Die Wirkung von Röntgenstrahlen auf ein Moos.

Von **Stephanie Herzfeld** (Wien).

(Mit 5 Textabbildungen.)

Im Jänner 1923 erzählte mir W. Alberti, Assistent am embryologischen Institut der Universität Wien, von Röntgenbestrahlungen, die er gemeinsam mit seinem Kollegen Dr. Politzer an Larven von Salamander und Triton vorgenommen hatte — die Arbeit „Über den Einfluß von Röntgenstrahlen auf die Zellteilung" ist gegenwärtig im Druck begriffen und wird im „Archiv für Entwicklungs-Mechanik" erscheinen. Die Resultate deckten sich im wesentlichen mit jenen, welche A. Koernicke[1]) erhalten hatte: die Mitosen wurden gestört und die Zahl der Tochterkerne vermehrt, wodurch eine geringere Chromatinmasse auf den einzelnen Kern entfiel.

Diese Mitteilungen erregten mein höchstes Interesse und machten in mir den Wunsch lebendig, ähnliche Untersuchungen an Pflanzen vorzunehmen. Es schien mir wünschenswert, die Reduktionsteilung durch Röntgenstrahlen zu beeinflußen, um Tetraden mit verminderter Chromosomenzahl zu erhalten; doch überlegte ich mir, daß Keimzellen (wie stets behauptet wird) durch Bestrahlung ihre Zeugungsfähigkeit verlieren. Daher ist es nicht rätlich, Anthophyten zum Experiment zu verwenden; hingegen erscheinen Archegoniaten brauchbar, deren Reduktionsteilung Sporen liefert, die voraussichtlich, wie alle anderen vegetativen Zellen, ihre Teilungsfähigkeit behalten werden. Es liegt also die Möglichkeit vor, Sporen mit reduzierter Chromosomenzahl und aus ihnen Gametophyten zu erzielen. Es muß nicht erst gesagt werden, welche hochinteressanten Erscheinungen hiebei zutage treten könnten.

Aus praktischen Gründen wählte ich nicht Farne, sondern Moose zum Ausgangspunkt der Untersuchung.

Vor allem galt es, eine Reihe von Vorfragen zu lösen. Ich mußte feststellen, welche Mengen von Röntgenstrahlen durch die Moose vertragen werden, ob ich diese Pflanzen, die ihre Kernteilungen zumeist in der Nacht machen, durch mehrstündige Dunkelstellung zur Änderung dieses Teilungs-Rhythmus werde veranlassen können usw. usw.

Für diese Vorversuche wählte ich *Leptobryum pyriforme* L., das massenhaft in den Glashäusern des botanischen Institutes auf dem Wasser verschiedener Bassins wuchert und leicht kultivierbar ist; dieses zarte, akrokarpe Moos befand sich noch im vegetativen Stadium.

---

[1]) Über die Wirkung von Röntgen- und Radium-Strahlen auf pflanzliche Gewebe und Zellen. Berichte d. Deutschen Bot. Ges., 1905, S. 404.

Die Bestrahlung wurde am 27. März 1923 im embryologischen Institut mit gütiger Erlaubnis des Professors Dr. A. Fischel unter meiner Beihilfe durch den Assistenten W. Alberti vorgenommen, dem ich an dieser Stelle meinen Dank für seine Freundlichkeit ausspreche.

Der Apparat besteht aus einem Induktor mit 25 cm Funkenstärke, einem Quecksilbergasunterbrecher und einer wassergekühlten Siederöhre. Das Moos wurde in neun offenen Petrischalen, in ca. 25 cm Focus-Objekt-Abstand, unter Vorschaltung eines 0·5 mm-Aluminiumfilters bestrahlt. Nach Einwirkung von je einer Holzknecht-Einheit[1]) wurde

