Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern
Herausgeber: Naturforschende Gesellschaft in Bern
Band: 79 (2022)

Artikel: Büsselimoos : Wertschätzung eines Kleinmoors bei Bern. Exkursion der Naturforschenden Gesellschaft Bern vom 11. und 18.5.2021
Autor: Adamek, Gaston
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1049731

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 29.09.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Büsselimoos – Wertschätzung eines Kleinmoors bei Bern

Exkursion der Naturforschenden Gesellschaft Bern vom 11. und 18.5.2021

Autor

Gaston Adamek

Die erste Exkursion der Naturforschenden Gesellschaft Bern nach dem 1½-jährigen Corona-bedingten Unterbruch führte uns unter der Leitung von Prof. Paul Ingold und mit Unterstützung von Dr. Erika Gobet ins Büsselimoos, ein kleines Hochmoor nördlich von Bern. Zum Jahresthema «Zeitreisen» werden in der Folge nebst unserer doppelt durchgeführten Exkursion die frühe und neuere Geschichte dieses Moores wie auch mögliche Szenarien für dessen Entwicklung in nächster Zukunft erläutert. Insbesondere soll die Bedeutung dieses gefährdeten Gewässerreliktes im Naherholungsgebiet von Bern und das allfällige Potential als Forschungsobjekt hervorgehoben werden.

Aufgrund der über 30 Exkursionsangemeldeten und den Corona-Schutzmassnahmen wurde die frühabendliche Exkursion zweimal durchgeführt, am 11. und am 18. Mai 2021, einmal bei Regen und einmal bei ± bedecktem Himmel. Nach einem 300 m langen Spaziergang vom Besammlungsort am Nordrand des Riederenwaldes, südlich von Niederlindach, erreichten wir das im Waldesinnern in voller «Büsselipracht» des Wollgrases stehende Büsselimoos – man fühlte sich in eine verträumte skandinavische Landschaft versetzt *(Abb. 1)*.

Beim knapp einen Kilometer langen Rundgang um das Moor wurden mehrere Aufenthalte eingeschaltet, um spezifische Aspekte des Moors näher zu erläutern. Am Nordrand des Moors, wo der kantonale Naturschutz zwei Stelen mit Informationen aufgestellt hat, erfolgten erste umfangreichere Erläuterungen der beiden Leitenden. Im nun folgenden Bericht werden die besprochenen Themenkreise weniger dem Exkursionsverlauf als vielmehr den spezifischen Inhalten entsprechend angeordnet sein.

Das Büsselimoos – ein ökologisches Kleinod

Es ist erstaunlich, dass das Büsselimoos, 5 km nördlich von Berns Zentrum, anders als das in der Nähe liegende Lörmoos, selbst Biologen kaum bekannt ist. Gründe mag es verschiedene geben. Während das Lörmoos bereits 1947 unter Naturschutz gestellt wurde, erfolgte dies beim Büsselimoos erst 1983. Das Büsselimoos liegt etwas abgelegener von der Verkehrsroute und ist mit seinen knapp 2½ ha eigentlicher Moorfläche rund 2½-mal kleiner als das Lörmoos *(Abb. 2)*. Über das Lörmoos liegen vielfältige Publikationen vor; zum Büsselimoos wurden in den letzten Jahrzehnten v. a. einige Untersuchungsberichte zuhanden des kantonalen Naturschutzes verfasst (Berger 1970 [1984], Grossenbacher 1981, Peter & Urech 1998, Haab 2013). Die umfangreiche Publikation «Das Büsselimoos – ein Zeuge der Eiszeit» von Ingold-Tardent & Lutz, welche 2011 ebenfalls in den Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern erschienen ist, kann als Lektüre sehr empfohlen werden; sie enthält vielfältige Angaben, auf die in diesem Bericht nicht in allen Belangen zurückgegriffen werden wird.

Hochmoore wie das Büsselimoos sind im Mittelland trotz diverser Eingriffe wohl die noch natürlichsten Ökosysteme, Relikte einer einst moorreichen Landschaft. Seit der Annahme der Eidgenössischen Volksinitiative «zum Schutz der Moore – Rothenthurm-Initiative» von 1987 müssen alle schweizerischen Flach- und Hochmoore von nationaler Bedeutung geschützt werden. Nach Schätzung von Grünig et al. (1986) dürften in der Schweiz 80–90 % der Hochmoore verschwunden sein, im Mittelland wohl mehr. Ab dem 13. Jahrhundert setzte die Hauptentwaldung des Mittellandes ein, sodass im 18. Jahrhundert Holz so zur Mangelware wurde, dass im grossen Stil der Abbau von Torf zu Heizungszwecken begann (Bühlmann 1918). Früh & Schröter stellten bereits

Abb. 1: Das Büsselimoos vom Nordrand aus gesehen. Hinten das dominierende Scheidige Wollgras *Eriophorum vaginatum* mit den weissen Fruchtständen. Vorne Pfeifengras *Molinia caerulea* und Stöcke der Flatterbinse *Juncus effusus*. Im Hintergrund die Aussichtsplattform.
Foto: P. Martignoli, 18.5.2021.

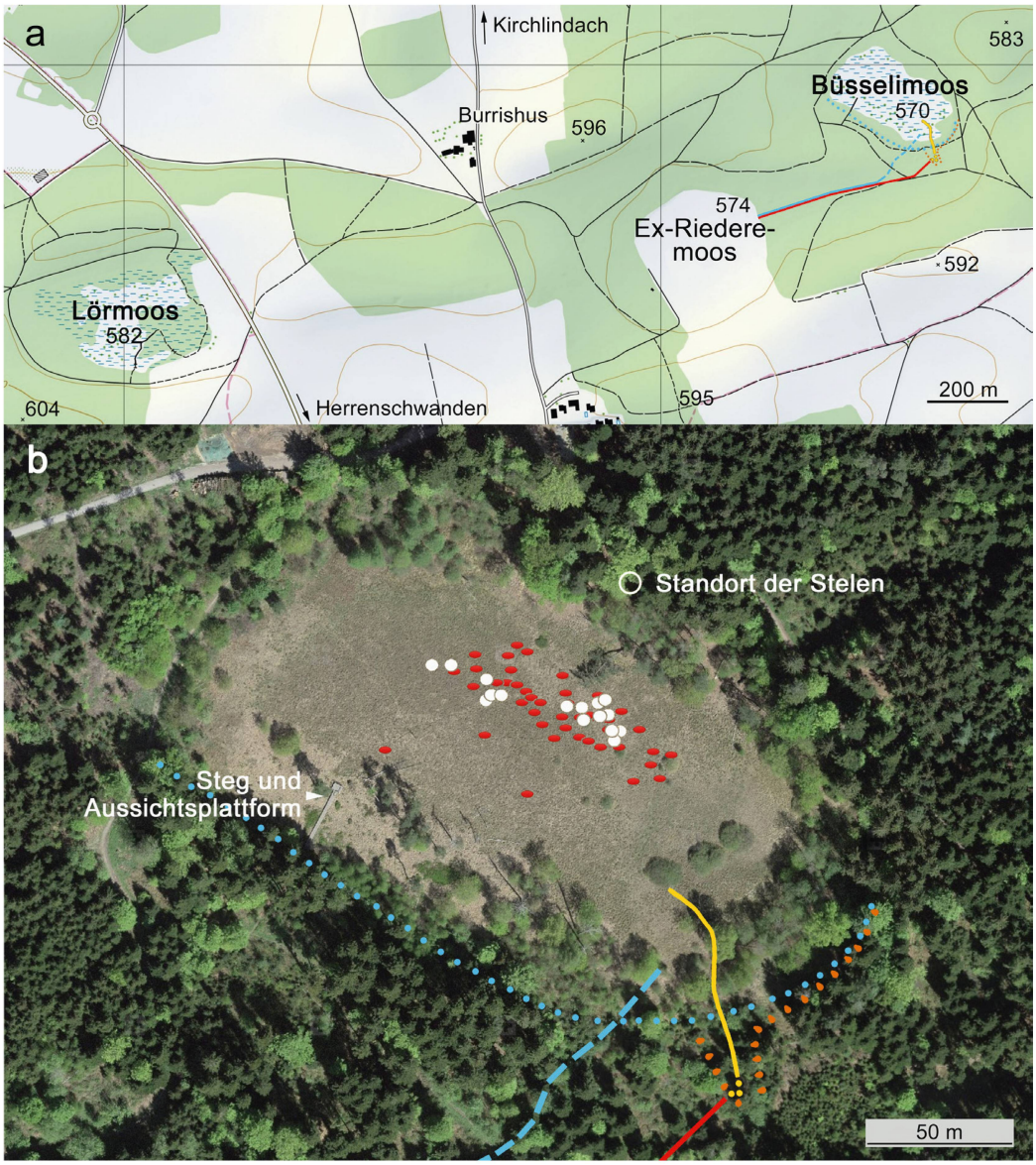

Abb. 2: a) Kartenausschnitt mit dem Büsselimoos, dem Lörmoos und dem Bereich des ehemaligen Riederemooses (bearb. Swisstopo-Karte).
Blaue Linie: **Ursprünglicher Riedere-Ableitungsgraben zum Büsselimoos; unterbrochene Linie: Heute zugeschütteter Graben. –** ***Rote Linie:*** **Spätere direkte Rohrzuleitung zu den Sickerschächten** ***(Gelbe Punkte).*** **–** ***Gelbe Linie:*** **Ebenfalls mit Rohrleitung versehener Verbindungsgraben vom 12 m tiefen Versickerungsschacht ins Büsselimoos (gemäss K. Grossenbacher). –** ***Punktierte blaue Linie:*** **Ursprünglicher Entwässerungsgraben. Heute funktionslos. Im Südosten nur teilweise vorhanden. –** ***Braune Böschungssymbole:*** **In den Landeskarten 1930 bis 1953 ist ein kurzer Graben Richtung heutigem Versickerungsschacht markiert.**
b) Luftbild des Büsselimooses von 2018 (bearb., Swisstopo, Geo Admin CH 2021b).
Bereich mit roten Ovalen (Rundblättriger Sonnentau) und weissen Punkten (Weisse Schnabelbinse) zeigt den bestentwickelten Hochmoorabschnitt an (gemäss GPS-Aufnahmen vom 28.6. [R. S.] und 30.7.2021 [W. S.] durch K. Grossenbacher). Zuordnung der übrigen Vegetationseinheiten siehe Ingold-Tardent & Lutz (2011) S. 110.
Farbige Linien: **wie oben erläutert.**

1904 fest, dass von den rund 5½-tausend in einer Schweizerkarte eingetragenen Moore schon 62 % verschwunden waren. Im 20. Jahrhundert verschwanden zahlreiche weitere Moore nebst der Torfgewinnung vor allem durch Meliorationen zur Neulandgewinnung (Küchler et al. 2018, Restbestand siehe auch Geo Admin CH 2021a). So verschwand auch das zwischen Lör- und Büsselimoos gelegene Riederemoos, wovon später noch berichtet wird. Umso mehr gilt es nun, dem Büsselimoos Sorge zu tragen und vermehrt Achtung zu schenken.

Zur nacheiszeitlichen Entwicklung des Büsselimooses

Das Hochplateau mit dem Riederen- und Lörwald wird durch mit Drumlins versehene Moränenablagerungen der letzten Vergletscherung gebildet (Würm II vor 27–17 ka). Obwohl in dieser Gegend Rhone- und Aaregletscher während der Eiszeiten verschiedentlich zusammenstiessen, besteht der Plateauschotter beim Büsselimoos ausschliesslich aus Aarematerial (Iisler 2005; Gerber deutete diese 1927 noch als Rhonegletscher-Moränen). Unter dem Büsselimoos liegen auf dem Sockel der Unteren Süsswassermolasse rund 25 m Karlsruhe-Schotter aus dem Vorstoss und 10–20 m Moräne aus dem Rückzug des Aaregletschers. Diese Moräne kann in unmittelbarer Umgebung des Büsselimooses (wie auch des Lörmooses) bei Drumlins bis 20 m höher liegen, was darauf hindeutet, dass dessen ursprünglicher See in einem Toteisloch entstanden ist.

Die Paläoökologin Erika Gobet erläuterte uns kurz ihr Fachgebiet und nahm uns mit auf eine Zeitreise zurück in die Entstehungsgeschichte des Büsselimooses. Da dieses allerdings palynologisch noch nicht untersucht wurde, stellte sie uns das Prinzip der Pollenanalyse zur Rekonstruktion vergangener Vegetationsperioden an mitgebrachten Bohrkernen des Burgäschisees dar *(Abb. 3)*. Bei paläoökologischen Untersuchungen werden in Seesedimenten bzw. Sedimenten ehemaliger Seen, so auch in Hochmooren, die Zusammensetzung der Pollenarten wie auch andere konservierte pflanzliche und tierische Reste zum Nachbilden vergangener Zustände von Ökosystemen analysiert.

An einem stehenden Gewässer mit keinem oder nur geringem Zufluss wie dem ehemaligen «Büsselisee» sei zuerst die Sedimentbildung und die anschliessende Hochmoorbildung erläutert. In der Mulde des nacheiszeitlichen Toteislochs bildete sich nach dem Ausschmelzen des mit Obermoränen- und Schmelzwasserschutt überdeckten Toteisrestes ein Moränensee mit vorerst

Abb. 3: Exkursionsteilnehmende aufmerksam den Referierenden und dann (Bild darunter) der spärlichen, untergehenden Sonne zugewandt. Erika Gobet erläutert an 1500-fach zu grossen Pollenkörnern und an einem Bohrkern-Einschluss des Burgäschisees paläoökologische Probleme. Paul Ingold stellt den «Tausendsassa Torfmoos» vor.
Fotos: U. Maag, G. Adamek.

