

# Rhizoidgemmen bei *Atrichum undulatum* (HEDW.) P. BEAUV. und *A. angustatum* (BRID.) B. & S. (*Polytrichaceae*)

Michael SUANJAK

Für *Atrichum undulatum* (HEDW.) P. BEAUV. werden Rhizoidgemmen bestätigt, für *Atrichum angustatum* (BRID.) B. & S. neu beschrieben. Durch ihre Morphologie und Entstehungsweise weichen sie von bisher beschriebenen Rhizoidgemmen ab.

SUANJAK, M. 1999. Rhizoid gemmae in *Atrichum undulatum* (HEDW.) P. BEAUV. and *Atrichum angustatum* (BRID.) B. & S..

The occurrence of rhizoid gemmae is confirmed in *Atrichum undulatum* (HEDW.) P. BEAUV. Similar gemmae are noticed in *Atrichum angustatum* (BRID.) B. & S. They differ from hitherto described gemmae in morphology and ontogeny

Key words: Musci, Polytrichaceae, *Atrichum undulatum*, *Atrichum angustatum*, rhizoid gemmae.

## Einleitung

In den letzten Jahrzehnten (WHITEHOUSE 1966, RISSE 1987) wurden Rhizoidgemmen als häufige, für viele Arten in ihrer Ausbreitungsbiologie und in ihrem Lebenszyklus sehr wichtige Strukturen allgemein anerkannt. Bei ca. 90 Taxa der europäischen Moosflora, v.a. terricolen, orthotrop wachsenden Formen (z.B. viele *Pottiaceae* und *Bryaceae*) sind inzwischen Rhizoidgemmen bekannt. Die Familie der Widertonmoose (*Polytrichaceae*) bildete lange Zeit eine Ausnahme, da hier Rhizoidgemmen in Arbeiten des 19. Jahrhunderts (z.B. SCHIMPER 1948) wohl angegeben wurden, aber in der Folge nicht bestätigt werden konnten. Erst ARTS (1987) beschreibt für *Atrichum tenellum* und *A. crispum* Rhizoidgemmen, auch bei *Polytrichum juniperinum* konnten Gemmen-artige Strukturen beobachtet werden (AGERER 1991).

Im Rahmen zielgerichteter Untersuchungen über die Ausdehnung des Rhizoidsystems einiger Moose (SUANJAK 1997) konnten bei zwei weiteren *Atrichum*-Arten Rhizoidgemmen bestätigt bzw. gefunden werden.

## Material und Methodik

Das Untersuchungsmaterial stammt fast ausschließlich aus der Umgebung von Graz (Oststeirisches Hügelland) und aus dem Gebiet der Koralpe (Steirisches Randgebirge). Es wurde in frischem, lebendem Zustand analysiert. Die Moosrasen wurden gemeinsam mit ihrem Substrat in Blockform am natürlichen Standort entnommen; zur näheren Untersuchung wurde der Substratblock in oberflächenparallele Tafeln zerteilt; die mineralischen Bestandteile wurden vorsichtig ausgewaschen und das Rhizoidsystem in üblicher Weise mit Stereolupe und Durchlichtmikroskop analysiert. Wegen der relativ aufwendigen Probenwerbung und Analyse mußte die Untersuchung auf ein Dutzend Rasen pro Art beschränkt werden.

## Ergebnisse

### *Atrichum undulatum* (HEDW.) P. BEAUV. (Abb. 1)

#### Rhizoidsystem

Die Hauptmasse der Rhizoidstränge ist in den oberen Substratschichten (1–2 cm tief) konzentriert. An diesen bis 250 (300) µm dicken Strängen werden auch Stämmchen-Knospen angelegt. Seitenzweige dieser Rhizoidstränge ziehen in tiefere Substratschichten und dünnen nach unten aus. Im untersten cm weisen sie meist nur noch Durchmesser von 40–80 µm auf. Die Tiefenerstreckung des Rhizoidsystems ist offenbar von der Substratqualität abhängig und variiert stark (3 bis über 22 cm wurden gemessen).

