Moose sind ebenso wie Farne Sporenpflanzen. In den Mooskapseln, die man an Waldmoosen beobachten kann, entstehen diese Sporen. Während sich aus dem Samen der Blütenpflanzen neue Pflanzen entwickeln, bildet sich aus der keimenden Moospore zunächst ein Vorkeim. Durch seitliche Sprossungen entstehen auf ihm die eigentlichen Moospflanzen. Der Vorkeim aber ist das Interessante am Leuchtmoos. Er hat mehrere linsenförmige Zellen, die als Sammellinsen wirken und nur das spärlich vorhandene Licht am Standort der Pflanzen (z.B. in Höhlen) konzentriert auf die Hinterwand der Zellen werfen. Hier haben sich die Blattgrünkörper angesammelt. Dadurch erhalten diese das zum Aufbau des Moores nötige Licht. Nur ein Teil der einfallenden Lichtstrahlen wird von der Pflanze verwertet, der andere aber zurückgestrahlt. Blickt nun unser Auge in Richtung dieser parallel ausfallenden Lichtstrahlen, gewahrt es das eigentümliche, grüngoldene Leuchten.

Um die Höhle mit ihrem Leuchtmoos ranken sich viele Sagen. Es geht dabei um jene unermesslichen Schätze der Sorben, die damals vor Jahrhunderten, wohl als die Sorbenherrlichkeit ihr Ende nahm, hierher verzaubert wurden.

Doch so oft auch Neugierige später nach dem Schatz gesucht haben, nie fanden sie etwas anderes als Leuchtmoos, das bei leisester Berührung seinen Schimmer verlor, und in Staub zerfiel.“

Quelle: http://www.gruena-online.de/index.php?article_id=124 (vom 06.12.2007)

Herbert Varnecke, Regensburg

1897 schrieb der ehemalige Inspektor des Botanischen Gartens in Leipzig, W. Mönkemeyer, im 5. Jahrgang S. 59 – 60 der Zeitschrift **Natur und Haus** einen Beitrag über das Leuchtmoos. Im Harz und der Sächsischen Schweiz z. B. ist diese verborgene, eindrucksvolle Pflanze noch heute an mehreren Stellen im zerklüfteten Urgestein bzw. Sedimentgesteinen höherer Lagen zu finden.

Das Leuchtmoos (Schistostega osmundacea Mohr.)

In den Höhlungen kalkfreier Felsen, in Erdlöchern, alten Fuchsbauten und Hohlwegen vom norddeutschen Hügellande bis in die Voralpen hinein finden wir, wenn auch nicht gerade häufig, ein Moos, welches wie das Johanniswürmchen einen eigenartigen gespenstigen Zauber bietet, das *Leuchtmoos*. Es liebt die Feuchtigkeit und meidet das Licht. Sein wunderbares Glühen bemerkt nur der aufmerksame Naturfreund, welcher mit diesen Wohnungseigentümlichkeiten vertraut ist. EHRHART, ein scharfsichtiger Bryologe, entdeckte dieses winzige Pflänzchen bereits 1786 im Harze, wo es z. B. in den Sandsteinhöhlen des Regensteines, jener alten, durch Julius Wolf in seinem „Raubgraf“ geschilderten Felsfeste, häufig vorkommt. Auch in der sächsischen Schweiz, im Muldethale bei Zschoppau, am Giebichenstein bei Halle, in Thüringen, Westfalen und der Rheinprovinz ist es an vielen Stellen aufgefunden, und MOLENDO schreibt in seinen „Bayerischen Laubmoosen“ über das Leuchtmoos: *„Das rätselhafte Leuchten und Glühen der dunklen Felsklüfte hat das Volk vielfach mit dem Goldsegen der Berge in Verbindung gebracht und Goethe, der es vom Harze her wohl kannte, hatte es sicher im Auge, als er zu der Blocksbergfahrt schrieb: Herr Mammon selbst erleuchtet den Palast.“*

