unter www.biologiezentrum.at

Thomas Schneider, Hermann Jerz und Karl-Heinz Krause

Die spät- und postglaziale (Mur-)Schwemmkegel- und Moorentwicklung im Murnauer Moos (Obb.)

Vorbemerkungen

Im Folgenden werden in kurzer Form einige der wesentlichen, regional relevanten Ergebnisse eines Forschungsprojekts vorgestellt, das von den Verfassern im Rahmen des durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft ausgeschriebenen Schwerpunktprogramms „Wandel der Geo-Biosphäre in den letzten 15.000 Jahren – Kontinentale Sedimente als Ausdruck sich verändernder Umweltbedingungen" in den Jahren 1995 bis 2000 durchgeführt wurde.

Für die Gewährung der hierfür nötigen finanziellen Unterstützung danken wir der Deutschen Forschungsgemeinschaft und – stellvertretend für alle am Genehmigungsprozess Beteiligten – Herrn Prof. Dr. Wolfgang Andres † (Frankfurt). Für die gute Zusammenarbeit bedanken wir uns ferner bei Herrn Prof. Dr. Hansjörg Küster (Hannover), Herrn Dr. Michael Peters und Frau Dr. Karin Weber (LMU München) sowie Fr. Dipl.-Geogr. Anja Oberhauser (Univ. Augsburg) für die durchgeführten Pollenanalysen, bei Herrn Dr.-Ing. Hans-Joachim Baumann und Herrn Dr. Ulrich Haas (stellvertretend für viele Mitarbeiter am Bayer. Geolog. Landesamt, München) für Unterstützung im Zusammenhang mit den umfangreichen Bohrungen, bei Prof. Dr. Wolfgang Kretschmer und seinen Mitarbeitern (Physikal. Inst. d. Univ. Erlangen-Nürnberg), Prof. Dr. Pieter M. Grootes und Mitarbeitern (Leibniz-Labor f. Altersbestimmung u. Isotopenforschung, Univ. Kiel), sowie Prof. Dr. Gerhard Furrer, Dr. Waldemar A. Keller, Dr. M. Suter (Geogr. u. Physikal. Inst., Univ. Zürich-Irchel) für Radiokarbon-Datierungen.

Eine Exkursion ins Murnauer Moos mit Mitgliedern des Naturwissenschaftlichen Vereins erfolgte im Juli 2003 (Führung H. Jerz und Th. Schneider).

Einleitung

Eines der weitestverbreiteten und typischsten Elemente der alpinen Geomorphologie des Spät- und Postglazials stellen die Schwemmkegel dar, die nach dem Rückzug der Gletscher gemeinsam mit den alluvialen Füllungen in Tälern und Becken aufgeschüttet werden konnten. Sie kamen dort zur Ausbildung, wo Gerinne aus Seitentälern oder -gräben in das Haupttal mündeten und aufgrund des plötzlichen Fehlens des Gefälles und damit des Nachlassene ihrer Transportkapazität Material abgelagert werden musste. Ihre Entwicklung wurde jedoch durch eine Anzahl von Faktoren gesteuert, als deren wichtigste das Klima, die Vegetationsbedeckung und die Art und Menge des zur Sedimentation zur Verfügung stehenden Materials genannt werden können – Faktoren also, die im Laufe des Spät- und Postglazials immer wieder bedeutenden Veränderungen unterworfen waren. Aus diesem Grunde kann die Entwicklung der Schwemmkegel auch nicht als kontinuierlicher, gleichmäßiger Prozess abgelaufen sein, vielmehr muss es sich um Phasen unterschiedlicher geomorphologischer Akti-

Anschrift der Verfasser:
PD Dr. Thomas Schneider, Prof. Dr. Hermann Jerz, Dr. Karl-Heinz Krause
Institut für Geographie der Universität Augsburg, Universitätsstraße 2, 86135 Augsburg

vität gehandelt haben, bei denen sich jeweils Zeiten verstärkter Sedimentation und Kegelbildung mit solchen verminderter oder auch unterbrochener Sedimentation bzw. gar Erosion abgewechselt haben müssen.
Die Untersuchung ging somit von der Annahme aus, dass Schwemmkegel nicht nur „Speicher" im sedimentologischen Sinn, also Ablagerungskörper einer jeweiligen bestimmten Dimension, darstellen, sondern dass sie auch als „Speicher" bzw. „Archive" von Informationen über die sich verändernden Umwelt- und geomorphodynamischen Bedingungen im Laufe ihrer Entwicklung – auszulesen an den einzelnen Schichten, die sie aufbauen – dienen können. Hierzu bedarf es allerdings geeigneter Aufschlüsse oder Bohrungen in den klastischen Kegelschüttungen, doch erlauben auch diese nur eingeschränkt verlässliche Aussagen über die Chronologie der Kegelbildung. So muß etwa ein ^{14}C-Alter für organisches Material, das in einer Schicht aufgefunden wird, nicht unbedingt die Zeit wiedergeben, zu der diese Lage zur Ablagerung kam; vielmehr kann das der Datierung zugrundeliegende Partikelchen schon vorher (u. U. sogar mehrfach) umgelagert worden sein. Es ist somit offensichtlich, dass die Ergebnisse aus lediglich einem Aufschluss oder einer Bohrung für eindeutige Aussagen zum Werdegang eines geomorphologisch derart vielschichtigen Körpers nicht ausreichen.
Allerdings bietet es sich gerade am Alpenrand an, speziell Bereiche zu untersuchen, in denen es zu einer Verzahnung von Schwemmkegelschüttungen mit gleichzeitig in den Tälern oder Becken aufgewachsenen Mooren gekommen ist, wo also in Phasen verstärkter Kegelschüttung die mineralischen Schuttzungen am unteren Saum der Kegel über die Moorbildungen hin ausstrichen, bzw. in Phasen verminderten Kegelwachstums Torfe über den Saumbereich der Kegel aufwachsen konnten. Gelingt es nun, Bohrungen in diesen Verzahnungsbereichen niederzubringen, so können die Wechselfolgen von mineralischen (Schwemmkegel-) Schüttungen und organischen (Torf-) Lagen, insbesondere durch das in letzteren reichlich vorhandene datierbare Material, Auskunft über die Abfolge dieser unterschiedlichen Phasen geben.
Da es sich bei den vorliegenden Kegeln nicht um rein fluvial gebildete Schüttungskörper handelt, sondern vielmehr bei ihrer Bildung bis heute immer wieder Murgänge, also auch Prozesse der Massenschwerebewegung, beteiligt waren und sind (vgl. SCHNEIDER & IMMERZ, 2006), wäre exakter der Begriff „Murschwemmkegel" anzuwenden.

Zum Untersuchungsgebiet

Die Entwicklung des Murnauer Mooses setzte im Spätglazial nach dem Rückzug des Loisachgletschers aus seinem Stammtrichterbecken am Alpenrand südlich Murnau/Obb. ein. Dieses hat die Form eines sich gegen Nord weitenden Dreiecks und wird durch die Gebirgsgruppen der Ammergauer Alpen im Westen (hauptsächlich Flyschgesteine) und des Estergebirges im Osten (vornehmlich Kalke und Dolomite des Kalkalpin), sowie den Murnauer Molasseriegel im Norden umschlossen. Vorfluter ist die Loisach, die das Becken, aus dem oberen Loisachtal und vom Garmischer Becken her kommend, durch eine Engstelle bei Eschenlohe im Süden erreicht und es im Nordosten über eine Querfurche hin zum Kocheler Moor verlässt. Das

unter www.biologiezentrum.at

Moor zählt mit seiner Ausdehnung von rd. 32 km^2 und Torfkörpern von 20 m und mehr Mächtigkeit zu den ausgedehntesten und tiefsten am gesamten bayerischen Alpenrand. Die mittlere Höhenlage des Beckens liegt zwischen rund 630 m NN am Loisachzufluss im Süden und 620 m NN am Ausfluss bei Mühlhagen; die umrahmenden Gebirgszüge im Westen und Osten erreichen Höhen von 1.500 – 1.700 m NN.
Die Genese des Moores wurde bisher kontrovers diskutiert; so deutete z. B. KRAEMER (1965) das Murnauer Moos als Verlandungsmoor, SUCCOW & JESCHKE (1990) bezeichneten es als Durchströmungsmoor, während LAFORCE & SCHUCH (1983, S. 60ff.) sowie HOHENSTATTER (1984, S. 164) für den Südteil Grundwassereinfluss und Versumpfung, für den Nordteil Verlandung zugrundelegten.
Während des Würm-Hochglazials war das Gebiet des Murnauer Mooses und seiner Umgebung von mächtigen Eismassen bedeckt, welche im Norden des Beckens rd. 600 m, im Süden 800 m mächtig waren; die Eisoberfläche lag somit im Bereich Murnau – Staffelsee bei rund 1.200 m NN, im Gebiet von Eschenlohe bei rund 1.400 m NN (VON KLEBELSBERG, 1913/1914; WEINHARDT, 1973; VAN HUSEN, 1987), sodass lediglich die höchsten Aufragungen der Beckenumrahmung (Ettaler Mandl, Hörnle, Aufacker im Westen; Herzogstand, Heimgarten, Fricken, Krottenkopf, Kisten im Osten) als Nunatakkr über die Eisoberfläche emporragten.
Bedingt durch die Abfolge der Gesteinsserien am Nordalpenrand und damit unterschiedliche Erosionsresistenzen war die eiszeitliche Schurfwirkung in einzelnen Beckenteilen unterschiedlich. So kann das „Murnauer Moos" i.w.S. in ein nördliches („Murnauer Moos" s. str.) und südliches Teilbecken („Eschenloher Moos") unterteilt werden; dazwischen liegt mit ungefährer W-O-Erstreckung die Reihe der „Kögel" – überschliffene Härtlinge aus helvetischen Glaukonit- sowie Zementmergelserien. Auch die bei Eschenlohe im Süden durchziehende Hauptdolomitschwelle ließ an dieser Stelle nur eingeschränkte Schurfwirkung zu, ebenso wie die aus grobklastischen Konglomeraten bestehenden steillagernden Molassegesteine des Murnauer Rückens im Norden.
Im Gegensatz zu den meisten anderen Mooren in Südbayern ist das Murnauer Moos über weite Flächen nur sehr eingeschränkt menschlicher Nutzung unterworfen gewesen. Randbereiche werden, vor allem im südlichen Teilbecken, als Weiden und Streuwiesen genutzt; Torfstich hat nie eine große Rolle gespielt. Der größte Teil wird von Nieder- und Übergangsmoorflächen eingenommen, in den zentralen Moorbereichen um die Kögel sowie in kleinen Arealen am Südrand finden sich Hochmoore.
Der größte Eingriff in den Torfkörper erfolgte hauptsächlich in den 30er Jahren, als durch eine gezielte Anlage von Drainagegräben eine verstärkte landwirtschaftliche Nutzung eingeläutet werden sollte, die aber durch den Krieg nicht mehr in der geplanten Weise zur Ausführung kam. Gerade im Eschenloher Moos resultieren daraus jedoch noch immer anhaltende Kompaktionsvorgänge des Torfkörpers.
Gravierender waren neuzeitliche menschliche Eingriffe im Umkreis des Moores. Zwar ist Siedlungskontinuität für das Gebiet im Norden des Moores seit etwa 1400 v. Chr. belegt, doch war das Loisachtal auch während der Römerzeit in erster Linie wichtige Durchgangsgasse auf dem Weg in die raetischen Provinzen. Hiervon zeug(t)en Reste einer Befestigung auf dem Moosberg zwischen Ohlstadt und Hechendorf, die erst in den 20er Jahren des 20. Jhdts. durch Steinabbauarbeiten zer-

stört wurden (WAGNER, 1943; REINECKE, 1951/61; GARBSCH, 1966), sowie ein auf das Jahr 43 n. Chr. datierter, das Eschenloher Moos durchziehender Prügelweg, welcher 1934 bei Entwässerungsarbeiten in dessen südlichem Bereich gefunden wurde und mittlerweile von durchschnittlich 1 ½ bis 2 m Torf überwachsen ist (REINECKE, 1935; LANG, SCHULTZ, ZANIER, 1998; SASS, SCHNEIDER, WOLLNY, 2004).
Die Almwirtschaft drang im Werdenfelser Land nach urkundlichen Belegen (vgl. EGGENSPERGER, 1994, S. 44 f.) etwa ab dem 15. Jahrhundert mit damit einhergehenden Rodungen in die Hochlagen vor. Weit größere Auswirkungen hatte jedoch die Erzverarbeitung, die im Farchanter Raum bereits für die Hallstattzeit belegt ist und im ausgehenden Mittelalter und in der frühen Neuzeit im Gebiet um Garmisch und an den steilen Hängen des oberen Loisachtales zu einer starken Beeinträchtigung der Waldbestände durch planlosen Holzeinschlag führte (vgl. WEBER, 1999, S. 26 f.). Speziell für das Gebiet um Grafenaschau spielte die um 1731 gegründete und nach Bränden und Übermurungen mehrfach wiederaufgebaute und bis 1890 in Betrieb befindliche Glashütte eine wichtige Rolle (vgl. KRÄTZ u. PROESNER, 1980). Mit ihrem Betrieb einher ging ein enormer Holzverbrauch, welcher die Wälder an den Berghängen auf der Westseite des Murnauer Mooses um Grafenaschau in ungleich höherem Maß als der bäuerliche Holzeinschlag dezimierte; der Abholzung ganzer Hangbereiche stand zu dieser Zeit ein noch kaum funktionierendes Forstwesen entgegen.