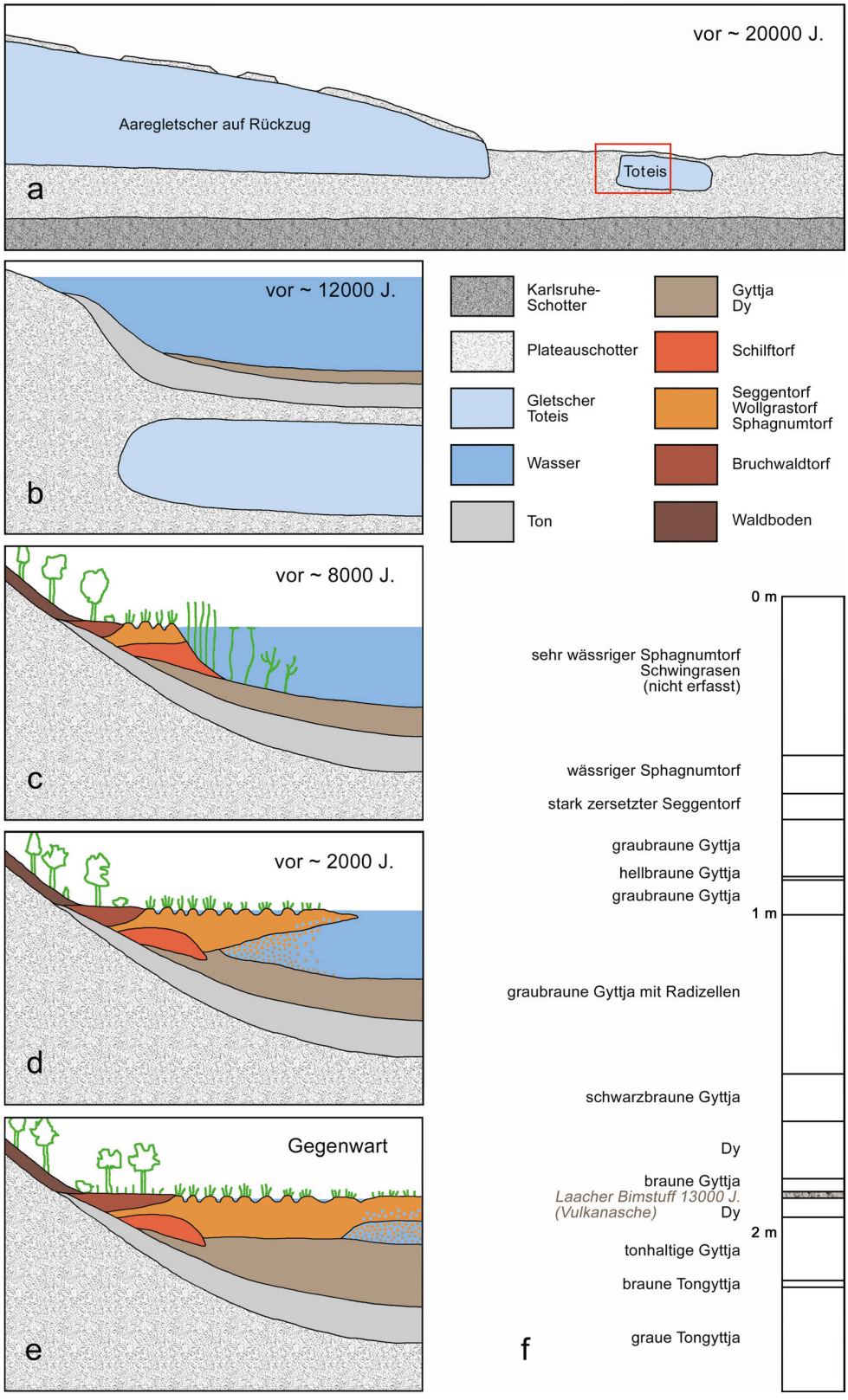

Abb. 4: Vereinfachte Darstellung der möglichen Entwicklung des Lör- bzw. des Büsselimooses. Als Grundlage die Arbeiten von Overbeck 1975, Lang 1984, Zwahlen 1985, Succow & Joosten 2001. Dazu die Stratigraphie einer Kernbohrung im Lörmoos (Wegmüller 1970)
a) Aaregletscher während des letzten Eiszeitrückzugs. Vorgelagert ein Toteisblock (rotumrandetes Rechteck: Bereich der Darstellungen der *Abb. 4b–4e).*
b) Während der jüngeren Tundrazeit begann die Toteisseebildung mit dem Austauen des verschütteten Toteisrestes und der Wasserfüllung der entstandenen Toteishohlform. Es bildeten sich erste Ton- und Gyttjaablagerungen.
c) Periphere Verlandung durch unterschiedliche Vegetationsgürtel mit organischen Ablagerungen.
d) In See vorstossender Schwimmrasen bei gleichzeitiger Bildung neuer Gyttjen.
e) Vom Schwimmrasen vollständig überwachsene Seeoberfläche mit restlicher Gyttjenbildung und zunehmender Hochmoorbildung.
f) Stratigraphie der Lörmoos-Bohrung vom 9.11.1970 mit Laacher Bimstuff als zeitlichem Marker.

recht grossem mineralischem Gehalt *(Abb. 4a–b).* Im benachbarten Lörmoos wurden bis zu einem Meter dicke Tonablagerungen gefunden, welche den See sowohl gegen unten wie auch gegen oben abgedichtet haben, während dies heute für das Moor gilt. Mit dem Aufkommen der weiteren Umgebungsvegetation und schliesslich der sukzessiven Verlandung reicherten sich die Sedimente vermehrt mit organischem Material an, sodass sich sogenannte Gyttjen (Grauschlammböden, Mudden) bildeten: vorerst Ton-Gyttja (je nach Bohrung 40–100 cm), danach Detritus-Gyttja (50–210 cm). Darüber Cyperaceen-Torf («Seggentorf») (20–110 cm) und *Sphagnum*-Torf (20–90 cm) (Zwahlen 1985, *Abb. 4c–e).* Das ursprünglich eher basisch-oligotrophe Seewasser wurde mit zunehmender Eutrophierung saurer, um schliesslich bei zunehmender Schwingrasen- und Torfbildung noch saurer und wiederum nährstoffärmer zu werden. Dass sich das Klima und somit die Wasserqualität und die Zufuhr von organischem Material im Verlaufe der Jahrtausende mehrfach änderte, zeigt sich in der Schichtfolge eines stratigraphischen Kernbohrung-Profils des Lörmooses (Wegmüller 1970, *Abb. 4f).* Zweimal befindet sich in diesem Profil auch eine Dy-Ablagerung. Diese schmierigen Sedimente entstehen in humusreichen, sog. dystrophen Braunwasser-Seen durch Ausflockung von Humuskolloiden (Schönborn 2003). Zur Entwicklung eines Schwingrasens, wie er im Lörmoos vorliegt, wird später im Abschnitt zu den Torfmoosen näher eingegangen. Eine besondere Schicht im Lörmoosprofil, welche sicherlich auch im Büsselimoos zu finden wäre, ist eine einige Millimeter dicke grauschwarze Ablagerung von Vulkanasche. Diese Laacher-Bimstuff-Asche ist ein guter Zeitmarker, denn sie stammt von einem vor 13 000 Jahren entstandenen Vulkanausbruch in der Nähe vom heutigen Koblenz – 450 km nördlich von Bern (Verbreitungskarte der sog. Laacher See Tephra in Lang 1994)! Die Darstellungen in *Abb. 4a–e* zur möglichen Entwicklung des Büsselimooses sind somit sehr vereinfacht. Wie es bei einem Hochmoor zur Überhöhung gegenüber dem ursprünglichen Seespiegel kommen kann, wird später beim Vorstellen des Torfmooses *Sphagnum* erläutert.

In den Bohrkernen lassen sich Pollen, Sporen, pflanzliche und tierische Makroreste nachweisen. Pollen von Insektenblütlern stammen aus der näheren, von Windblütlern auch aus der weiteren Umgebung. An den erläuterten Bohrkernen des Burgäschisees wurden sowohl pollenanalytische Untersuchungen durchgeführt (Rey et al. 2017) als auch Analysen zum Vorkommen gewässertypanzeigender Zuckmückenarten, dies anhand der chitinisierten Larvenkopfkapseln (Bolland et al. 2020). Zwahlen (1985) konnte in seinem Profil vom Lörmoos rund 70 Pflanzen nachweisen. Aufgrund ihrer Häufigkeiten und Lage im Profil lassen sich somit Zuordnungen zu einzelnen Zeitepochen bzw. zu damals vorliegenden Vegetationstypen machen. Aufgrund der damals vorherrschenden Pflanzen lassen sich auch Rückschlüsse auf das Klima ziehen. In *Abb. 5* sind neun Holzarten in ihrer relativen (Pollen-)Häufigkeit dargestellt, welche für gewisse Zeitepochen charakteristisch sind: in frühen Kälteepochen Birke und Föhre, in folgenden Wärmephasen Hasel, Eiche, Linde und Ulme, gefolgt von Buche und schliesslich Tanne und Fichte, welche beide auch anthropogen gefördert wurden. Die plötzliche enorme Zunahme der *Sphagnum*-Sporen im letzten Jahrtausend deutet darauf hin, dass das Lörmoos (und wohl auch das Büsselimoos) erst dann zu einem seebedeckenden Übergangs-/Hochmoor wurde. Im Lörmoos-Profil fehlt ein grosser Abschnitt des Atlantikums und Subboreals, welcher in der Abbildung der Anschaulichkeit wegen in etwa mit Ergebnissen aus einer Untersuchung von Rey et al. (2020) am Grossen Moossee ergänzt wurde. Das Fehlen dieses Materials einer Periode lässt sich nicht klar begründen. Bekannt sind langandauerndes Fehlen von Moorwachstum aufgrund zunehmender Trockenheit, Überschwemmung oder Beschattung bei zunehmender Bewaldung; ebenso könnten die Auswirkungen des Schwingrasens eine Rolle spielen. Solche Wachstumveränderungen waren meist nicht grossklimatisch, sondern lokal bedingt (Lang 1994, Schönborn 2003). Der Bohrkern von Zwahlen (1985) war knapp 4 m lang mit 1½ m Torfmächtigkeit. Im Büsselimoos wurde bei mehreren Bohrungen eine zum Teil über 2 m messende Torfmächtigkeit festgestellt (Lehmann 1984), sodass sich an geeigneter Stelle sicher eine pollenanalytische Untersuchung lohnen würde. Es wäre interessant zu sehen, ob das Atlantikum und Subboreal im Büsselimoos ähnlich gering vertreten sind wie im Lörmoos.

Botanisches

In der Arbeit von Ingold-Tardent & Lutz (2011) wird die Flora des Büsselimooses sehr ausführlich beschrieben. Mittels GPS-Vermessung wurde eine Vegetationskarte der grösseren Vegetationseinheiten erstellt. Im vom Wald umgrenzten Moorgebiet wird zentral ein Hochmoor umgrenzt, welches ca. ⅓ des Büsselimooses umfasst. Diesem schliessen sich peripher zwei Bereiche eines Übergangmoores mit Seggen-, Binsen- und Pfeifengrasbeständen an, dann ein Birken-Moorwald, ein Waldföhren-Bestand und drei Typen eines Erlenbruchs. In den letzten Jahren wurde allerdings durch Baumfällaktionen des Naturschutzes einiges verändert. Typische Hochmoorpflanzen wie die Torfmoose *Sphagnum,*