Sehen wir uns nun dieses winzige, zartblättrige Moos etwas genauer an. Das ganze Pflänzchen ist ungefähr 2 cm hoch. Die kleinen Stämmchen sind schwach bewurzelt, fast wasserhell flach beblättert, den Wedeln unseres Engelsüßfarnes in der Form gleichend, auf denen sich die langgestielten, kleinen Kapseln, die Samensporen einschließend, befinden. Am Grunde des Pflänzchens befindet sich ein algenartiger Vorkeim, ein grünes, zartes, ineinander verwebtes Gebilde, welches nicht, wie meistens der Vorkeim, mit dem Fortschreiten der Entwicklung betreffend verschwindet, z. B. bei den Farnen, sondern beim Leuchtmoose bleibt und dessen linsenförmige Zellen das smaragdgrüne Licht entwi-

ckeln. BRIDEL beschrieb diesen algenähnlichen Vorkeim als Alge unter dem Namen *Catoptridium smaragdinum*. 1888 hat NOLL im botanischen Zentralblatte über die Art der Lichterscheinung folgendes berichtet:

„Linsenförmige Zellen konzentrieren alles auffallende Licht auf die Hinterwand des Vorkeims und beleuchten intensiv die Chlorophyllkörner, welche sich dort ansammeln. Alle Strahlen, welche parallel in diese Zellen einfallen, werden so zurückgeworfen, dass diese parallel oder schwach divergierend wieder nach derselben Richtung austreten, wodurch allein ein so intensives Leuchten hervorgebracht werden kann.“

Vom Leuchtmoose ist bisher nur eine Art bekannt geworden. Es ist ein Kind des Nordens. Auch dieses winzige Pflänzchen hat seinen Teil beigetragen zu den sinnigen Märchen unserer Heimat und leuchtet noch heutigen Tages in den dunklen Höhlen, es blüht und fruchtet weiter im Verborgenen. Vielleicht ist mancher Freund von **Natur und Haus** durch diese Zeilen angeregt, auf seinen Wanderungen in der Natur auf dieses sonst unscheinbare Moos zu achten. Sein Auffinden ist für den Nichtkenner der Mooswelt zwar nicht leicht, belohnt aber die Mühe reichlich.“

Quelle: <http://webdoc.gwdg.de/edoc/w/gbb/2001/145/gbb145.pdf> {25.09.2006}

„Schistostega pennata (Hedw.) Web.&Mohr

Familie: Schistostegaceae, Ordnung: [Schistostegales](#)

Hierbei handelt es sich um eine Art, die aufgrund einer Besonderheit sogar einen deutschen Namen bekommen hat: "Leuchtmoos". Und zwar wächst das Moos meist an sehr dunklen Standorten in Höhlen oder waagerechten Felsspalten, in die kein Regen fällt. Das Protonema der Art ist dauerhaft und bildet auf kleinen Stielen Flächen von linsenartigen, chlorophyllhaltigen Zellen. Fällt nun Licht auf ein solches Protonema, so wirkt die Vakuole in einer solchen linsenförmigen Zelle als Sammellinse und fokussiert das Licht auf die darunter liegenden Chloroplasten. Ein Teil der Lichtstrahlen wird reflektiert und erscheint dann als gold- oder gelbgrünes Leuchten.

An nicht allzu dunklen Standorten bildet das Protonema die 0,5-1,5cm hohen Gemetophyten. Diese sind unten kahl, und weiter oben zweizeilig und flach beblättert, und die Blätter sind am Grunde miteinander verwachsen. Sie haben keine Rippe und ihre Zellen sind länglich rhombisch. Jedes Protonema kann sowohl weibliche wie männliche Gametophyten bilden. Die letzteren sind klein und fünfzeilig mit schmaleren Blättern beblättert. Die ersteren sind zunächst wie die sterilen, an der Spitze dann aber ebenfalls fünfzeilig und schmaler.

Die Kapsel ist lang gestielt (bis 3cm) und rundlich eiförmig. Ein Peristom fehlt.