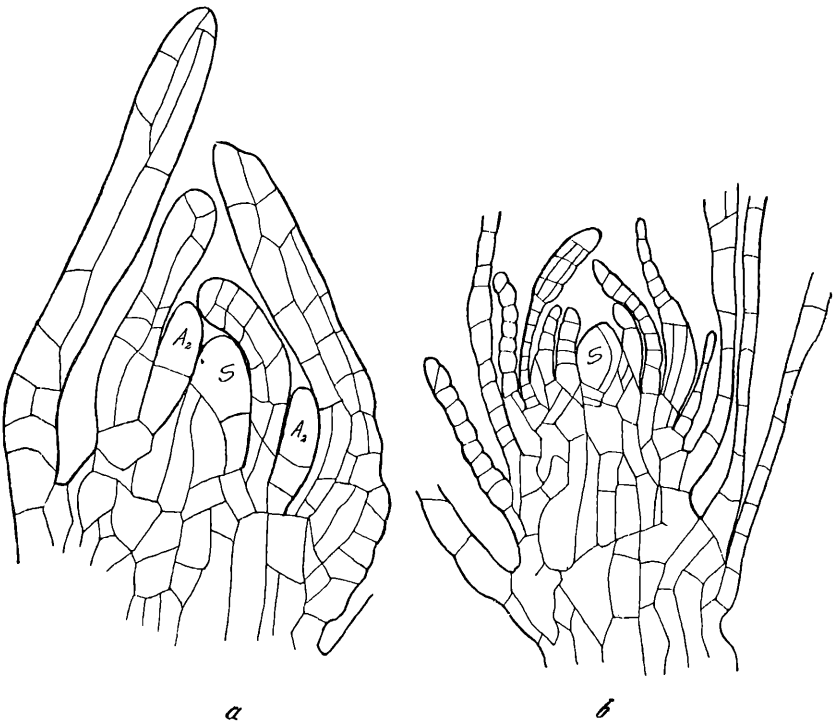

Abb. 1. Längsschnitte durch den Vegetationskegel von *Leptobryum pyriforme* L.; *S* Scheitelzelle, A_2 Achse 2. Ordnung. Fig. *a*: zwei Tage nach der Bestrahlung mit 1 *H*; Anlage der Blattrippe schon am innersten Blattwirtel. Fig. *b*: Kontrollpflanze; Anlage der Blattrippe erst im dritten Wirtel, von innen gezählt.

eine Petrischale weggenommen, die letzte erhielt 9 *H*, wurde also $9 \times 3^1/_3$ Minuten, das ist eine halbe Stunde, bestrahlt. Die in den botanischen Garten zurückgebrachten Moose wurden im Gewächshaus

[1]) Eine Holzknecht-Einheit, mit *H* bezeichnet, ist jene Menge von Röntgenstrahlen, deren Dreifaches ein Erythem in unserem Gesicht hervorruft; zur Erzielung von 1 *H* mußten wir $3^1/_3$ Minuten bestrahlen.

weiter kultiviert, am zweiten, vierten und zehnten Tage nach der Bestrahlung fixiert (mit heißem Alkohol-Eisessig im Verhältnis von 1:2), ebenso wie die Kontrollmoose behandelt und mit dem Mikrotom geschnitten (5 μ dünn).

Gewisse Auswirkungen der Bestrahlung treten schon bei Anwendung von 1 *H* auf und waren bereits bei der ersten Fixierung, am zweiten Tage nach dem Experiment, sichtbar. An der Vegetationsspitze wird bereits im innersten Blattwirtel, also an den jüngsten Blättchen, eine zweite Zellreihe in zentripetaler Anordnung hinter der vorigen gebildet, so daß sie die Anlage der Blattrippe darstellt (Abb. 1 *a*); normal entsteht diese meist erst im dritten Blattwirtel — von der Scheitelzelle aus gezählt —, wenn die Blattlamina schon breiter ist;