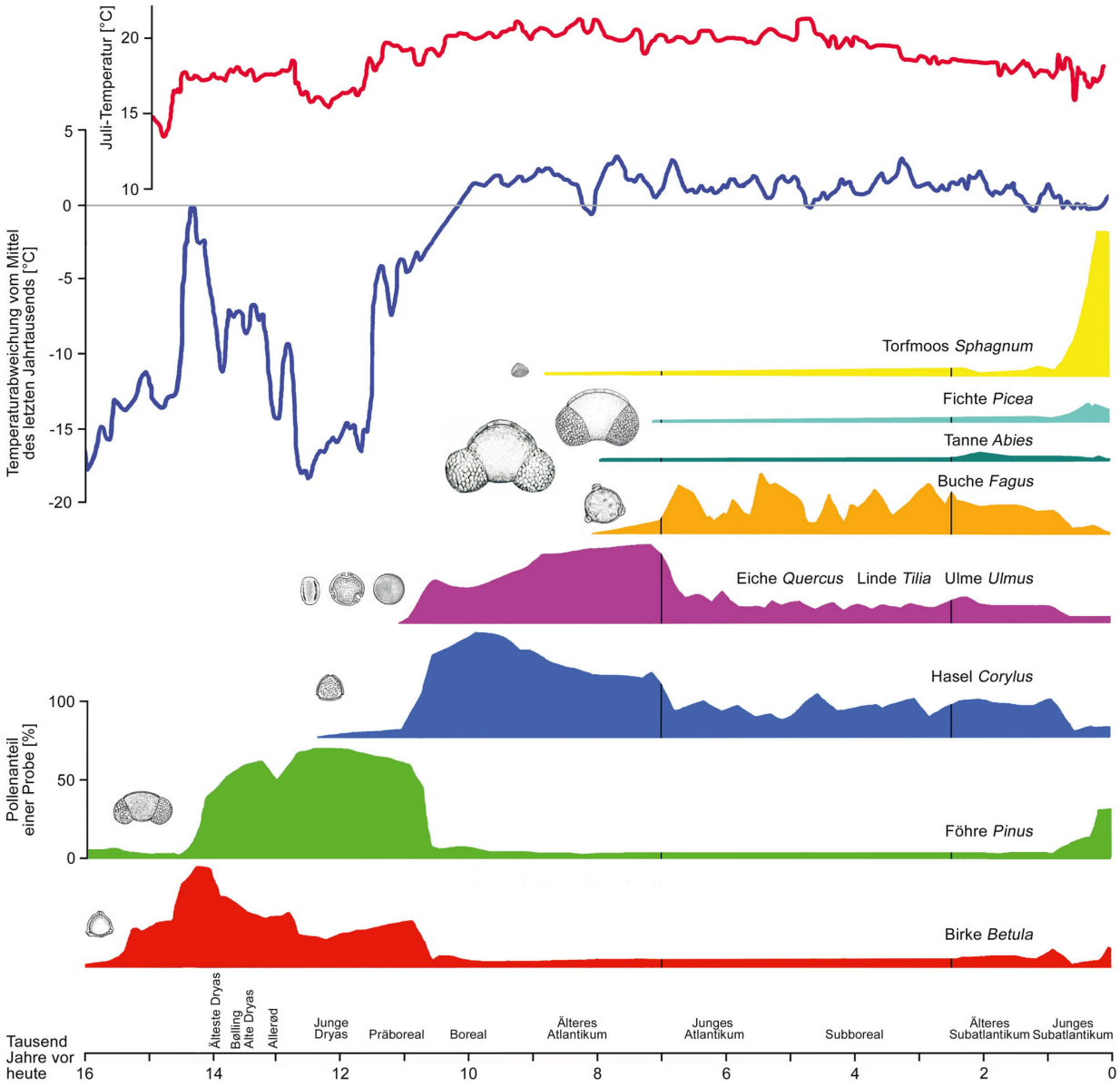

Abb. 5: Vegetationsperioden der letzten 16-tausend Jahren aufgrund pollenanalytischer Untersuchungen am Beispiel des dem Büsselimoos benachbarten Lörmooses (Zwahlen 1985, Welten 1982). Chronostratigraphische Zuordnung in Anlehnung an Rey et al. (2020). Im fehlenden Bereich zwischen 2,5- und 7-tausend Jahren BP ergänzt mit Daten des 7 km entfernten Grossen Moossees, durch senkrechte Striche in den Grafiken markiert (Rey et al. 2020). Lufttemperatur-verläufe, basierend auf sechs Aufzeichnungen subfossiler Chironomiden aus den nördlichen und zentralen Schweizer Alpen und Ostfrankreich, adaptiert auf die Höhe von Bern *(rote Linie,* Heiri et al. 2015) und anhand der Sauerstoff-isotopen-Verhältnisse in einem grönländischen Eisbohrkern *(blaue Linie,* ZAMG 2022). Abgebildete Pollen und *Sphagnum*-Spore in entsprechendem Grössenverhältnis; Breite des *Abies*-Pollens: 140 µm.

das Scheidige Wollgras *Eriophorum vaginatum,* die Weisse Schnabelbinse *Rhynchospora alba* und der Rundblättrige Sonnentau *Drosera rotundifolia* werden später eingehender besprochen. Bedenklich ist jedoch, dass zwei typische Hochmoorpflanzen, die Gemeine Moosbeere *Vaccinium oxycoccos (Oxycoccum quadripetalus)* und die Rosmarinheide *Andromeda polifolia,* dreizehn Jahre nach deren letzter Registrierung von 1998 (Peter & Urech) nicht mehr nachgewiesen werden konnten.

Den Autoren war klar, dass eine scharfe Abgrenzung dieser Vegetationsbereiche in natura nur beschränkt möglich ist. Selbst innerhalb dieser Bereiche lassen sich Klein- und Kleinstbereiche mit unterschiedlicher Pflanzenzusammensetzung und Struktur unterscheiden. Wohl auch deshalb wurde auf pflanzensoziologische Zuordnungen verzichtet. Auf solche ökologisch bedingte Mikrobereiche soll später noch eingegangen werden.

Ganz allgemein gelten Hochmoore als saure Ökosysteme. Auf unserer Exkursion haben wir sowohl im südöstlichen Bereich des Moors als auch vom Steg aus im südwestlichen Bereich einen pH-Wert von 4,2 gemessen. Dies entspricht den Literaturwerten nach einem nährstoffarmen, sogenannt dystrophen, Moor. Freigesetztes CO_2 reicht durch seine Kohlesäurebildung für die entsprechende pH-Senkung nicht. Die beiden Gymnasiasten Franz Baumann und Urs Leupold, welche bereits 1939 das Büsselimoos mit grossem Aufwand untersuchten, stellten fest, dass nach dem Eintauchen eines weissen Blattes Papier, dieses in 40 cm Tiefe des braunen Wassers nicht mehr zu sehen war. Dies beruht auf den aus dem Torf freigesetzten Huminsäuren, welche zu Huminen polymerisieren, Eisen-Ionen binden und zudem, wie der Torf generell, als Kationenaustauscher wirken. So wird durch die H^+-Freisetzung der pH-Wert entsprechend erniedrigt und durch die Elektrolyten-Bindung das Wasser nährstoffarm (Schönborn 2003).

An dieser Stelle soll auf wenige Arten eingegangen werden, welche im eigentlichen Hochmoorbereich vorkommen und sich auch dort noch in speziellen Nischen vorfinden. Dabei ist es ohne genauere Untersuchungen kaum zu beurteilen, ob die Pflanzen nun acidophil oder alkaliphob sind oder inwiefern sie aus Konkurrenzgründen sich in diesem Extremmilieu einnisten.

Torfmoos

Vorerst hat uns Paul Ingold «das Torfmoos» vorgestellt, welches die Grossfläche des Hochmoores dominiert. Im Büsselimoos gibt es nicht weniger als 7 der im Kanton Bern und auch schweizweit vorkommenden 27 *Sphagnum*-Arten, die meist nur durch mikroskopische Untersuchung genau bestimmt werden können (Bagutti & Hofmann 2007). Diese und weitere von der Spezialistin Heike Hofmann bestimmten hochmoortypischen Moose des Büsselimooses sind bei Ingold-Tardent & Lutz (2011) in einer Liste mit zusätzlichen Standortkriterien aufgeführt.

Bereits bei der Schwingrasenbildung während der späteren Kleinseeverlandung spielten Sphagnen eine wesentliche Rolle *(Abb. 4d–e).* Solche schwimmenden Deckenbildungen, die sich dem jeweiligen Wasserstand anpassen, sind gemäss Succow & Joosten (2001) in mesotroph- und oligotroph-sauren Gewässern die Regel. Vortreibend ist das schwimmende Spiess-Torfmoos *Sphagnum cuspidatum,* in dessen Teppich sich Wurzeln von Seggen, Wollgras u. a. Sumpfpflanzen ausbreiten. Darauf können sich dann weitere Torfmoose wie etwa das Mittlere Torfmoos *Sphagnum magellanicum* ausbreiten (Ellenberg 1996). Unter der stets dicker werdenden Schwingdecke bildet sich durch die Zersetzung abgestorbener Pflanzenteile ein breiig-suppiger Schlamm, welcher sich dauernd als Gyttja absetzt (Overbeck 1975). Im Lörmoos ist ein Schwingrasen noch vorhanden, im Büsselimoos kaum. Berger schrieb 1970 von «wenig tragbarer Vegetationsdecke in der grossen zentralen Fläche». Ob es damals einen Schwingrasen gab?

Im Hochmoor des Büsselimooses überwächst *Sphagnum* kissenartig viele der Bulten des Scheidigen Wollgrases. Die verschiedenen *Sphagnum*-Arten bevorzugen unterschiedliche Standorte. So lassen sich z. B. das Spitzblättrige Torfmoos *Sphagnum capillifolium* vor allem auf Bulten, das Spiess-Torfmoos *Sphagnum cuspidatum* vor allem in Schlenken, das Trügerische Torfmoos *Sphagnum recurvum subsp. mucronatum* sowohl in Schlenken wie auch auf Bulten und das häufige Kahnblättrige Torfmoss *Sphagnum palustre* in allen Feuchtbereichen finden (Ellenberg 1996) – von entsprechenden Beobachtungen hat der Schweizer Pionier der Torfforschung Leo Lesquereux bereits 1844 berichtet.

Beim Büsselimoos bildet sich Ende Winter im Übergangsmoor auf der Südostseite oft ein See, der meist nicht in den Hochmoorbereich hineinreicht. Das zeigt, dass Letzterer offensichtlich etwas höher liegt. Gemäss Ellenberg (1996) sind Hochmoore im Tiefland Mitteleuropas weitgehend flach, können aber unter idealen Bedingungen mehrere Meter über die nassere Randzone hinausragen. Allgemein beruht der Name Hochmoor darauf, dass die Pflanzen über den mittleren Wasserstand hinausgewachsen sind und ausschliesslich vom nährstoffarmen Regenwasser gespiesen werden. Deshalb werden Hochmoore auch als Regenmoore bezeichnet. Dieses Wachstum beruht nebst idealen Umweltbedingungen auf speziellen physiologischen und insbesondere morphologisch-anatomischen Eigenheiten der Torfmoose.

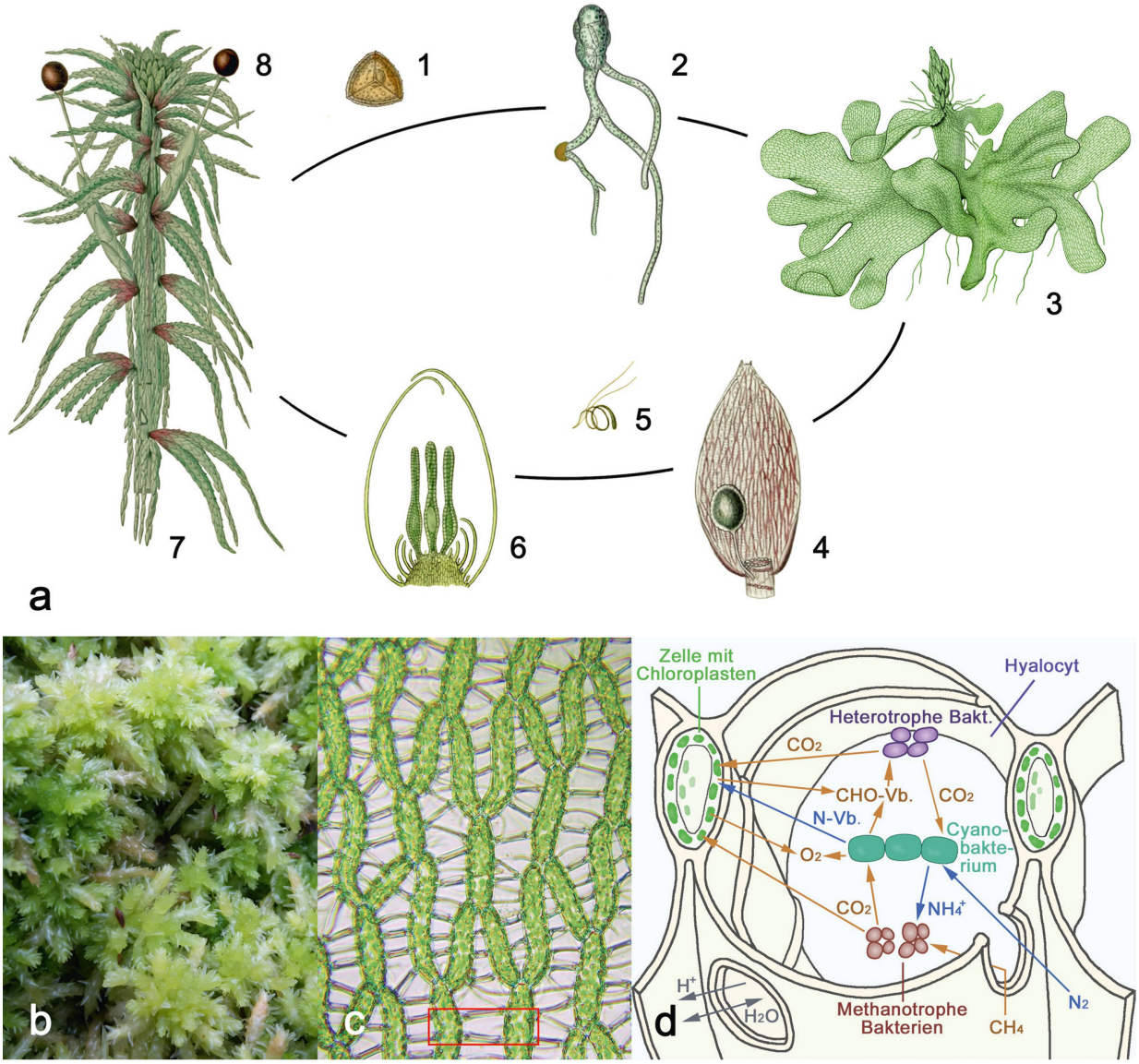

Abb. 6: Das Torfmoos *Sphagnum*.
a) Generationswechsel. *Gametophyt* (haploid): (1) Spore. (2) Aus Spore ausgekeimter fädiger Vorkeim (Protonema) mit Zellknötchen (beginnendes Prothallium). (3) Thalloser Vorkeim (Prothallium) mit wachsendem Moospflänzchen; Wurzelfäserchen am Vorkeim und am Moospflänzchen. (4) Antheridium am Stängel mit Tragblatt. (5) Spermatozoid. (6) Drei Archegonien, mittleres mit Eizelle, an Stängelspitze (Schnittzeichnung). (7) Moospflänzchen. *Sporophyt* (diploid): (8) Kapselstiel mit Sporenkapsel. (Unterschiedliche Massstäbe, nach Schimper 1858 zusammengestellt).
b) Ausschnitt aus *Sphagnum*-Polster mit wassergesättigten Pflänzchen.
c) Mikroskopischer Ausschnitt eines 1-zellschichtdicken Blattes von *Sphagnum palustre* (von unten, Scharfstellung auf Höhe der chloroplastenhaltigen Zellen). Netz von chlorophyllhaltigen Zellen. Dazwischen mit Verstärkungsringen versehene Hyalocyten (z.T. Poren erkennbar). Rotumrandetes Rechteck: Ausschnitt des Blockdiagramms d.
d) Querschnitt durch *Sphagnum*-Blatt mit Stoffwechselvorgängen des Mikrobioms innerhalb des Hyalocyten. Bakterien übermässig vergrössert (nach Kostka et al. 2016).
Fotos: G. Adamek.

