

Geologie und Landschaftsgeschichte des Hudelmooses und seiner näheren Umgebung

Autor(en): **Hipp, Raimund**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Thurgauischen Naturforschenden Gesellschaft**

Band (Jahr): **51 (1992)**

PDF erstellt am: **26.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-593816>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Geologie und Landschaftsgeschichte des Hudelmooses und seiner näheren Umgebung

RAIMUND HIPPE

Mitt.thurg.naturf.Ges.	51	19 Seiten	6 Abbildungen	Frauenfeld 1992
------------------------	-----------	-----------	---------------	-----------------

1. Einleitung

Das Hudelmoos liegt auf einer leicht gewellten Hochplateaufläche südlich Amriswil, zwischen Hagenwil im Osten und Zihlschlacht im Westen. Die Grenze zwischen den Kantonen St. Gallen und Thurgau verläuft quer durch das Mooregebiet. Während die eigentliche Mooroberfläche auf ziemlich genau 515 m ü. M. liegt, schwankt die Höhenlage der engeren Umgebung in etwa zwischen 510 und 530 m ü. M. Es handelt sich um eine Moränenlandschaft, deren flache Mulden die eigentliche Grundlage für die Moorbildung darstellen. Die geringe Reliefenergie führte dazu, dass seit dem Ende der letzten Eiszeit kaum Erosionsformen entstanden sind, abgesehen von geringen Tobeleinschnitten der Bäche am Plateaurand. Die Entwässerung des Gebietes erfolgt über Rinnsale und Bäche deren kleinräumige Einzugsgebiete kaum zu grösseren Abflussmengen führen. Zudem werden den Abflussmengen zusätzlich die Spitzen gebrochen durch die gute Retentionswirkung der Moorflächen. Obwohl die Retentionswirkung durch Meliorationsarbeiten in der Umgebung des Hudelmooses in jüngster Zeit durch den Einbau von Drainageleitungen wohl etwas gelitten hat, kann auch heute noch davon ausgegangen werden, dass auf der Hochfläche selbst kaum Erosionen auftreten und damit auch kaum natürliche Aufschlüsse zur Geologie des Mooruntergrundes vorhanden sind.

Diese Ausgangslage macht das Gebiet für geologische / geomorphologische Fragestellungen - abgesehen vom Torfabbau - kaum interessant. Es verwundert deshalb nicht, dass das Hudelmoos mit seiner engeren Umgebung in erdwissenschaftlichen Arbeiten zum Kartenblatt Bischofszell (HOFMANN, 1973, HIPPE, 1979, 1986) zwar immer «mitbehandelt» wurde, dass es aber nie im Zentrum solcher Arbeiten stand. Diese Lücke soll mit der vorliegenden Arbeit geschlossen werden, soweit dies mit dem heutigen Wissensstand möglich ist.

Es erscheint mir sinnvoll, bei der Diskussion des relativ eng gefassten Untersuchungsgebietes um das Hudelmoos dieselbe Vorgehensweise anzuwenden, wie bei meiner Dissertation, die das gesamte Kartenblatt 1:25000, Bischofszell mit seiner Umgebung abdecken sollte. So ist jederzeit ein Vergleich der vorliegenden Arbeit mit der weiteren Umgebung möglich. Deshalb wird auch in dieser Arbeit die Grundmoräne des letzten grossen Eisvorstosses des Pleistozäns als Leithorizont dienen. Dieser Hauptvorstoss des würmeiszeitlichen Bodensee-Rheingletschers war so weiträumig, dass seine Grundmoräne als durchgehende geologische Einheit das gesamte Arbeitsgebiet bedeckt. Diese Grundmoränenablagerung wird deshalb zunächst einmal im Folgenden ausführlicher beschrieben. Die übrigen geologischen Einheiten werden in zwei Gruppen zusammengefasst diskutiert: «Geologie im Liegenden der Hochwürmmoräne» und «Der würmeiszeitliche Gletscherabbau im späten Hochglazial».