Die Art kommt in allen Gebieten gemäßigter und kühler Klimata der Nordhemisphäre vor, ist allerdings nirgendwo häufig und fehlt immer wieder in großen Teilen. In Deutschland ist sie in einigen Mittelgebirgen noch häufiger. Da sie an Standorten wächst, auf die kein Regen fällt, ist sie auf Grund- und Luftfeuchtigkeit angewiesen. Sie bevorzugt kalkfreie Standorten, insbesondere Schiefer. An geeigneten Standorten kann sie dichte und artreine Vorkommen bilden.“

Quelle: <http://www.ijon.de/moose/geni/schistostega.html> {25.09.2006}

4 Standortuntersuchungen in der Sächsischen Schweiz

4.1 Sanduhrenhöhle am Quirl

Auf der Suche nach einem geeigneten Leuchtmoosstandort, der für eine Langzeituntersuchung geeignet ist, stieß ich auf diese Höhle am Quirl. Sie ist für mich zu jeder Jahreszeit relativ leicht zu erreichen, der Fußweg vom Parkplatz zum Fels hält sich in Grenzen. Auch bei schlechtem Wetter ist man dank der Boofe in der Nähe geschützt. Leicht erreichbar ist Sie jedoch auch für jene Mitmenschen, die aus Mangel an Respekt offensichtlich erst zufrieden sind, wenn etwas zerstört ist. Auch solche Stellen haben wir leider gesehen.



Asche und Holzkohlenreste von einer Lagerfeuerstelle (Boofe), in den Leuchtmoosstandort gestreut.

Die Sanduhrenhöhle wurde früher als „Pferdeställe“ bezeichnet. Es handelt sich um eine großflächige Schichtfugenauswitterung, die Platz für eine große Boofe bietet und im hinteren Felsbereich relativ große Sanduhren bildet. An einer Stelle tritt sporadisch Wasser wie aus einer Quelle aus. Der Fels ist im Bereich der Schichtfugen fast immer feucht und bietet daher einer Vielzahl von Moosen und Flechten eine gute Lebensgrundlage.

Genau genommen ist die Sanduhrenhöhle keine echte Höhle. Links neben der Boofe befindet sich die Baumannshöhle, in der aber kein Leuchtmoos zu finden ist. In einer Felsnische rechts neben der Boofe wurden an einem ausgiebigen Standort die Messungen durchgeführt.



Die mikroskopischen Untersuchungen an den Vorkeimen mussten vor Ort durchgeführt werden.

Rechts am PC der Betreuer Herr Wutzig

4.2 Leuchtmooshöhle (Nikolsdorfer Wände)

Diese Höhle wurde auf Grund ihres Namens zuerst untersucht. Da ich zu Beginn noch keine genauere Beschreibung des Leuchtmooses und auch nur eine Lupe zur Verfügung hatte, begann ich mit den Untersuchungen des Standortes allgemein (Messung der Temperatur-, Feuchtigkeits- und Lichtverhältnisse in der Höhle und am Eingang). Bis heute konnte ich jedoch kein Leuchtmoos in und an der Höhle finden. Das heißt aber nicht, dass

es dort keines gibt. Es kann auch sein, dass es in dem Zeitraum der Beobachtung nicht aktiv war.



Bei Messungen in der Leuchtmooshöhle

4.3 Weitere Standorte

Weitere Standorte werden genannt bei DUNK 1921, WINKELHÖFER 1998 und MÜLLER 2004. In den Katasterunterlagen der HFG Dresden und der Höhlenregistratur des HKD e.V. werden gelegentlich Leuchtmoosvorkommen erwähnt.

Nachdem ich wusste, wie Leuchtmoos aussieht, habe ich auch welches in der bekannten Kuhstallhöhle gefunden (leider überwiegend zerstört, das Stöckchen lag noch da).

Ein weiteres Vorkommen in der Sächsischen Schweiz wird von Hartmut Simmert am Pfaffenstein in einer Parallelkluft zur Goldschmiedhöhle beschrieben.

Weitere Quellen mit Erwähnungen von Leuchtmoosvorkommen konnte mir Herr Wutzig nennen:

„Die Kletterhöhle im Quirl (Sächsische Schweiz)“, Katasterblatt Kletterhöhle Kö-36, S. 8 (Roland Winkelhöfer)

„Der Diebskeller“, Katasterblatt Kö-8, Quirl, Sächsische Schweiz, Blatt 4 (Roland Winkelhöfer)

„Die Felskammer“ im Gebiet Kleiner Zschirnstein, Sächsische Schweiz, Katasterblatt 5150/GK-11 der HFG Dresden, Reg.-Nr. 1310-14-56 HKD e.V., (Tilo Schöne, vom 06.09.1981)

