Die Höhengrenzen der Verlandung und des Moorwachstums in den Alpen

Von Helmut Gams, Innsbruck.

(Mit 3 Abbildungen im Text und 6 Tafeln)

Trotz der raschen Entwicklung, welche die Lehre von den Seentypen (regionale Limnologie) durch Thienemann, Naumann, Lundquist, Thunmark u. a. und den Moortypen (regionale Moorforschung) durch C. A. Weber, Br. Tacke, Sernander, Cajander, L. v. Post, H. Osvald u. a. genommen hat, wird der klimatischen Begrenzung der einzelnen Verlandungs- und Vermoorungstypen noch immer zu wenig Beachtung geschenkt. Gesetzmäßigkeiten, die an einzelnen Gewässern und Mooren beobachtet worden sind, werden noch immer von Geographen, Geologen und auch Biologen als allgemeingiltig hingestellt und ihre Gebundenheit an ein bestimmtes Klima übersehen.

In mehreren Arbeiten habe ich seit 1923, ausgehend von den Werken Klinges, Webers, Frühs und Schröters, von Posts u. a. gezeigt, daß einerseits Mudde- und Moorbildungen in den Alpen viel verbreiteter sind und erheblich höher hinaufreichen, als bisher bekannt war, daß aber die Höhengrenzen des Moorwachstums wesentlich tiefer liegen, als früher angenommen wurde. Dasselbe will ich zunächst für die Verlandung der Seen des Alpengebiets belegen. Die ausführliche Vergleichung mit anderen See- und Moorgebieten und die Erörterung der einzelnen klimatischen Ursachen muß späteren Arbeiten mit den erforderlichen Karten und Tabellen vorbehalten bleiben.

I. Die Höhengrenze der biogenen Verlandung im Alpengebiet.

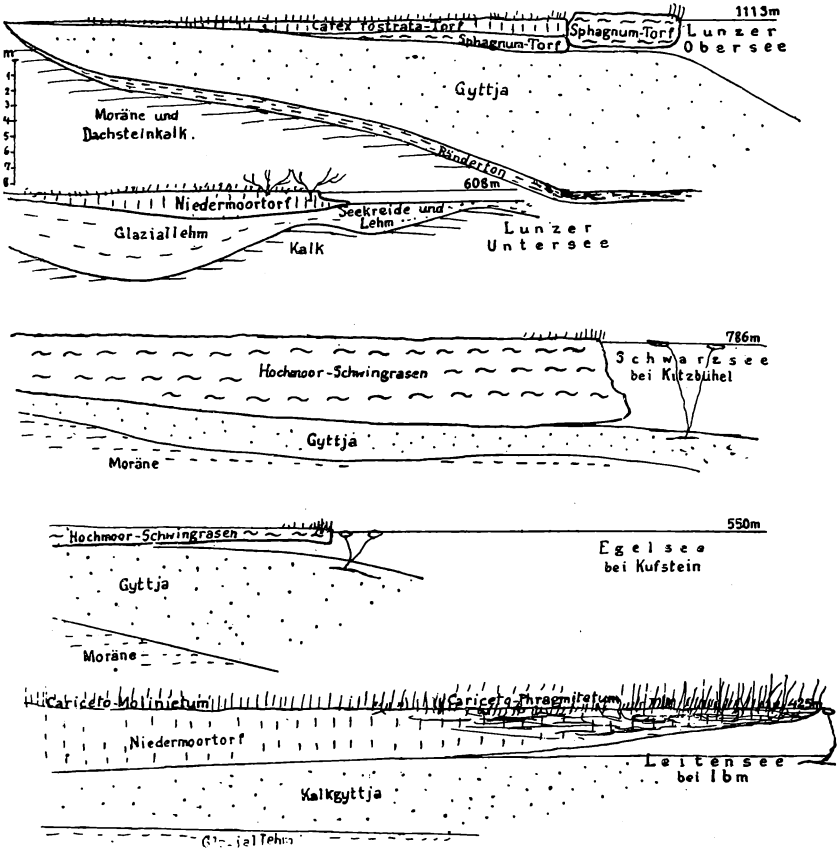
„Verlandung" wird in sehr verschiedenem Sinn gebraucht. Im weiteren Sinn (= Erblindung nach Früh) umfaßt sie alle Vorgänge, die zum Verschwinden offener, stehender Gewässer führen, also sowohl die rein anorganogenen der Landhebung, des Auslaufens, der minerogenen Auffüllung oder Zuschüttung (Anlandung) usw. wie auch die organogenen der Überwachsung durch schwimmende Pflanzendecken (Hydrochariten, Pleuston, Lemniden), der organogenen Sedimentation (Bildung von Mudden einschließlich

Plankton-Gyttja, Dy und eigentlichem Faulschlamm oder Sapropel) und des aktiven Vordringens von Limnophyten- und Helophytenvereinen (Verkrautung, Verwachsung). Die beiden letztgenannten Vorgänge bilden die biogene Verlandung im engeren Sinn und lassen sich schon deswegen nicht scharf trennen, weil durch den Druck der Schwingrasen die liegende Mudde seewärts gedrückt und durch das Anwachsen der Mudde wiederum die Verwachsung beschleunigt wird.

Es muß gleich dem Vorurteil entgegengetreten werden, als ob alle Limnophyten- und Helophytenvereine, die ja in Form von Isoeteten, Magnocariceten, Eriophoreten usw. auch in oligotrophen und dystrophen Gewässern der Arktis und alpinen Stufe weitverbreitet sind, „Verlandungsbestände" seien, wie immer wieder stillschweigend angenommen wird, obgleich schon Dau, Steenstrup, Lesquereux u. a. die große Mannigfaltigkeit der moorbildenden Vorgänge wenigstens teilweise erkannt haben.

Zunächst ist festzustellen, daß mindestens in den meisten oligotrophen Seen von biogener Verlandung nur dort die Rede sein kann, wo Spiegelsenkungen oder Anlandung die Wassertiefe verringert haben. Viele Limnophyten- und Amphiphytenvereine, vor allem die der „Isoetiden" *(Isoetes, Litorella, Subularia, Lobelia Dortmanna* usw., vgl. Donat und Samuelsson) sind geradezu an Gewässer gebunden, in denen die biogene Verlandung nicht fortschreitet. In den dystrophen Moorgewässern kommt Überwachsung durch schwimmende Moordecken und damit die Bildung von „Wasserkissen" viel häufiger vor als selbst in eutrophen Gewässern, in denen, wie ich 1927 gezeigt habe, die simultane Schwingrasenbildung (im Sinne Frühs und Schröters) häufiger ist als die succedane, in den meisten Fällen infolge einer natürlichen oder künstlichen Spiegelsenkung und nachfolgenden Hebung. Auch die Verwachsung durch Helophyten schreitet keineswegs so allgemein als biotische Sukzession fort, wie immer wieder behauptet wird, sondern ist zunächst fast ganz auf eutrophe bis mesotrophe Gewässer beschränkt. Die Verfolgung dieses Vorgangs durch pollenanalytisch datierte Linienprofile, wie sie zuerst in Schweden von Post, Sandegren, Sundelin und besonders Lundquist, in Finnland Auer und Aario, im Alpengebiet zuerst der Verfasser und seine Schüler vorgenommen haben, hat weiter ergeben, daß selbst in eutrophen bis mesotrophen Gewässern die biogene Verlandung weder räumlich noch zeitlich so allgemein verbreitet ist, wie früher angenommen wurde. Vielmehr ist ein großer Teil der an den Seeufern bestehenden Zonationen entweder stabil oder sogar regressiv. Das ist der Grund, weshalb an den meisten Gebirgsseen Mitteleuropas und an den meisten Seen Nordeuropas eine

künstliche „Entlandung“, wie sie mit besonderem Nachdruck Bugow und Röhler an norddeutschen Teichen gefordert und betrieben haben, ebenso unbekannt wie sinnlos ist.



Schwingrasenufer am Leitensee bei Ibm (424 m), Egelsee bei Kufstein (560 m), Schwarzsee bei Kitzbühel (786 m), Lunzer Untersee (608 m) und Lunzer Obersee (1113 m).