2. Die Grundmoräne des hochwürmzeitlichen Rheingletschers

Die Grundmoränenablagerungen des letzten grossen Eisvorstosses sind - in unterschiedlicher Mächtigkeit und abgesehen von den grossen Flusstälern - in der ganzen Region anzutreffen (vergl. auch HIPPEL, 1986). Selbst der Gipfel des Tannenberges - mit 903 m ü. M. die höchste Erhebung in der Region - wurde offenbar zur Zeit der maximalen Eisausdehnung der Würmeiszeit vom Gletschereis überdeckt (HOFMANN, 1973 und HANTKE, 1980).

Im Rahmen der Arbeiten zu meiner Dissertation wurden verschiedene Aufschlüsse in dieser Grundmoränenablagerung beschrieben und z. T. auch petrographisch ausgewertet. Alle diese Lockergesteinsaufschlüsse zeigen die Merkmale einer typischen Grundmoräne:

- Die Korngrössenverteilung umfasst alle Korngrössen - vom Tonpartikel als Bestandteil der Matrix bis zum tonnenschweren Findling.
- Die Ablagerungen weisen keine Sortierungen nach der Korngrösse oder sonstwie geartete Schichtungen auf.
- Die Geschiebe weisen ebenfalls das gesamte Spektrum von «kantig» bis «gut gerundet» auf, wobei der Schwerpunkt bei «kantengerundet» liegt.
- Viele Gerölle sind «gekritzelt», d. h. sie zeigen eindeutige Spuren von Gletscherschliff. Besonders gut kann dies auf den weichen Kalkgeröllen beobachtet werden (vergl. Abb. 1).
- Die dichte Packung der Matrix führt zu einer guten Standfestigkeit dieser Ablagerungen (steile Aufschlusswände), was als Beleg für eine starke Vorbelastung durch das Gletschereis gewertet werden kann.



Abb. 1: Gekritzte Kalkgeschiebe aus der Probe GMO1

Die folgenden vier Lokalitäten befinden sich z. T. in der unmittelbaren Umgebung des Hudelmooses:

GMZS, Koord. 740.600/263.700, 486 m ü. M.

Aufschluss als Prallhang des Rötelsbaches, unmittelbar westlich der Staatsstrasse, relativ siltreiche Grundmoräne, nur wenige Gerölle grösser als 15 cm Durchmesser, Farbe der Matrix: blaugrau.

GMHA, Koord. 740.600/265.800, 500 m ü. M.

Aushub für einen Scheunenneubau (1985) in Hagenwil, nur einen knappen Kilometer östlich des Hudelmooses. Grundmoränenmaterial relativ siltreich, Matrix blaugrau, entlang Klüften und Wurzelkanälen verbraunt. Darüber 1,5 m Ablationsschutt (beim Abschmelzen des Gletschereises abgelagertes Obermoränenmaterial) mit Findlingen. Die Findlinge sind teilweise in die Grundmoräne eingesunken. Es handelt sich um zwei Kalke (Masse ca.: 4 x 1 x 1,5 m und 1 x 1 x 0,8 m) und einen Flyschsandstein (ca. 1 x 1 x 0,8 m).

GMOA, Koord. 740.400/266.400, 525m ü. M.

Grundmoränenendecke über Kiesvorkommen von Oberau, seitlich gekappt durch die Schmelzwasserrinne von Hagenwil. Der heute noch sichtbare Aufschluss zeigt nur noch rund zwei Meter Moränenmächtigkeit, infolge der Bodenbildung unter dem hier noch vorhandenen Waldrest stark verbraunt. Im westlichen Teil der heute zugeschütteten Kiesgrube war die Moränenbedeckung bis zu 4m mächtig. Kein Übergang zum Schotterkörper im Liegenden: Die Schichtung des Schotters wird durch die Moräne gekappt (vergl. Abb. 2). Da die Kiesgrube in den letzten Jahren praktisch vollständig aufgefüllt wurde, ist der Moränenaufschluss jetzt leicht zugänglich. Dies wurde genutzt, um eine weitere Geschiebeprobe für eine petrographische Analyse zu gewinnen. Ergebnis: 26% Kristallin, 4% Kieselkalke, 28% Alpenkalke, 30% Flysch und 12% Molassegerölle.