#### Rhizoidgemmen

Die Gemmen sind blass- bis hellgelbe, rundliche, eiförmige bis längliche Körper mit unregelmäßigem Umriß (Abb. 1b) und Durchmessern von 150–300 (400) µm. Sie wurden nur an den in tiefere Substratschichten streichenden, dünnen Rhizoidsträngen bzw. Einzelrhizoiden beobachtet, wo

sie zahlreich an den Strängen bzw. an kurzen Seitenverzweigungen auftreten (Abb. 1a).

Junge Gemmen sind kompakte rundliche Zellkörper (Abb. 1c), die bald (vgl. Abb. 1d) in einen Wachstumsmodus übergehen, der zu unregelmäßigen Zellmassen führt (vgl. *A. angustatum*).

Die Zelllumina junger wie ausgewachsener Rhizoidgemmen weisen zahlreiche Öltropfen und Amyloplasten auf.

Nur ca. 20% der untersuchten Rasen von *Atrichum undulatum* wiesen Rhizoidgemmen auf. Die Ausbildung von Gemmen scheint mit der Entwicklung der „Tiefenstränge“ des Rhizoidsystems parallel zu gehen. Auf humosen, nährstoffreicheren Böden z.B. ist das Rhizoidsystem offenbar nur flachgründig entwickelt und weist keine Gemmen auf.

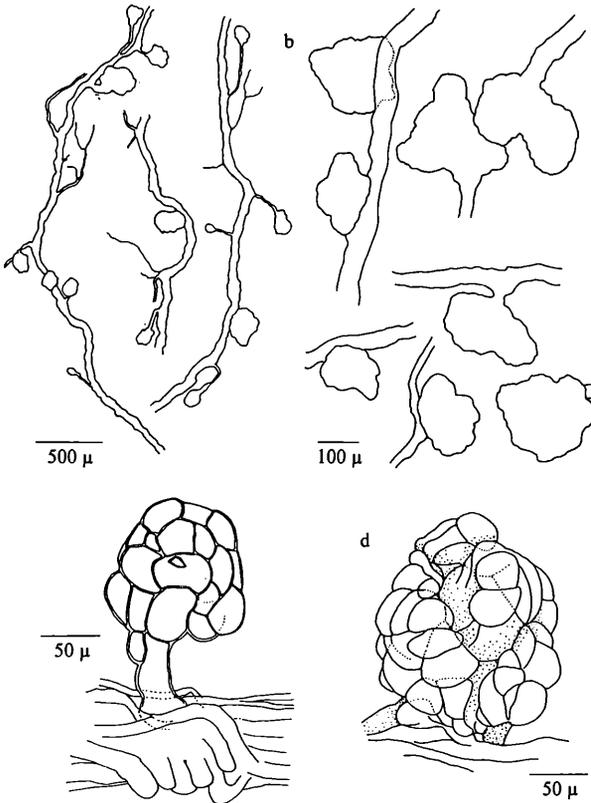


Abb 1 *Atrichum undulatum*. – a: Rhizoidstränge mit Gemmen. b: Umrisse von Rhizoidgemmen. c: junge Gemme mit Rhizoidstrang. d: ältere Rhizoidgemme. – *Atrichum undulatum*. – a: Rhizoid strands with gemmae. b: Rhizoid gemmae in outline. c: Young gemma with rhizoid strand. d: mature rhizoid gemma.

Proben mit Gemmen, meist gut entwickelte, z.T fruchtende Rasen, wuchsen auf schluffigem bis sandigem kalkfreiem Lehm an Wegrändern und Forststraßenböschungen in Mischwäldern.

### **Fundortsliste** von Rasen mit Rhizoidgemmen

Österreich, Steiermark:

- Oststeirisches Hügelland E Graz, Laßnitzhöhe, ca. 500 m, 20.6.1991.
- ibid, 31.7.1991.
- Oststeirisches Hügelland E Graz, Gemeinde Kainbach, Neudörfstal, ca. 470 m, 25.6.1991.

### ***Atrichum angustatum* (BRID.) B. & S. (Abb. 2, 3)**

#### **Rhizoidsystem**

Das Rhizoidsystem von *A. angustatum* entspricht in seiner Struktur weitgehend dem von *A. undulatum*. Allerdings sind die Rhizoidstränge mit 200 (–250) µm im Durchmesser etwas zarter.