Morphologisch-anatomische Merkmale der Torfmoose haben schon frühe Systematiker beschrieben und exakte Abbildungen sind bereits aus dem 18. Jh. bekannt. Nachdem der als «Moosschimper» benannte Wilhelm Philipp Schimper mit zwei Kollegen ein sechsbändiges Werk über europäische Moose veröffentlicht hatte, erschien 1857 ein über 100-seitiges Buch über Sphagnen, aus welchem für die *Abb. 6a* einige Darstellungen zu deren Entwicklung übernommen wurden. Aus der haploiden Torfmoosspore wächst zunächst ein fädiger Vorkeim (Protonema), welcher danach im Gegensatz zu anderen Moosen flächig thallos wird; solch thalloide Vorkeime (Prothallium) können sich (zumindest unter Laborbedingungen) auch regenerativ aus Bruchstückchen des Moospflänzchens bilden (Zhao et al. 2019). Das *Sphagnum*-Prothallium enthält im Gegensatz zum Farn-Prothallium keine Geschlechtsorgane. Aus einem solchen Prothallium sprosst das ebenso haploide gefässlose Moospflänzchen mit Stängel, Blättchen wie auch Würzelchen und bildet schliesslich in separaten Knospen männliche Geschlechtsorgane (Antheridien) und/oder weibliche Geschlechtsorgane (Archegonien), wobei es sowohl ein- wie zweihäusige Sphagnen gibt. Erst aus der befruchteten Eizelle wächst eine bestielte diploide Sporenkapsel hervor, in welcher sich wiederum haploide Sporen bilden; Lesquereux nahm sich die Zeit und zählte in einer Kapsel «environ 2 691 000» Sporen.

Wie alt die einzelnen *Sphagnum*-Pflänzchen werden ist unbekannt und ebenso, ob in einem Hochmoor neue Moospflänzchen aus Sporen entstehen. Bekannt ist nur, dass der Teppich dieser Moospflänzchen pro Jahr unter guten Bedingungen 1–2 cm wächst und durch den Abbau im Basisbereich, wo längst keine Würzelchen mehr bestehen und Stängel und Blättchen dauernd zu Torf umgewandelt werden, das Torfwachstum 1–2 mm beträgt. Dass der Hochmoorbereich des Büsselimooses nur wenig über den mittleren Wasserstand hinausreicht, beruht vielleicht darauf, dass sich während langzeitlichen Moorwachstumsphasen der früher vorhandene Schwingrasen stets dem Wasserstand anpasste.

Wie schaffen es aber die Moospflänzchen, insbesondere auf den Bulten, zu ihrem notwendigen Wasser und zu ihren notwendigen Nährstoffen zu kommen? Die eine Zellschicht dicken Blättchen der Torfmoose bestehen aus netzartig angeordneten lebenden Zellen, welche der Fotosynthese dienende Chloroplasten enthalten. In den «Netzlücken» hat es jeweils eine abgestorbene grosse Zelle (Hyalocyt), welche dank grosser Pore Regenwasser aufnehmen und speichern kann *(Abb. 6b–c).* Düggeli (1903) zeigte, dass je nach Art ein Pflänzchen gegenüber dem lufttrockenen Zustand mehr als das 20-Fache des Gewichtes an Wasser aufnehmen kann. Ingold wies auf die Bedeutung von Bakterien und Pilzen hin. Neuere Untersuchungen zeigen, dass sich in diesen Wasserzellen ein den lebenden Zellen nützliches Mikrobiom einstellt, indem dort z. B. methanotrophe und stickstofffixierende Bakterien bis zu 30 % des *Sphagnum*-Kohlenstoffs bzw. -Stickstoffs bereitstellen (Kostka et al. 2016, *Abb. 6d).* Sphagnen enthalten zudem sehr viel Galacturonsäure, bei Bulten- mehr als bei Schlenken-Arten. Diese vermag selbst Spuren von Nährstoff-Kationen zu binden (Spearing 1972).

Scheidiges Wollgras und Weisse Schnabelbinse

Beim Blick auf das Büsselimoos ist der erste Eindruck, dass dort die Gräser dominieren *(Abb. 1).* Von den echten Gräsern gibt es peripher Bestände des Blauen Pfeifengrases *Molinia caerulea,* doch überwiegen die Scheingräser. Mindestens vier Seggenarten und die Flatterbinse *Juncus effusus* gibt es ebenfalls eher peripher, während das Scheidige Wollgras *Eriophorum vaginatum* weitgehend und die seltene Weisse Schnabelbinse *Rhynchospora alba* ausschliesslich im eigentlichen Hochmoorbereich vorkommen. Das Scheidige Wollgras ist nebst dem Torfmoos die häufigste Pflanze des Hochmoors und im Mai/Juni mit seinen weissen Wollhaarköpfchen, den «Büsselis», der grosse Blickfang. Das Büsselimoos hat seinen Namen aufgrund des «frühsommerlichen Meeres» der «Büsselis» bekommen.

Die «Büsselipracht» des Wollgrases zurzeit unserer Exkursion stellten keine Blütenstände sondern Fruchtstände dar. Das Wollgras blüht bereits im März/April mit unscheinbar kleinen Blüten und die «Büsselis» im Mai/Juni bestehen aus einer grossen Anzahl behaarter Früchte, welche aus botanisch-anatomischer Sicht wohl einmalig sind. Wollgräser sind, wie die anderen Scheingräser, stammesgeschichtlich Abkömmliche lilienartiger Pflanzen, in deren ursprünglichem Blütenaufbau die 3er-Zahl vorliegt. Blütenhülle (Perigon) mit 3 äusseren + 3 inneren Blütenblättern, 3 äusseren + 3 inneren Staubblättern, 3 verwachsenen Fruchtblättern. Die Flatterbinse weist denselben Blütenaufbau auf, nur dass das Perigon etwas häutig ist und oft der innere Staubblattkreis fehlt *(Abb. 7a)*. Bei der Schnabelbinse verwandelten sich die Perigonblätter zu bis doppelt so vielen Borsten, der innere Staubblattkreis verschwand, der äussere enthält 2 bis 3 Staubblätter und die Frucht wurde einsamig *(Abb. 7b);* sie blüht erst im Sommer, weiss sind aber nur deren Hochblätter. Beim Wollgras entwickelte sich einzigartig ein sich gänzlich von der 3er-Zahl verabschiedeter perigonaler Borstenhaarkreis, aus dem bis über 80 Wollhaare entstehen – somit bildet sich eine perigonbehaarte Flugfrucht *(Abb. 7c–d).* Vermuteten wir doch, dass diese Büsselis exklusiv sind.

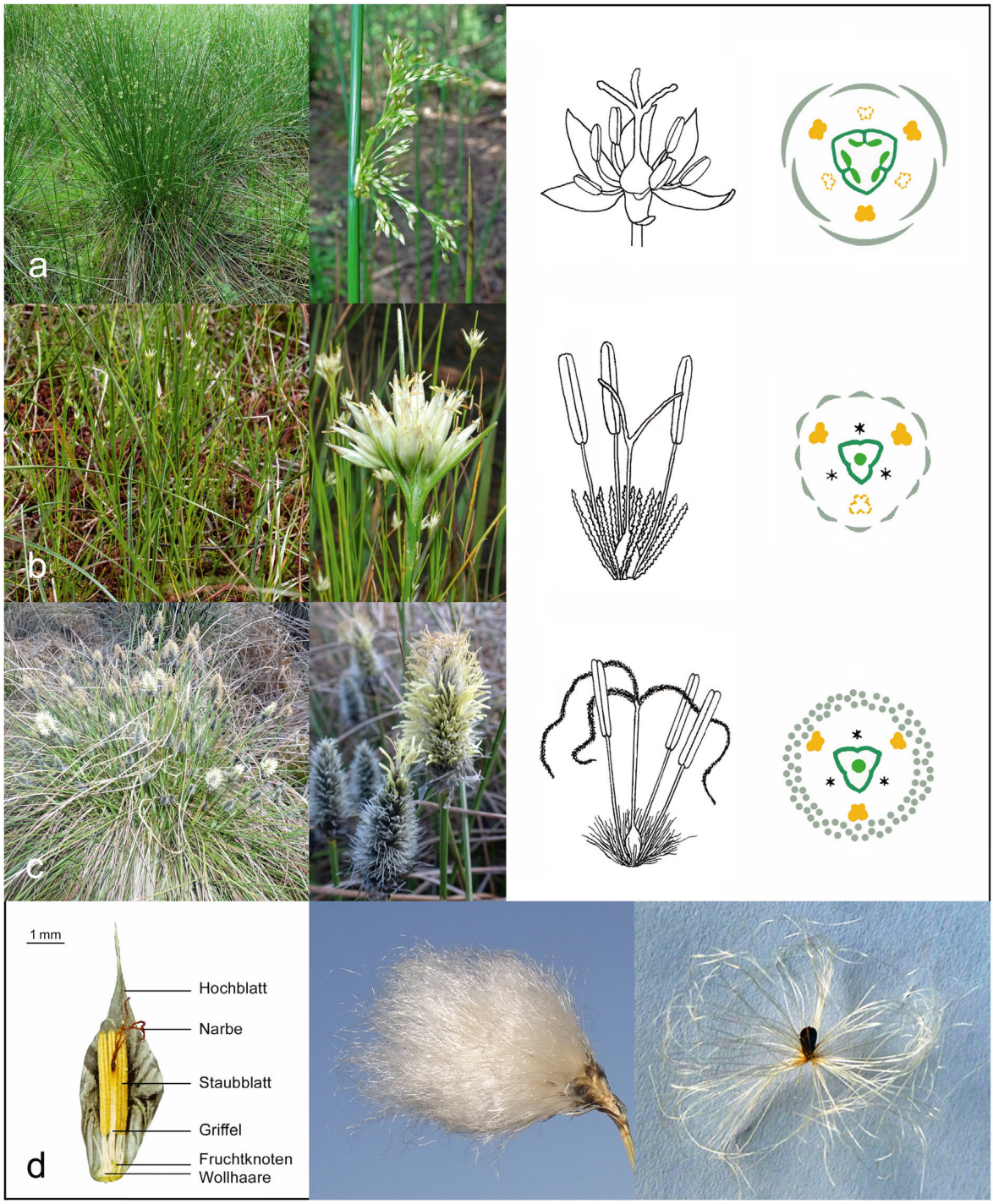

Abb. 7: Gegenüberstellung dreier charakteristischer Gräser und ihrer Blüten des Büsselimooses: Flatterbinse *Juncus effusus* (a), Weisse Schnabelbinse *Rhynchospora alba* (b) und Scheidiges Wollgras *Eriophorum vaginatum* (c).
a, b, c) Bulte, Blütenstand, Blüte und Blütendiagramm (nach Sitte et al. 1998, abgeändert).
d) Junge Blüte des Scheidigen Wollgrases mit Hüllblatt, Fruchtstand «Büsseli», Flugfrucht mit ausgewachsenen Perigonfäden («Wollhaare»).
Fotos: F. Alsaker, K. Grossenbacher, G. Adamek, P. Ingold.