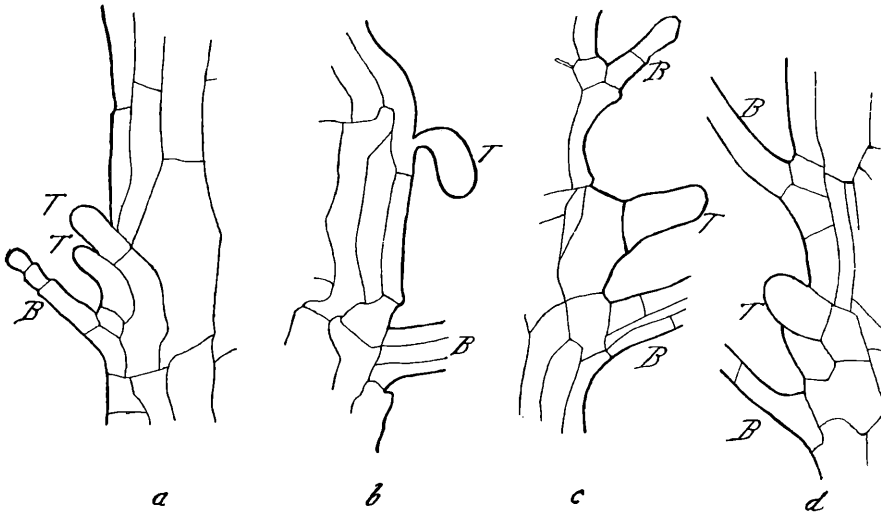

Abb. 2. Trichomähnliche Bildungen an der Oberfläche des Stämmchens von *Leptobryum pyriforme* L., u. zw.: *a* und *b*: zwei Tage nach der Bestrahlung mit 3 *H*, *c*: vier Tage nach der Bestrahlung mit 8 *H*, *d*: zehn Tage nach der Bestrahlung mit 9 *H*. In allen Figuren bedeutet *T* Trichom, *B* Blatt.

ausnahmsweise sah ich an Kontrollmoosen die Rippe im zweiten Blattkreise, nie aber im innersten (Abb. 1 *b*).

Eine andere sehr merkwürdige Wirkung der Bestrahlung tritt ebenfalls bald auf, so daß sie schon am zweiten Tage nach dem Versuch erkennbar ist: nach Anwendung von 3 *H* sehen wir die Epidermiszellen sich zu trichom- und blasenähnlichen Gebilden umformen (Abb. 2, *a* und *b*); am vierten Tage sind bei Verabreichung von 8 *H* deutlich zweizellige Haare entstanden (Abb. 2 *c*) und die Abbildung 2, Fig. *d*, zeigt ein am zehnten Tage nach dem Experiment fixiertes Pflänzchen, das infolge

der Bestrahlung mit 9 *H* ebenfalls Trichome entwickelt hat. Solche und ähnliche Bildungen wurden regelmäßig und häufig beobachtet.

Die auffälligste Wirkung ist aber die dichte Beblätterung, welche durch die Bestrahlung entsteht. Dies zeigen die Längsschnitte, welche vergleichsweise angefertigt wurden, u. zw. durch unbestrahltes *Leptobryum* und durch solches, das mit 9 *H* vorbehandelt war (Abb. 3, *a* und *b*); noch deutlicher als an median orientierten Schnitten sieht man den Unterschied in der Zahl der Blattwirtel an tangential geführten Schnitten (Abb. 3, *c* und *d*).