#### **Rhizoidgemmen**

Die Gemmen werden an Einzelrhizoiden bzw. jungen Rhizoidsträngen angelegt und entwickeln sich gemeinsam mit den dicker werdenden Strängen (Abb. 2a). Sie weisen mittlere Durchmesser von 150–300 (–400) µm auf.

Die Entwicklung einzelner Gemmen erfolgt gleich wie bei *A. undulatum*: Durch eine dreischneidige Scheitelzelle bilden sich rundliche bis eiförmige Zellkörper (Abb. 2b); im Laufe des weiteren Wachstums behalten die Innenzellen teilweise ihre Teilungsfähigkeit. Die Tochterzellen wachsen zu weitlumigen Zellen heran (Abb. 3b), wodurch die Oberflächenzellen offensichtlich in starke mechanische Spannungen geraten. Die Oberfläche der Gemmen erscheint dadurch in Aufsicht als Mosaik aus aktuell wachsenden Zellaggregaten und Partien, die entsprechend zurückbleiben und mit zerrissenen, kollabierten Zellen und amorphen Partikeln besetzt sind (Abb. 2c).

Frische Rhizoidstränge mit Gemmen, die im Frühjahr auf sterilisiertem Lehm vom Standort kultiviert wurden, zeigten nach einer Woche ein kräftiges Ergrünen und zahlreiche Oberflächenzellen wuchsen zu Chloronemafäden aus. Nach weiteren 2 Wochen waren die zu mehreren direkt aus dem

Knöllchen sprossenden Stämmchen schon länger als der Durchmesser der Gemme.

Zirka die Hälfte der untersuchten Rasen wies Rhizoidgemmen auf. Standorte sind Ränder und Böschungen von Wald- u. Forststraßen mit kalkfreiem, humusarmem Lehm als Substrat. Bemerkenswert ist die Verbreitung der Gemmen bildenden Rasen vom subpannonischen Gebiet bis in die Montanstufe der Alpen (vgl. Fundortsliste).

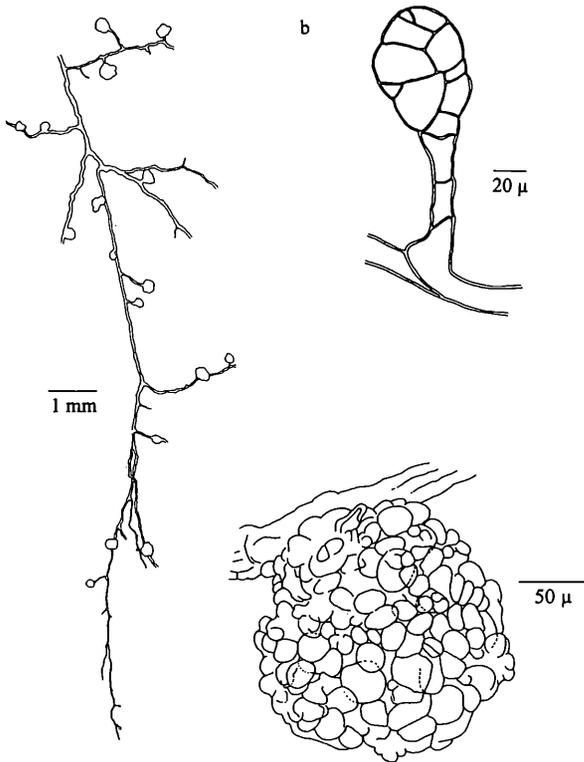


Abb. 2: *Atrichum angustatum*.– a: reich mit Gemmen besetzter verzweigter Rhizoidstrang aus der Peripherie des Rhizoidsystems. b: junge Rhizoidgemme. c: ältere Rhizoidgemme.  
*Atrichum angustatum*.– a: Branched rhizoid strand freely set with gemmae, from the periphery of the rhizoid system. b: young rhizoid gemma. c: mature rhizoid gemma.