Fragestellung und Methodeneinsatz

Die vorliegenden Untersuchungen zur spät- und postglazialen Entwicklungsgeschichte des Murnauer Mooses konzentrierten sich in erster Linie auf die großen Murschwemmfächer von Grafenaschau (im NW des Beckens), Ohlstadt (im Nordosten) und Eschenlohe (im Süden) und die an ihren Säumen gelegenen Moorflächen (vgl. Bd. 110/2006, S. 41, Abb. 1).
Bisher hatte es noch keine Hinweise auf das früheste Einsetzen des Torfwachstums im Murnauer Moos gegeben, da bis dato (hauptsächlich in den randlichen Beckenteilen) durchgeführte Bohrungen anderen Zwecken gedient (z.B. Pfeilergrundierungen für die Autobahn A 95, Trassenbohrungen für die Wasserleitung aus dem Loisachtal nach München) und dabei Datierungen keine Rolle gespielt hatten, oder aber die zahlreichen Hand-Moorbohrungen aus den 1950er Jahren nur jeweils bis zum Auftauchen der ersten Kieslagen vorgenommen worden waren, welch letztere man für das Liegende der Torfbildungen gehalten hatte (vgl. die noch aus dieser Annahme resultierenden Profildarstellungen in den Erläuterungen zur Geologischen Karte Bl. 8333 Murnau – DOBEN & FRANK, 1983!). All diese Bohrungsergebnisse sind zudem unveröffentlicht, was eine langwierige Auswertung der z.T. nur handschriftlich vorliegenden Unterlagen erforderlich machte.
Eine auf der Grundlage der neuen Eigen- wie der vorhandenen Fremdbohrungen vorgenommene Zusammenschau zeigt demgegenüber, dass das Torfwachstum wiederholt durch mineralische Sedimente der Loisach (dies vor allem auf der östlichen Seite) und Ablagerungen der Murschwemmkegel von Grafenaschau, Ohlstadt und Eschenlohe, die diese in den Phasen aktiver Kegelbildung auf den Moorflächen ausbrachten, gestört oder gar unterbrochen wurde. Diese Phasen galt es zu erfassen und

unter www.biologiezentrum.at

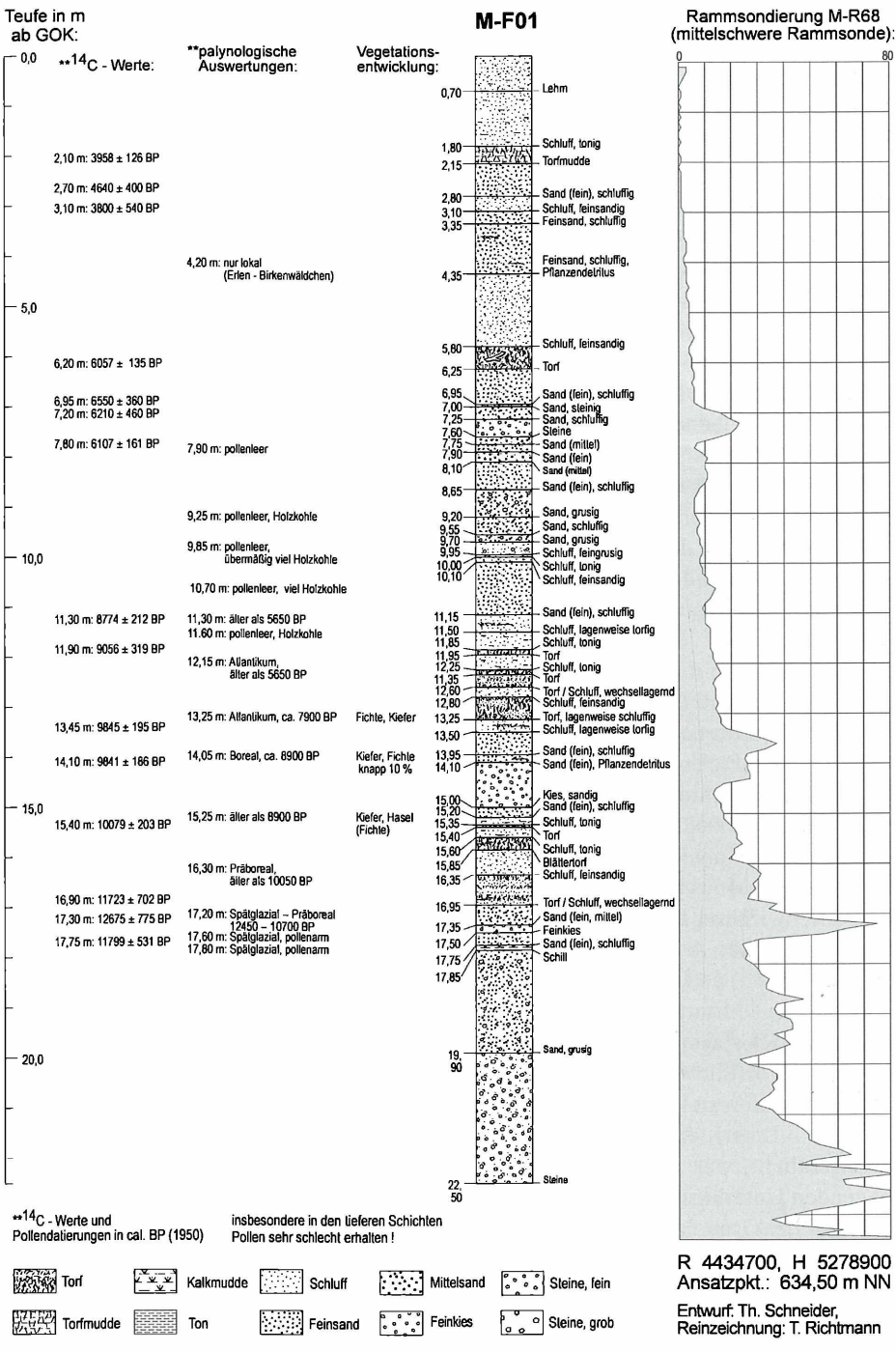


Abb. 1a: Forschungsbohrung M-F01 auf dem Grafenaschauer Murschwemmkegel (Darstellung der Schichtfolge) mit parallel dazu niedergebrachter Rammsondierung M-R68 (Diagramm zeigt Schläge pro 10 cm Eindringtiefe) Ansatzpunkt: R 4434700, H 5278900; 634,50 m NN [nach: Jerz/Schneider/Krause, 2000, verändert]

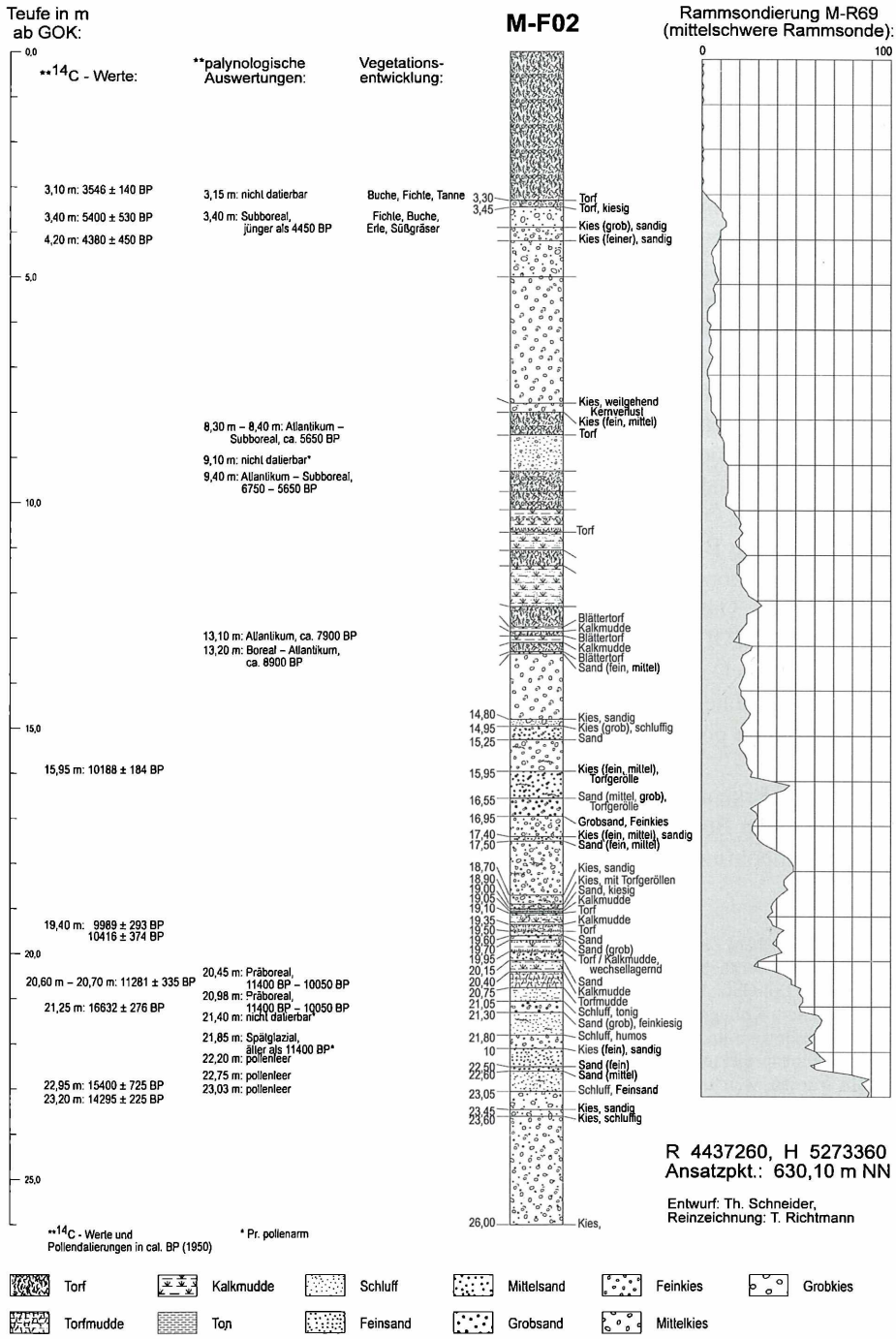


Abb. 1b: Forschungsbohrung M-F02 auf dem Eschenloher Murschwemmkegel (Darstellung der Schichtfolge) mit parallel dazu niedergebrachter Rammsondierung M-R69 (Diagramm zeigt Schläge pro 10 cm Eindringtiefe) Ansatzpunkt: R 4437260, H 5273360; 630,10 m NN [nach: Jerz/Schneider/Krause, 2000, verändert]

unter www.biologiezentrum.at

miteinander in Beziehung zu setzen, um schließlich zu klären, ob sich ein gemeinsamer Entwicklungsgang für diese Phasen des Torfwachstums bzw. der Akkumulation klastischer Sedimente über das ganze Gebiet hinweg würde feststellen lassen, oder ob vielmehr Torfwachstum und insbesondere die Entwicklung der einzelnen Kegel mit ihren so unterschiedlichen Ausprägungen und Rahmenbedingungen (Geologie, Beschaffenheit und Größe des Einzugsgebiets) einen jeweils eigenen, individuellen Gang nahmen.