Rundblättriger Sonnentau

Leider konnten wir auf unserer Exkursion eine weitere im Mittelland selten gewordene Spezialität nicht sehen, den Rundblättrigen Sonnentau *Drosera rotundifolia,* weil das Moor nicht betreten werden darf. Sie wächst im ausgeprägtesten Hochmoorbereich, auch zu weit von der Aussichtsplattform entfernt, als dass sie von da aus gesehen werden könnte. Zum Glück kann man den Sonnentau im Lörmoos vom Moorpfad aus sehen. Im Büsselimoos hat es gemäss einer kürzlichen Bestandesaufnahme von Kurt Grossenbacher noch eine ansehnliche Anzahl *(Abb. 2b).*

Der Rundblättrige Sonnentau kann sich auf den *Sphagnum*-Kissen trotz des dortigen grossen Nährstoffmangels behaupten *(Abb. 8).* Veganismus ist nicht seine Sache, er zählt zu den karnivoren Pflanzen und scheint sich so mit für ihn wichtigen Nährstoffen einzudecken. Die Pflanze muss schon je die Menschen durch sein Aussehen fasziniert haben. Allein im deutschen Sprachraum sind rund zwanzig Namen bekannt (Pritzel & Jessen 1882); der uns geläufige Name Sonnentau stammt sicher von den im Sonnenlicht leuchtenden Klebesekrettröpfchen an den Spitzen seiner Fangtentakeln. Auch der Namensgeber des wissenschaftlichen Namens, Carl von Linné, wählte 1753 den griechischen Ausdruck *Drosera,* was Tau bedeutet. 15 Jahre später beschrieb Albrecht von Haller den Rundblättrigen Sonnentau lateinisch als *«Rorella* kahler Stiel, wenigblütig, Blätter gestielt, rundlich» (mit dem Hinweis, dass Linné den Gattungsnamen *Drosera* verwendet). Unter diversen Fundorten nennt er «In *Torfeto Löhr. Circa Kilchlindach».* Mit *«Torfeto Löhr»* ist sicher das Lörmoos gemeint, während «Circa *Kilchlindach»* wohl eher eine nähere Ortsangabe für das Lörmoos ist, als dass er damit das Büsselimoos meint.

Dass der Sonnentau eine insektenfressende Pflanze ist, hat aber erst Charles Darwin 1875 in seinem Werk «Insectivorous Plants» nachgewiesen. Akribisch be-

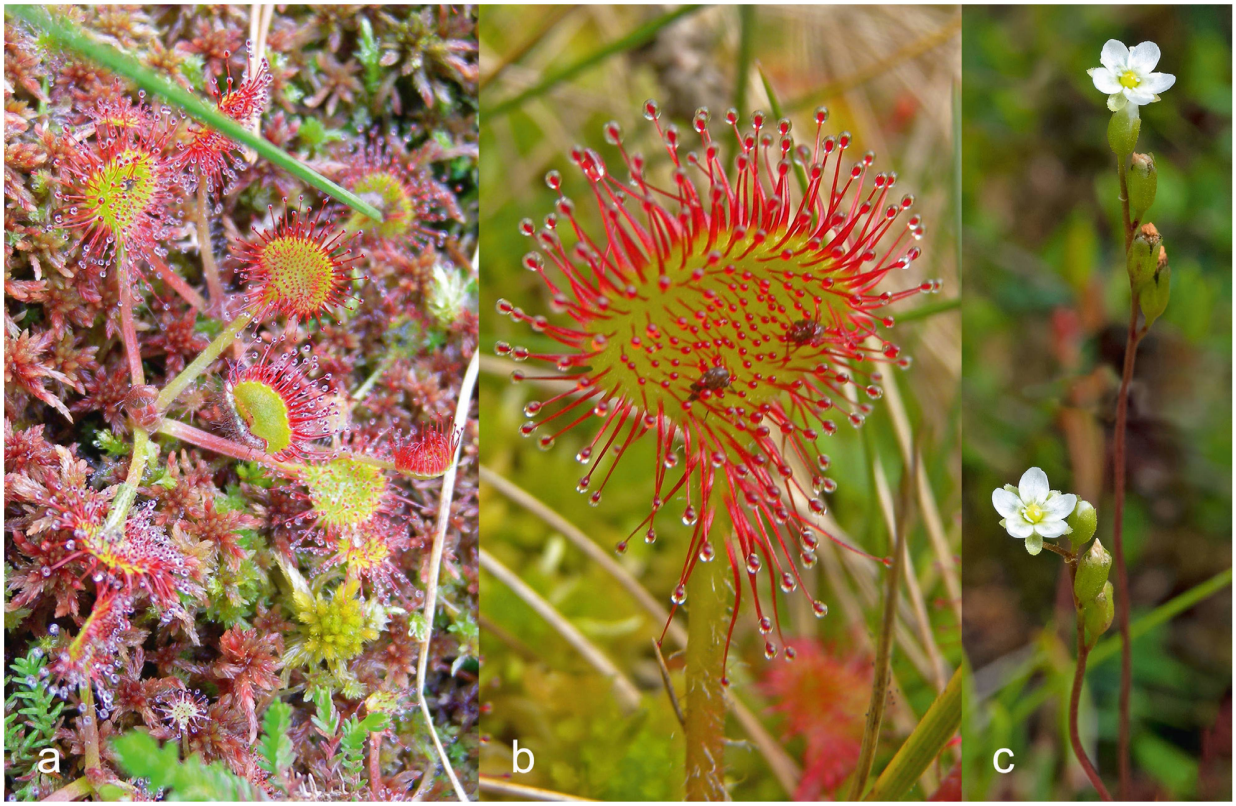

Abb. 8: Der Rundblättrige Sonnentau *Drosera rotundifolia.*
a) Blattrosette mit sich ausrollendem Stängel. b) Einzelblatt mit Klebstoff besetzten Tentakeln und zwei Beutetieren. c) Zwei Blütenstände.
Fotos: M. Bendel, F. Alsaker.

schreibt er auf weit über 200 Seiten seine (z. T. recht ausgefallenen) Experimente mit Insekten, festen Materialen und Chemikalien bei *Drosera rotundifolia.* Nach seiner Beobachtung erfolgten die Tentakelbewegungen zur Blattmitte hin je nach Zustand in Minuten oder länger – also gemütlich nach Bernerart. Unter den über 200 *Drosera*-Arten gibt es aber welche, deren Tentakeln in gemessener Blitzeseile von 17 Millisekunden Beutetiere ins Blattzentrum schleudern (Poppinga et al. 2012, Hartmeyer & Hartmeyer 2016).

Interessant ist, dass bisher kaum jemand je genau hingeschaut hat, welche Insektenarten durch den Sonnentau gefangen werden; Dipteren, also Fliegen und Mücken, scheinen die weitaus häufigsten Beutetiere zu sein. Nun liegt erstmals eine Publikation vor, in welcher für drei australische Sonnentau-Arten mittels DNA-Metabarcoding von auf den Blättern hinterlassenen Beutetier-DNA-Spuren und mit begleitender Makrofotografie vor Ort 92 Arthropodenfamilien nachgewiesen werden konnten, knapp die Hälfte auf Gattungsebene und knapp ein Fünftel auf Artebene (Krueger et al. 2022). Auf der Büsselimoos-Exkursion ist auch die Frage aufgetaucht, wie der Sonnentau die Insekten anlockt. Ist es die rote Farbe der Blätter? Experimente mit roten und grünen Attrappen haben keinen Erfolg bzgl. rot gebracht – zudem ist anzunehmen, dass die Dipteren (alle?) die rote Farbe gar nicht erkennen können, sodass diese bestenfalls als Kontrastton wirken könnte (Food et al. 2014). Auch Duftstoffe sind bei *Drosera rotundifolia* bisher nicht nachgewiesen worden, obwohl bei einigen *Drosera*-Arten Blatt- oder Blütendüfte abgegeben werden (Fleischmann 2019). Vielleicht ist es doch nur der glitzernde Klebstoff, der Insekten anlockt, oder es bleibt dabei, dass sie sich rein zufällig niedersetzen. Interessant ist jedoch, dass Sonnentaupflänzchen, welche mit niederen Dosen von Stickstoff gedüngt werden, weniger Klebstoff bilden, also weniger Energie für die Karnivorie einsetzen (Thorén et al. 2003).

Von Haller nennt bei seiner Vorstellung von *Rorella (Drosera)* gemäss verschiedener Autoren auch dessen Verwendung. Eher aussergewöhnlich ist die Bemerkung, dass der Sonnentau warme Ziegenmilch zum Gerinnen bringe; in Schweden und anderen nordischen Ländern wurde zum Herstellen von eingedickter Milch, Tätmjölk, Sonnentau *Drosera ssp.* wie auch Fettkraut *Pinguicula vulgaris* verwendet (Dalby 2009). Medizinische Anwendungen sind dieselben, die noch in heutigen Heilpflanzenbüchern stehen, z. B. bei Entzündungen der Atemwege. Die Wirkstoffe sind bekannt. Berechtigterweise sind alle vier *Drosera*-Arten der Schweiz und die der meisten europäischen Länder geschützt. Dass jedoch heute für pharmazeutische Produkte in Europa (insbesondere auch in der Schweiz) kaum kultivierte, jedoch tonnenweise europäische und vor allem bereits gefährdete afrikanische Wildpflanzen-*Drosera* verarbeitet werden, ist sicher skandalös, da doch Ersatzprodukte angeboten werden (Baranyai & Joosten 2016).

Zoologisches

Wenn sich der Vollblutornithologe Paul Ingold mitten in seinem Referat selbst unterbricht, muss es einen zwingenden Grund geben … «I wett do no grad uf dä schön Gsang vor Singdrossle ufmerksam mache. Si het ganz verschideni Motiv, wo si mehrmous widerhout: Eine vo de schönschte Gsäng do im Waud.» Etwas später: «Das isch wider dr Buntspächt!» Wirbeltiere, die ans Hochmoor gebunden sind, gibt es in unseren Breitengraden nicht. Als Besucher des Büsselimooses, meist wohl im peripheren Bereich, haben die beiden Gymnasiasten Franz Baumann und Urs Leupold während ihren halbjährigen Beobachtungen 1939 über zwanzig Vogelarten aufgelistet, dabei bei Hochwasser auch Stockenten und Blässhühner. Sie beobachteten nebst Reh, Fuchs und Hase (wohl nicht, als sich diese gute Nacht sagten), Teich- und Laubfrosch. Es wurden aber auch Kreuzkröte, Grasfrosch, Bergmolch sowie die Wald- oder Mooreidechse *Zootoca vivipara,* die wohl kälteunempfindlichste und eurasienweit verbreitetste Echse, beobachtet, wie bei Ingold-Tardent & Lutz (2011) eingehender dargestellt wurde.

Gliederfüssler sind im Büsselimoos kaum untersucht worden. Aber es werden von Baumann & Leupold (1939) verschiedene Libellen erwähnt, so die Hufeisen-Azurjungfer *Coenagrion puella,* die Grosse Königslibelle oder Teufelsnadel *Anax imperator* oder *Libellula*-Larven. Die beobachteten Schmetterlinge stammen meist aus der Umgebung des Büsselimooses; häufig trifft man den Zitronenfalter *Gonepteryx rhamni,* dessen Raupen sich von Kreuzdorngewächsen wie dem zahlreich vorhandenen Faulbaum ernähren (Ingold-Tardent & Lutz 2011). Im Lörmoos sind die Spinnen sehr gut untersucht (Holzapfel 1937, Hänggi & Maurer 1982). Da im Büsselimoos wesentlich grössere offene Flächen als im Lörmoos vorliegen, haben letztere lückenhaft auch da gesammelt. In beiden Gebieten wurden allerdings keine hochmoortypischen Spinnen gefunden.

Harnisch (1944) bezeichnet als wesentliches, scharfes Charakteristikum der Fauna der Hochmoorgewässer das strenge Fehlen von Organismen, deren Vorkommen nach dem Habitus des Biotops zu erwarten wäre. In den unberührten, mitteleuropäischen Hochmoorgewässern fehlen nach ihm: Manche Rädertiere (Rotatorien), fast alle Wenigborster (Oligochaeten), die Egel (Hirudineen),