Ob eine Zonation an See- oder Teichufern progressiv oder regressiv ist, läßt sich meist schon ohne Dauerbeobachtung und pollenanalytische Datierung durch bloßen Augenschein erkennen. Regressive Torfufer, besonders regressive Schwingrasen fallen gegen das offene Wasser mit einem mehr oder weniger steilen Erosionsrand mit nacktem oder nur algenbekleidetem Torf ab (Fig. 1), wogegen progressive allmählich seewärts mit Leghalmen und oft auch Pleustonvereinen auskeilen, ohne daß nackter Torf entblößt wird.

Stabile Schwingrasenränder haben meist einen verdickten Rand mit vom übrigen Schwingrasen abweichender Vegetation (oft mit *Molinia, Calamagrostis lanceolata, Carex diandra, Trichophorum alpinum, Comarum, Peucedanum palustre usw.* (s. Fig. 7 und 8). Erosionserscheinungen, die wohl in den meisten Fällen durch das Wintereis, in den Gebirgen nur selten auch durch Wind und Wellen erzeugt werden, fehlen dann oft ganz.

Als ich 1921 mit R. Nordhagen die Moorufer der Osterseen (Würmgebiet 588 m, Fig. 9) mehr regressiv als progressiv fand und 1924 bis 1927 feststellte, daß nicht nur am Lunzer Obersee (Ybbsgebiet 1113 m, Fig. 1 u. 6), sondern auch am Lunzer Untersee (608 m, Fig. 4) die Ränder seines Schwingsrasens und des Röhrichts teils stabil, teils regressiv sind, war ich sehr überrascht, habe jedoch seither festgestellt, daß solche Erscheinungen keine Ausnahmen sind, sondern durchaus der Regel entsprechen. Zum Beleg stelle ich mir größtenteils aus eigener Anschauung bekannte Fälle geordnet nach Flußgebieten und Höhe zusammen und beginne mit dem von mir und meinen Schülern in den letzten 12 Jahren am meisten untersuchten Inngebiet.

Seen des Inngebiets.

Die meisten der über der Baumgrenze gelegenen Seen, sowohl der ungezählten Karseen, wie der kleinen Rundhöckerseen auf Trogschultern und Pässen, zeigen keinerlei „Verlandungsbestände", wenn man nicht die schwimmenden Watten von *Drepanocladus exannulatus*, die ich in Seen des obersten Oetztals bis über 2900 m fand und die schon Pfeffer im Oberengadin bis 2570 m gesehen hat, dazu zählen will. *Eriophorum Scheuchzeri*, das Schröter und ihm folgend Rübel u. a. für den „wichtigsten Verlander der alpinen Stufe" hielten, erreicht im oberen Ötztal 2820 m, im Oberengadin 2893 m, bildet aber weder in den Alpen noch in der Arktis, wo es zirkumpolar verbreitet ist, Torf, sondern besiedelt in erster Linie durch rein minerogene Anlandung entstandene Sander, in vielen Fällen aber auch in der postglazialen Wärmezeit gewachsene, heute erodierte und zugesandete Torflager. Das ist z. B. am Platteiboden über Vent 2725 m der Fall, wo noch heute *Sphagnum acutifolium, recurvum* und *compactum* mit *Trichophorum caespitosum, Eriophorum vaginatum, Scheuchzeri und angustifolium* wachsen und durch einen Moorausbruch, den höchsten mir bisher bekannten, ein seichtes Seelein enstanden ist (Fig. 4).

Als Beispiel besonders ausgedehnter, ganz an diejenigen Grönlands erinnernder *Eriophoreta Scheuchzeri* nenne ich die am Lagalbsee in der Bernina 2400 m, den Rübel (1912 S. 191) „ein

wundervolles Beispiel der Verlandung" nennt und dessen Vegetation mit ihren „50 cm hohen Torfhügeln, hauptsächlich von *Carex Goodenowii* gebildet", *Eriophorum angustifolium* und *Trichophorum caespitosum* auf bloßgelegtem, somit nicht mehr wachsendem Torf teils an die des Platteibodens, teils mit ihrem „Wald von *Eriophorum Scheuchzeri*" an die der eigentlichen Berninaseen und der Finstertaler Seen zwischen Oetztal und Sellrain (2240—2258 m) erinnern. Die dortigen *Eriophoreta Scheuchzeri* wurzeln wie viele andere auf nacktem, durch Anlandung wachsendem Glimmersand und haben mit biogener Verlandung nichts zu tun.

Von den Limnophyten sah ich die in den Alpen und wohl ganz Eurasien am höchsten steigende Art *Ranunculus confervoides* im Oberengadin auf Mortels bis 2630 m.

Der höchste See unter den mir im Inngebiet bekannten, der eine reichere Helophytenvegetation aufweist, ist der kreisrunde Gschnitzer Rohrsee (Fig. 5) 2075 m. Er wird von Schwingrasen mit *Sphagneta recurvi*, *Carex rostrata* und *magellanica* umsäumt, hat schwimmende Inseln aus z. T. nacktem Torf und ist, wie mein Mitarbeiter Sarnthein (1936 S. 585) gezeigt hat, erst durch den Ausbruch eines in der späteren Wärmezeit gewachsenen Moores entstanden. Das Schilfrohr *(Phragmites)* scheint auch in der Wärmezeit in Tirol nicht so hoch gereicht zu haben, wächst aber noch heute, wenn auch kümmerlich, mit *Carex rostrata* im Grünen See bei Nauders 1842 m (noch höher außerhalb des Inngebiets im Münstertal bis 1900 und bei Arosa bis 1910 m) und im Statzer See im Oberengadin 1813 m (s. Rübel 1912 Taf. XXIX). Seine Moorufer, die Osvald zu seinen Marginal- oder Ringhochmooren stellt, bestehen teilweise aus Schwingrasen, der mit steilem Erosionsrand gegen den verhältnismäßig nährstoffreichen See abfällt. An den großen oligotrophen Seen des Oberengadins fehlt biogene Verlandung so gut wie ganz, dagegen kenne ich ähnliche Moorränder wie am Statzer See an dem kleinen See von Pillberg im oberen Oetztal (1700 m) und vom Wildsee auf dem Seefelder Sattel (1180 m), von dem R. v. Sarnthein (1940 S. 441) ein mit mir erbohrtes Linienprofil mitteilt. Die Schilf-, Seggen- und Moosmoore an seinem Südufer fallen mit steilen Erosionsrändern gegen den kalkreichen, in den Trockenzeiten wohl abflußlos gewesenen See ab. Wieweit an der Erosion die winterliche Eisdecke und wieweit der besonders von Norden wehende Wind (der „Scharnitzer") beteiligt ist, bleibt weiter zu untersuchen. Klarer zeigt sich die Windwirkung nach Klinges Regel in dem heftigster Föhnwirkung ausgesetzten Bergsturzsee am Brenner (1296 m), der an seinem Nordufer ein kleines Seggenmoor aufweist (Biasioli bei Sarnthein 1936 S. 601). Einen Schwingrasen am

Nordufer zeigt auch der ziemlich eutrophe Bergsturzsee von Piburg im Oetztal (915 m, Fig. 7). In allen 3 Seen ist von einem Fortschreiten der Verlandung nichts zu bemerken.

Von den kleinen Seen des Innsbrucker Mittelgebirges ist der von Lans (850 m) besonders stark eutrophiert. Seine Moorufer (Feurstein 1933) waren zweifellos früher weiter seewärts vorgeschoben, doch läßt sich zufolge wiederholter künstlicher Eingriffe kaum mehr feststellen, wie weit das Zurückweichen auch durch natürliche Erosion mitverursacht ist. Es ist wohl kein Zufall, daß am Lansersee ebenso wie am Schwarzsee bei Kitzbühel (786 m, Fig. 1) die Sage von versunkenen Wäldern geht. An diesem früher dystrophen, jetzt mäßig eutrophierten See liegen ausgedehnte Hochmoore mit Schwingrasen, die, wie mit R. v. Sarnthein erbohrte Linienprofile zeigen, gegen das Seeufer an Mächtigkeit zunehmen und mit steilen Erosionsrändern abbrechen. Sarnthein kommt auf Grund seiner Bohrungen auch im See selbst und ihrer pollenanalytischen Datierung zum Ergebnis, daß auch dieser See großenteils, wenn nicht ganz in der Wärmezeit zugewachsen und später durch bis heute fortschreitende Erosion vergrößert worden ist.