Dieses Ziel war nur auf Grundlage einer genauen Vorstellung über die Wechsellagerungen von mineralischen und klastischen Sedimenten im Becken und insbesondere im Umkreis der besagten Kegel sowie im Bereich der Loisach zu erreichen. Zu diesem Zweck wurden im Rahmen der eigenen Geländearbeiten insgesamt rd. 50 Bohrungen (Schlitzsondierungen mit 32 mm Durchmesser) mit Teufen bis zu 23 m niedergebracht, darüberhinaus zwei große Forschungsbohrungen mit 140 mm Durchmesser und Teufen von 22,50 bzw. 26 m (vgl. Abb. 1a und 1b), welch letztere durch das Bayerische Geologische Landesamt in Auftrag gegeben und finanziert wurden[1] (vgl. JERZ/SCHNEIDER/KRAUSE, 2000). Zusätzlich dienten Rammsondierungen an rd. 90 weiteren Örtlichkeiten der Verdichtung der gewonnenen Ergebnisse, sodass schließlich eine Bohrstrecke von insgesamt rd. 1600 m zu Auswertungen herangezogen werden konnte, deren Einzelergebnisse hier leider nicht zur Darstellung kommen können.[2] Die Ergebnisse dieser Bohrungen wurden in digitaler Form erfasst (Programm 'GeODin') und auch in eine durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft bereitgehaltene Datenbank eingegeben (Programm 'Pangaea'). An rd. 130 Proben aus organischem Material konnten ^{14}C-Datierungen vorgenommen werden, mehr als 200 Proben wurden pollenanalytisch zum Zweck einer altersmäßigen Einstufung untersucht[3].

Zusätzliche Erkenntnisse ergaben sich aus der Auswertung unveröffentlichter Unterlagen, wie den Bohrmeisteraufzeichnungen zu den o.a. Wasserleitungs- oder Autobahntrassenbohrungen oder den handschriftlichen Geländekladden zu den Moor-

[1] Für die fruchtbare Zusammenarbeit in diesem Projekt sei dem Bayerischen Geologischen Landesamt an dieser Stelle herzlich gedankt. Insbesondere die stets vorhandene Hilfs- und Kooperationsbereitschaft von Hrn. Dipl-Geol. Dr. U. Haas, Hrn. Dr.-Ing. H.-J. Baumann und Hrn. Dr. K. Bader (stellvertretend für viele weitere Kollegen) war für uns eine große Unterstützung.
Mittlerweile sind im Rahmen eines ebenfalls von der Deutschen Forschungsgemeinschaft unterstützten Fortsetzungsprojektes zur Landschaftsgeschichte des Murnauer Mooses weitere Bohrungen durchgeführt worden, welche sich hauptsächlich auf das Gebiet um die Kögel im Zentrum des Moores konzentrieren. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind einer weiteren Veröffentlichung vorbehalten.

[2] In diesem Zusammenhang bedanken wir uns bei den zuständigen Gemeindeverwaltungen und Bürgermeistern für viele Auskünfte und weitere Unterstützung, beim Landratsamt Garmisch-Partenkirchen für die Erteilung von Bohr-, Betretungs- und Befahrungsgenehmigungen, wobei insbesondere das Bemühen um eine verträgliche Lösung zwischen den sensiblen Belangen des Naturschutzes und den durchzuführenden Arbeiten im Vordergrund stand.

[3] Die 14C-Datierungen wurden am Physikalischen Institut der Universität Erlangen-Nürnberg (Prof. Dr. W. Kretschmer), am Leibniz-Labor für Altersbestimmung und Isotopenforschung der Christian-Albrechts-Universität Kiel (Prof. Dr. P.M. Grootes), am Geographischen und Physikalischen Institut der Universität Zürich-Irchel (em. Prof. Dr. G. Furrer, Dr. W.A. Keller, Dr. M. Suter), sowie am 14C-Labor des Niedersächsischen Geologischen Landesamtes in Hannover vorgenommen.
Die Aufbereitung und Auszählung der Pollenkörner unternahm Fr. Dipl.-Geogr. A. Oberhauser, die zeitliche Einordnung der daraus gewonnenen Pollengesellschaften Fr. Dr. Karin Weber.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

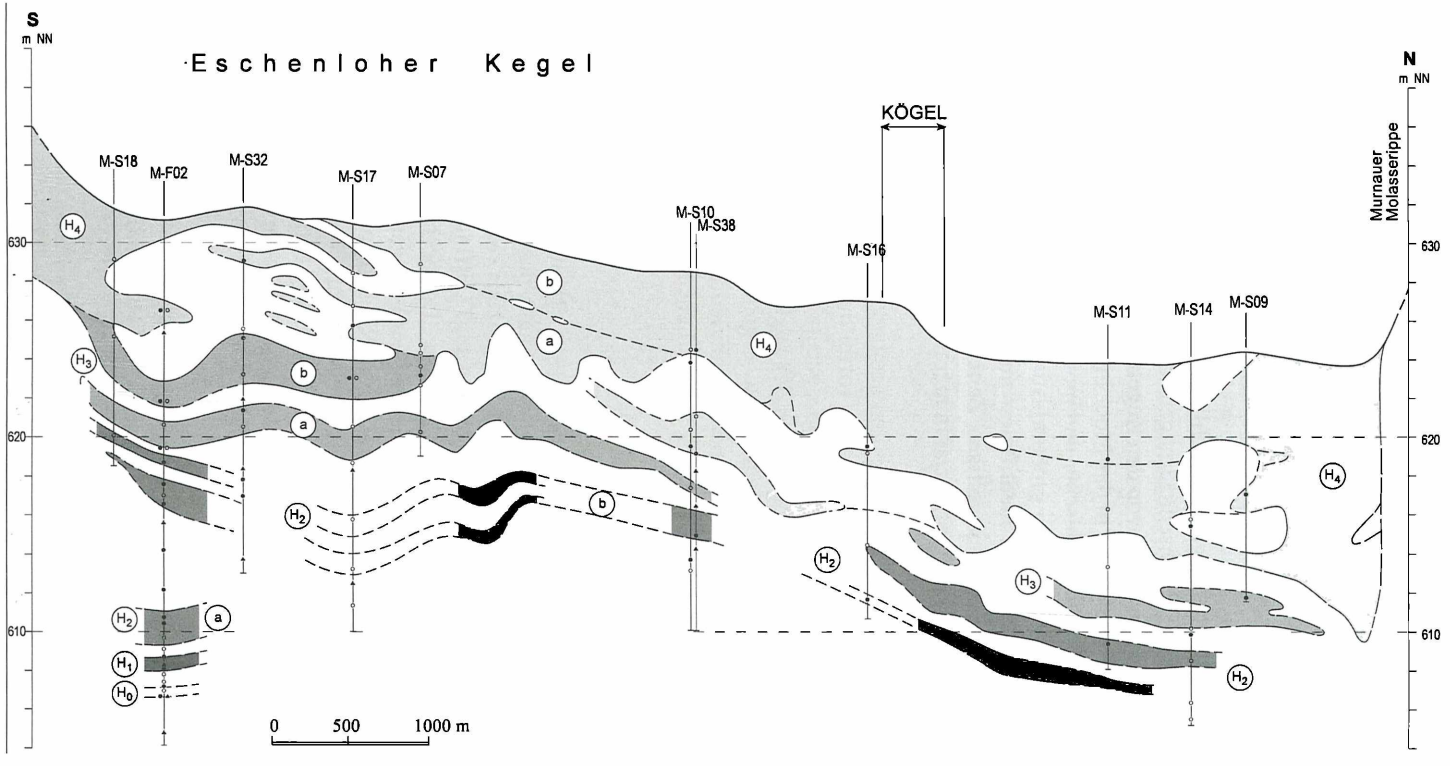


Abb. 2: Torfbildungs-/Sedimentationsphasen-Schemaprofil (Längsprofil durch das Murnauer Moos entlang des Meridians 11° 10' östl. Länge), basierend auf den Ergebnissen der Bohrungen aus Abb. 3 – zur zeitlichen Einordnung der Torfbildungsphasen H_0 bis H_4 vgl. Abb. 7! *[nach: Schneider, 2006, verändert]*

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

untersuchungsbohrungen[4], sodass schließlich die Ergebnisse von insgesamt weit über 1000 Bohrungen zur Konstruktion einer großen Zahl von Längs- und Querprofilen zur Verfügung standen, wie in vereinfachter Form im Beispiel Abb. 3 dargestellt. Die hohe Dichte der Bohrpunkte erlaubte es, die einzelnen identifizierten Schichten über weite Distanzen weiterzuverfolgen und somit auch den Ergebnissen der im Vergleich zur Gesamtzahl der Bohrungen verhältnismäßig wenigen Datierungen eine räumlich weite Aussagekraft zu verleihen. Mit Hilfe der erstellten, dicht aufeinanderfolgenden Längs- und Querprofilreihen ergab sich schließlich ein quasi-dreidimensionales Bild der organisch-klastischen Wechsellagerungen im Becken; zudem konnten sie Auskunft darüber geben, wie weit die von den Kegeln ausgehenden mineralischen Schüttungen in Form einzelner Zungen in das Moor hinein streuen.
Durch eine große Zahl petrographischer und morphographischer Bestimmungen und Analysen an Bestandteilen aus den gröberklastischen Lagen konnten die jeweiligen Einzugsgebiete der Schüttungen identifiziert und zudem die Reichweiten der einzelnen Kegel wie auch der zu jeweiligen Zeiten herrschende Einflussbereich der Loisach, deren Verlauf sich im Postglazial immer mehr auf den östlichen Beckenrand konzentrierte, ermittelt werden.
Auf der Grundlage der einzelnen, zu Profilen aneinandergereihten Bohrsäulen konnten schließlich sogenannte „Sedimentations-/Torfbildungs-Zeitschemata" entwickelt werden. Diese stellen eine zusammenfassende, generalisierende Wiedergabe der klastischen und organischen Schichten für jedes der zugrundeliegenden Originalprofile dar und ordnen die einzelnen klastischen bzw. organischen Lagen jeweils Phasen erhöhter geomorphologischer Aktivität mit Akkumulation/Erosion bzw. Phasen verstärkten Torfwachstums zu (vgl. Abb. 2 – zur zeitlichen Einordnung dieser Phasen vgl. Abb. 7).