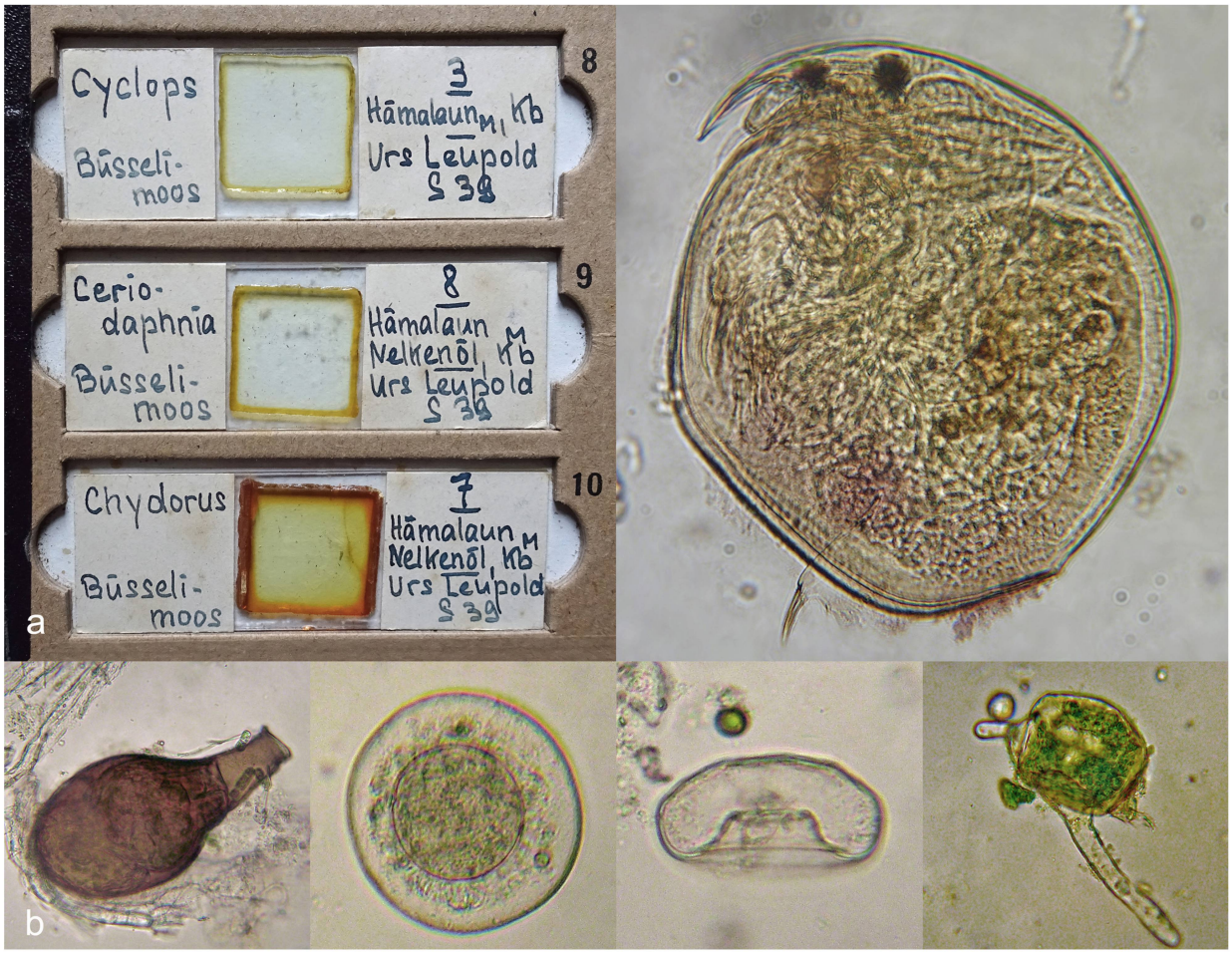

Abb. 9: Beispiele der Wirbellosenfauna des Büsselimooses.
a) Kleine Hommage an den Gymnasiasten und späteren Professor für Mikrobiologie Urs Leupold, dessen mikroskopische Präparate der Arbeit Baumann & Leupold (1939) noch existieren. Rechts: ein Linsenkrebs *Chydorus sphaericus* von seinem Präparat.
b) Schalenamöben (Testacea) aus einer Wasserprobe eines ausgepressten *Sphagnum*-Büschels. Ganz rechts: Wahrscheinlich eine Amöbe mit intrazellulär symbiontischen Algen und mit Pseudopodien.
Fotos: G. Adamek.

die Höheren Krebse (Malacostracen), von den Wasserflöhen (Cladoceren) *Daphnia* und *Simocephalus,* die Muschelkrebse (Ostracoden), viele Ruderfusskrebse (Copepoden) wie *Cyclops fuscus, C. albidus* und die Centropagiden, viele Insektenlarven (z. B. *Culex, Sialis,* Eintagsfliegen), die Mollusken, Fische und Amphibien. Er weist darauf hin, dass der tiefe pH-Wert oder die Giftigkeit von Huminsäuren nicht als alleinige Begründung für das Fehlen bestimmter Arten herangezogen werden kann, sondern dass entsprechende physiologische Untersuchungen zeigen müssten, inwieweit auch osmoregulatorische Gründe eine Rolle spielen.

Klein- und Kleinstwassertiere wurden einige wenige von Baumann & Leupold (1939) untersucht. Im benachbarten Lörmoos hat sich Häberli (1918) intensiv mit der Wasserfauna befasst und über 200 Arten beschrieben, leider ohne die Insektenlarven. So stellte er nicht weniger als 30 beschalte Amöbenarten fest, welche z. T. in den Hyalocyten der *Sphagnum*-Blättchen leben *(Abb. 9)*. Von Häberli gefundene Arten dieser Amöben (wie auch Wimpertierchen) enthalten im Zellplasma symbiontische fotosynthetisierende Algen, die teilweise verdaut werden – eine Anpassung an die Nährstoffarmut (Schönborn 2003, Ortner 2017). Gemäss Harnisch u. a.

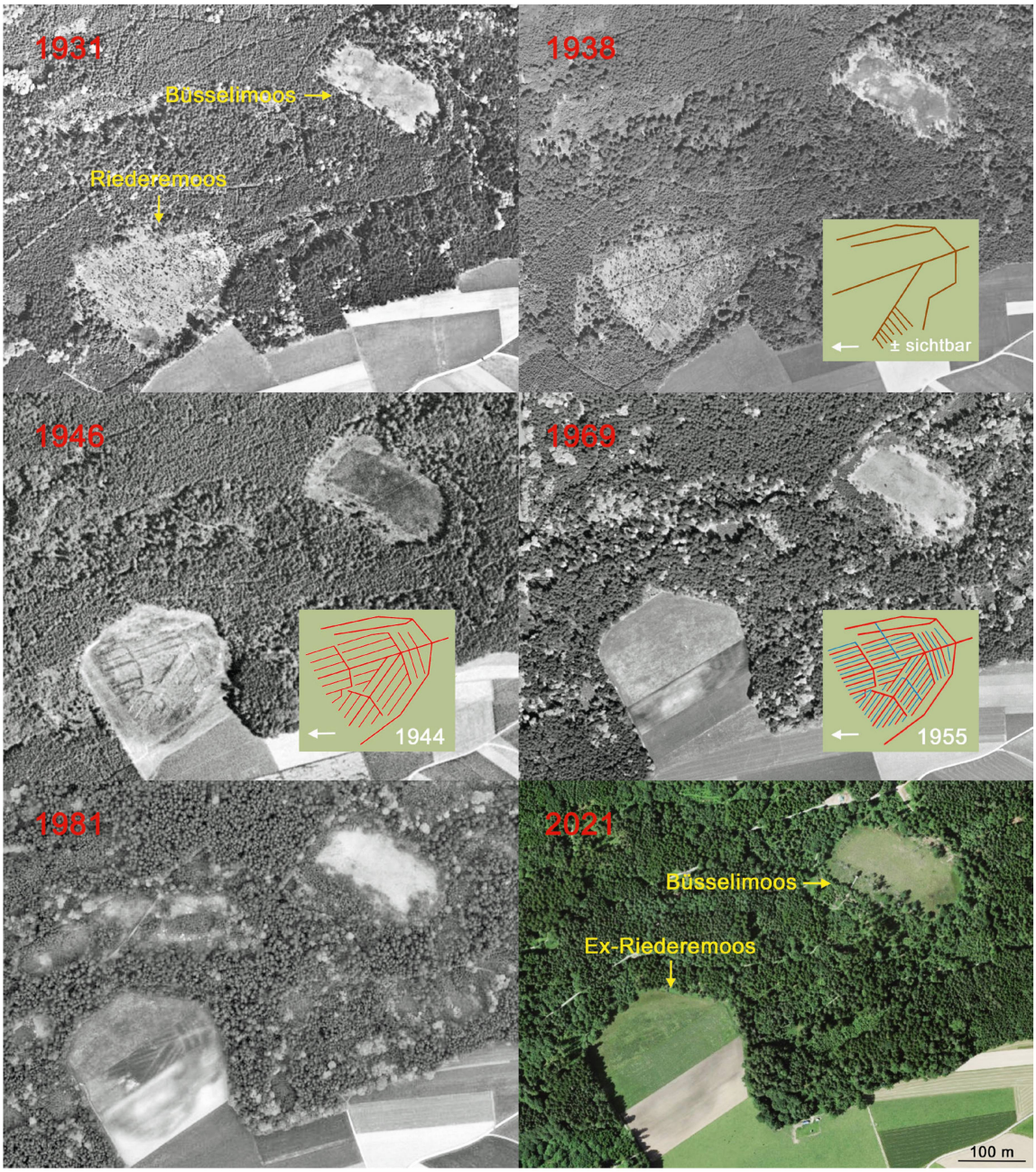

Abb. 10: Veränderungen des Riedere- und Büsselimooses anhand von Luftbildern 1931 bis 2021.
1931: Riederemoos, im Gegensatz zum Büsselimoos mit vielen Bäumen.
1938: Die bei Baumann & Leupold (1939) erwähnte Riederemoos-Entwässerung ist an ersten Abflussgräben erkennbar.
1946: Umfassenderes Entwässerungssystem. Bäume im Riederemoos und am Südrand gelegene Waldpartie wurden 1944 entfernt. Offene Fläche im Büsselimoos durch zusätzliche Rodung erweitert.
1969: Erweitertes Entwässerungssystem (wahrscheinlich 1955) im Ex-Riederemoos, Weide und Ackerland.
1981: Entwässerungssystem im tiefstgelegenen Bereich des Ex-Riederemooses teilweise erkennbar.
2021: Im Vergleich zu 1931 ist sichtbar, dass beim Büsselimoos der Steg mit der Aussichtsplattform im ursprünglich bewaldeten Teil liegt (vergleiche *Abb. 2b).*
(Geo Admin CH 2021b und Plan des Kantonalen Meliorationsamtes, ergänzt.)

gibt es hochmoorspezifische Zuckmückenarten (Chironomidae), die auch im Büsselimoos zu erwarten sind.

Zustand und Zukunft des Büsselimooses

Vorliegende Untersuchungsberichte, welche z. T. vom kantonalen Naturschutzinspektorat in Auftrag gegeben wurden, zeigen, dass trotz vordergründig ausserordentlicher Schönheit des Büsselimooses und trotz der erfreulichen Vielfalt an Pflanzen und Tieren der Zustand wohl einiges an Natürlichkeit verloren hat.

In seinem sorgfältigen Bericht über die Hoch- und Übergangsmoore des Kantons Bern beschreibt Grossenbacher (1980) treffend den Zustand dieser Moore, insbesondere hält er auch fest, dass die Mittellandmoore infolge menschlicher Eingriffe, seien es Entwässerung, Torfstich oder Nährstoffzufuhr, an Qualität verloren haben. So sind auch unsere beiden stadtnahen «Perlen» Lörmoos und Büsselimoos nicht verschont worden. Torfstich erfolgte im Büsselimoos höchstwahrscheinlich keiner oder dann nur in geringstem, nicht mehr erkennbaren Ausmass. Im Lörmoos wurde dagegen in der Mitte des 19. Jh. Torf gewonnen, wohl durch Sträflinge des Zuchthauses Bern. Wie der damalige Naturschutzinspektor Karl Ludwig Schmalz (1977) klar begründen konnte, erfolgten die von Historikern beschriebenen äusserst umfangreichen Torfgewinne des Burgerspitals Bern im 18. Jh. im sog. «Möösli in der Löhr» in Moorflächen rund 1 km westlich des Lörmooses. Eine massive Wasserabsenkung im Lörmoos von 1917 wurde gemäss Grossenbacher nach der Unterschutzstellung von 1947 nicht rückgängig gemacht.

Erhebliche Eingriffe im Büsselimoos betreffen auch den Wasserstand. Früher war dieser im Büsselimoos zeitweise viel höher als heute. Nach Baumann und Leupold brüteten vor 1939 sogar Stockenten und Blässhühner. Aber es wurde auch immer wieder versucht, das Moor trockenzulegen; davon zeugen die angelegten Gräben. Gegenwärtig wird sowohl zusätzlich Wasser hinzugefügt als auch Wasser abgeführt. Baumann und Leupold halten bereits 1939 fest, dass das Büsselimoos durch einen von der landwirtschaftlichen Schule Rütti, nach Landeskarte etwas vor 1930, angelegten Abflussgraben aus dem «Beerimoos» (= Riedere(n)moos) gespiesen werde *(Abb. 2a–b),* der den Wasserstand beeinflusse. Ihre zusätzliche Bemerkung, dass das für die chemische Beschaffenheit des Büsselimooses keine Bedeutung habe, da auch dieses ein Hochmoor sei, dürfte für damals gegolten haben – für heute stimmt dies aber nicht mehr, wie gleich erläutert wird. Einen weiteren, heute funktionslosen, Entwässerungsgraben gibt es auf der Südwestseite des Büsselimooses; früher gab es ihn auch entlang des südlichen und östlichen Bereichs *(Abb. 2b,* blau punktiert). Dieser hatte im südlichen Bereich evtl. Anschluss an einen kurzen Graben Richtung heutigem Versickerungsschacht (siehe Landeskarten 1930 bis 1953) *(Abb. 2).* Zusammen mit dem Rohrleitungssystem wurden zwei Auffangschächte und ein 12 m tiefer Versickerungsschacht erstellt. Dieser wurde durch einen ca. 50 m langen Graben mit dem Büsselimoos verbunden. Hier durch führt auch eine Röhre vom Schacht ins Moor.