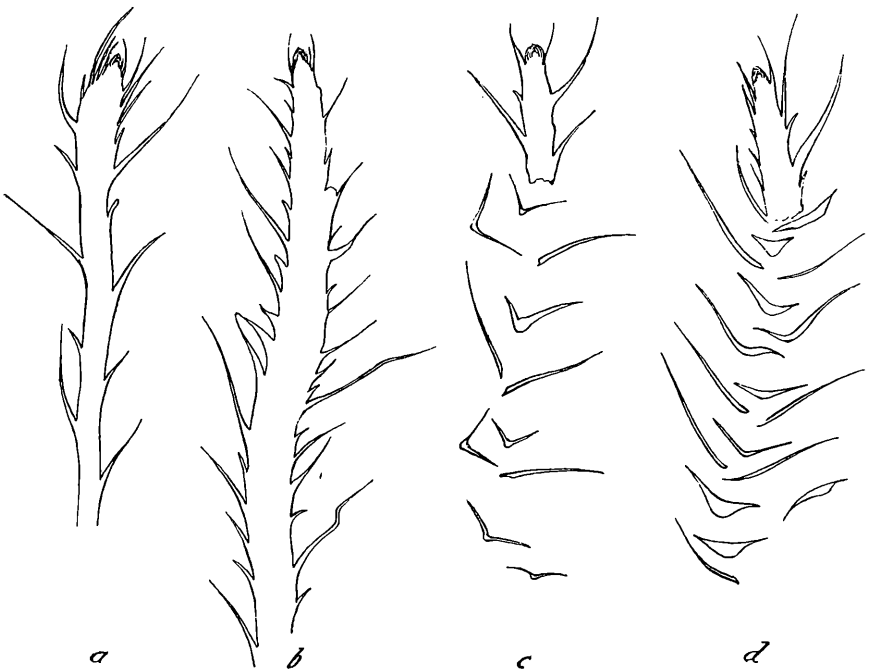

Abb. 3. Die Beblätterung von *Leptobryum pyriforme* L. an unbestrahlten und bestrahlten Exemplaren; *a*: medianer und *c*: tangentialer Längsschnitt durch das unbestrahlte Moos, *b*: medianer und *d*: tangentialer Längsschnitt durch das mit 9 *H* bestrahlte Moos am zehnten Tag nach dem Versuch.

Um nun zu untersuchen, wie diese bedeutende Zunahme der Blattzahl zustande gekommen, wurden Querschnitte durch die Stämmchenspitze studiert. Da sehen wir beim Kontrollmoos ziemlich deutlich die Dreizahl im Blattwirtel (Abb. 4*a*); hingegen weist der Querschnitt des Röntgenmooses eine Vermehrung der Blattzahl in einem Kreise auf und man kann beinahe von einer dekussierten Blattstellung sprechen, die sich später verschiebt (Abb. 4*b*); die Scheitelzelle ist unregelmäßig

vierseitig; im innersten Wirtel ist die einzige Möglichkeit für Anlage des nächsten Blattes an der Seite der Scheitelzelle, welche dem mit 1 bezeichneten Blättchen gegenüber liegt; eine punktierte Linie zeigt an, wo die nächste Wandbildung zu erwarten ist. Dann wird die Vierzahl im innersten Wirtel vollendet sein, sowie sie es im zweiten Wirtel deutlich, weniger deutlich in den äußeren, bereits verschobenen Kreisen ist.

Nicht nur in der veränderten Form und daher Tätigkeit der Scheitelzelle ist die Ursache für die dichtere Beblätterung zu suchen. Vergleicht man an Längsschnitten die Zellen zwischen je zwei Blattstockwerken, so ist man wohl über den Unterschied erstaunt (Abb. 5, *a* und *b*); während bei den bestrahlten Moosen nur 1—2 Zellreihen