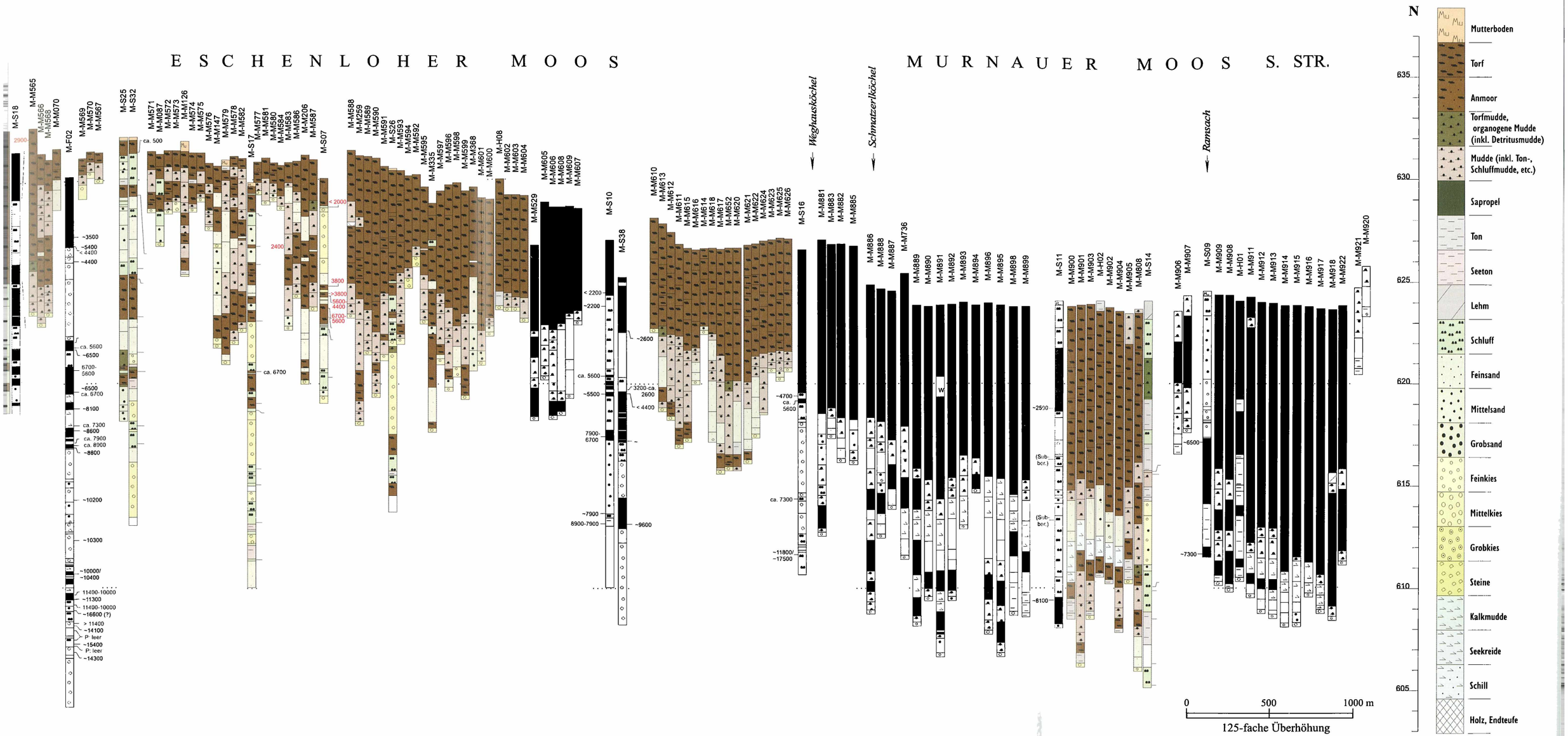
Ergebnisse

Hohe ^{14}C-Alter, welche sich aus Datierungen an erbohrten basalen organischen Lagen (vgl. Lage „H1" in Abb. 2) ergaben, legen nahe, dass die Schwemmkegelentwicklung zu einem sehr frühen Zeitpunkt des Spätglazials einsetzte. Dieser Zeitpunkt war gegeben, als sich der Loisachgletscher vom sog. „Uffing-Schwaiganger Stand" im Norden des Murnauer-Moos-Beckens auf den „Loisachtalstand" (HIRTLREITER, 1992) mit Lage der Gletscherstirn in der Gegend der heutigen Eschenloher Enge am südlichen Eingang zum Becken zurückzog. Dieser Rückzug muss sehr rasch von sich gegangen sein, sodass das Murnauer-Moos-Becken wohl schon vor 17.000 BP, wenn nicht gar schon vor 18.000 BP rasch seiner Eisbedeckung entledigt wurde.[5]
Allerdings wurden im Anschluss daran große Mengen glazifluvialen Schotters in das Becken eingebracht, durch welche das zunächst vorhandene unruhige Relief, welches

[4] Für die Zur-Verfügung-Stellung dieser Unterlagen bedanken wir uns herzlich bei der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur, Pflanzenbau und Pflanzenschutz, München (BayLABPP), der Autobahndirektion Südbayern in München, den Stadtwerken München, und einer Reihe hier nicht näher aufgeführter weiterer Behörden.

[5] Diese Befunde stehen in auffälligem Gegensatz zu jüngeren, in anderen Teilen Deutschlands (z.B. Eifelmaare – vgl. LITT/STEBICH, 1999), gewonnenen Ergebnissen mit einer Pleniglazial-/Spätglazial-Grenze um 14.500 BP.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben; download unter www.biologiezentrum.at



profil durch das Murnauer Moos auf der Basis von Einzelbohrungen entlang des Meridians 11°10' östl. Länge [nach: Schneider, 2006, verändert]

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

untersuchungsbohrungen[4], sodass schließlich die Ergebnisse von insgesamt weit über 1000 Bohrungen zur Konstruktion einer großen Zahl von Längs- und Querprofilen zur Verfügung standen, wie in vereinfachter Form im Beispiel Abb. 3 dargestellt. Die hohe Dichte der Bohrpunkte erlaubte es, die einzelnen identifizierten Schichten über weite Distanzen weiterzuverfolgen und somit auch den Ergebnissen der im Vergleich zur Gesamtzahl der Bohrungen verhältnismäßig wenigen Datierungen eine räumlich weite Aussagekraft zu verleihen. Mit Hilfe der erstellten, dicht aufeinanderfolgenden Längs- und Querprofilreihen ergab sich schließlich ein quasi-dreidimensionales Bild der organisch-klastischen Wechsellagerungen im Becken; zudem konnten sie Auskunft darüber geben, wie weit die von den Kegeln ausgehenden mineralischen Schüttungen in Form einzelner Zungen in das Moor hinein streuen.
Durch eine große Zahl petrographischer und morphographischer Bestimmungen und Analysen an Bestandteilen aus den gröberklastischen Lagen konnten die jeweiligen Einzugsgebiete der Schüttungen identifiziert und zudem die Reichweiten der einzelnen Kegel wie auch der zu jeweiligen Zeiten herrschende Einflussbereich der Loisach, deren Verlauf sich im Postglazial immer mehr auf den östlichen Beckenrand konzentrierte, ermittelt werden.
Auf der Grundlage der einzelnen, zu Profilen aneinandergereihten Bohrsäulen konnten schließlich sogenannte „Sedimentations-/Torfbildungs-Zeitschemata" entwickelt werden. Diese stellen eine zusammenfassende, generalisierende Wiedergabe der klastischen und organischen Schichten für jedes der zugrundeliegenden Originalprofile dar und ordnen die einzelnen klastischen bzw. organischen Lagen jeweils Phasen erhöhter geomorphologischer Aktivität mit Akkumulation/Erosion bzw. Phasen verstärkten Torfwachstums zu (vgl. Abb. 2 – zur zeitlichen Einordnung dieser Phasen vgl. Abb. 7).

Ergebnisse

Hohe ^{14}C-Alter, welche sich aus Datierungen an erbohrten basalen organischen Lagen (vgl. Lage „H1" in Abb. 2) ergaben, legen nahe, dass die Schwemmkegelentwicklung zu einem sehr frühen Zeitpunkt des Spätglazials einsetzte. Dieser Zeitpunkt war gegeben, als sich der Loisachgletscher vom sog. „Uffing-Schwaiganger Stand" im Norden des Murnauer-Moos-Beckens auf den „Loisachtalstand" (HIRTLREITER, 1992) mit Lage der Gletscherstirn in der Gegend der heutigen Eschenloher Enge am südlichen Eingang zum Becken zurückzog. Dieser Rückzug muss sehr rasch von sich gegangen sein, sodass das Murnauer-Moos-Becken wohl schon vor 17.000 BP, wenn nicht gar schon vor 18.000 BP rasch seiner Eisbedeckung entledigt wurde.[5]
Allerdings wurden im Anschluss daran große Mengen glazifluvialen Schotters in das Becken eingebracht, durch welche das zunächst vorhandene unruhige Relief, welches

[4] Für die Zur-Verfügung-Stellung dieser Unterlagen bedanken wir uns herzlich bei der Bayerischen Landesanstalt für Bodenkultur, Pflanzenbau und Pflanzenschutz, München (BayLABPP), der Autobahndirektion Südbayern in München, den Stadtwerken München, und einer Reihe hier nicht näher aufgeführter weiterer Behörden.

[5] Diese Befunde stehen in auffälligem Gegensatz zu jüngeren, in anderen Teilen Deutschlands (z. B. Eifelmaare – vgl. LITT/STEBICH, 1999), gewonnenen Ergebnissen mit einer Pleniglazial-/Spätglazial-Grenze um 14.500 BP.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

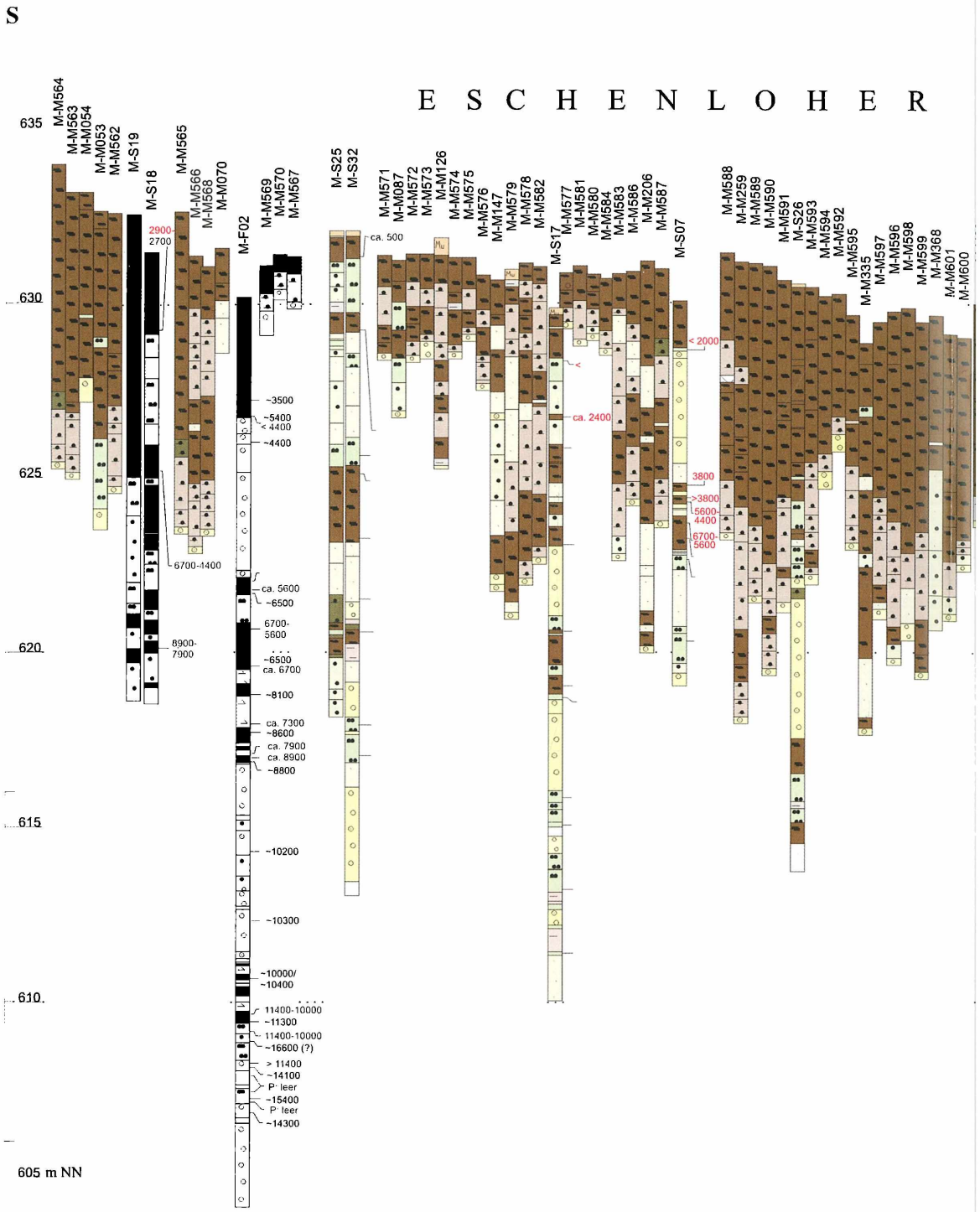


Abb. 3: Längsprofil durch das Murnauer Moos auf der Basis von Einzelbohrungen entlang des Meridians 11