Von noch heute fortschreitender biogener Verlandung kann im Inntal wohl erst bei den eutrophen, ganz von Seerosen erfüllten Reintaler Seen bei Kramsach (550—557 m) die Rede sein, doch überwiegt auf dem in gleicher Höhe über Kufstein gelegenen Egelsee (Fig. 1 und 8), dessen Schwingrasen ganz an die des Seefelder Wildsees und des Kitzbühler Schwarzsees erinnern, deutlich die Erosion. Erst an den Seen des Rosenheimer Beckens, wie dem Simssee (471 m) macht die biogene Verlandung eindeutig Fortschritte.

Seen des Salzachgebiets und der übrigen Nordostalpen.

Das Salzachgebiet hat ein deutlich weniger kontinentales Klima als das Inngebiet und entsprechend tiefere Höhengrenzen. So fand ich *Eriophorum Scheuchzeri* im Pinzgau nur bis 2350, *Ranunculus confervoides* (im Schwarzkarl) bis 2190, *Phragmites* allgemein nur bis gegen 900, vereinzelt bis 1260 m. Von keinem der zahlreichen Hochseen des Pinzgaus und Pongaus kenne ich deutliche Zeichen biogener Verlandung. Solche finden sich in sehr bescheidenem Ausmaß und auch nur in Verbindung mit Anlandung am Zeller See (753 m), allgemein erst an den Vorlandseen des Chiemgaus (Chiemsee 518, Klostersee 539 m usw.) und an der unteren Salzach, besonders an den hochgradig eutrophierten Restseen im Ibmer Moos (424 m) und Weitmoos (Schwertinger See 426 m),

deren heute rasch fortschreitende Verlandung durch *Nupharetum*, *Schoenoplectetum*, *Phragmitetum*, *Typhetum* usw. übrigens auch nicht rein biogen, sondern durch die seit 1879 zwecks Spiegelsenkung gezogenen Kanäle wesentlich beschleunigt worden ist.

Die Seen des Salzkammerguts (Ager-, Traun- und Almgebiet) sind größtenteils oligotroph und ohne stärkere Verlandung. Vom Irrsee (553 m) beschreibt Steinbach ein größeres, aber in Rückgang befindliches *Phragmitetum lacustre*. Der Almsee (589 m) hat eine schwimmende, noch nicht untersuchte Insel.

Im Ennstal und Paltental liegen zahlreiche seeartige Altwässer mit z. T. starker biogener Verlandung in 600—850 m Höhe, doch haben die meisten infolge wiederholter natürlicher und künstlicher Flußverlegungen starke Absenkungen und Anlandungen durchgemacht. Eine Ausnahme bildet der Putterer See (650 m), dessen Röhrichte und kleine Schwingrasen trotz fortschreitender Eutrophierung kaum vorzurücken scheinen.

Für die Lunzer Seen im niederschlagreichen Ybbstal verweise ich auf die Arbeiten Götzingers, Ruttners und meine Darstellung von 1927. Der Obersee (1113 m, Fig. 1 und 6) hat durchweg aus der postglazialen Wärmezeit stammende, mit steilen Erosionsrändern zum See abfallende Schwingrasen, auf denen Sphagnumtorf großenteils von Seggentorf überwachsen worden ist, und auch ein kleines Schwingmoor am Untersee (608 m, Fig. 1) ist eine wärmezeitliche, heute zum größeren Teil unterm Seespiegel liegende und in Abtragung begriffene Bildung. Der Erlafsee (835 m) und der von Zumpfe beschriebene Hechtensee am Zellerrain (ca. 900 m) weisen ebenfalls interessante Zwischenmoor-Schwingrasen auf, deren Stratigraphie noch nicht ausreichend geklärt ist.

Seen des Isar-, Lech- und Illergebiets.

Die Geschichte mehrerer dieser Seen, wie des schon 1901 von Ule monographisch beschriebenen Würmsees (584 m), der umliegenden Moorseen (Osterseen 588 m, Eßsee 670 m u. a.) und der Seen um Füssen (784—787 m) habe ich schon 1923 mit Nordhagen behandelt und darauf hingewiesen, daß die Verlandung der Osterseen trotz starker Entwicklung von „Verlandungsbeständen" heute nicht fortschreitet, was auch spätere Untersucher (Paul u. Ruoff, Wasmund, Zorell) bestätigt haben. Dasselbe gilt für die Quellseen im benachbarten Murnauer Moor (Füg- und Krebssee). Die starke Verlandung des von vielen künstlichen Eingriffen betroffenen Kochelsees (600 m) ist wohl nur zum kleineren Teil biogen, wogegen z. B. die des stärker eutrophen Pilsensees (535 m) deutlich fortschreitet. Aus dem Allgäu liegen außer den vorwiegend nur morphometrischen Arbeiten von Fels, Reissinger u. a.

hydrobiologische Untersuchungen von Lotz vor, der u. a. den Hochalpsee (1940 m) als besonders reich an *Chara. Potamogeton*, Ried- und Wollgräsern beschreibt, ohne jedoch näheres über deren Zonation und Sukzession mitzuteilen.

Seen des Rhein-, Reuß- und Aaregebiets.

Für das Alpenrheingebiet kann ich vor allem auf die klassischen Werke von Früh und Schröter, Zschokke und ihren zahlreichen Schülern verweisen. Über der Waldgrenze kann von einer fortschreitenden biogenen Verlandung keinerlei Rede sein, obgleich z. B. der zuletzt von Suchlandt und Schmaßmann beschriebene Grünsee (2140 m) ähnliche Moorufer wie der Rohr- und Statzer See (S. 119) aufweist und im Tilisuna- (2102 m) und Lüner See (1940 m) mächtige Schwefeleisengyttja aus der Wärmezeit liegt (Gams 1929). Hager bezeichnet auch die im Vorderrheintal bis 2280 m reichenden *Sparganium affine- und Potamogeton*-Tümpel als Zeugen der einst höherreichenden Wälder. Aber auch an den Seen der Bergwaldstufe schreitet die Verlandung nicht fort, so an denen der Lenzerheide (1487 m, s. Düggeli 1939), von Davos (1507 bis 1562 m, s. Suchlandt und Schmaßmann), Appenzell (Fälensee 1448, Seealpsee 1139 m), Glarus (Murgtal 1673 bis 1825 m, Seewenalp 1621 bis 1624 m, Klöntal 826 m u. a.), Uri (Golzeren 1440 m, Arniberg 1420 m u. a.), Unterwalden (Melchsee 1883 m) und des Berner Oberlands (Öschinen 1583, Arnen 1538, Lauenen 1379 m u. a.). Die Schwingrasen z. B. der beiden genannten Urner Seen sowie des vorderen Schwendisees (1148 m) und Gräppelensees (1302 m) im Toggenburg (M. Vogt 1921) sind wohl ebenso wärmezeitliche Bildungen wie die der Lunzer Seen.

Besonders viele vergleichbare Untersuchungen liegen von den Moränenseen des Alpenvorlands von Oberschwaben und der Schweiz vor. Für den ebenso durch seine ausgedehnten und reichen Verlandungsbestände wie seine vielen Vorzeitfunde berühmten Federsee (580 m) hat W. Staudacher mit Hilfe vieler Nivellierungen und Bohrungen gezeigt, daß seine Moorufer von der Jungsteinzeit bis in die Hallstattzeit rasch vorgerückt, dann aber bis 1787 nahezu stationär geblieben sind und daß die seitherige rasche Verlandung eine Folge der künstlichen Absenkungen von 1788—1828 ist. K. Bertsch, der auch viele andere oberschwäbische Seen und Moore stratigraphisch untersucht hat, ohne jedoch dem wechselvollen Verlandungsvorgang genügende Beachtung zu schenken, glaubte auf Grund seiner pollenanalytischen Datierungen eine kontinuierliche Verlandung des Federsees annehmen zu sollen, hat aber mit seinen grobschematischen, nicht genau vermessenen Linienprofilen Stau-

dachers Schlüsse über klimatisch bedingte Spiegelschwankungen in keiner Weise widerlegt. Vielmehr sind diese durch die neuen kritischen Untersuchungen W. Lüdis (1935) an den Seen des Aaregebiets und Härris (1940) am ebenfalls durch seine Moordörfer berühmten Wauwiler Moos durchaus bestätigt worden. Der alte Wauwiler See (500 m) ist von der Jungsteinzeit bis in die Hallstattzeit sehr rasch verlandet, dann aber bis 1800 stationär geblieben und erst infolge der künstlichen Senkungen von 1800 und 1850 vollständig zugewachsen, welcher Vorgang wie am Federsee und mehreren bayerischen Moorseen (z. B. Kirchseoner und Eß-See (s. Paul u. Ruoff) durch die unter dem Moordruck einfließende Gyttja beschleunigt wurde.

