

plare vorlagen.⁵ Bei der Zusammenstellung der Tafeln wurde im Allgemeinen die systematische Reihenfolge eingehalten. Die Tafelerklärung ist so zusammengestellt, dass sie auch von einem Nichtungarn angewendet werden kann.

⁵ Rotarides M.: Über das Photographieren von Schnecken- und Muschelchalen. (Ann. hist.-nat. Mus. Hung. Pars Zool. 36, 1943, p. 208—220.)

DIE UNTERSUCHUNG DER FOSSILEN TORFLAGERN UND DIE MODERNE MOORFORSCHUNG.¹

Von B. Zólyomi.

(Mit den Tafeln LX—LXI. und einer Kartenbeilage.)

Die morphologischen Formen, sowie die Lebensgemeinschaften der heutigen Erdoberfläche können durch die in der Gegenwart wirkenden Faktoren allein nicht in ihrer Gesamtheit erklärt werden. Sehr oft müssen wir in die entwicklungsgeschichtliche Vergangenheit zurückgreifen, um das heutige Bild restlos verstehen zu können. Umgekehrt wird aber auch bei der Untersuchung vergangener Zeitalter die Klarstellung vieler Fragen durch der Gegenwart entnommene Parallele gefördert. Solche Vergleiche sind besonders dann nötig, wenn wir stufenweise diejenigen Epochen der Erdgeschichte erforschen, welcher der Gegenwart immer näher stehen.

Die Pflanzenwelt des Pleistozäns, ja sogar die des ausgehenden Pliozäns, stimmt in ihren groben Zügen mit der rezenten überein. Die heute vorherrschenden Typen haben sich schon am Ende des Pliozäns entwickelt. So unterscheiden sich z. B. die heute verbreiteten Bäume Europas generisch in nichts und auch spezifisch nur wenig von ihren pliozänen Vorfahren. Ein bedeutender Unterschied besteht nur darin, dass die Pflanzenwelt durch die pleistozänen Eiszeiten stark dezimiert wurde. Viele Arten sind endgültig erloschen, andere wieder zogen sich in Gebiete mit günstigerem Klima zurück. Deswegen können wir annehmen, dass die heutzutage feststellbaren ökologischen Ansprüche vieler Pflanzenarten, oder Pflanzengesellschaften auch in den vorangegangenen erdgeschichtlichen Zeiten ähnlich waren.

So kann uns bei der Untersuchung eines fossilen Torflagers die Kenntnis der Lebensbedürfnisse einer rezenten Torfablagerung, d. h. eines Moores, gute Dienste leisten. Die moderne Moorforschung ist ungemein vielseitig. Sie erstreckt sich nicht nur auf botanische Probleme, sondern auch auf sämtliche angrenzende Fragen. Sehr oft werden die Moore auch entwicklungsgeschichtlich bearbeitet. Durch die Untersuchung der sich unter der lebenden Mooroberfläche bildenden subfossilen (holozänen) Torfschichten gerät die botanische Forschung mit dem Gebiete der Geologie in Berührung.

¹ Vorgetragen in der Fachsitzung der Ung. Geol. Gesellschaft am 7. IV. 1943.

Die Entstehung der sich heute noch in Wachstum befindenden Moore geht höchstens bis an die Grenze des Pleistozäns und Holozäns zurück. Die Bildung mächtigerer Torfschichten fällt bereits in die Anfänge des Alt-holozäns. Die Vermoorung wird im Spätglazial — mit wenigen Ausnahmen — höchstens durch dünne Torfschichten, meist aber nur durch humöse Mudden (Dy usw.) angezeigt, da die pleistozänen Eiszeiten der Torfbildung nicht günstig waren, nicht nur wegen der Eisbedeckung, sondern auch infolge der herrschenden klimatischen Verhältnisse, sogar weit ausserhalb der vereisten Gebiete. Vermoorung, bzw. Torfbildung konnte nur in den interglazialen und in geringerem Masse in den interstadialen Zeiten stattfinden. Die Untersuchung der pleistozänen fossilen Torfablagerungen ergab nun, dass ihre Pflanzenwelt im allgemeinen der der holozänen torfbildenden Moore gleichgesetzt werden kann. Deshalb müssen bei der Untersuchung der pleistozänen Torfe die Ergebnisse der modernen Moorforschung auf jeden Fall berücksichtigt werden.