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at

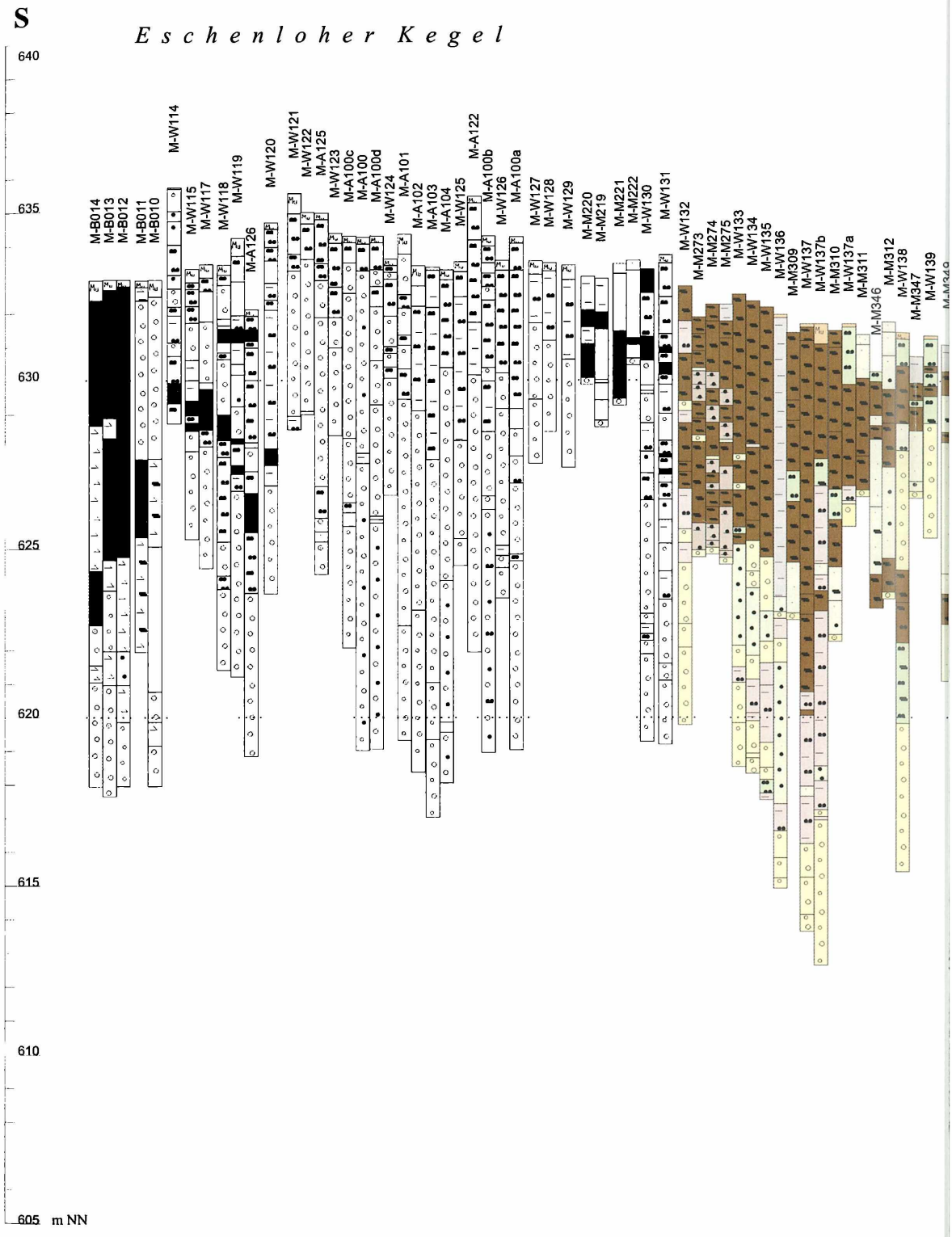
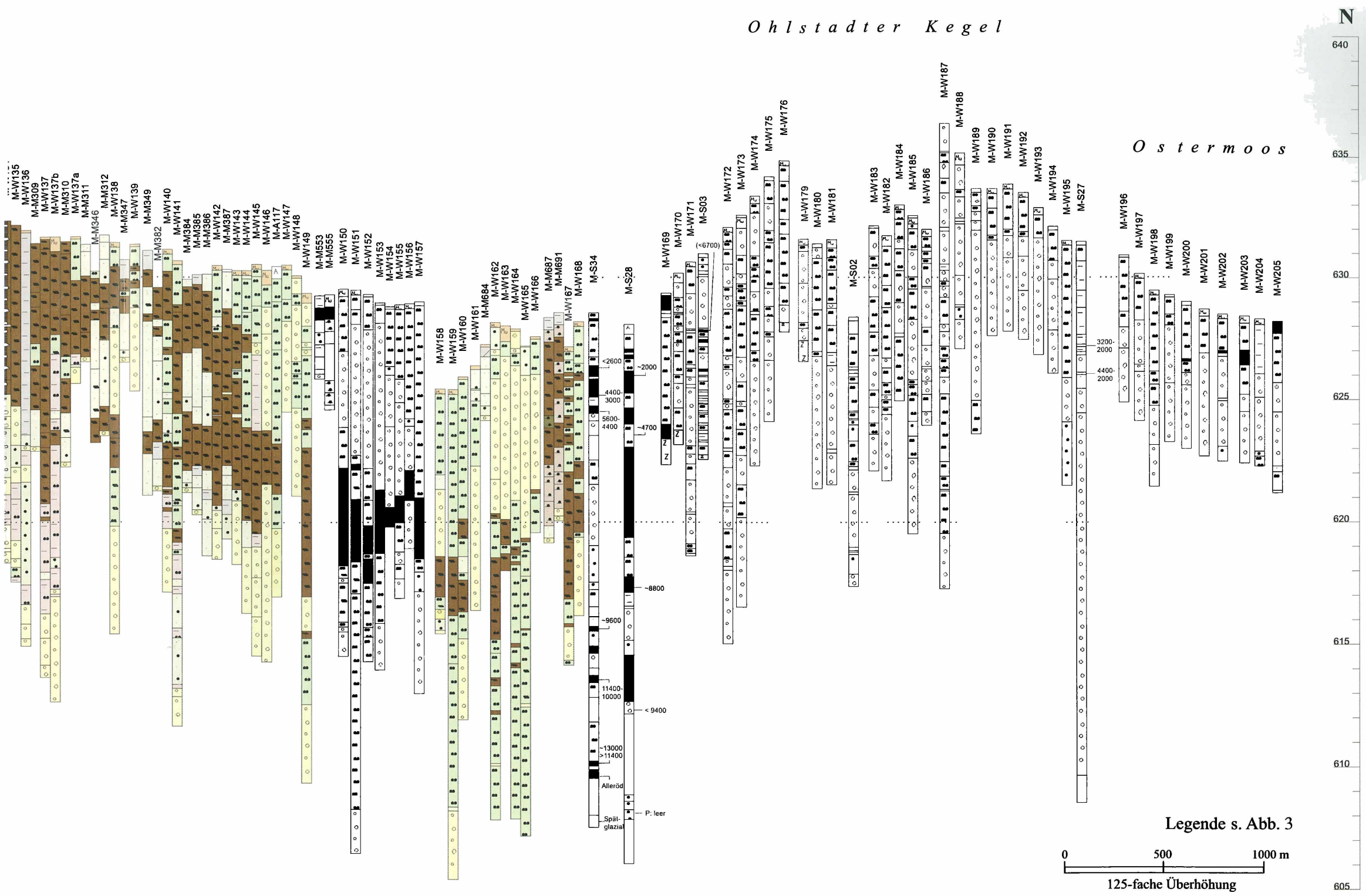


Abb. 4: Längsprofil am östlichen Rand des Murnauer Mooses auf der Basis von Einzelbohrungen [nach: Sch

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben, download unter www.biologiezentrum.at



lbohrungen [nach: Schneider, 2006, verändert]

durch Grundmoräne, zugeschliffene Festgesteinsrücken und Exarationsformen geprägt war, in kurzer Zeit überdeckt wurde. Neuere Bohrungen und geophysikalische Aufnahmen durch das Bayerische Geologische Landesamt[6] haben im Bereich um die Kögel die Existenz von viele Dutzend Meter tiefen Hohlformen des Beckenuntergrundes erwiesen, deren Füllung im Liegenden mit mehreren Dutzend Metern Feinsedimenten – offensichtlich Absätze gletschernaher Schmelzwasserseen – einsetzt.
Gleichzeitig mit der Beckenfüllung wurden dadurch auch größere, isolierte Massen von Toteis (Reste des zerfallenden Eiskuchens) eingeschlossen, deren allmähliches Abschmelzen Kessel- und Kamesformen schuf, wie sie etwa heute noch in eindrucksvoller Weise im Umkreis des Ostermooses nördlich Ohlstadt zu sehen sind. Insgesamt entwickelte sich jedoch in weiten Teilen sehr rasch eine weitgehend ebene Aufschüttungsoberfläche, geschaffen durch die aufgrund der Gletscherstirnnähe und der intensiven Schutteinbringung von den Hängen stark feststoffbeladene, anostomosierende frühe Loisach und deren Nebengerinne. Hierzu trug auch insbesondere die Tatsache bei, dass die Talflanken und insbesondere die Seitengräben noch von Moräne bedeckt bzw. plombiert waren, und diese aufgrund der noch fehlenden Vegetationsbedeckung leicht abgetragen werden konnte. Die Schutteinbringung war besonders stark im südlichen Beckenteil, wo sich am Ausgang der Eschenloher Enge ein riesiger Schwemmfächer in das Becken hinein entwickelte. Dessen Lage und Gefälle konnte aus der räumlichen Verteilung mehrerer Grobsedimenthorizonte rechnerisch rekonstruiert werden, die aus einer Vielzahl von Bohrungen im Eschenloher Moos hervorgingen (vgl. Abb. 5). Im Gegensatz dazu war die Sedimentation im nördlichen Beckenteil, wo ungleich weniger gröberklastische Sedimente erbohrt wurden, offensichtlich deutlich ruhiger und über längere Phasen von Stillwasserabsätzen geprägt.
Zu Beginn des Postglazials lag die Oberfläche des Aufschüttungstalbodens im Murnauer-Moos-Becken noch immer rd. 20 m unter der heutigen (also bei etwa 620 m NN), woraus sich ergibt, dass das weitere Gefälle der Loisach auf ihrem Weg hinaus zumWolfratshausener Becken (rd. 40 km), für das ein spätglazialer Seespiegelstand von 593 m NN belegt ist (JERZ, 1969, S. 60), nur sehr gering sein konnte.
Die Rekonstruktion der Fahnen klastischen Materials, die – von der Eschenloher Enge wie auch den Seitengräben im W und SO ausgehend – in das Becken hinein verlaufen, zeigt, dass dieser südliche Teil (Eschenloher Moos) bis zur Wende Präboreal/Boreal durch einen häufigen Wechsel von Erosion und Sedimentation bzw. Umlagerung (Wildflusslandschaft) geprägt war. Die ältesten Torfe haben hier dementsprechend präboreales Alter; nur in geschützten Lagen kommen humose Lagen mit Altern bis > 15.000 BP vor. Im nördlichen Beckenteil finden sich aufgrund der geringeren Auswirkungen der gröberklastischen Einschüttungen wie auch der Erosionsvorgänge durch die Loisach Torfe mit Altern bis rd. 13.500 BP. Dass sich auch hier auf den jeweiligen Kegeln Erosionsphasen auswirkten, belegen jedoch „Torfgerölle", welche in klastischen Lagen entsprechenden Alters inkorporiert aufgefunden werden konnten.

[6] Diese wurden ebenfalls durch die Autoren in einem Nachfolgeprojekt in Zusammenarbeit mit dem Bayerischen Geologischen Landesamt (DR. U. HAAS u.a.) ausgewertet.

unter www.biologiezentrum.at

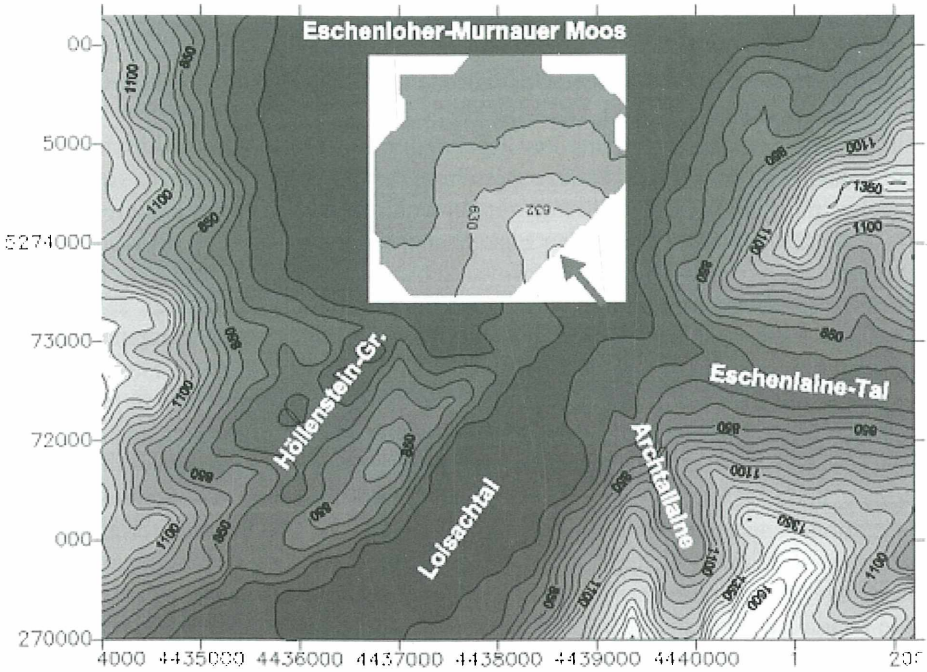


Abb. 5: Aus Bohrungen rekonstruierter Verlauf eines verdeckten Schwemmfächers aus dem Subatlantikum im Untergrund des Eschenloher Mooses (Weitere derartige Fächer konnten für die Zeit des Subboreal sowie des Atlantikum rekonstruiert werden) [Kartographie: K.-H. Krause; nach: Schneider, 2006, verändert]