Von den vielen, mir großenteils auch aus eigener Anschauung bekannten Moränenseen des Kantons Zürich nenne ich den ebenfalls wegen seiner Pfahlbauten berühmten, zuletzt von E. Messikommer (1927—1928) genauer untersuchten Pfäffikersee (541 m), den von Schröters Schüler Waldvogel sehr eingehend beschriebenen Lützelsee (503 m), den Katzensee (443 m) und den Beetsee bei Andelfingen (393 m). Alle diese eutrophen Seen weisen ausgedehnte Schwingrasen auf, der Lützelsee und Beetsee auch schwimmende Inseln, wie sie auch im Barchetsee (Thurgau) und im Geistsee (Bern, 466 m) auftreten (s. Früh u. Schröter S. 58). Die nur an einzelnen Punktprofilen von P. Keller u. a. vorgenommenen Pollenanalysen reichen zwar zu einer genaueren Verfolgung des Verlandungsvorgangs nicht aus, aber schon nach der Beschaffenheit der Schwingrasenränder muß ich annehmen, daß diese am Pfäffiker und Lützelsee heute wie an den S. 119 genannten Tiroler Seen stationär, an den tiefer gelegenen Moorseen dagegen in Vorrücken begriffen sind. Das *Schoenoplecteto-Phragmitetum* des Pfäffikersees setzt nach Messikommer „gegen das offene Wasser zu rings um den See ganz unvermittelt ein; unter Wasser hebt es mit einem riesigen Sockel aus kompakt gefügter Seekreide an und über Wasser mit dem wandartig abschließenden Rohrwald. Der Steilabfall an der Grenze des Röhrichts wird von den Leuten der Gegend allgemein Seegraben geheißen". Ganz ähnliche Bilder, die gar nicht den landläufigen Vorstellungen entsprechen, kenne ich von mehreren Seen in 500—1100 m Höhe.

An den großen oligotrophen Seen auch des westlichen Alpenvorlands ist fortschreitende Verlandung wohl immer eine Folge entweder von Anlandung oder von Spiegelsenkungen. Vom Bodensee wird immer wieder das Beispiel Eberhard von Zeppelins angeführt, nach welchem Rohrwiesen bei Friedrichshafen von 1824 bis 1902 um 120 m seewärts vorgerückt sind, aber schon 1902 beschreiben Schröter und Kirchner auch durch den Wellen-

schlag stark erodierte Uferstrecken. An einer mir gehörigen bei Wasserburg ist ein Röhricht trotz vollständiger Schonung von 1922—1932 infolge der Ufererosion vollständig verschwunden.

Seen des Rhonegebiets.

Das Wallis zeichnet sich wie das obere Inngebiet durch besonders hohe Kontinentalität und entsprechend hohe Höhengrenzen aus. Der obere Riffelsee bei Zermatt (2750 m), in dem *Ranunculus confervoides* und *Sparganium affine* wohl ihren höchsten Standort der Alpen haben, gleicht mit seinen Resten eines erodierten Moors mit *Trichophorum caespitosum*, *Eriophorum angustifolium* und *Scheuchzeri* ganz dem Platteisee im Ötztal (S. 118), ebenso die zahlreichen Kar- und Gletscherseen den dortigen, die ausgedehnten *Eriophoreta Scheuchzeri* z. B. des Mattmarksees (2120 m) denen der Bernina und des Finstertals. Ganz ähnliche Verhältnisse beschreibt Allorge von den Hochseen des Briançonnais, wo er *Utricularia minor* bis 2430, *Sparganium affine* bis 2395, *Potamogeton alpinus* bis 2360, *Fontinalis antipyretica* bis 2380 und *Menyanthes* bis 2280 m fand. Die Schwingrasen der Seen von Champex (1472) im Entremont und von Morgins (1380 m) haben ganz ähnliche Erosionsränder wie die des Statzer und Seefelder Sees. Die biogene Verlandung der zahlreichen Rhonealtwässer im Unterwallis (450—500 m) durch Röhrichte verläuft sehr intensiv, ist aber wie die des Rheintals, Ennstals usw. durch viele künstliche Eingriffe gestört. Von den tiefer gelegenen Moränenseen Savoyens und des übrigen Rhonegebiets fehlen mir bisher Beobachtungen.

Südalpenseen.

Von den vielen Hochseen der Südalpen sind am eingehendsten die der Bernina (2220—2306 m) durch Rübel und Huber-Pestalozzi und die des Val Piora am Gotthard durch W. Koch und Brutschy auf ihre „Verlandungsbestände“ hin untersucht. Entsprechend der niedrigen Kontinentalität des Gotthardgebiets liegen dort alle Grenzen viel tiefer als im Engadin und Wallis; so erreichen *Carex Goodenowii (fusca)* nur 2308, *Ranunculus confervoides* 2250, *Trichophorum caespitosum*- und *Sphagnum*-Bestände, *Potamogeton alpinus* und *filiformis* am Lago Tom nur bis 2023 m. Ob wirklich, wie Koch annimmt, eine Weiterentwicklung von *Cariceta* über *Trichophoreta* zu *Sphagneta* noch stattfindet, scheint mir äußerst zweifelhaft. Viel höher reichen Moorbildungen in den südlichen Tauern (über Heiligenblut bis gegen 2400 m, im Venedigergebiet bis mindestens 2550 m), Dolomiten und im besonders kontinentalen Vintschgau (in Schnals bis über 2500 m, *Sphagnum acutifolium* in Martell angeblich bis gegen 3000 m). Auch im

Adamellogebiet erreichen nach Giacomini *Trichophoreta* mit *Sphagnum compactum*, *Eriophorum angustifolium*, *Scheuchzeri* und selbst *vaginatum* 2550 m, *Eriophoreta Scheuchzeri* und *Sphagnum acutifolium* am Gaviapaß 2609 m.

Aus dem ebenfalls hochkontinentalen obersten Murtal (Lungau), das ich 1923 zusammen mit dem Monographen Vierhapper, Scharfetter und Du Rietz besucht habe, beschreibt Vierhapper u. a. mit H. Osvald aufgenommene Schwingrasenbestände vom Dürreneggsee (1700 m), der Fritzenalm (1650 m), dem Prebersee (1520 m) und Seetaler See (1200 m). Trotz gutem Wachstum mehrerer *Sphagna* überwiegt auch dort allgemein die Erosion, die sich am benachbarten, schon weniger kontinentalen Lasaberg bis zu eigentlichen Moorausbrüchen steigert.

Mehrere, z. T. auch eutrophierte Kleinseen der Steiermark (750—1450 m) beschreibt W. Pichler 1939, ohne irgendwelche Verlandungserscheinungen zu nennen; erst vom Teich am Massenberg (620 m) erwähnt er solche. Von den Kärntner Seen sind nach Scharfetter, Findenegg u. a. z. B. der Faaker (560 m) und die St. Leonharder (527—537 m) in deutlicher Verlandung; der eutrophe Ossiacher See (490 m) und mehrere Teiche sind von *Nymphaea*, *Nuphar* und selbst *Trapa* erfüllt, wogegen die Verlandung der vielen oligotrophen und „pseudoeutrophen" oder „meromiktischen" Seen durchwegs sehr gering zu sein scheint.

Von den vielen Südtiroler Seen sind z. B. der Karersee (1670 m) und die Seen von Alleghe (979 m) und Molveno (864 m) noch ganz oligotroph und anscheinend frei von biogener Verlandung, die auch am Ledro-See (655 m) noch sehr gering ist und erst an den von Huber-Pestalozzi eingehend untersuchten Montiggler Seen (500—510 m) und besonders an den Seen von Terlago (416 m), Kaltern (216 m), Loppio usw. stärker in Erscheinung tritt. Ganz ähnliches gilt auch von den oberitalienischen und Tessiner Seen, deren größere, wie die von Garda (65 m), Iseo (785 m), Como (199 m), Lugano (274 m), Verbano (197 m) und Orta (290 m) noch durchaus oligotroph sind und nur an Stellen minerogener Anlandung etwas verlanden (der Langensee oder Verbano unter Mitwirkung von *Isoeteta*, *Litorelleta* usw.), wogegen eine stärkere biogene Verlandung an den kleineren, auch schon unter 400 m gelegenen, durch ihre *Trapa*-Vorkommen bekannten Seen von Origlio, Muzzano, Varese usw. stattfindet. Die Stratigraphie einiger dieser Verlandungsmoore behandeln P. Keller und Dalla Fior, bisher leider ohne Linienprofile.