5 Zusammenfassung

Um den Gametophyten des Leuchtmooses eindeutig zu bestimmen, braucht man Kenntnisse über den Aufbau der Pflanze in den verschiedenen Lebensphasen und den Standortcharakter. Für den Laien relativ eindeutig erkennbar mit einer Taschenlampe ist nur der Vorkeim. Für die Bestimmung vor Ort empfiehlt sich eine gute Lupe, besser noch ein Taschenmikroskop mit Auflichteinsatz. Für die Eintragung der Standorte ist das verfügbare Kartenmaterial 1:10.000 sicher gut, aber besser wäre für die Zukunft die Verwendung elektronischer Online-Datenbanken (GIS).

Für die Unterstützung bei der Bearbeitung meiner Arbeit bedanke ich mich bei:

- Meinem Betreuer Herrn Bernd Wutzig, der mich mit viel Fachwissen und dem Zugang zu seinem Archiv unterstützt hat und auf einigen Exkursionen begleitete
- Herrn Dr. Frank Müller (TU Dresden, Fakultät Mathematik und Naturwissenschaften, Fachrichtung Biologie, Lehrstuhl Botanik) für seine fachliche Beratung und Literaturhinweise
- Herrn Dieter Weber (Referent für Biospeläologie im Verband der deutschen Höhlen- und Karstforscher) für seine Hinweise und die Kontakte zu anderen Biospeläologen
- Frau Sandra Sauske, die mich bei der Fotografie und den Messungen unterstützte
- Frau Angelika Schindler (Chemielabor für die Lehrerausbildung an der TU Dresden, Fakultät für Erziehungswissenschaften) für die Bereitstellung eines professionellen Lichtmikroskops mit digitalem Kameraaufsatz für die Dauer meiner Arbeit
- Meinem Vater Hartmut Simmert (Höhlen- und Karstforschung Dresden e.V.) bei der Beratung zur Anfertigung wissenschaftlicher Arbeiten

Mit der vorliegenden Arbeit stelle ich dem Verein auch alle angefertigten Fotografien, die Messprotokolle und die Kopien der Literaturrecherchen auf CD zur Verfügung, um das Langzeitprojekt so zu unterstützen.

Neben der Langzeitbeobachtung über die Standorte können aber auch andere Fragen von Interesse sein:

- Welche Tierarten ernähren sich vom Leuchtmoos, gibt es natürliche Feinde? In der Literatur habe ich bisher darüber nichts gefunden.
- Gibt es eine Konkurrenz mit anderen Kryptogamen, insbesondere mit Flechten?

Quellen:

Arnold 1987

Andreas Arnold: Zum Vorkommen des Leuchtmooses in Höhlen und Stollen des mittleren und westlichen Erzgebirges. In: FUNDGRUBE, Populärwissenschaftliche Zeitschrift für Geologie, Mineralogie, Paläontologie, Bergbaugeschichte; 23. Jahrgang, 1987, Heft 2, ISSN 0138-2004, Hrsg. Zentraler Fachausschuss Geowissenschaften der Gesellschaft für Natur und Umwelt im Kulturbund der DDR

Börtitz und Eibisch 1962

S. Börtitz und W. Eibisch: Die Höhlen der Sächsischen Schweiz (Speläomorphologische Inventarisierung). In: Jahrbuch des staatlichen Museums für Mineralogie und Geologie zu Dresden, Verlag von Theodor Steinkopff, Dresden und Leipzig, 1962; S. 177 - 264

Crum und Anderson 1981

Howard A. Crum und Lewis E. Anderson: Mosses of Eastern North America. – Columbia University Press, 1981 – ISBN 0-231-04516-6

Dunk und Dunk 1988

Kurt von der Dunk, Klaus von der Dunk: Moose unter der Lupe. – ISBN 3-925425-04-7, IDH-Verlag, Bad Münstereifel, 1988, 1. Aufl.