Wir kennen zahlreiche Fälle, in welchen die Pleistozänen Torfe bereits einen fortgeschrittenen Zustand der Verkohlung erreicht haben. So z. B. sind manche Torfe der Alpen durch den Druck der Krustenbewegungen in Schieferkohlen verwandelt. Im schwäbischbayrischen Alpenvorland wurden die Torfe der Riss-Würm-Zwischeneiszeit infolge des Druckes der Eisdecke, der glazialen Morenenanhäufungen und fluvioglazialen Ablagerungen oft ebenfalls in Schieferkohlen oder Kohlenflöze umgewandelt.² Als ähnliche Bildungen kennen wir im Karpatenraum allein nur die Schieferkohlenflöze bei Freck, im Vorland der Fogarascher-Alpen.³

Nachfolgend werden als Beispiel aus der botanischen Bearbeitung eines ungarischen Moores diejenigen Teile angeführt und kurz behandelt, welche bei der Erforschung der fossilen Torflager von Bedeutung sein können.⁴ Das betreffende Moor ist das sogenannte „Kukojszás“ oder „Mohos“ in den siebenbürgischen Karpaten. Es liegt in einem der beiden Krater des „Csomád“-Vulkans (1294 m), welcher durch den Olt-Durchbruch von den eruptiven Massen des Hargita-Gebirges getrennt wird. Im südlich gelegenen, zweiten vollkommenen Krater liegt der „Szent-Anna“-See (950 m). Der Krater, in welchem sich das Moor ausgebildet hat (1050 m), wurde schon von der Erosion in Angriff genommen. Der Kraterrand wird durch die mächtige, tiefe und zweigeteilte Runse des „Vöröspatak“ durchbrochen, wodurch der Krater einen Abfluss gewinnt. Die Seitenwände des Wasserriesses sind aus vulkanischen Tuffschichten aufgebaut. Der Hauptentwässerungskanal des Moores wurde der kleineren, nach Westen eingetieften Verzweigung des Wasserriesses zugeführt. Seitdem hat die kräftig weitergreifende

² R. S ch n e t z e r: Kohlenvorkommen in Ablagerungen der Eiszeit. (Die Umschau 47, 1943 p. 95—96.)

³ F. P a x: Beiträge zur fossilen Flora der Karpaten. (Englers Bot. Jahrb. XXXVIII. 1906. p. 272—.)

⁴ Die ausführliche botanische Bearbeitung soll später in einem anderen Aufsatz veröffentlicht werden. Die Feldarbeit wurde von der ungarischen Akademie der Wissenschaften unterstützt.

Erosion bereits den Torf des Moores selbst in Angriff genommen. Im Aufschluss ist die Auskeilung der Torfschichten auf dem vulkanischen Tuff gut sichtbar. Zur Zeit liegen aber noch keine systematischen Bohrungen vor; die maximale Tiefe des Torfes übertrifft 10 m.⁵

Die betreffenden Teile des Csomád-Vulkans fallen in die Klimaxregion der Buche. Das Moor Kukojszás ist der durch Waldkiefer charakterisierten Gruppe der karpatischen Hochmoore zuzugliedern. Es ist ein echtes Hochmoor, seine Wölbung kann aber nur vom Wasserriss-System des Vöröspatak aus beobachtet werden. Sonst fällt die ganze Oberfläche des Moores seicht vom südwestlichen inneren Kraterrand gegen den Ausfluss des Vöröspatak ab (SW → NE).

Die Vegetationskartenbeilage des Moores (Original, Masstab 1 : 2000) zeigt deutlich, wie das annähernd kreisförmige, 1 km breite Moor von 120 kat. Joch Ausdehnung in drei Zonen geteilt werden kann:

I. *Bewaldete Randzone*. In dieser Zone ordnen sich die einzelnen Pflanzengesellschaften bei normaler Zonation in zum Moorrand parallelen Gürteln an. An den quelligen Stellen des Südrandes ist ein Erlen-Auwald (10)⁶ zu finden, auf welchen ein Erlenbruchwald (9) mit zerstreuten Torfmoospolstern folgt. Unter diesem bildet sich ein Bruchwaldtorf. Weiter nach innen, im Kiefern-Birken-Übergangsmoorwald (8) gelangt der Torfmoostepich zur Herrschaft. Die ausgedehnteste Pflanzengesellschaft der Randwaldzone ist der Wollgras-Kiefernwald (6). Sein Torfmoostepich wird schon zum Teil aus *Sphagnum*-Arten der echten Hochmoore gebildet und in der Krautschicht finden wir neben dem vorherrschenden *Eriophorum vaginatum* auch die weiteren kennzeichnenden Arten der Hochmoore. Die Höhe der Waldkiefer nimmt gegen das Innere des Moores zu allmählich ab. Unter dem Kiefern-Birkenwald, wie auch unter dem Wollgras-Kiefernwald bildet sich gemischter Wald- und *Sphagnum*-, oder Wollgras-Torf. Der dem ausgetrockneten Torf entsprechende Typ an dem den Wasserriss des Vöröspatak naheliegenden Moorrand ist der Heidelbeer-Kiefernwald (7). In dieser Pflanzengesellschaft ist die Torfbildung abgebrochen und die oberste Schichte des Torfes bereits vollständig humifiziert.

II. *Wachstumzone, bzw. Wachstumkomplex*. Diese Zone gehört der unbewaldeten Hochmoorfläche an. Der Wollgras-Kiefernwald der I. Zone wird zwergwüchsig, löst sich auf (5), stirbt allmählich ab und bleibt schliesslich vollständig zurück. Die Oberfläche des Moores ist hier durch ihren gleichmässigen Wuchs gekennzeichnet. Die Gleichmässigkeit wird nur durch einige breite Eintiefungen, den sogenannten Schlenken (2, 3), und an manchen Stellen durch einige zerstreute, kleine Erhebungen, den Bulten unterbrochen. Die rund-elliptischen, etwa 20 m breiten und 2—3 m tiefen Moor-teiche, oder Kolke (1) sind meist in dieser Zone zu finden. Einige von ih-

⁵ F. Peterschilka: Pollenanalyse einiger Hochmoore Neurumäniens, (Berichte d. deutschen Bot. Gesell. XLVI. 1928. p. 190—197.)

⁶ Die in Klammern stehenden Ziffern entsprechen den Bezeichnungen in der Zeichenerklärung der Vegetationskartenbeilage,

nen wurden schon seit der Kanalisierung des Moores (1908) durch die Vegetation der Schlenken bewachsen. Solche Moorteiche sind in der ganzen Karpatenkette nur mehr hier zu finden und können den sogenannten Blänken gleichgesetzt werden, welche von den Hochmooren der Umgebung des Baltischen Meeres beschrieben wurden. Sie stellen einen sehr auffallenden nordischen Charakterzug des Moores Kukojszás dar. In der zweiten Zone bildet sich ein Wollgras (*vaginatum*)-Torf, an dessen Zusammensetzung aber auch das Torfmoos wesentlich teilnimmt. In den Moorteichen — welche den *dystrophen* Typ zuzuordnen sind — findet keine Torfbildung statt.

III. *Zentraler Mosaik- oder Regenerationskomplex* (auf der beiliegenden Vegetationskarte wurde diese Zone durch eine punktierte Linie von der vorigen getrennt). Diese Zone ist ein buntes Mosaik aus Bulten und Schlenken. Die Bulten (4) sind verhältnismässig trockener und erheben sich etwa $\frac{1}{2}$ m hoch. Tiefer gelegen, lösen einander Schlenken-Gesellschaften mit wechselnder Wasserversorgung (3) und dauernd nasse, unbetretbare, sogenannte *Scheuchzeria*-Schlenken (2) ab. Diese Zone ist ausserordentlich arm an Pflanzenarten, doch muss diesen Arten eine besondere Aufmerksamkeit geschenkt werden, da sie zum Teil den nordischen (borealen) Reliktarten angehören. Die Bulten und Schlenken wechseln miteinander nicht nur räumlich, sondern auch zeitlich ab. Die Bulten können nämlich nicht über eine gewisse Grenze emporwachsen, da sie relativ trocken werden. Zugleich wächst die üppige Vegetation der Schlenken kräftig empor, die Vertiefungen verschwinden allmählich und können sich in Bulten verwandeln. In den Eisenkungen der Bulten kann dagegen eine Neubildung von Schlenken stattfinden, ein Vorgang, welchen man Regeneration nennt und der nur auf typisch entwickelten Hochmooren zu finden ist. Unter den Bulten bildet sich ein langsam zunehmender, kompakter *Sphagnum*-Torf; der *Sphagnum*-Torf der Schlenken wächst dagegen sehr rasch, ist aber ausserordentlich locker.