Material zum Aufbau der großen Kegel stand v.a. während des frühen Spätglazials zur Verfügung, als Bäche aus den Talflanken die noch wenig von Vegetation geschützten Moränenüberkleidungen und Stausedimente zu Tal befördern konnten. Insbesondere der Kegel von Eschenlohe, der sich aus den Schüttungen der Eschenlaine mit ihrem ausgedehnten Einzugsgebiet und der Archtallaine mit ihrem starken Gefälle aufbaut, steuerte während dieser Zeit entscheidend das Geschehen im südlichen Beckenteil. Dabei dürften häufige Murgänge eine Rolle gespielt haben, wie sich noch immer an der steilen Form des Kegels zeigt, der aufgrund der Grobschüttungen aus der Archtallaine einen hohen Anteil an Grobmaterial aufweist. Noch heute zeigt die Steilkante am W-Rand des Kegels bei den „Sieben Quellen" die deutliche seitliche Erosion der Loisach, doch kam es insgesamt durch den Kegel zu einem Abdrängen des Flusses an die westliche Talseite, phasenweise bei starker Kegelaktivität auch zu einem völligen Abriegeln des Tales, was zum Absatz limnischer Feinsedimente, wie sie im Loisachtal oberhalb der Eschenloher Enge erbohrt wurden (vgl. LOHR, in: KUHNERT, 1967, S. 79 ff. u. Beil. 2), führte. Nördlich der Enge setzt sich der Kegel – nunmehr mit Loisach-Schottern vermengt – in Form des o.a. deutlich flacheren Fächers fort, welcher sich mit NW-gerichteter Achse gegen das Eschenloher Moos zieht und

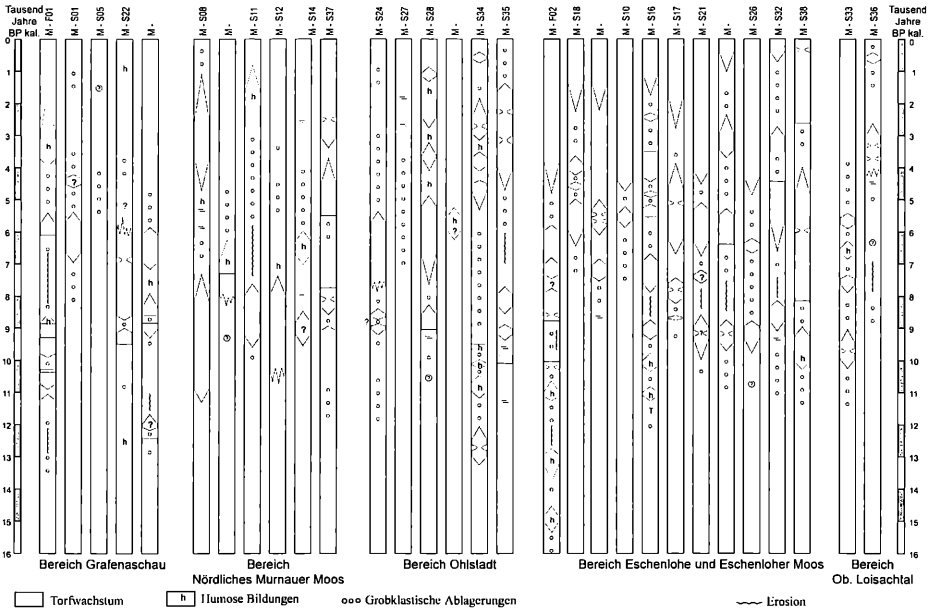


Abb. 6: Darstellung des zeitlichen Ablaufs von Torfwachstumsphasen und zwischengeschalteten Sedimentations- bzw. Erosionsphasen für ausgewählte Bohrungen im Bereich des Murnauer Mooses [nach: Schneider, 2006, verändert]

dessen weiterer Verlauf im Untergrund des Moores aus der Höhenlage der bei den Bohrungen angetroffenen klastischen Lagen ermittelt werden konnte (vgl. Abb. 5). Generell weisen die Grobschüttungslagen im Eschenloher Moos ein W- bis NW-gerichtetes Gefälle auf und belegen somit, dass die Loisach während des Spätglazials immer wieder gegen den Westrand des Beckens auswich bzw. gedrängt wurde – eine Vorgang, der auch im Gefolge immer wieder eintrat und zuletzt beim Pfingsthochwasser 1999 sowie beim August-Hochwasser 2005 beobachtet werden konnte, bei denen der Fluss jeweils seine Uferdämme durchbrach und Sedimentzungen bis in den Westteil des Eschenloher Mooses hinein hinterließ.

Anders stellen sich die Verhältnisse im nördlichen Teilbecken dar, wo die Sedimentationsprozesse hauptsächlich durch die Entwicklung des Fächers von Grafenaschau gesteuert wurden. Die Loisach nahm hier wohl schon seit spätglazialer Zeit ihren Verlauf entlang des östlichen Randes des Beckens, da in Bohrungen die Schuttfahnen dieses Fächers schon aus dieser Phase bis nahe an den heutigen Verlauf des Flusses verfolgt werden können. Der Einfluss des von mehreren Einzelschüttungen aufgebauten Kegels von Ohlstadt war offensichtlich nicht ausreichend, die Loisach nennenswert gegen W abzudrängen, wohl weil ein großer Teil seiner Sedimentation in die Furche des gegen Schwaiganger ziehenden Ostermooses erfolgte.

Insgesamt weist der zentrale Bereich des nördlichen Teilbeckens die größten Torfmächtigkeiten des gesamten Murnauer Mooses mit z. T. annähernd 20 m auf, doch

werden diese Torfe immer wieder durch Feinabsätze limnischen Charakters, insbesondere Kalkmudden aus dem Boreal bis (?) Subboreal, unterbrochen, die belegen, dass es im mittleren Holozän häufig zu Überflutungen gekommen sein muss, welche jedoch jeweils nur relativ seichte Stillgewässer von nicht allzulanger Dauer hervorbrachten. Noch heute sind – vor allem während der frühjährlichen Schneeschmelze – Überflutungen im nördlichen Teilbecken eine häufige Erscheinung, wodurch jeweils auch Feinsediment-Absätze in die Streuwiesenflächen eingebracht werden (vgl. SCHNEIDER / IMMERZ, 2006, Abb. 5).

Bereits mit der Wende Spät-/Postglazial hatte ein bedeutender landschaftsgenetischer Wandel eingesetzt. Aus der ehedem durch ausgeprägten Wildfluss-Charakter geprägten Talsohle, in der sich Erosions- und Akkumulationsprozesse ständig abgewechselt und eine anostomosierende Loisach sowie deren Zuflüsse praktisch den gesamten Beckenbereich bestrichen hatten, entwickelte sich im Laufe des Präboreals eine Landschaft mit immer eindeutiger definiertem Flusslauf und immer größeren vom Fluss weitgehend unbeeinflussten Bereichen, in denen es bereits über größere Flächen zum Aufwachsen von Torfen kommen konnte – ein Vorgang, der wiederum im nördlichen Beckenteil früher als im südlichen ablief (vgl. Abb. 6). Diese Veränderung ging mit dem zeitgleich in den Pollengesellschaften festzustellenden deutlichen Höherrücken der Waldgrenze und dem Dichterwerden der Vegetation, insbesondere auch der Wälder an den das Loisachtal und das Murnauer-Moos-Becken umrahmenden Bergflanken als Folge der markanten Temperaturerhöhung an der Wende Spät-/Postglazial, einher. Dadurch wurde den Gerinnen im Tal weniger Material zugeführt, infolgedessen sie sich stärker einschneiden und somit ihren Verlauf fixieren konnten. Dennoch ist für die Loisach sowie den gesamten Talboden im Bereich des Murnauer Mooses eine postglaziale Höherlegung um rd. 20 Meter festzustellen, sodass bei allen partiell und lokal immer wieder erfolgten Ausräumungsvorgängen sich insgesamt und über den gesamten Zeitraum gesehen Torfwachstum und fluviale Aufschotterung die Waage hielten. Allerdings lassen sich wirklich durchgehende, nicht immer wieder durch eingelagerte Feinklastika-Zwischenlagen unterbrochene Torfabfolgen erst für die Zeit nach etwa 5.000 BP, und zwar beschränkt auf die kleinen Hochmoorbereiche in den zentralen Beckenteilen, feststellen.

Je nach ihrer Lage weisen die postglazialen fluvialen Ablagerungen im Murnauer-Moos-Becken unterschiedliche Eigenschaften auf. Während im westlichen Teil, insbesondere im Grafenaschauer Raum, eindeutig Flyschmaterial aus der westlichen Beckenumrahmung vorherrscht, handelt es sich entlang des östlichen Randes um kalkalpines Material, zusammengesetzt aus Sedimenten der Loisach sowie der Kegel von Eschenlohe und (in geringerem Maß) Ohlstadt. Ein auf den Bohrergebnissen am Ostrand des Beckens aufbauender Längsschnitt (vgl. Abb. 4) zeigt, dass diese fluvialen Ablagerungen im südlichen Abschnitt nicht kontinuierlich gegen N weiterverfolgt werden können, sondern immer wieder taschenartig seitlich in Torfkörper erodiert haben. Dieser Vorgang kann bis in das Boreal, stellenweise auch in das Präboreal zurückverfolgt werden, die Zeit also, in der der Fluss seinen Verlauf allmählich am östlichen Beckenrand konzentrierte. Ein weiteres laterales Eindringen des Flusses konnte weiter nördlich im Raum Kleinaschau an Torf-/Grobklastika-Grenzen in Tiefen von rd. 3 m ermittelt werden. Dieses Wiederaufleben der fluvialen

Pendelbewegungen bei erhöhter Feststoffbelastung ist nach den vorgenommenen Datierungen ins frühe Mittelalter zu stellen, was auch in Übereinstimmung mit dem durch WEBER (1999, S. 77) im Bereich des Werdenfelser Lands festgestellten mittelalterlichen Einsetzen der Waldweide und der anthropogenen Walddegradation steht.
Bohrungen im Eschenloher Moos stießen häufig auf grobklastische Lagen. Eine Zusammenschau in Schnitten ergibt, dass es sich dabei – insbesondere im südlichen und südöstlichen Teil – um Zungen handelt, die von dem an der Eschenloher Enge ansetzenden Fächer aus radial weit in das Moor hinein vorstoßen, oder auch um lineare, eng begrenzte und meist ± S-N-ziehende Stränge sandigen und kiesigen Materials, die sich aufgrund ihrer petrographischen Zusammensetzung als alte Arme der Loisach erweisen. Sie sind heute vielfach Bahnen der in mehreren Stockwerken angeordneten Grundwasserströme, die das Eschenloher Moos in S-N-Richtung durchziehen; da sie gegen das Hangende meist durch Feinsedimente oder organische Lagen „abgedeckelt" sind, stehen diese Grundwasserströme z.T. unter artesischem Druck, was insbesondere bei Bohrungen in den Saumbereichen der Schwemmkegel entsprechende Probleme bereiten kann.
Durch Datierungen an organischem Material im Hangenden und Liegenden dieser Schüttungen konnten diese zeitlich eingegrenzt werden, wobei sich zeigte, dass sie sich jeweils um bestimmte Zeitmarken herum konzentrierten. Diese Zeitabschnitte sind wiederum mit Phasen verstärkter fluvialer Aktivität und Murtätigkeit und damit verstärkter Schwemmkegelbildung in Verbindung zu bringen; solche wurden für die Zeiträume vor 15.000 BP, zwischen 15.000 und 14.000 BP, zwischen 12.500 und 11.500 BP, zwischen 10.500 und 10.000/9.500 BP, zwischen 8.500/8.000 und 7.500/6.500 BP sowie zwischen 5.500 und 4.500/2.000 BP ermittelt. Dem gegenüber stehen Phasen verstärkten (bzw. weniger gestörten) Torfwachstums (bzw. in den ältesten Fällen auch von Muddenablagerungen) kurz vor 15.000 BP, zwischen 14.000 und 12.500 BP, zwischen 11.500 und 10.500 BP, zwischen 10.000/9.500 und 8.500/8.000 BP sowie ab 4.500/2.000 (vgl. Abb. 7 – im Falle einer Angabe von zwei Daten handelt es sich um Unterschiede zwischen einzelnen Teilbereichen des Murnauer Moores, i.d.R. zwischen dem nördlichen und dem südlichen Teilbecken, bzw. um jeweilige Teilphasen verschiedener Intensität).
Dass sich zwischengeschaltet auch immer wieder Ausräumungsphasen ereigneten, belegen Hiaten in den Bohrsäulen, deren deutlichste in die Zeiträume um 12.000 BP, zwischen 8.000 und 7.500 BP, sowie zwischen 6.000 und 5.000 BP fallen; sie konnten übereinstimmend jeweils im Bereich der Kegel wie auch der Sedimente in den Talsohlen festgestellt werden.
Die im Murnauer Moos erbohrten klastischen Sedimente zeigen, dass bis in die Gegenwart hinein bedeutende Mengen an Abtragungsmaterial abgelagert worden sein müssen. Demgegenüber zeigt auf den Kegeln erbohrtes Material häufig schon in recht geringer Tiefe ein überraschend hohes Alter. So fanden sich fossile Bodenhorizonte auf dem Ohlstädter Kegel mit Altern von etwa 6.500 bzw. 8.500 bis 9.000 Jahren (^{14}C-Datierungen, kalibriert) in lediglich 1,5 bzw. 2,5 m Tiefe (vgl. JERZ, in: DOBEN u. FRANK, 1983, S. 124; KRAUSE, 1994, S. 14 ff.), was bedeutet, dass dieser seit dem mittleren oder gar frühen Holozän nicht mehr bedeutend an Volumen gewonnen haben kann. Dieser Widerspruch ist nur dadurch zu erklären, dass seit jener