### Fundortsliste von Rasen mit Rhizoidgemmen

Österreich, Steiermark:

Steirisches Randgebirge, Koralpe:

- W Deutschlandsberg, Gressenberg, 990 m; 18.7.1992
- SW Schwanberg, Buchwald, 560-600 m; 5.10.1994

### Oststeirisches Hügelland E Graz:

- Gemeinde Kainbach, Neudörfletal, 470 m; 5.7.1991
- Laßnitzhöhe, E Koglerweg, 500 m; 31.7.1991
- Laßnitzhöhe, nahe Bahnhof, 480 m; 29.3.1992
- N Laßnitzhöhe, zwischen Bahnlinie und Präbachweg, 500 m; 19.3.1992

### Österreich, Burgenland:

#### Mittelburgenland:

- Girmer Wald bei Deutschkreuz, SE Unterpetersdorf, 220 m; 31.5.1993

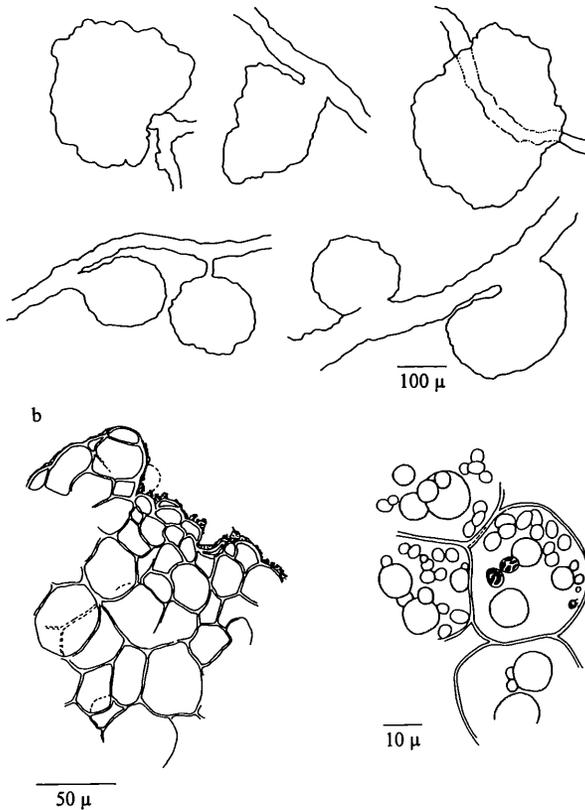


Abb. 3: *Atrichum angustatum*. – a: Umrisse von Rhizoidgemmen mit Rhizoidsträngen. b: Detail aus einem Radialschnitt durch eine ältere Rhizoidgemme. c: Zellen mit Inhaltsstoffen (Öltropfen und Amyloplasten; in 2 Amyloplasten wurden die Stärkeaggregate eingezeichnet; aus einem Radialschnitt durch eine Rhizoidgemme). – Abb. 3 *Atrichum angustatum*. – a: Rhizoid gemmae and strands in outline. b: Detail from a radial section of a rhizoid gemma. c: Cells with storage bodies (oil-droplets and amyloplasts, from a radial section of a rhizoid gemma).

## Diskussion

SCHIMPER (1848: Pl. IV) bildet für *Atrichum undulatum* wenigzellige rundlich-eiförmige Strukturen ab, die an kurzen Seitenverzweigungen von Einzelrhizoiden bzw. an jungen Rhizoidsträngen sitzen. In der Folge konnte diese Angabe trotz mehr oder weniger eingehender Suche nicht mehr bestätigt werden (z.B. CORRENS 1899: 334, ARTS 1987). Nach Ergebnissen der vorliegenden Arbeit ist es aber wahrscheinlich, dass SCHIMPER (1848) tatsächlich (junge) Rhizoidgemmen beobachtete, die wegen ihrer besonderen Lage im Rhizoidsystem und ihrem sporadischem Auftreten nicht leicht zu finden sind.