Die Bulten und Schlenken gehen in die sogenannten *Strang-* und *Flark-*Bildungen über, welche — wie aus Nordeuropa nachgewiesen wurde — ihre Entstehung den Bodenfließerscheinungen zu verdanken haben, was ebenfalls einen merkwürdigen borealen Charakterzug darstellt. Ähnliche Erscheinungen konnte ich — zum erstenmal in den Karpaten — auf den Hochmooren bei Szinevér nachweisen, welche sich auf der spätglazialen Niederterrasse des Terac-Flusses gebildet haben (Nordost-Karpaten, Komitat Máramaros).⁷ Die Entstehung der genannten Bildungen ist im wesentlichen folgenderweise zu erklären: Im Frühling, wenn die Oberfläche des noch bis zum Grunde zugefrorenen Hochmoores aufzutauen beginnt, kommen die obersten weich und plastisch gewordenen Torfschichten auf den tieferen noch frostigen, spröden Schichten in der Richtung des Gefälles der Mooroberfläche ins Gleiten. So kommen besonders die Bulten ins Rutschen und ordnen sich dabei in Streifen an (Stränge); zwischen diesen entstehen

⁷ B. Zólyomi: Hochmoore in den Nordost-Karpathen. (Vortrag, s. Bot. Közl. XXVII. 1940. p. 94—95.)

Risse, die Schlenken werden breit und verschmelzen in ihrer Längsrichtung miteinander (Flarke). Schliesslich entsteht eine auf das Gefälle der Mooroberfläche senkrechte Anordnung. Wie aus der beiliegenden Karte zu ersehen ist, ist diese Anordnung nicht nur im Regenerationskomplex des Moores (besonders östlich vom Hauptkanal), sondern auch an den inneren Randlinien des Wollgras-Kiefernwaldes festzustellen. Pleistozäne Solufluktionen wurden neuerdings auch in Ungarn nachgewiesen (Sz á d e c z k y, B u l l a, K e r e k e s). Aus Mooren wurden sie aber als rezentes Phänomen zuerst in Fennoskandien bekannt. Diese auffallende subarktische Erscheinung wurde in den norddeutschen Hochmooren ebenfalls erst in den letzten Zeiten richtig erkannt (G a m s, H u e c k). Die Übereinstimmung zwischen der Luftaufnahme des Grossen-Moosbruches (im Memel-Delta) und den entsprechenden Teilen der Vegetationskarte des Hochmoores Kukojszás ist überraschend.⁸

Es wurde schon erwähnt, dass die bezeichnenden Arten des Moores in erster Reihe boreale Arten von glazialen Reliktcharakter sind (*Scheuchzeria palustris*, *Oxycoccus quadripetala*, *Andromeda polifolia*, *Drosera obovata*). Diese konnten sich auf dem Hochmoor Kukojszás durch die hier herrschenden speziellen ökologischen Verhältnisse erhalten. Von besonderer Bedeutung erscheinen hier das spezielle Mikroklima und auch einige weitere lokale klimatische Züge. So treten z. B. im vollständig abgeschlossenen Krater des Szent Anna-Sees Temperaturinversionen auf und diesen entsprechend ist auch eine Umkehr der Vegetationsgürtel festzustellen. Während der nächtlichen Abkühlung sammelt sich die schwerere kalte Luft am Grund des Kraters an. Obwohl ich mikroklimatische Messungen nicht vornehmen konnte, spricht dennoch die in der Regel auftretende Nebelbildung über dem See für diese Annahme und ebenso auch die Vegetation, da die Abhänge und der obere Rand des Kraters (die mikroklimatisch beeinflussten Nordhänge des Nagy-Csomád ausgenommen) mit einem Buchenwald bekleidet sind, während der tiefer gelegene Kratersee von dem Fichtenwald der höheren Regionen umsäumt ist. Diese Erscheinung ist, wenn auch nur in geringerem Mass, auch im Krater des Kukojszás wahrzunehmen (ein nur mehr unvollständig abgeschlossenes Becken). Im Moore selbst tragen die von Wasser durchtränkten Torfschichten ebenfalls zur Ausbildung eines kühleren Mikroklimas bei. Ein anderer gleichfalls sehr wichtiger ökologischer Faktor ist der Umstand, dass der Moorboden, bzw. das Wasser des Moores sehr stark sauer reagiert. Die pH-Werte der quelligen Randstellen und ihrer Nachbarschaft fallen noch zwischen 6·4 und 5·9, während in den von Torfmoos überwucherten Pflanzengesellschaften die Versäuerung — schon in der Randzone — als sehr bedeutend zu bezeichnen ist. In den mittleren Teilen des Hochmoores sind die pH-Werte in den Bullen 3·5 und noch kleiner, während das Wasser in den Schlenken und Blänken ein pH von 4·1—3·8 aufweist. Schliesslich ist als wichtiger biotischer Faktor noch das kräftige und alles erstickende Wachstum des Torfmooses hervorzuhe-