Die Verlandungsgrenze.

Aus den mitgeteilten Befunden ergibt sich wohl mit voller Sicherheit, daß im ganzen Alpengebiet die klimatische Grenze der

rein biogenen Verlandung viel tiefer liegt, als bisher angenomen wurde: am Nordalpenrand unter und am Südalpenrand nur wenig über 500 m, in den Zentralalpen in etwa 700—800 m. Sie hat jedoch in der postglazialen Wärmezeit sehr viel höher gereicht, in den Nordalpen bis gegen 1200, in den Zentralalpen bis über 1800 m. Daß diese Differenz von 700—1000 m soviel größer als die für die Waldgrenzen festgestellte von 400—500 m ist, wird dadurch verständlich, daß infolge des wärmezeitlichen Klimas, das fast alle Alpengletscher zum Verschwinden brachte, die Seespiegel erheblich gesenkt worden sind, so daß infolge der nicht nur biogenen Verlandung viele Seen bis gegen die heutige Waldgrenze vollständig zuwachsen konnten. Als dann später der Spiegel wieder stieg, hob sich in vielen Fällen die „simultan" gewachsene Moordecke wiederum ab. So sind wohl alle Schwingrasen in den Alpenrandgebieten über 500 m, in den Zentralalpen über 800 m zur Hauptsache fossile Bildungen, die heute nicht mehr in die Breite, sondern nur noch in die Höhe wachsen und mit zunehmender Höhe und zunehmender Dauer der Eis- und Schneebedeckung immer stärkerem Abtrag unterliegen.

Ich muß es mir zunächst versagen, diese Verhältnisse weiter in die Vergangenheit (s. Gams 1937) und über die Alpen hinaus zu verfolgen, und muß mich einstweilen mit dem Hinweis begnügen, daß die Seen und Moore der mitteldeutschen Gebirge, des nord- und osteuropäischen Flachlands und Fennoskandiens, wie ich auch aus eigener Anschauung bezeugen kann, durchaus analoge Verhältnisse bieten. Die Höhengrenze der Verlandung sinkt naturgemäß rasch gegen Norden, woran im atlantischen Westen wohl überwiegend Wasser- und Winderosion, im kontinentalen Nordosten Frostwirkungen beteiligt sind. Als vorläufiger Beleg mag das Bild Fig. 10 dienen, das ich Dr. K. Hueck verdanke. Die Schwingrasen auf dem dystrophen Arbersee (934 m) im Bayrischen Wald scheinen zwar nach Huecks und meinen Beobachtungen nicht nur in die Höhe, sondern auch noch etwas in die Breite zu wachsen, aber schon am Feldsee im Schwarzwald (1111 m) und an den Moorgewässern der Rhön (s. Overbeck), des Riesengebirges (s. Rudolph, Firbas u. Sigmond) und Harzes (s. Hueck 1928—31) überwiegt entschieden die Erosion. *Isoetes*-Gewässer und solche mit stärker erodierten Ufern (Fig. 10) werden nach Norden zu immer häufiger und biogen verlandende mit Ausnahme der warmen und nährstoffreichen Küstenebenen immer seltener. Die für diese besonders bezeichnenden Arten *Najas marina, Ceratophyllum, Trapa, Cladium* u. a. sind, wie übrigens auch im Alpengebiet, in starkem Rückgang begriffen. Die Belege hierfür und ihre klimatologische Auswertung muß ich auf spätere Mitteilungen verschieben

und verweise einstweilen nur auf das umfangreiche von Samuelsson 1934 zusammengestellte Material.

II. Die Höhengrenzen des Hochmoorwachstums und des Moorwachstums überhaupt.

Daß auch diese Grenzen wesentlich tiefer liegen, als bisher zufolge der Verkennung wärmezeitlicher Ablagerungen angenommen worden ist, habe ich seit 1927 wiederholt dargelegt und begnüge mich hier mit einigen Ergänzungen zu meinen Zusammenstellungen in der Weber-Gedächtnisschrift 1932 und in „Aus der Heimat" 1941. Es sind hier mindestens fünferlei Grenzen zu unterscheiden:

1. Grenze der gutwüchsigen Hochmoore.

Die von Früh und Schröter 1904 für die Schweiz angegebenen Höhengrenzen von 600—1950 m für den „eigentlichen Hochmoorgürtel" und von 1000 m für dessen Maximalentwicklung sind entschieden zu hoch gegriffen. Die untere Grenze liegt mindestens vom Aaregebiet bis ins Salzkammergut um 400 m, die obere in den Nordalpen schon um 1000 m. Die bestwüchsigen und mächtigsten Hochmoore dieses Gebiets liegen durchwegs zwischen 500 und 800 m. Schon die Moore des Naßköhrs (1260 m) an der Schneealpe, das Lunzer Rotmoos (1120 m), die Hochmoore des Kemptner Walds (810—850 m), das Hühnermoos am Grünten (1270 m), das Fohrenmoos im Vorarlberg (1150 m), die Iberger Moore in der Innerschweiz (1270—1340 m) und das Moor von Plex im Unterwallis (1240 m) weisen deutliche Erosionserscheinungen auf. In den Zentralalpen liegen die Grenzen naturgemäß höher, die untere um 600—800 m, die obere um 1600 m. Eines der mächtigsten und trotz künstlicher Zerstörung besonders stark regenerierenden Alpenhochmoore ist das bis 11,5 m tiefe Mandlinger Filz im Ennstal (810 m). Ebenfalls gutwüchsig und bis 6 m tief sind die Hochmoore des Wiegenwalds im Stubachtal (1600—1700 m) und auf dem Gleinssattel im Brennergebiet (1630 m). Die kontinentalen *Sphagnum fuscum*-Moore sind nicht nur widerstandsfähiger gegen Frostschäden, sondern geradezu frostbedürftiger als die atlantischeren Moortypen. Im Ötztal und inneren Sellrain reichen solche mit nur geringen Erosionserscheinungen bis über 2000 m.

2. Obere Grenze der erodierten Hochmoore.

Erodierte Hochmoore reichen in der Steiermark nach Zailer und Zumpfe am Bärensattel bis 1421 und im Freiländerfilz bei Deutschlandsberg bis 1445 m, im Lungau nach eigenen Beobachtungen bis 1940 m (über 1900 m mit Moorausbrüchen), im Stubachtal bis um 2000 m (über 1850 m mit Moorausbrüchen), im Zillertal