unter www.biologiezentrum.at

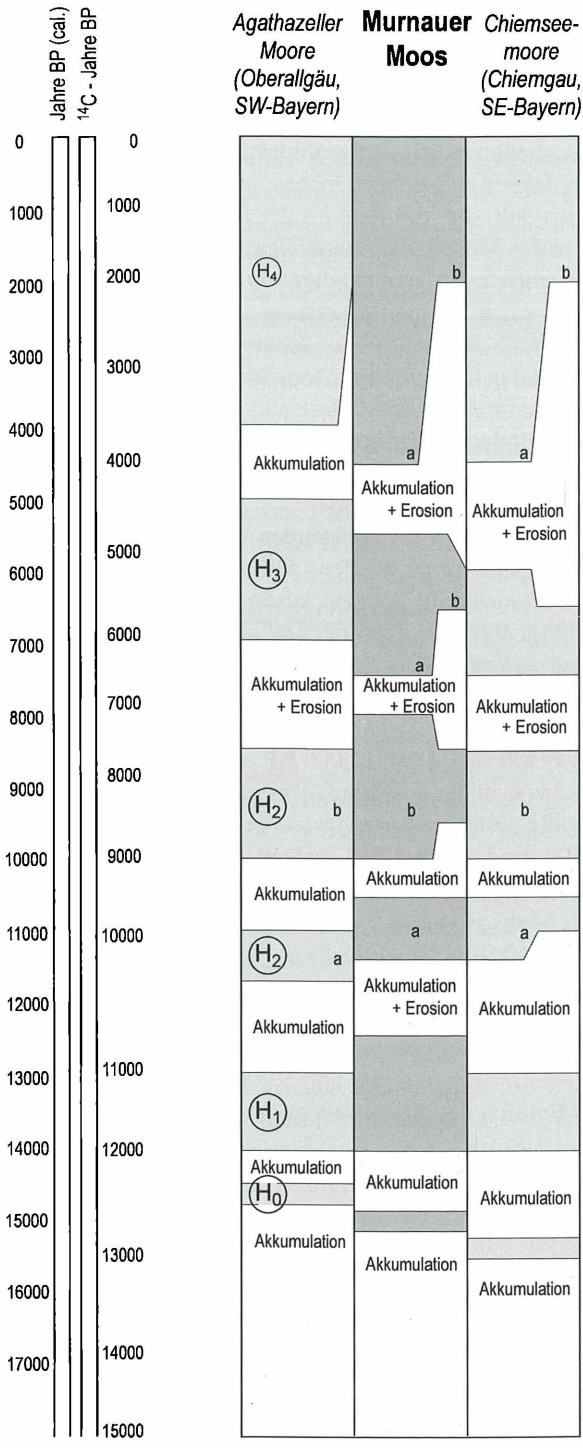


Abb. 7: Schematische Zusammenschau der Torfbildungsphasen (H_0 bis H_4) und zwischengeschalteter Phasen mit Akkumulation von mineralischen Sedimenten bzw. Erosion in drei Untersuchungsgebieten am bayerischen Alpenrand [nach: Schneider, 2002, verändert]

Zeit das anfallende Abtragungsmaterial aus den jeweiligen Einzugsbereichen nicht mehr zum Aufbau bzw. zur Versteilung der Kegel diente, sondern über deren Oberfläche, die ein für die jeweiligen Bedingungen (Transportart, Morphographie des Materials, u. ä.) definitives Gefälle erreicht hatte, an den Sedimentationsraum im Becken weitergegeben wurde. Somit scheint die Kegelbildung im Hinblick auf Volumen und Oberflächenneigung mit dem Beginn des Holozäns weitgehend abgeschlossen gewesen zu sein.
Dies dürfte auch die Folge einer Abnahme des Anteils murartigen, über den Kegel streuenden Transports zugunsten einer linearer verlaufenden, fluvial geprägten Materialverfrachtung gewesen sein, welche wiederum mit dem Dichterwerden des Waldkleides in den Höhenlagen der Einzugsgebiete in Verbindung gebracht weden kann. Mit einem solchen Umschwung während des Präboreals stimmen auch die Beobachtungen HIRTLREITERS überein, nach denen in dieser Zeit in den nahegelegenen Bergen um Mittenwald solifluidale Bewegungen ein Ende gefunden hätten (1992, S. 6), ebenso wie die auf Pollenanalysen beruhenden Ergebnisse von WEBER (1999, S. 66), die während dieser Phase eine Verdichtung der ehedem schütteren Pinus-Bestände an den Hängen des Loisachtals zu Wäldern nahelegen.

Überregionaler Vergleich und Ausblick

Parallel zu den Untersuchungen im Murnauer Moos, dem aufgrund seiner Ausdehnung, seiner außergewöhnlichen Torfmächtigkeiten sowie seiner geologisch vielfältigen Beckenumrahmung interessantesten und somit wichtigsten Untersuchungsgebiet des Gesamtprojekts, wurden auch Arbeiten zur gleichen Fragestellung in anderen Stammtrichterbecken mit ausgedehnten Schwemmkegel-/Moor-Verzahnungsbereichen entlang des bayerischen Alpenrandes durchgeführt (Agathazeller Moore im Oberallgäu, südliche Chiemseemoore in Oberbayern). Dabei zeigte sich, dass – trotz unterschiedlicher Begleitparameter, wie Größe, geologischer Beschaffenheit der Umrahmung, hydrologischer Ausprägung, oder Ausdehnung des Einzugsgebiets – in all diesen Gebieten in Bezug auf Phasen verstärkten Eintrags klastischer Schüttungen bzw. verstärkten Moorwachstums ein grundlegend vergleichbarer Entwicklungsgang festgestellt werden kann (vgl. Abb. 7).
Dies belegt, dass es sich dabei um keine individuellen Chronologien, sondern um einen großräumigeren Entwicklungsgang handelte, der zumindest für den Bereich des süddeutschen Alpenrands Gültigkeit haben und somit klimatischer Natur gewesen sein musste. Da zumindest für das Postglazial heute von nur geringen Temperaturfluktuationen ausgegangen wird (vgl. PATZELT, 2000, S.122), welche für die Erklärung derart deutlich voneinander unterscheidbarer geomorphodynamischer Phasen kaum herangezogen werden können, ist davon auszugehen, dass die Ursachen in jeweiligen Veränderungen des Niederschlagsregimes lagen, wobei relativ „feuchtere" Phasen, insbesondere solche, die durch relativ kräftige Niederschlagsereignisse geprägt waren und entsprechend hohe Abtrags- bzw. Transportraten zur Folge hatten, für erhöhte Materialanfuhr bzw. -umlagerung auf den Kegeln sorgten, und relativ „trockenere" Phasen eher ein ruhiges, ungestörtes Aufwachsen der Torfkörper ermöglichten.
Darüberhinaus zeigen die für diese Gebiete am bayerischen Alpenrand festgestellten Phasen verstärkter Torfbildung auch weitgehende Übereinstimmung mit denen, die

unter www.biologiezentrum.at

bei BURGA u. PERRET (1998, S. 22 f.) für das Schweizer Unterland genannt werden, sowie auch deutliche Parallelen zu den Ergebnissen von BLUDAU (1985) in den unmittelbar benachbarten Ammergauer Bergen. Andererseits ergeben sich gegenüber den Ergebnissen von PATZELT (1987) zur Schwemmkegelentwicklung im Tiroler Inntal teilweise größere Abweichungen. Dies könnte bedeuten, dass zwar die Torfbildungsphasen eher großräumig-regional klimabestimmt waren und somit hohe Übereinstimmung zeigen, die Phasen verstärkter Erosion bzw. Akkumulation klastischen Materials jedoch nicht synchron zwischen zentralalpinen bzw. randalpinen Bereichen abgelaufen sein mussten.

Literatur

BADER, K. (1979): „Exarationstiefen würmzeitlicher und älterer Gletscher in Südbayern." – *Eiszeitalter u. Gegenwart*, 29, S. 49-61.

BERGMANN, H., SEILER, K.-P. (1973): „Erschließung und Schutz des Grundwassers in glazial überprägten Alpentälern nach Untersuchungen im Murnauer und Eschenloher Moos." – *Ztschr. d. Dt. Geol. Ges.*, 124, S. 575-590.

BLUDAU, W. (1985): *Zur Paläoökologie des Ammergebirges im Spät- und Postglazial.* – 365 S; Rheinfelden.

BURGA, C. A., PERRET, R. (1998): *Vegetation und Klima der Schweiz seit dem jüngeren Eiszeitalter.* – 805 S.; Thun: Ott.

DINGLER, M., Hg. (1943): *Das Murnauer Moos.* – 77 S.; München: Gerber.

DOBEN, K. (1976): *Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern 1:25.000, Bl. 8433, Eschenlohe.* – 96 S; München: Bayer. Geol. Landesamt.

DOBEN, K., FRANK, H. (1983): *Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25.000, Bl. 8333, Murnau am Staffelsee.* – 151 S; München: Bayer. Geol. Landesamt.

EGGENSBERGER, P. (1994): *Die Pflanzengesellschaften der alpinen und subalpinen Stufe der Ammergauer Alpen und ihre Stellung in den Ostalpen.* – Ber. d. Bayer. Botan. Ges., Beih. 8.

FISCHER, K. (1968): „Der Alpenrand bei Murnau." – in: Bayer. Landesvermessungsamt (Hg.): *Topographischer Atlas von Bayern.* – München, S. 254.

GARBSCH, J., Hg. (1966): *Der Moosberg bei Murnau.* – Münchener Beitr. z. Vor- u. Frühgeschichte, 12; 120 S.

GÖTTLICH, K., Hg. ([3]1990): *Moor- und Torfkunde.* – 529 S.; Stuttgart: Schweizerbart.

HIRTLREITER, G. (1992): *Spät- und postglaziale Gletscherschwankungen im Wettersteingebirge und seiner Umgebung.* – Münchner Geogr. Abh., Reihe B, 15. – München; 154 S.

HOHENSTATTER, E. (1966): „Pollenanalytische und stratigraphische Untersuchung eines Profils aus dem Eschenloher Moor, unter Einbeziehung der tierischen Fossilien." – *Ber. d. Bayer. Botan. Ges.*, 39, S. 57-61.

HOHENSTATTER, E. (1984): „Geschichte und Stratigraphie des Murnauer Moores." – *Jb. des Ver. z. Schutz d. Bergwelt*, 49, S. 163-192.

HOHENSTATTER, E., SCHUCH, M. (1967): „Die Moorvorkommen des Kartenblattes Nr. 8432 Oberammergau." – in: KUHNERT, Chr.: *Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000, Bl. 8432 Oberammergau*, München, S. 47-56.

IMMERZ, Ch. (1999): *Untersuchungen zur jüngsten Entwicklung der Schwemmkegel- und Talsohlenbereiche im Murnauer Moos und seinen Randgebieten.* – Unveröff. Zulassungsarbeit zum 1. Staatsexamen für das Lehramt an Gymnasien. – 89 S.; Universität Augsburg, Lehrstuhl f. Phys. Geographie.

JERZ, H. (1969) *Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25.000, Bl. 8134 Königsdorf.* – 173 S.; München: Bayer. Geol. Landesamt.

JERZ, H. (1993): *Das Eiszeitalter in Bayern: Erdgeschichte, Gesteine, Wasser, Boden.* – Geologie von Bayern, II. – 243 S.; Stuttgart: Schweizerbart.

JERZ, H. (1995): „Bayern." – in: Benda, L. (Hg.): *Das Quartär Deutschlands.* – Berlin: Borntraeger, S. 296-326.

JERZ, H., SCHNEIDER, Th., KRAUSE, K.-H. (2000): „Zur Entwicklung der Schwemmfächer und Schwemmkegel in Randbereichen des Murnauer Mooses, mit Ergebnissen der GLA-Forschungsbohrungen bei Grafenaschau und Eschenlohe." – *Geologica Bavarica*, 105, S. 253-266.