Dunk 1921

Kurt von der Dunk: Monographie des Leuchtmooses. Dissertation Universität Frankfurt am Main, 1921

Düll 1990

Rupprecht Düll: Exkursionstaschenbuch der Moose. – 3. Auflage, IDH-Verlag, Bad Münstereifel, 1990. ISBN 3-925425-00-4

Engler 1960

A. Engler „Die natürlichen Pflanzenfamilien nebst ihren Gattungen und wichtigsten Arten, insbesondere den Nutzpflanzen“, Band 10: Musci (Laubmoose), - Verlag Duncker und Humblot, Berlin, 1960

Frahm

Jan-Peter Frahm: Moose – Eine Einführung. - Verlag, Ort, Jahr unbekannt

Hübschmann 1986

Alex von Hübschmann: Prodrromus der Moosgesellschaften Zentraleuropas. –
In: Bryophytorum Bibliotheca (Band 32), S. 224 f. Cramer in d. Borntraeger- Verlag- Buch-
handlung , 1986, Berlin , 3-443-62004-3

Meyer

Meyer: Buch der Moose. - (Verlag, Ort und Jahr unbekannt)

Müller 2004

Frank Müller: Verbreitungsatlas der Moose in Sachsen. - Iutra Verlags- und Vertriebsge-
sellschaft b. R., Tauer, 2004, Herausgeber: Arbeitsgemeinschaft sächsischer Botaniker im
Landesverein Sächsischer Heimatschutz e.V.; ISBN 3-936412-02-2

Nebel 2005

Nebel und Philippi: Die Moose Baden-Württembergs. Band 2. ISBN 3-8001-3530-2, [Ver-
lag], Stuttgart, 2005

Urania 2000

Franz Fukarek, Jürgen Schultze-Motel, Manfred Siegel: Die große farbige Enzyklopädie
Urania-Pflanzenreich. Moose, Farne, Nacktsamer. – Berlin: Urania-Verlag, ISBN 3-332-
01166-9

Winkelhöfer 1998

Roland H. Winkelhöfer: Durch Höhlen der Sächsischen Schweiz. – Verlag Der Höhlenfor-
scher, Dresden, 1998, 4. Auflage

Wutzig 2006

Bernd Wutzig: Projektskizze „Leuchtmoos“ (*Schistostega osmundacea*), Höhlen- und
Karstforschung Dresden e.V., internes Arbeitsmaterial, Dresden, 2006

Weitere nicht ausgewertete Literatur:

Zur Auswertung der folgenden Literatur bin ich zeitlich nicht gekommen, aber diese wäre sicher auch von Bedeutung für das Projekt:

SITZENSTUHL, F. & LAUER, H. (1992):

Leuchtmoss im Brunnenstollen Der Trippstadter Brunnenstollen. Eine Sonderausgabe aus der Schriftenreihe Trippstadt im Kranz der Wälder: o. pag., 2 S., o. O. (Kaiserslautern)

WEBER, D. (1992):

Einführung in die Biospeläologie mit Schwerpunkt Deutschland. Mitteilungen der Höhlenforschergruppe Karlsruhe, 11:

1 - 124, Karlsruhe

An der Uni-Bibliothek Frankfurt findet sich unter der Adresse

<http://edocs.ub.uni-frankfurt.de/volltexte/2006/3303/html/bryo.html>

die vollständige Sammlung der sog. „Bryologischen Rundbriefe“, herausgegeben von Prof. Frahm. Das Erscheinen dieser Rundbriefe wurde 2005 leider eingestellt.



Messprotokoll

Datum:	Standort:
Uhrzeit:	Projekt:

Verbale Beschreibung des Wetters

- in der vergangenen Woche:

- am heutigen Tag:

Zustand der Höhle, Besonderheiten, Flora, Fauna):

Zustand des Leuchtmooses, Besonderheiten:

Messungen:

	in der Höhle	außerhalb der Höhle
Temp. Luft:		
Luftfeuchte:		
Lichtintensität:		
Temp. Fels:		
Temp. Wasser:		

Sonstiges:



Leuchtmoosstandort auf Sandstein (Sächsische Schweiz). In der Mitte sieht man hellgrün die reflektierenden Eigenschaften des Vorkeims und wenige Moospflanzen. Auf der rechten Seite befinden sich nur wenige Vorkeime, dafür mehr Moospflanzen (Gametophyten). Links oben sieht man einen dichten Teppich aus abgestorbenen Moospflanzen (hellbraun).



Kleine Sandsteinauswitterung mit Leuchtmoospflanzen vorn und Vorkeimen im hinteren Bereich