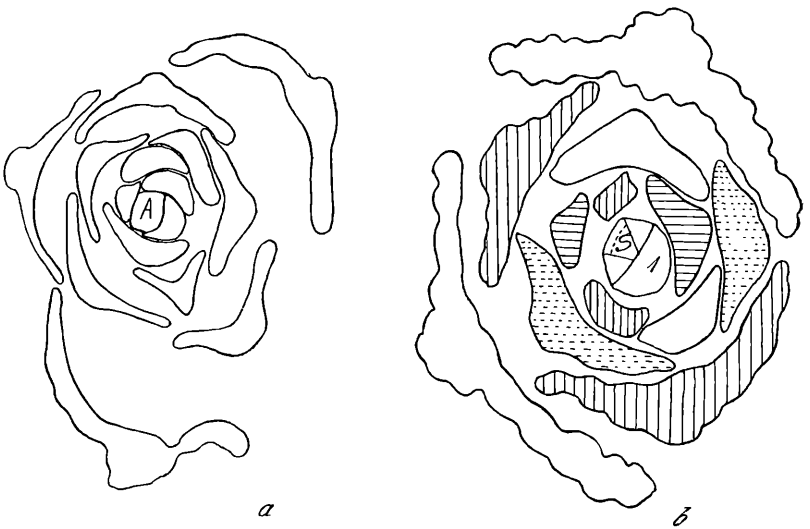

Abb. 4. Querschnitte durch die Stämmchenspitze von *Leptobryum pyriforme* L., u. zw. *a*: durch die Kontrollpflanze unmittelbar unterhalb der Scheitelzelle; *A* Achse; *b*: quer durch die Scheitelzelle *S* eines Exemplars am zehnten Tage nach der Bestrahlung mit 6 *H*; je zwei dekussiert stehende Blättchen desselben Wirtels wurden auf die gleiche Weise schraffiert.

zwischen je zwei übereinander sitzenden Blättchen zu sehen sind und diese Zellen höchstens zweimal so hoch wie breit erscheinen, sehen wir bei den Kontrollmoosen vier sehr langgestreckte Zellen übereinander angeordnet, deren Länge zur Breite mindestens sich wie 4:1 verhält. Dieser Unterschied kann nur zustande kommen, indem das normale interkalare Wachstum, durch welches eine Streckung und wiederholte Längsteilung der Zellen zwischen je zwei Blattwirteln erzielt wird, durch

die Bestrahlung gestört und beschränkt wird, so daß eine Stauchung der Achse eintritt.

Fassen wir diese Ergebnisse zusammen, so sehen wir, daß es sich im wesentlichen um Stauchung der Achse, dichtere Beblätterung und Trichombildungen handelt — diese Moose erhalten also durch die Einwirkung der Röntgenstrahlen neue Eigenschaften, u. zw. solche, durch welche sich viele Hochgebirgspflanzen von verwandten Arten der Ebene unterscheiden.

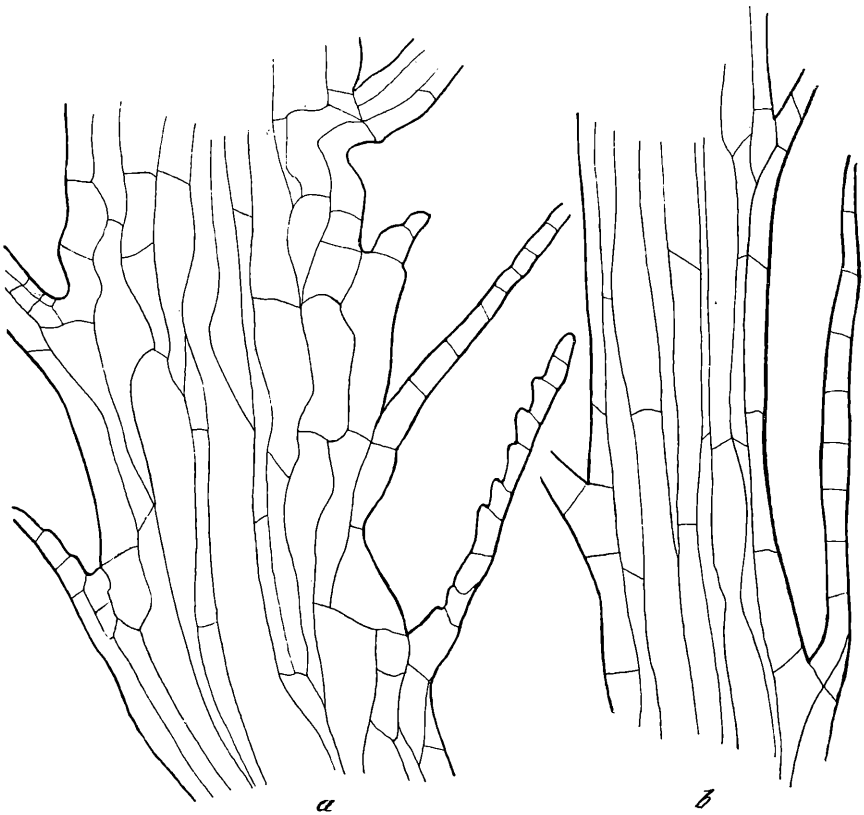

Abb. 5. Mediane Längsschnitte durch *Leptobryum pyriforme* L.; *a*: zehn Tage nach der Bestrahlung mit 9 *H*, 1—2 kurze Zellreihen zwischen je zwei Blattwinkeln; *b*: Kontrollpflanze, vier langgestreckte Zellreihen zwischen zwei Blattwirteln.