Der Eingriff beim Riederemoos ist anhand der Luftaufnahmen gut zu sehen *(Abb. 10).* 1931 sind beim doppelt so grossen Riederemoos im Waldinnern kaum Eingriffe zu erkennen – etliche locker verteilte Holzgewächse sind im Gegensatz zum Büsselimoos vorhanden. In der Landeskarte von 1929 ist jedoch der in *Abb. 2* eingetragene Entwässerungsgraben im Waldinnern vom Riedere- zum Büsselimoos bereits eingezeichnet. 1938 sind mehrere bei Baumann & Leupold (1939) erwähnte Entwässerungsgräben bewerkstelligt. Schmidlin, der Präsident des Bernischen Entomologischen Vereins, klagte 1947: «Mit grossem Bedauern musste im Frühjahr festgestellt werden, dass das Riederenwaldmoor bei Herrenschwanden, ein günstiger Fangplatz [für Insekten] in der Nähe Berns, der letzten Anbauetappe zum Opfer gefallen war.» Luftbilder von 1946 und 1947 zeigen, dass während des Zweiten Weltkrieges das Gebiet gerodet und drainiert wurde. Seither wird dort sowohl intensive Landwirtschaft betrieben als auch eine Ökowiese gepflegt. In den 1950er-Jahren wurde das Drainagesystem stark erweitert. Seither wird das Drainagewasser direkt durch eine Röhre in das erwähnte Schachtsystem beim Büsselimoos geleitet. Damit gelangt heute bei starken Niederschlägen von da aus sicher mit Dünger belastetes Wasser via die Verbindungsgrabenröhre ins Moor. Durch die verzögerte Versickerung im Schacht wird bei langanhaltenden starken Regenfällen das Büsselimoos über längere Zeit um bis mehrere Dezimeter überschwemmt und somit mit unerwünschten Nährstoffen versehen (Haab 2013, *Abb. 11).*

1983 wurde das Büsselimoos nach langen Bemühungen unter kantonalen Schutz gestellt (Forter 1984). Viele waren daran beteiligt: Mitglieder der Naturschutzkommission der Naturforschenden Gesellschaft Bern mit Otto Hegg als Präsidenten, Vertreter der Gemeinde Kirchlindach und Bremgarten und das Naturschutzinspektorat des Kantons Bern, das den Schutz vollziehen konnte. Die beiden Grundeigentümer hatten schliesslich eingewilligt, das Moor unter Schutz stellen zu lassen, nachdem Paul Ingold Kontakt aufgenommen und mit ihnen verhandelt hatte. Früheren Schutzbestrebungen hatten sie stets eine Absage erteilt.

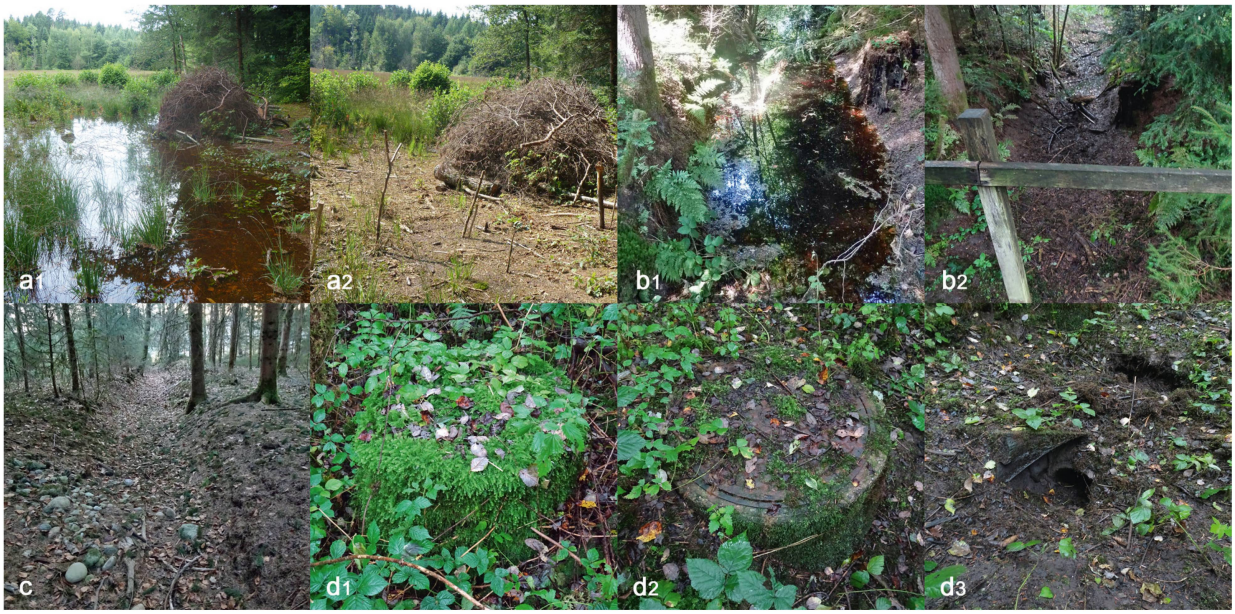

Abb. 11: Wasserstandsschwankungen im Büsselimoos.
a) Hochwasserstand nach Regenphase am 5.8.2021. Am 20.8.2021 hatte sich das Wasser nach einer Regenpause zurückgezogen.
b) Hochwasserstand am 5.8.2021 im Verbindungsgraben vom Moos zum Sickerschacht. Derselbe Graben am 26.9.2021; das Wasser hatte sich wieder zurückgezogen.
c) Blick in den alten Entwässerungsgraben vom Ex-Riederemoos, welcher eine Rohrleitung enthält.
d) Zwei überwachsene Sickerschächte und ein Überlauf im 12 m tiefen Schacht zeugen nicht von Kontrolle und Pflege.
Fotos: P. Ingold, G. Adamek.

Einerseits will man der Bevölkerung das Moor nahebringen, anderseits muss man es auch vor ihr schützen, einerseits greift man mit massiven Pflegemassnahmen im Schutzgebiet ein, anderseits schiebt man notwendige «Wiedergutmachungs»-Massnahmen (v. a. verhindern, dass weiterhin Drainagewasser vom Riederemoos ins Büsselimoos gelangt), da schwieriger zu realisieren, seit Jahrzehnten auf die lange Bank.

Seit der angenommenen eidgenössischen Moorschutzinitiative müssen Flach- und Hochmoore von nationaler Bedeutung unter Schutz gestellt und nötigenfalls gepflegt werden. Um das Büsselimoos der Bevölkerung näherzubringen, wurde Mitte der 1980er-Jahre im südöstlichen Bereich mittels abgestützten halbierten Föhrenstämmen ein einfacher Pfad quer durch das Moor angelegt (Lehmann 1984). Er erlaubte den Blick ins nahe zentrale Hochmoor. Dieser Pfad wurde nicht zuletzt aufgrund der aufgetretenen Trittschäden wieder aufgehoben und rund 20 Jahre später durch den zuvor erwähnten Steg mit Aussichtsplattform im südwestlichen Bereich des Moors ersetzt; dieser erreicht den interessantesten Teil des Hochmoores nicht, ermöglicht aber einen schönen Überblick über das ganze Gebiet *(Abb. 12a)*.

Das Betreten des Moors ist verboten. Was zu sehen wäre, steht an den Stelen im Nordost-Bereich des Moores. Der Zugang ist dem Besucher seit dem Winter 2020/2021 sowieso durch eine 30 m lange Holzbarrikade aus gefällten Bäumen des Übergangs zum Nutzwald mit darübergelegtem Brombeer-«Stacheldraht» verwehrt *(Abb. 12b)*.

Zwei in Auftrag gegebene Untersuchungsberichte der Ökobüros Puls (Peter & Urech 1998) und Naturplan (Haab 2013) sprechen Klartext bzgl. Missstände. Deren vorgeschlagenen Verbesserungsmassnahmen wurden teilweise befolgt. Die alles entscheidende Wasserregulation, zu der diverse Varianten vorliegen, wird – wie oben erwähnt – vor sich hergeschoben. Der einzige Trost, der

Abb. 12: Besucherlenkung und Pflegemassnahmen im Büsselimoos.
a) Links: Pfad aus halbierten Föhrenstämmen im südöstlichen Teil des Moors. In den 1980er-Jahren erstellt, anfangs der 1990er-Jahre aufgehoben. (Infrarot-Luftbild Swisstopo von 1992, Geo Admin CH 2021b). Rechts: Steg und Aussichtsplattform im Südwesten des Moors, im Jahre 2011 erstellt.
b) Links: Arbeitsgruppe bei winterlichen Rodungsmassnahmen am 14.2.2017. Rechts: Seit Winter 2020/21 steht eine 30-m-Barrikade aus Rodungsmaterial im Bereich der Informationsstelen – wohl um Menschen vom Eindringen ins Moor abzuhalten.
Fotos: P. Ingold, G. Adamek.

vordergründig relativ gute Zustand des Büsselimooses zeigt auf, welch enorme Pufferkapazität das Moor bezüglich Nährstoffabsorbierung und Wasserstandsschwankungen aufweist. Überschwemmungen wie auch ein zu tiefer Wasserstand, wirken sich jedoch negativ auf das *Sphagnum*-Wachstum aus.

Die auf der Exkursion gestellte Frage, ob man ein solches Ökosystem nicht einfach der Natur überlassen sollte, mag berechtigt sein. Wie Ingold klarstellte, gibt es hier keine objektiven Kriterien. Eines sei aber klar: Im jetzigen Zustand würde es ohne Pflege rasch verbuschen, seltene Pflanzen würden verschwinden. Hochmoore seien zudem Archive aus vergangenen Zeiten, wie Erika Gobet eindrücklich aufgezeigt habe. Auch aus diesem Grund sind die letzten Reste dieser Ökosysteme unbedingt zu erhalten.

Obwohl Moore lediglich drei Prozent der globalen Landfläche einnehmen, binden sie bei der Torfbildung gemäss NABU (2022) ein Drittel des terrestrischen Kohlenstoffes – doppelt so viel wie alle Wälder dieser Erde zusammen. Doch durch das sich anbahnende Auftauen der arktischen Permafrostböden werden vermehrt CO_2 und Methan durch bakteriellen Torfabbau frei werden (DKK 2022). Im nördlichen Deutschland wird im grösseren Stil und in der Schweiz im kleineren Rahmen versucht, durch Vernässung Moorgebiete zu regenerieren

(Proff & Furtak 2022, BAFU 2009). So ist zu hoffen, dass auch im Büsselimoos bald einmal der Wasserhaushalt verbessert wird. Während die noch existierenden grossen Moorgebiete der borealen Zone eine globale Bedeutung haben, sind Moore wie das Büsselimoos nicht zu unterschätzen bezüglich ihrer lokalen Bedeutung. Das Büsselimoos ist und bleibt ein erhaltenswertes Bijou und ist ein Natur-Denkmal, das uns weiterhin Freude bereiten und zum Denken anregen soll. Als isolierte Habitatsinsel im «riesigen Meer» antropogen völlig veränderter Landschaften bietet es auch die Möglichkeit an, Forschungsprojekte in Angriff zu nehmen, die auch im grösseren Rahmen von Interesse sein könnten.

Dank

Herzlichster Dank geht an Paul Ingold, welcher diverses Material und Informationen zur Verfügung gestellt und mit grösster Sorgfalt den Bericht korrigiert hat. Bestens bedanke ich mich bei Erika Gobet und Christoph Schwörer für die Durchsicht des paläoökologischen Kapitels und für zur Verfügung gestellte Klimadaten. Nebst Paul Ingold danke ich Françoise Alsaker, Muriel Bendel, Ueli Maag, Paul Martignoli und Kurt Grossenbacher für die überreichten Fotos – Letzterem auch für die GPS-Daten. Ursula Ohnewein-Leupold danke ich bestens für das Zurverfügungstellen der sorgsam aufbewahrten Präparate ihres Vaters. Ruedi Keller lieferte Informationen zum Entwässerungssystem und führte eine Feldbegehung durch – herzlichen Dank.

Vom Winde verweht.

Literatur

BAFU (2009) Regeneration von Hochmooren. BAFU, Bern. 96 p. https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/biodiversitaet/publikationen-studien/publikationen/regeneration-von-hochmooren.html

Bagutti B. & Hofmann H. (2007) Die Moose des Kantons Bern (Schweiz). Cryptogamica Helvetica 21. 320 p.

Baranyai B. & Joosten H. (2016) Biology, ecology, use, conservation and cultivation of round-leaved sundew (Drosera rotundifolia L.): a review. Mires and Peat 18(18): 1–28. http://mires-and-peat.net/media/map18/map_18_18.pdf

Baumann F. & Leupold U. (1939) Büsselimoos. Unveröffentliche Arbeit von Gymnasiasten des Gymnasiums Kirchenfeld Bern. 52 p.

Berger E. (1970) Das «Büsslimoos» im Riederenwald, Gemeinde Kirchlindach. Vegetationsaufnahme vom 23.6.1970. Bericht zuhanden des Naturschutzinspektorats des Kantons Bern. Auszug davon in: Mitt. Naturf. Ges. Bern 41: 29–32. In: FORTER D. (1984). https://www.e-periodica.ch/cntmng?pid=mnb-002%3A1984%3A41%3A%3A7

Bühlmann F. (1918) Die ersten Torfgrabungen im Bernbiet. Blätter für bernische Geschichte, Kunst und Altertumskunde 14: 81–91. https://www.e-periodica.ch/digbib/view?pid=bbg-001:1918:14::380#91

Dalby A. (2009) Cheese: A Global History. Reaktion Books, London. 152 p.