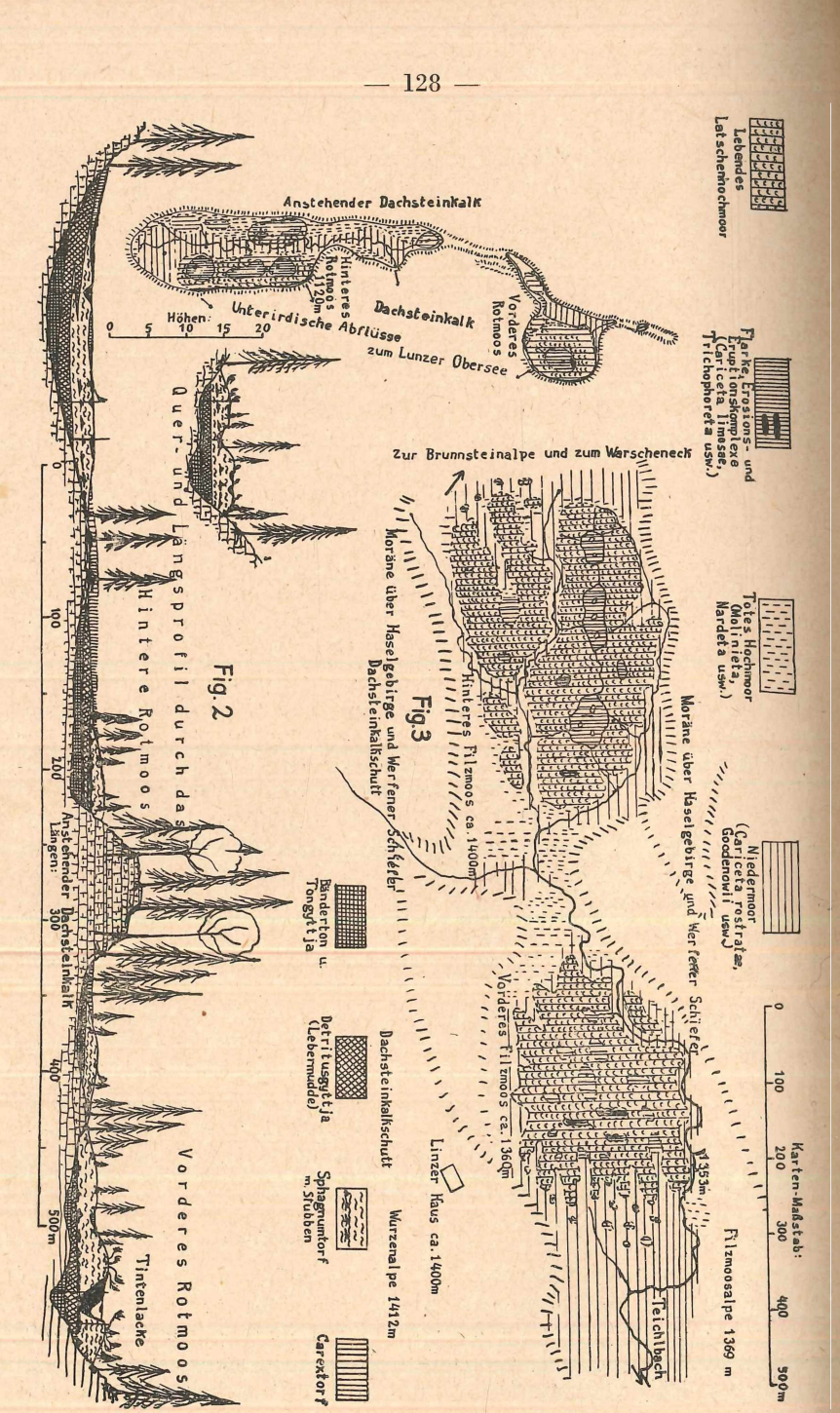


Fig. 2. Das Lunzer Rotmoos (1120 m) mit Längs- und Querprofil.
Fig. 3. Die Filzmööser am Warscheneck (1360—1420 m).

bis 2350 m, im Ötztal und Fimbertal bis 2380 m, im Brennergebiet, Oberengadin, in der Silvretta und im oberen Reußtal bis um 2200, im Wallis bis über 2300 m. Moorausbrüche habe ich außer den bereits genannten im Lunzer Rotmoos (1120 m, Fig. 2) im diesem sehr ähnlichen, noch großartigeren Filzmoos bei der Linzer Hütte am Warscheneck (1360—1420 m, Fig. 3 u. 11, näheres in der Ruttner-Festschr.), in mehreren Mooren des Bregenzer Walds (1100—1200 m) und des Gschniz- und Ötztals (S. 119) beobachtet, H. Paul im Lattengebirge, W. Höhn im Haslital; sie sind also in den Nordalpen in 1100—1500, in den Zentralalpen in 1600—2500 (Ötztal bis 2725 m) ziemlich verbreitet. Zur Vergleichung führe ich auch Beispiele aus den Mittelgebirgen an: Fig. 14 und 15 (näheres bei Firbas, Hueck, Overbeck, Rudolph u. a.).

3. Obere Grenze des heutigen Moorwachstums.

Höher als die Sphagnum-Hochmoore steigen allgemein die *Trichophoreta caespitosi*, verschiedene *Cariceta* (besonders die *C. Goodenowii* = *fuscae)* und *Eriophoreta*, doch können von diesen wohl nur die *Cariceta Goodenowii*, die in guter Ausbildung nur wenig über die heutige Waldgrenze und kaum über die Baumgrenze reichen, als noch regelmäßig torfbildend gelten. Die *Trichophoreta*, die in den Hohen Tauern bis über 2300 m, im Ötztal und Wallis bis um 2750 m reichen, und die noch höher steigenden *Eriophoreta Scheuchzeri* sind, wie bereits ausgeführt, keine Torfbildner mehr.

4. Obere Grenze torfbildender Pflanzen.

Einzelne torfbildende Pflanzen steigen, wie längst bekannt, wesentlich höher, so *Sphagna* bis gegen 3000 m und das auch an den Küsten der Arktis torfbildende *Racomitrium lanuginosum* bis weit über die Schneegrenze, am Großglockner bis 3450, an der Ötztaler Wildspitze und an einigen Gipfeln der Penninischen Alpen bis über 3700 m.

5. Obere Grenze wärmezeitlicher Torflager und Torfhügel.

Die meisten der über der heutigen Waldgrenze der Alpen und des Nordens gelegenen Moore sind tot, d. h. nicht mehr torfbildend, so insbesondere, wie als einer der ersten Firbas 1926 dargelegt hat, die meisten *Trichophoreta caespitosi* und *Eriophoreta Scheuchzeri*, mit denen häufiger, als bis vor kurzem bekannt war, auch Palsen-ähnliche Torfhügel verbunden sind. Einige Beispiele solch nackter oder nur mit *Polytrichum*, Flechten und einzelnen Zwergsträuchern bewachsener Torfhügel aus den zentralen Ostalpen habe

ich 1932—1941 mitgeteilt und stelle in Fig. 12 und 13 noch weitere zusammen. Die meisten liegen in 1900—2400 m Höhe, die höchsten in den südlichen Tauerntälern, Tiroler und Walliser Zentralalpen um 2500 m, im Ötztal überm Hochjochhospiz sogar bei 2740 m (Gams 1938—1941). Wärmezeitlichen Seggentorf fand ich dort bis 2820 m.

Die Übereinstimmungen und Unterschiede gegenüber den arktischen Palsmooren will ich erst später in Verbindung mit der klimageschichtlichen Auswertung behandeln.

Quellennachweis.

Allorge, P., Sur quelques groupements aquatiques et hygrophiles des Alpes du Briançonnais. Schröter-Festschr. Zürich 1925.

Bertsch, K., Paläobotanische Monographie des Federseerieds. Bibl. bot. 103, 1931.

Böhm, A., Die Hochseen der Ostalpen. Mitt. Geogr. Ges. Wien 1886.

Bourcart, F. E., Les lacs alpins suisses, étude chimique et physique. Genf 1906.

Brutschy, A., Die Algenflora des Val Piora. Zeitschr. f. Hydrologie 5, 1929.

Bugow, K., Die Verlandung unserer Gewässer. Mitt. Fischereiver. f. Brandenburg 1909—11.

— , Die Notwendigkeit der Bekämpfung von Verlandungserscheinungen an unseren Gewässern. Mitt. D. Landw. Ges. 1912—14.

Dalla Fior, G., Analisi polliniche di torbe e depositi lacustri della Venezia Tridentina. Mem. Mus. Storia nat. Trento 1932—40.

Donat, A., Einige Isoetiden. Pflanzenareale I 1 u. 3, 1928—33.

Düggeli, M., Chemische und bakteriologische Studien am Lenzerheidsee. Zeitschr. f. Hydrol. 8, 1939.

Fels, E., Der heutige Stand der Kenntnisse über die bayerischen Seen. Mitt. Geogr. Ges. München 9, 1914.

— , Die bayerische Seenforschung. Zeitschr. d. D. Alp.-Ver. 1924.

Feurstein, P., Geschichte des Viller Moores und des Seerosenweihers an den Lanser Köpfen bei Innsbruck. Beih. Bot. Cbl. 51, 1933.

Findenegg, I., Beiträge zur Kenntnis des Ossiacher Sees. Carinthia 123/124, 1934.

Firbas, Fr., Über einige hochgelegene Moore Vorarlbergs und ihre Stellung in der regionalen Waldgeschichte Mitteleuropas. Zeitschr. f. Bot. 18, 1926.

— , Losert, H. u. Broihan, Fr., Untersuchungen zur jüngeren Waldgeschichte im Oberharz. Planta 30, 1939.

Früh, J., u. Schröter, C., Die Moore der Schweiz. Beitr. z. Geol. d. Schweiz, Bern 1904.