Seit langer Zeit beschäftigte mich der Gedanke, diese beiden Eigenschaften unserer alpinen Flora, die Stauchung der Achse sowie die Behaarung, seien auf direkte Einwirkung der Höhensonne zurückzuführen; zum Beweis für die Richtigkeit dieser Vorstellung wäre aber ein Lichtexperiment vonnöten.

Darf ich nun das Röntgen-Experiment in gewissem Sinne als Höhenlicht-Experiment bezeichnen?

Der Physiker sagt heute, Röntgen- und Lichtstrahlen seien im Wesen dasselbe; beide haben gleiche chemische Wirkungen (z. B. auf die photographische Platte); beide haben gleiche biologische Wirkungen (z. B. auf die Haut); beide sind magnetelektrische Wellen; wenn auch die Röntgenstrahlen viel kurzwelliger sind als die sichtbaren Lichtstrahlen, ist es doch bereits gelungen, sie in sichtbare Strahlen zu verwandeln; und die kurzwelligsten unter den Lichtstrahlen, die ultravioletten, deren Beschaffenheit jener der Röntgenstrahlen am ähnlichsten ist, sind in großer Menge im Lichte der Höhensonne enthalten und sind wahrscheinlich jenes Element, welches die spezifischen Wirkungen der Höhensonne auslöst.

Ich beabsichtige, durch Versuche mit ultraviolettem Licht die oben ausgesprochene Vermutung auf ihre Richtigkeit zu prüfen.

Beobachtungen an *Cordyceps sinensis* (Berk.) Sacc. und verwandten Pilzen.

Von **Heinrich Lohwag** (Wien.)

(Mit 1 Textabbildung.)

Dr. Heinrich Handel-Mazzetti brachte von seiner auf Kosten der Akademie der Wissenschaften in Wien in den Jahren 1914—1918 durchgeführten China-Expedition mehrere Bündel von *Cordyceps sinensis* (Berk.) Sacc. (Iter sinense Nr. 2484) mit, die er in Yenyüen (Südwest-Setschwan) käuflich erworben hatte, in welcher Provinz der Pilz auch gefunden worden sein dürfte. Dieser Pilz ist von Berkeley in Lond. Journ. Bot., II., S. 207, dürftig beschrieben und gut abgebildet. Ausführlicher behandelt, jedoch schlecht abgebildet wurde er später von Massee in Rev. Mycol., XX., 1898 (Revision du genre „*Cordyceps*"). Da die Chinesen den fertilen Teil der Pilze fast gänzlich wegschneiden, wird die Feststellung der Schlauch- und Sporenmaße erschwert, was mich gerade veranlaßte, auf die Untersuchung doppelte Mühe zu verwenden. Die Ergebnisse teile ich im folgenden mit:

Der Pilz gilt in China als Droge und wird zur Kräftigung und Wiederherstellung reichen Leuten verschrieben. Die Angabe „. haemostatica existimatur" in Saccardo ist unrichtig; dies wurde auch von Berkeley gar nicht behauptet[1]). Als Wirt ist in Rehm, Ascomyceten

[1]) Siehe darüber in Zeitschrift f. Pilzkunde, 1923, Heft 6: Lohwag, Über einige Pilzdrogen."

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Österreichische Botanische Zeitschrift = Plant Systematics and Evolution

Jahr/Year: 1923

Band/Volume: 072

Autor(en)/Author(s): Herzfeld Stephanie

Artikel/Article: Die Wirkung von Röntgenstrahlen auf ein Moos. 288-294