Darwin C. (1875/1976) Insectivorous Plants. Murray, London. 462 p. http://darwin-online.org.uk/content/frameset?pageseq=14&itemID=F1217&viewtype=text / Insectenfressende Pflanzen. Schweizerbart, Stuttgart. 412 p. https://de.wikisource.org/wiki/Insectenfressende_Pflanzen

DKK (2022) Permafrost und Ozeanerwärmung. Deutsches Klima Konsortium. https://www.deutsches-klima-konsortium.de/de/klimafaq-6-1.html

Düggeli M. (1903) Pflanzengeographische und wirtschaftliche Monographie des Sihltales bei Einsiedeln. Arbeiten bot. Mus. eidg. Polytech. Bd. 11. Vierteljahrsschrift d. Naturf. Ges. Zürich 48: 49–270. https://www.ngzh.ch/archiv/1903_48/48_1-2/48_3.pdf

Ellenberg H. (1996) Vegetation Mitteleuropas mit den Alpen. 5. Aufl. Ulmer, Stuttgart. 1096 p.

Fleischmann A. (2016) Olfactory prey attraction in *Drosera?* Carnivorous Plant Newsletter 45: 19–25. https://cpn.carnivorousplants.org/articles/CPNv45n1p19_25.pdf

Food G., Rice S.P. & Millett J. (2014) Red trap colour of the carnivorous plant Drosera rotundifolia does not serve a prey attraction or camouflage function. Biol. Lett.10: 20131024. http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2013.1024

Forter D. (1984) Büsselimoos. Mitt. Naturf. Ges. Bern 41: 28–32. In: Naturschutzinspektorat des Kantons Bern. Bericht 1983.https://www.e-periodica.ch/cntmng?pid=mnb-002%3A1984%3A41%3A%3A7

Früh J. & Schröter C. (1904) Die Moore der Schweiz mit Berücksichtigung der gesamten Moorfrage. Beitr. Geol. Schweiz. Geotechn. Serie III. Lief. Bern. Francke, Bern. 750 p. + 4 Tafeln + Karte. https://www.digitale-bibliothek-mv.de/viewer/image/PPN838250610/1/

Geo Admin CH (2021a) BAFU online-Karte der Moorlandschaften, Flachmoore, Hochmoore der Schweiz. Swisstopo, Bern. https://map.geo.admin.ch/?topic=bafu&lang=de&bgLayer=ch.swisstopo.pixelkarte-grau&E=2667948.91&N=1212046.15&zoom=1&layers=ch.bafu.bundesinventare-moorlandschaften,ch.bafu.bundesinventare-flachmoore,ch.bafu.bundesinventare-hochmoore&layers_opacity=0.75,0.75,0.75

Geo Admin CH (2021b) Luftbilder. Swisstopo, Bern https://map.geo.admin.ch/mobile.html?lang=de&topic=luftbilder&bgLayer=ch.swisstopo.swissimage&layers=ch.swisstopo.lubis-luftbilder_schwarzweiss,ch.swisstopo.lubis-luftbilder_farbe,ch.swisstopo.lubis-luftbilder_infrarot&layers_timestamp=99991231,99991231,99991231&catalogNodes=1179,1180,1186&E=2599024.70&N=1203795.11&zoom=8&mobile=true

Gerber E. (1927) Geologische Karte von Bern und Umgebung 1:25 000. Kümmerly & Frey, Bern.

Grossenbacher K. (1980) Die Hoch- und Übergangsmoore des Kantons Bern: Eine Übersicht. Mitt. Naturf. Ges. Bern 37: 81–130. http://doi.org/10.5169/seals-319614

Grossenbacher K. (1981) Das Büsselimoos. Bericht zuhanden des Naturschutzinspektorats des Kantons Bern.

Grosvernier P. & Staubli P. (Hrsg.) (2009) Regeneration von Hochmooren. Grundlagen und technische Massnahmen. Bundesamt für Umwelt, Bern. 96 p. https://www.bafu.admin.ch/bafu/de/home/themen/biodiversitaet/publikationen-studien/publikationen/regeneration-von-hochmooren.html

Grünig A., Vetterli L. & Wildi O. (1986) Die Hoch- und Übergangsmoore der Schweiz. Eidg. Anstalt forstl. Versuchswesen, Birmensdorf. 62 p. https://infohabitat.ch/wp-content/uploads/Die-Hoch%C2%B7-und-Uebergangsmoore-der-Schweiz-WSL-2.pdf

Haab R. (2013) Faktenblatt Moorhydrologische Situation und Optimierung «Büsselimoos». Teil eines Berichtes zuhanden des Naturschutzinspektorates des Kantons Bern.

Häberli A. (1918) Biologische Untersuchungen im Löhrmoos. Ein Beitrag zur Kenntnis der schweizerischen Moorfauna. Rev. Suisse Zool. 26: 147–231. https://www.biodiversitylibrary.org/item/40641#page/7/mode/1up

Hänggi A. & Maurer R. (1982) Die Spinnenfauna des Lörmooses bei Bern: ein Vergleich 1930/1980. Mitt. Nat.forsch. Ges. Bern 39: 159–183. http://doi.org/10.5169/seals-318484

Hartmeyer I. & Hartmeyer S.R.H. (2016) Tentakel-Dimorphismus bei Drosera rotundifolia. https://www.youtube.com/watch?v=2Mar9FhJMI4

Holm H.J. (2009/2010) Synopse der Stratigrafien der Grönland-Temperaturanzeiger. / Klimaentwicklung des Holozäns aus zwei Klima-Anzeigern grönländischer Eisbohrkerne. In: Archäologisches Lexikon – Kaltzeiten und Warmzeiten bis heute. http://www.landschaftsmuseum.de/Seiten/Lexikon/Klima-3.htm

Holzapfel M. (1937) Die Spinnenfauna des Löhrmooses. Rev. Suisse Zool. 44: 41–70. https://www.biodiversitylibrary.org/item/267819#page/55/mode/1up

Ingold-Tardent P. & Lutz M. (2011) Das Büsselimoos – ein Zeuge der Eiszeit. Mitt. Nat.forsch. Ges. Bern 68: 81–112. http://doi.org/10.5169/seals-324185

Isler (2005) Geologischer Atlas der Schweiz 1:25000 Blatt 1166 Bern. Mit Erläuterungen 56 p. + 1 Tafel.

Kostka J.E., Weston D.J., Glass J.B., Lilleskov E.A., A. Jonathanshaw A.J. & Turetsky M.R. (2016) The Sphagnum microbiome: new insights from an ancient plant lineage. New Phytologist 211: 57–64. https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/nph.13993

Krueger T.A., Cross A.T., Hübner J., Morinière J., Hausmann A. & Fleischmann A. (2022) A novel approach for reliable qualitative and quantitative prey spectra identification of carnivorous plants combining DNA metabarcoding and macro photography. Scientific Reports 12: Article 4778. https://doi.org/10.1038/s41598-022-08580-8

Küchler M., Küchler H., Bergamini A., Bedolla A., Ecker K., Feldmeyer-Christe E., Graf U. & Holderegger R. (2018) Moore der Schweiz. Zustand, Entwicklung, Regeneration. Bristol-Stiftung, Zürich. Haupt, Bern. 258 p.

Lang G. (1984) Quartäre Vegetationsgeschichte Europas. Methoden und Ergebnisse. Fischer, Jena. 462 p.

Lehmann, P. (1984) Projekt Wegbau im Naturschutzgebiet Büsselimoos; Gemeinde Kirchlindach, Kanton Bern. Bericht zuhanden des Naturschutzinspektorats des Kantons Bern.

Lesquereux L. (1844) Quelques recherches sur les marais tourbeux en général. Wolfrath, Neuchâtel. 307 p. https://www.e-rara.ch/zut/content/titleinfo/23296252

MacKinnon D., Cumbers A., Pike A., Birch K. & McMaster R. (2009) Evolution in Economic Geography: Institutions, Political Economy, and Adaptation. Economic Geography 85(2): 129-150. https://doi.org/10.1111/j.1944-8287.2009.01017.x

NABU (2022) Die unterschätzen Klimaschützer – Moore als Klimaspeicher. https://www.nabu.de/natur-und-landschaft/moore/moore-und-klimawandel/13340.html

Ortner B. (2017) Beschalte Amöben (Testaceen) und Zieralgen (Desmidiaceae) des Sphagnetums einiger österreichischer Moore. Beitr. Naturk. Oberösterreichs 24: 1–139. https://www.zobodat.at/pdf/BNO_0024_0001-0139.pdf

Overbeck F. (1975) Botanisch-geologische Moorkunde unter Berücksichtigung der Moore Nordwestdeutschlands unter besonderer Berücksichtigung der Moore Nordwestdeutschlands als Quellen zur Vegetations-, Klima- und Siedlungsgeschichte. Wachholtz, Neumünster. 719 p.

Peter K. & Urech M. (1998) Naturschutzgebiet Nr. 4.1.1.141 Büsselimoos, Pflegeplanung zuhanden des Naturschutzinspektorates des Kantons Bern.

Poppinga S., Hartmeyer S.R.H., Seider R., Masselter T., Hartmeyer I. & Steck T. (2012) Catapulting Tentacles in a Sticky Carnivorous Plant. PLOS ONE 7(9): e45735. https://journals.plos.org/plosone/article/file?id=10.1371/journal.pone.0045735&type=printable

Pritzel A. & Jessen C. (1882) Die deutschen Volksnamen der Pflanzen. Neuer Beitrag zum deutschen Sprachschatze. Cohen, Hannover. 701 p. https://ia800202.us.archive.org/31/items/diedeutschenvol00pritgoog/diedeutschenvol00pritgoog.pdf

Proff I. & Furtak S. (2022) Paludikultur. Nasse Landwirtschaft. Spektr. Wiss. 22(1): 32–40. https://www.spektrum.de/magazin/paludikultur-nasse-landwirtschaft/1950061

Rey F., Gobet E., Schwörer C., Hafner A., Szidat S. & Tinner W. (2020) Climate impacts on vegetation and fire dynamics since the last deglaciation at Moossee (Switzerland). Clim. Past 16: 1347–1367. https://cp.copernicus.org/articles/16/1347/2020/

Schimper G.P. / W.P. (1857/1858) Mémoire pour servr àl'histoire naturelle des sphaignes (Sphagnum L.) 96 p. + 24 planches. Imprimerie Impériale, Paris. https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k98640n.texteImage / Versuch einer Entwickelungs-Geschichte der Torfmoose (Sphagnum) und einer Monographie der in Europa vorkommenden Arten dieser Gattung. 96 p. + 27 Tafeln. Schweizerbart, Stuttgart. https://www.biodiversitylibrary.org/item/48011#page/1/mode/1up

Schmidlin A. (1947) Jahresbericht 1946. Entomologischen Verein Bern. Mitt. Entomol. Ges. Schweiz 20: 537-538. https://www.e-periodica.ch/cntmng?pid=seg-001%3A1946%3A20%3A%3A783

Schönborn W. (2003) Lehrbuch der Limnologie. Schweizerbart, Stuttgart. 588 p.

Sitte P., Ziegler H., Ehrendorfer F. & Bresinsky A. (1998) Strasburger – Lehrbuch der Botanik für Hochschulen. 34. Aufl. Fischer, Stuttgart. 1007 p.

Spearing (1972) Cation-Exchange Capacity and Galacturonic Acid Content of Several Species of Sphagnum in Sandy Ridge Bog, Central New York State. Bryologist 75:154–158. https://www.jstor.org/stable/3241443

Succow M. & Joosten H. (2001) Landwirtschaftsökologische Moorkunde. 2. Aufl. Schweizerbart, Stuttgart. 622 p.

Thorén L.M., Tuomi J., Kämäräinen T. & Laine K. (2003) Resource availability affects investment in carnivory in Drosera rotundifolia. New Phytologist 159: 507–511. https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1046/j.1469-8137.2003.00816.x

Von Haller A. (1768) Historia stirpium indigenarum Helvetiae inchoate. Tomus Primus. Societatis Typographicae, Bernae. 204 p. https://www.e-rara.ch/zut/doi/10.3931/e-rara-18980

Wegmüller S. (1970) Stratigraphie einer Bohrung im Lörmoos vom 9.10.1970 anlässlich einer Exkursion mit Studierenden. Unpubliziert.

Welten M. (1982) Lörmoos. In: Vegetationsgeschichtliche Untersuchungen in den westlichen Schweizer Alpen: Bern–Wallis. Denkschriften Schweiz. Naturf. Ges. Textheft und Diagrammheft. Birkhäuser, Basel. 104 p. + 41 p. https://epic.awi.de/id/eprint/30065/4/welten1b.pdf und https://epic.awi.de/id/eprint/30065/1/welten-diagramme3.pdf

Zhao W., Li Z., Hu Y., Wang M., Zheng S., Li Q., Wang Y., Xu L., Li X., Zhu R., Reski R. & Sun Y. (2019) Development of a method for protonema proliferation of peat moss (Sphagnum squarrosum) through regeneration analysis. New Phytologist 221: 1160–1171. https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/nph.15394

ZAMG (2022) Paläoklima 20 000 Jahre. Der Übergang in die Warmzeit. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik Wien. https://www.zamg.ac.at/cms/de/klima/informationsportal-klimawandel/klimavergangenheit/palaeoklima/20.000-jahre

Zwahlen R. (1985) Lörmoos – Late-glacial and holocene environments of an ancient lake on the Central Swiss Plateau. Diss. Bot. 87: 171–184. In: Lang G. (Ed.) (1985) Swiss lake and mire environments during the last 15 000 years. Cramer, Vaduz.

Kontakt zum Autor: g.adamek@bluewin.ch