Gams, H., u. Nordhagen, R., Postglaziale Klimaänderungen und Erdkrustenbewegungen in Mitteleuropa. Mitt. u. Landesk. Forsch. d. Geogr. Ges. München 1923.

Gams, H., Einige Gewässertypen des Alpengebiets. Verh. Int. Ver. f. Limnol. 1923.

— , Von den Follatères zur Dent de Morcles. Beitr. z. geobot. Landesaufn. 15, 1927.

— , Die Geschichte der Lunzer Seen, Moore und Wälder. Int. Rev. d. Hydrob. u. Hydrogr. 18, 1927.

— , Die postarktische Geschichte des Lüner Sees im Rätikon. Jahrb. Geol. Bundesanst. Wien 79, 1929.

Gams, Beiträge zur Kenntnis der Alpenmoore. Abh. Nat. Ver. Bremen XXVIII (Weber-Festschr.) 1932.
— , Die Seen Europas im Eiszeitalter. Int. Rev. d. Hydrob. 35, 1937.
— , Die nacheiszeitliche Geschichte der Alpenflora. Jahrb. Ver. z. Schutz d. Alpenpfl. 10, 1938.
— , Torfhügelmoore in den Zentralalpen. Aus der Heimat 54, 1941.
— , Beiträge zur vergleichenden Vegetationskunde der Alpen. Intern. Rev. d. Hydrob. (Ruttner-Festschr.) 1942.
Giacomini, V., Studi briogeografici. Atti Ist. bot. Pavia IV 12, 1939.
Götzinger, G., Geomorphologie der Lunzer Seen und ihres Gebietes. Int. Rev. d. Hydrob. Suppl. 1912.
— , Die seenkundliche Literatur von Österreich 1897—1912. Geogr. Jahresber. a. Österr. XI, 1913.
Granlund, E., De svenska högmossarnas geologi. Sveriges Geol. Unders. C 373, 1932.
Hager, K., Verbreitung der wildwachsenden Holzarten im Vorderrheintal. Erhebungen über d. Verbr. d. wildw. Holzarten d. Schweiz 3, 1916.
Härri, H., Stratigraphie und Waldgeschichte des Wauwilermooses. Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich 17, 1940.
Höhn, W., Vegetationsstudien in Oberiberg (Schwyz). Ber. Schweiz. Bot. Ges. 46, 1936.
Huber-Pestalozzi, G., Monographische Studien im Gebiete der Montiglerseen (Südtirol). Arch. f. Hydrobiol. 1, 1905.
— , Kap. 5 in Schröter, Pflanzenleben der Alpen, 2. Aufl., 1926.
Hueck, K., Die Vegetation und Oberflächengestaltung der Oberharzer Hochmoore. Beitr. z. Naturdenkmalpflege XII 2, 1928.
— , Zur Vegetation des Feldseemoors. Ebenda XIV 3, 1931.
Keller, P., Pollenanalytische Untersuchungen an Schweizermooren. Veröff. Geobot. Inst. Rübel 5, 1928.
— , Postglaziale Waldperioden in den Zentralalpen Graubündens. Beih. Bot. Cbl. 46, 1930.
— , Die postglaziale Entwicklungsgeschichte der Wälder von Norditalien. Veröff. Geobot. Inst. Rübel 9, 1931.
— , Pollenanalytische Untersuchungen an Mooren des Wallis. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 80, 1935.
Klinge, J., Über den Einfluß der mittleren Windrichtung auf das Verwachsen der Gewässer. Englers Bot. Jahrb. 11, 1890.
— , Über Moorausbrüche. Ebenda 14, 1891.
Koch, W., Die höhere Vegetation der subalpinen Seen und Moorgebiete des Val Piora (St. Gotthard-Massiv). Zeitschr. f. Hydrol. 4, 1928.
Leutelt-Kipke, Senta, Ein Beitrag zur Kenntnis der hydrographischen und hydrochemischen Verhältnisse einiger Tiroler Hoch- und Mittelgebirgsseen. Arch. f. Hydrobiol. 27, 1934.
— , Hydrochemische Beobachtungen an einigen Südtiroler Mittelgebirgs- und Alpenrandseen. Ber. Nat.-Med. Ver. Innsbruck 43/44, 1935.
Lotz, H., Beiträge zur Hydrobiologie des oberen Allgäu. Arch. f. Hydrobiol. 20, 1929.
Lüdi, W., Die Waldgeschichte der Grimsel. Beih. Bot. Cbl. Erg. 49, 1932.
— , Das Große Moos im westschweizerischen Seelande und die Geschichte seiner Entstehung. Veröff. Geobot. Inst. Rübel 11, 1935.
Messikommer, E., Biologische Studien am Torfmoor von Robenhausen. Diss. Zürich, Wetzikon 1927.
— , Verlandungserscheinungen und Pflanzensukzessionen im Gebiete des Pfäffikersees. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 73, Beibl. 15, 1928.

Müller, Hans, Über die Auswirkungen des Schneedrucks auf die Schwingrasen und die biochemische Schichtung des Lunzer Obersees. Int. Rev. d. ges. Hydrob. 35, 1937.

Naumann, Einar, Limnologische Terminologie. Abderhaldens Handb. d. biol. Arbeitsmethoden 1931.

— , Grundzüge der regionalen Limnologie. Die Binnengewässer 11, 1932.

Osvald, H., Die Hochmoortypen Europas. Schröter-Festschr. Zürich 1925.

Overbeck, Fr., Studien zur postglazialen Waldgeschichte der Rhön. Zeitschr. für Bot. 20, 1928.

Paul, H. u. Ruoff, S., Pollenstatistische und stratigraphische Moruntersuchungen im südlichen Bayern. Ber. Bayer. Bot Ges. 1927—32.

Pesta, O., Hydrobiologische Studien über Ostalpenseen. Arch. f. Hydrobiol. Suppl. III, 1923.

— , Der Hochgebirgssee der Alpen. Die Binnengewässer VIII, 1929.

Pichler, W., Ergebnisse einer limnologischen Sammelfahrt in den Ostalpen (Steiermark). Arch. f. Hydrobiol. 35, 1939.

Reissinger, A., Die Seen des Illergebiets. Landesk. Forsch. 20, München 1913.

— , Untersuchungen über den Niedersonthofener See im bayerischen Allgäu. Wiss. Veröff. d. D. Alp.-Ver. 6, 1930.

— , Der Freibergsee bei Oberstdorf. Abh. Bayr. Akad. N. F. 50, 1941.

Röhler, E., Die Erhaltung und Pflege der Fischgewässer. Handb. d. Binnenfischerei VI 4, 1937.

Rudolph, K., Firbas, Fr. u. Sigmond, H., Das Koppenplanmoor im Riesengebirge. Lotos 76, 1928.

Rübel, E., Pflanzengeographische Monographie des Berninagebietes. Leipzig 1911.

Ruttner, Fr., Limnologische Studien an einigen Seen der Ostalpen. Arch. f. Hydrobiol. 32, 1937.

Samuelsson, G., Die Verbreitung der höheren Wasserpflanzen in Nordeuropa. Acta Phytogeogr. Suec. VI, 1934.

Sarnthein, R., Moor- und Seeablagerungen aus den Tiroler Alpen in ihrer waldgeschichtlichen Bedeutung. Beih. Bot. Cbl. 1936—1942.

Schröter, C. u. Kirchner, O., Die Vegetation des Bodensees. Lindau 1896—1902.

Schröter, C., Das Pflanzenleben der Alpen. 2. Aufl. Zürich 1926.

Staudacher, W., Die Verlandungsstadien des oberschwäbischen Federsees. N. Jahrb. f. Mineral. usw. 50, 1924.

— , Ein Beitrag zur Vorgeschichte und vorgeschichtlichen Besiedlung des Federseemoores. Jahresh. Ver. f. vaterl. Naturk. Württemb. 89, 1933.

Steinbach, H., Vegetationsverhältnisse des Irrseebeckens. Jahrb. Oberöst. Musealver. Linz 83, 1930.

Suchlandt, O. u. Schmassmann, W., Limnologische Beobachtungen an acht Hochgebirgsseen der Landschaft Davos. Zeitschr. f. Hydrol. VII, 1935.

Vierhapper, Fr., Vegetation und Flora des Lungaus. Abh. Zool. Bot. Ges. Wien 16, 1935.

Vogt, M., Pflanzengeographische Studien im Obertoggenburg. Beil. Jahrb. St. Gall. Naturw. Ges. 57, 1921.