⁸ K. H u e c k: Erläuterung zur Vegetationskundlichen Karte des Memeldeltas (Beitr. z. Naturdenkmalpflege XV. H. 4. 1934. p. 1—36.)

ben. Unter solchen Umständen ist nur das Gedeihen speziell angepasster und anspruchsloser Moorpflanzen möglich.

Auf Grund der bisher erwähnten Tatsachen scheint es bei der wissenschaftlichen Bearbeitung der fossilen Torflager empfehlenswert, folgendes zu beachten. Aus den einzelnen Torfarten können und müssen die einstigen Pflanzengesellschaften festgestellt werden, d. h. die verschiedenen Torftypen sind vom Standpunkt des Pflanzensoziologen zu beurteilen. Sind Aufschlüsse, bzw. Bohrungen in genügender Zahl vorhanden, so können wir auf Grund der gleichaltrigen Schichten die Vegetationskarte des einstigen Moores in grossen Zügen rekonstruieren. Dieses Verfahren kann natürlich nur bei ganz eingehenden Untersuchungen vorgenommen werden, der den einzelnen Schichten entsprechende Moortyp ist aber auf jeden Fall zu bestimmen (so z. B. Erlenbruchmoor, Niedermoor, Übergangs- und Hochmoor, ferner die weiteren Nebentypen). In einem Torflager können wir in derselben Schichte auf die Reste ganz verschieden zusammengesetzter Pflanzengesellschaften stossen. In der gleichen Schichte, d. h. gleichzeitig kann Wald und unbewaldeter Teil auftreten und diese können einander binnen kurzer Zeitspannen — im Laufe der biotischen Sukzession — ablösen. Aus dem Wechsel verschiedener Torfarten kann nicht ohne Vorbehalt sofort auf eine sekuläre Sukzession geschlossen werden. Die in den Mooren herrschenden speziellen ökologischen und mikroklimatischen Verhältnisse ermöglichen die Erhaltung glazialer Elemente auch in interglazialen Perioden. So erwähnen wir z. B. als besonders auffallende Erscheinung, dass die Zwergbirke (*Betula nana*), eines der charakteristischsten Leitfossilien der Glazialflore — wenn auch nicht gerade im Kukojszás, so doch in einem anderen Hochmoor des Széklerlandes, nämlich auf dem „Lucsmellék“ (vom Typ der kontinentalen Waldhochmoore) und einem benachbarten Quellmoor (von Übergangsmoor-Charakter) — bis zum heutigen Tag erhalten könnte (einziges Vorkommen in Ungarn). Die Makrofossilien der Torflager können also für sich allein nicht die Zeitalterbestimmung entscheiden. Es ist zugleich unbedingt nötig, eine Untersuchung der Mikrofossilien, besonders die Pollenanalyse des Torfes vorzunehmen. Da sich die Waldzusammensetzung der weiteren Umgebung des Moores im Pollenspektrum wieder spiegelt, kann nur dieses ein vollständiges Bild des Klimacharakters des betreffenden Zeitabschnittes geben. Die pollenanalytische Untersuchung ist heute bereits zu einem allgemein bekannten und weit verbreiteten Hilfsmittel der erdgeschichtlichen Erforschung des Pleistozäns geworden, weshalb hier von einer eingehenden Besprechung abgesehen werden kann.

Bei der Untersuchung der tertiären Lignite und Braunkohlen sind, da sie verkohlte Reste einer von den heutigen Hoch- und Wiesenmooren der gemässigten Zone vollkommen abweichenden Vegetation darstellen, die Parallelen natürlicherweise ganz anderswo zu suchen.