Im Allgemeinen gehen Rhizoidgemmen rasch in Dauergewebe über: Die Zellwände sind verdickt und  $\pm$  stark pigmentiert. Die oft für einzelne Arten charakteristische, auch taxonomisch verwertbare Gestalt (CRUNDWELL & NYHOLM 1964) wird dadurch möglich. Bei *Atrichum undulatum* und *A. angustatum* bleibt die Gestalt der Rhizoidgemmen aber längere Zeit „offen“ Dies unterscheidet sie von bisher beschriebenen Rhizoidgemmen, bei denen zwar auch z.T. relativ unregelmäßige Bildungen auftraten, diese aber meist durch Verzweigungen und „Hintereinanderschalten“ von Grundelementen entstehen, bzw. die Gemmen klein und stark pigmentiert sind (z.B. *Dircranella staphylina*). Auch die Rhizoidgemmen von *Atrichum tenellum* und *A. crispum* (ARTS 1987) unterscheiden sich in dieser Hinsicht deutlich von den hier beschriebenen.

Sollte sich die Annahme der plectenchymatischen Entstehungsweise der Gemmen bei *Polytrichum juniperinum* (AGERER 1991) bestätigen, wären bei den *Polytrichaceen* bereits 3 sehr verschiedene Gemmentypen bekannt. Dies würde – neben den einzigartigen Rhizoidsträngen der Polytrichales s.l. – eine hohe morphologische Differenzierung dieser Verwandtschaftsgruppe auch in den unterirdischen Organen bedeuten.

Die seit CORRENS (1899: 338) bemühte Analogie zu Kartoffelknollen im Zusammenhang mit der Funktion der „Wurzelknöllchen“, drängt sich im Fall der Rhizoidgemmen von *Atrichum undulatum* und *A. angustatum* durch die sehr reiche Ausstattung mit Reservestoffen, die Form der Gemmen und ihr Ergrünen im Licht besonders auf. Ihre tatsächliche Funktion beim Ausdauern der Moosrasen am Standort, als Verbreitungseinheit bzw. Reservestoffspeicher lässt sich durch die Morphologie der Gemmen allein wohl nicht hinreichend interpretieren. Die Untersuchung von Stoffumlagerungen im Jahreslauf und Transportleistungen der Rhizoidstränge

(vgl. auch AGERER 1991) wären aber sicher lohnende physiologische Fragestellungen.

## Literatur

- AGERER, R. 1991. Comparison of the ontogeny of hyphal and rhizoid strands of *Pisolithus tinctorius* and *Polytrichum juniperinum*. *Crypt. Bot.* 2(3): 85–92.
- ARTS, T. 1987. The occurrence of rhizoidal tubers in *Atrichum tenellum* (Röhl) B. & S. and *A. crispum* (James) Sull. *Lindbergia* 13: 72–74.
- CORRENS, C. 1899. *Untersuchungen über die Vermehrung der Laubmoose durch Brutorgane und Stecklinge*. Fischer. Jena.
- CRUNDWELL, A.C. & NYHOLM, E. 1964. The European species of the *Bryum erythrocarpum* complex. *Trans. Brit. Bryol. Soc.* 4: 597–637
- SCHIMPER, W.P. 1848. *Recherches anatomiques et morphologiques sur les mousses*. Strasbourg.
- SUANJAK, M. 1997. *Zur Besiedlung von Lehmböschungen in Wäldern durch Moose und Discomyceten*. Dissertation Universität Graz.
- RISSE, S. 1987. Rhizoid gemmae in mosses. *Lindbergia* 13: 111–126.
- WHITEHOUSE, H.L.K. 1966. The occurrence of tubers in European mosses. *Trans. Brit. Bryol. Soc.* 5: 103–116.

Anschrift des Verfassers: Dr. Michael SUANJAK, Institut f. Botanik der Karl-Franzens-Universität Graz, Holteigasse 6, 8010 Graz. e-mail: michael\_suanjak@hotmail.com

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Österreich](#)

Jahr/Year: 1999

Band/Volume: [30](#)

Autor(en)/Author(s): Suanjak Michael

Artikel/Article: [Rhizoidgemmen bei \*Atrichum undulatum\* \(HEDW.\) P.BEAUV. und \*A. angustatum\* \(BRID.\) B.&S. \(Polytrichaceae\). 17-24](#)