Waldvogel, T., Das Lautikerried und der Lützelsee. Vierteljahrsschr. Naturf. Ges. Zürich 45, 1900.

Weber, C. A., Über die Erhaltung von Mooren und Heiden Nordwestdeutschlands im Naturzustand. Abh. Nat. Ver. Bremen XV, 1901.

— , Bericht über eine Studienreise im Jahre 1910. Protokoll d. 66. Sitzung d. Central-Moor-Commission, Berlin 1911.

Zorell, Fr., Bemerkungen zur Tiefenkarte des Ostersees. Mitt. Geogr. Ges. München 17, 1924.
— , Beiträge zur Kenntnis der oberbayrischen Osterseen. Ebenda 33, 1941.
Zschokke, Fr., Die Tierwelt der Hochgebirgsseen. Denkschr. Schweiz. Naturf. Ges. 37, 1900.
Zumpfe, H., Obersteirische Moore. Abh. Zool. Bot. Ges. XV 2, Wien 1929.

Druckfertig eingegangen am 11. August 1941.

Fig. 4. Ausgebrochenes wärmezeitliches Hochmoor und durch den Ausbruch entstandener See am Platteiboden im obersten Ötztal — 2725 m gegen den Hintereisferner. Aufn. H. Gams, 1941

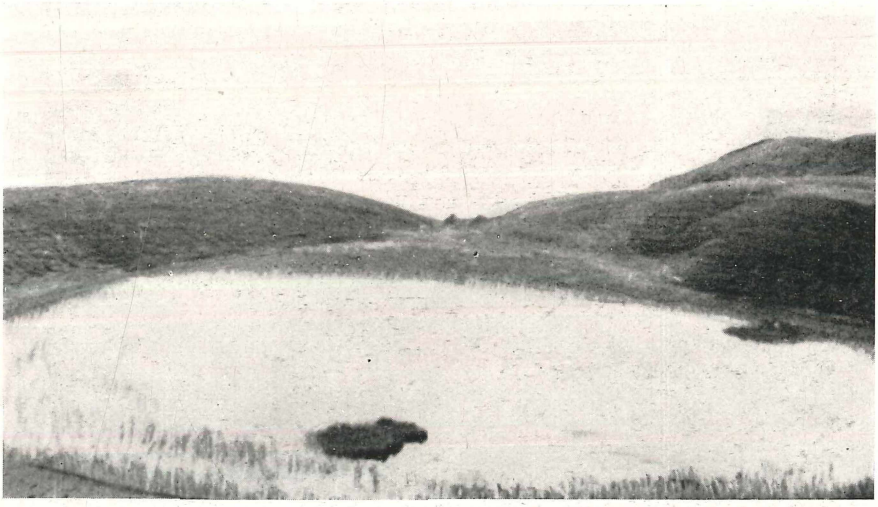


Fig. 5. Der durch einen Moorausbruch entstandene Gschnitzer Rohrsee — 2075 m. Phot. Gams, 1933

Zur Arbeit von Gams

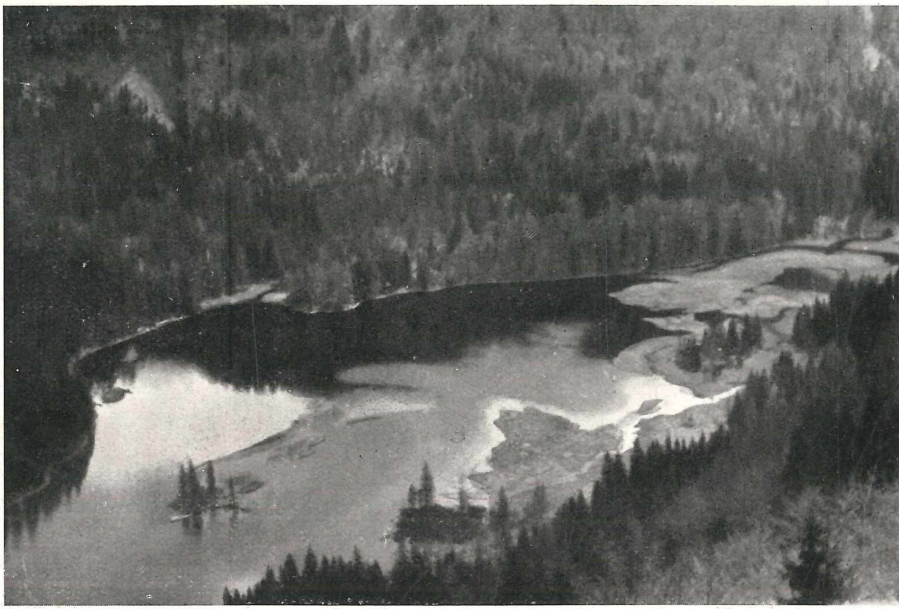


Fig. 6. Lunzer Obersee — 1113 m — mit Schwingrasen bei Hochwasser.
Phot. Gams, 1933

Fig. 7. Piburger See im Ötztal — 915 m — vorn Schwingmoor mit *Phragmites*, *Calamagrostis lanceolata*, *Comarum*, *Menyanthes* usw.
Phot. Gams, 1937

Zur Arbeit von Gams

Fig. 8. Rand der stationären Schwingrasen des Egelsees bei Kufstein mit *Carex diandra, Trichophorum alpinum* usw., im Wasser *Nymphaea alba.* Phot. Gams, 1937

Fig. 9. Schwingrasen an Moorloch bei den Osterseen. Phot. H. Paul

Zur Arbeit von Gams

Fig. 10. Tief erodiertes Torfufer des Dahlemer Sees, Kreis Hadeln.
Phot. K. Hueck

Fig. 11. Torferosion im Filzmoos am Warscheneck, ca. 1400 m.
Phot. Gams, 10. 9. 1941

Zur Arbeit von Gams

Fig. 12. Das Hohe Moos im Stubai — 2300 m — mit einzelnen Torfhügeln. Phot. Gams, 1940

Fig. 13. Torfhügelmoor auf dem Ranggerköpfl bei Innsbruck — 1938 m — gegen die Kalkkögl. Phot. Gams, 1939

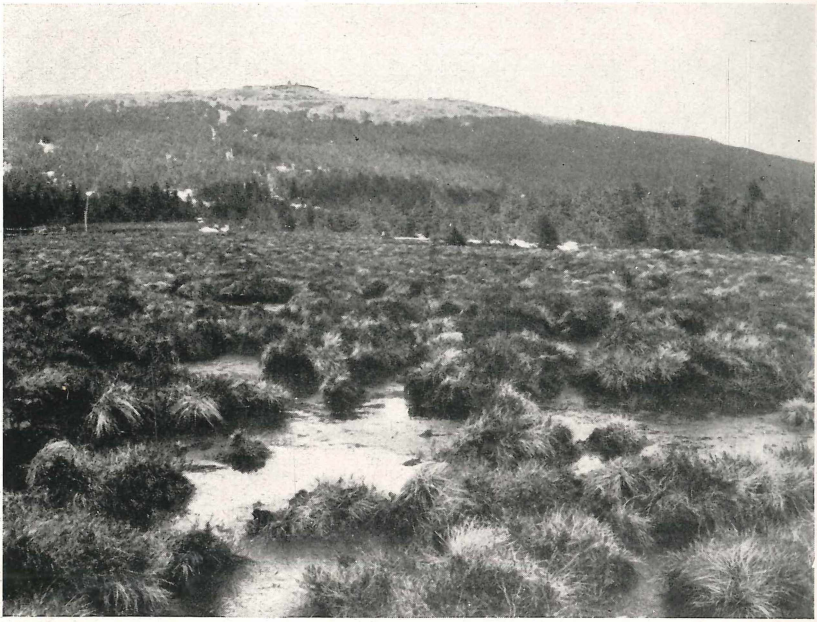


Fig. 14. Stark erodiertes Moor am Brocken im Harz — 1000 m.
Phot. K. Hueck

Fig. 15. Stark erodiertes Moor auf dem Koppenplan im Riesengebirge — 1435 m. Phot. K. Hueck

Zur Arbeit von Gams

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Abhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Bremen

Jahr/Year: 1942/51

Band/Volume: 32

Autor(en)/Author(s): Gams Helmut

Artikel/Article: Die Höhengrenzen der Verlandung und des Moorwachstums in den Alpen 115-133