JERZ, H., FISCHER, K., SCHNEIDER, TH. (2001): Abschlußbericht (Kurzbericht) an die Deutsche Forschungsgemeinschaft über die Ergebnisse der Arbeiten am Forschungsvorhaben *„Entwicklung der Schwemmkegel-, Schwemmfächer- und Talsohlenbereiche im Spät- und Postglazial am Alpenrand und in den Randalpen"* im Rahmen des Schwerpunktprogramms „Wandel der Geo-Biosphäre während der letzten 15 000 Jahre: Kontinentale Sedimente als Ausdruck sich verändernder Umweltbedingungen", Gesch.-Z.: Je 123/3-4. – 26 S. + Abb.

KLEBELDBERG, R. VON (1913/1914): „Glazialgeologische Notizen vom bayerischen Alpenrande, I, II + III, IV." – *Ztschr. f. Gletscherkunde*, 7+8, S. 159-225 + 226-262.

Kockel, C. W., RICHTER, M., STEINMANN, H. G. (1931): *Geologie der Bayrischen Berge zwischen Lech und Loisach.* – Wiss. Veröff. d. DÖAV, 10. – 231 S.; Innsbruck. [m. Geol. Karte 1:25.000]

KRAEMER, O. (1956): *Morphologische und stratigraphische Untersuchungen im Murnauer Moos.* – Unveröff. Arbeit, Bayer. Landesanstalt f. Moorwirtschaft u. Landkultur, München; 32 S.

KRAEMER, O. (1965): „Das Murnauer Moos: unter besonderer Berücksichtigung der hydrographischen und stratigraphischen Verhältnisse sowie der Fischfauna seiner Gewässer." – *Jb. d. Ver. z. Schutze der Alpenpflanzen und -tiere*, 30, S. 68-95.

KRÄTZ, O., PROESNER, C. (1980): „Die ettalische Glashütte in Aschau." – *Kultur und Technik: Ztschr. d. Dt. Museums München*, 4/3, S. 12-18.

KRAUSE, K.-H. (1994): *Die Schwemmfächer und Murkegel bei Ohlstadt, Eschenlohe und Grafenaschau: Geologisch-morphologische Aufnahme im Auftrag des Bayerischen Geologischen Landesamtes.* – Unveröff. Manuskript. – München: Bayer. Geol. Landesamt; 33 S.

KUHNERT, C. (1967): *Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25 000, Bl. 8432 Oberammergau.* – 128 S.; München: Bayer. Geol. Landesamt.

LAFORCE, W., SCHUCH, M. (1983): „Die Moorvorkommen des Kartenblattes Nr. 8333 Murnau." – in: DOBEN, K., FRANK, H.: *Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 25000, Bl. 8333 Murnau.* – München: Bayer. Geol. Landesamt, S. 56-77.

LANG, A., SCHULTZ U., ZANIER, W. (1998): „Eine frührömische Holz-Kiesstraße im Moor bei Eschenlohe, Lkr. Garmisch-Partenkirchen." – in: WALDE, E. (Hg.): *Via Claudia – Neue Forschungen.* – Innsbruck: Inst. f. Klass. Archäologie, S. 315-326.

LITT, TH., STEBICH, M. (1999): „Bio- and chronostratigraphy of the Lateglacial in the Eifel region." – in: ANDRES, W., LITT, TH. (Hg.): *Termination I in Central Europe.* – Quaternary International, 61, S. 5-16.

MARKT MURNAU, Hg. (1993): *Schloßmuseum Murnau* (Katalog u. Erläuterungen). – Murnau a. Staffelsee; 249 S.

MEYER, R. K., SCHMIDT-KALER, H. (1997a): Wanderungen in die Erdgeschichte, 8: *Auf den Spuren der Eiszeit südlich von München: Östlicher Teil.* – 142 S.; München: Pfeil.

MEYER, R. K., SCHMIDT-KALER, H. (1997b): Wanderungen in die Erdgeschichte, 9: *Auf den Spuren der Eiszeit südlich von München: Westlicher Teil.* – 126 S.; München: Pfeil.

MICHELER, A. (1964): „Das Murnauer Moos: Vor der Erklärung zum Landschaftsschutzgebiet." – *Jb. d. Ver. z. Schutze d. Alpenpflanzen und -tiere*, 29, S. 75-88.

NEUMAIER, F. (1969): *Bericht über Grundwassermessungen im Murnauer Moos (10.6.-14.8.1969).* – Unveröff. Gutachten, Archiv des Bayer. Geol. Landesamtes, 7 S.

PATZELT, G. (1987): „Untersuchungen zur nacheiszeitlichen Schwemmkegel- und Talentwicklung in Tirol: 1. Teil: Das Inntal zwischen Mötz und Wattens." – *Veröff. d. Museums Ferdinandeum Innsbruck*, 67, S. 93-123.

PATZELT, G. (2000): „Natürliche und anthropogene Umweltveränderungen im Holozän der Alpen." – in: BAYER. AKADEMIE D. WISS. (Hg.): *Entwicklung der Umwelt seit der letzten Eiszeit.* – Rundgespräche der Kommission für Ökologie, 18. – München: Pfeil, S. 119-125.

PAUL, H. (1943): „Bildung und Aufbau des Murnauer Mooses." – in: DINGLER, M. (Hg.): *Das Murnauer Moos.* – München, S. 33-38.

PAUL, H., RUOFF, S. (1927,1930): *Pollenstatistische und stratigraphische Untersuchungen im südlichen Bayern. – I. Teil: Moore im außeralpinen Gebiet der diluvialen Salzach-, Chiemsee- und Innglетscher.* – Ber. d. Bayer. Botan. Ges., 19 (1927), 84 S.; *II. Teil: Moore in den Gebieten der Isar-, Allgäu- und Rheinvorlandgletscher.* – Ber. d. Bayer. Botan. Ges., 20 (1930), 264 S.

REINECKE, P. (1935): „Ein römischer Prügelweg im Eschenloher Moor." – *Germania: Anzeiger der römisch-germanischen Kommission des deutschen archäologischen Instituts*, 19, S. 57-60.

REINECKE, P. (^{2}1951, ^{3}1962): *Kleine Schriften zur vor- und frühgeschichtlichen Topographie Bayerns.* – 182 S.; Kallmünz: Lassleben.

©Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben; download unter www.biologiezentrum.at

SASS, O., SCHNEIDER, TH., WOLLNY, K. (2004): „Die frührömische Holz-Kies-Straße im Murnauer Moos – Untersuchung des ehemaligen Verlaufs mittels Georadar (GPR)." – *Mitt. d. Geogr. Ges. München*, 87, S. 275-293.

SCHMEIDL, H. (1972): „Zur spät- und postglazialen Vegetationsgeschichte am Nordrand der bayerischen Voralpen." – in: FRENZEL, B. (Hg.): *Vegetationsgeschichte der Alpen: Studien zur Entwicklung von Klima und Vegetation im Postglazial.* – Ber. d. Dt. Botan. Gesellsch., 85/1-4, S. 79-82.

SCHMEIDL, H. (1974): „Die Moore im bayerischen Alpenvorland und ihr Verhältnis zur Vorgeschichte." – *Telma*, 4, S. 137-146.

SCHNEIDER, TH. (2002): „The development of alluvial cones and bogs along the northern border of the Alps – the Murnauer Moos in Upper Bavaria." – *Ztschr. f. Geomorphologie, N. F., Suppl.-bd. 128*, S. 209-226.

SCHNEIDER, TH. (2006): *Schwemmkegel-, Talsohlen- und Moorentwicklung am Alpennordrand im Spät- und Postglazial.* – Geographica Augustana, 1. – 338 S. + Abb. auf CD-Rom; Augsburg: Inst. f. Geographie.

SCHNEIDER, TH., IMMERZ, CH. (2006): „Loisachhochwässer und jüngere Entwicklungsgeschichte der Murkegel im Umkreis des Murnauer Mooses (Obb.)." – *Ber. d. Naturwiss. Ver. f. Schwaben*, 110, S. 40-53.

SCHUCH, M. (1995): „Entstehung und Darstellung des Murnauer Mooses." – *Schloßmuseum Murnau* (Ausstellungskatalog), S. 39-45.

SCHUCH, M., HOHENSTATTER, E. (1976): „Die Moorvorkommen des Kartenblattes Nr. 8433 Eschenlohe." – in: DOBEN, K.: *Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:25000, Bl. 8433 Eschenlohe.* – München: Bayer. Geol. Landesamt, S. 28-36.

SEILER, K.-P. (1971): *Geohydrologische und radiometrische Untersuchungen im Murnauer und Eschenloher Moos.* – GSF-Bericht, R 37. München, 11 S.

SEILER, K.-P. (1973): „Geländearbeiten im Murnauer und Eschenloher Moos." – *Jahresber. 1971/72 d. Inst. f. Radiohydrometrie d. Ges. f. Strahlen- u. Umweltforschg. mbH. München*, S. 208-218.

SEILER, K.-P. (1977): „Hydrogeologie glazial übertiefter Täler der Bayerischen Alpen zwischen Lech und Wössner Tal." – *Steir. Beitr. z. Hydrogeologie*, 29, S. 5-118.

SEILER, K.-P. (1979): „Glazial übertiefte Talabschnitte in den Bayerischen Alpen: Ergebnisse glazialgeologischer, hydrologischer und geophysikalischer Untersuchungen." – *Eiszeitalter u. Gegenwart*, 29, S. 35-48.

SUCCOW, M., JESCHKE, L. ([2]1990): *Moore in der Landschaft.* – 268 S.; Frankfurt: Deutsch.

VAN HUSEN, D. (1987): *Die Ostalpen in den Eiszeiten.* – 24 S.; Wien: Geol. Bundesanstalt.

VAN HUSEN, D. (1999): „Geological Processes during the Quaternary." – *Mitt. d. Österr. Geol. Ges.*, 92, S. 135-156.

WAGNER, F. (1943): „Das Murnauer Moos in vor- und frühgeschichtlicher Zeit." – in: Dingler, M., Hg.: *Das Murnauer Moos.* – München: Gerber, S. 74-80.

WEBER, K. (1999): *Vegetations- und Klimageschichte im Werdenfelser Land.* – Augsburger Geograph. Hefte, 13. – Augsburg: Lehrstuhl f. Phys. Geographie; 127 S.

WEINHARDT, R. (1973): „Rekonstruktion des Eisstromnetzes der Alpennordseite zur Zeit des Würmmaximums mit einer Berechnung seiner Flächen und Volumina." – Sammlung quartärmorphologischer Studien, I (= *Heidelberger Geogr. Arb.*, 28), S. 158-178.

WROBEL, J.-P. (1970): *Hydrogeologische Untersuchungen im Einzugsgebiet der Loisach zwischen Garmisch-Partenkirchen und Eschenlohe/Obb.: Beitrag zur hydrologischen Dekade der UNESCO.* – Abh. d. Bayer. Akad. d. Wiss., Math.-Nat. Kl., N.F., 146. – 87 S.

ZEIL, W. (1954): *Geologie der Alpenrandzone bei Murnau in Oberbayern.* – Geologica Bavarica, 20; 85 S.

Karten

BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT, Hg. ([2]1979): *Geologische Karte von Bayern 1:100.000, Bl. 663, Murnau.* München.

BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT, Hg. (1983/1967/1976): *Geologische Karte von Bayern 1: 25.000, Bl. 8333 Murnau / Bl. 8432 Oberammergau / Bl. 8433 Eschenlohe* (jew. m. Erläuterungen – s. unter DOBEN & FRANK / KUHNERT / DOBEN). – München.

BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT, Hg. (1977 ff.): *Hydrographisch-morphologische Karte der Bayerischen Alpen 1:25.000*, Bl. 8332 Unterammergau (Ausg. 1985), 8333 Murnau a. Staffelsee (Ausg. 1989), 8432 Oberammergau (Ausg. 1976), 8433 Eschenlohe (Ausg. 1977). – München.

BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT, Hg. (div. Jahrgänge): *Topographische Karte von Bayern 1:25.000*, 8332 Unterammergau, 8334 Murnau a. Staffelsee, 8432 Oberammergau, 8433 Eschenlohe. – München: Bayer. Landesvermessungsamt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte des naturwiss. Vereins für Schwaben, Augsburg

Jahr/Year: 2008

Band/Volume: 112

Autor(en)/Author(s): Schneider Thomas, Jerz Hermann, Krause Karl-Heinz

Artikel/Article: Die spät- und postglaziale (Mur-)Schwemmkegel- und Moorentwicklung im Murnauer Moos (Obb.) 8-30