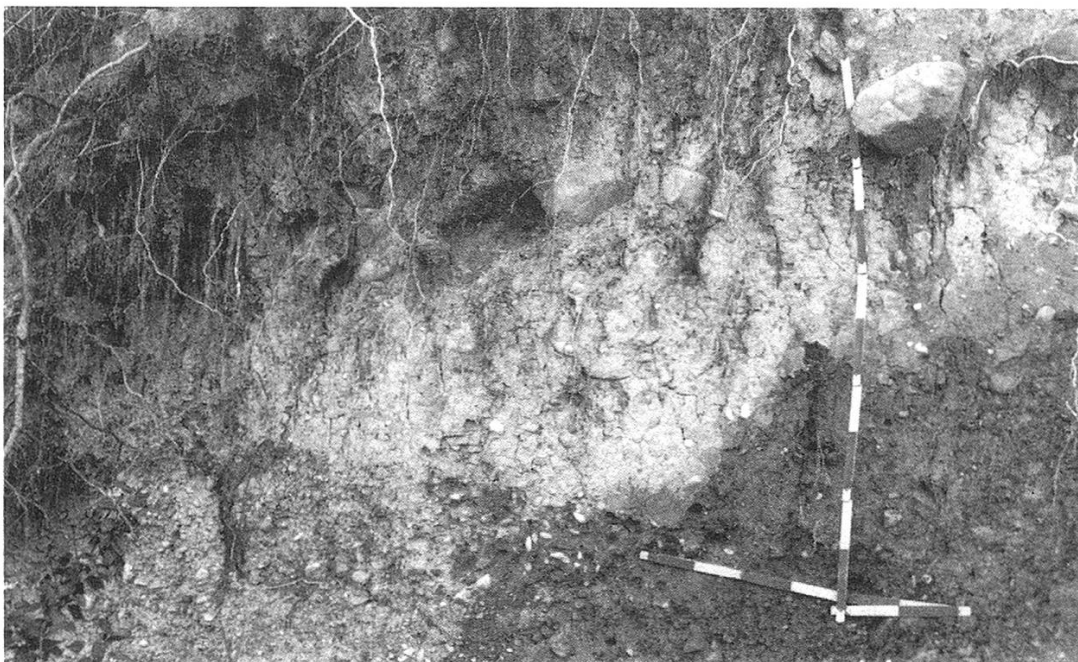


Abb. 2: Kleiner, im Frühjahr 1991 noch vorhandener Rest des Aufschlusses von Oberau, südlich Amriswil. Die Grenze zwischen Schotter und Grundmoräne im Hangenden ist gut sichtbar (waagrechter Bereich des Doppelmeters). Der Materialwechsel erfolgt innerhalb weniger Zentimeter.

Auffallend ist der hohe Kristallinanteil bei gleichzeitig relativ geringem Amphibolitgneisanteil (etwa gleich gross wie der Anteil an Kieselkalken), dominierend sind weisse Gneise, die etwa einen Drittel der Kristallingruppe ausmachen. In der Molasseprobe sind auch 3 Mergelgeschiebe subsummiert. Eines davon ist bändertonartig geschichtet. Es könnte sich dabei durchaus um ein leicht verhärtetes Stück quartären Seetons handeln.

GMO1, Koord. 738.850/263.250, 525 m ü. M.

Aufschluss in Sitterprallhang, relativ geröllreiche Schlammoräne (ähnlich GMHA), Matrix blaugrau (wo frisch freigelegt) bis beigebraun. Enthält sehr schöne gekritzte Geschiebe (vergl. Abb. 1).

GMO2, selbe Lokalität, 500 m ü. M.

Unterer Bereich des Sitterprallhanges, eindeutige Schlammoräne (waterlain till) mit sehr vereinzelt Geschieben, teilweise auch reine Stillwasserablagerungen ohne Geschiebe.

Der Aufschluss GMHA zeigt deutlich, dass die ursprüngliche Farbe der tonig-siltigen Moränenmatrix blaugrau ist, aber durch Oxidationsprozesse z.B. in der Umgebung von Wurzeln oder ganz allgemein bei der Bodenbildung in ein leicht rötliches Braun umschlagen, wie es typisch ist für unsere Moränenböden in der Ostschweiz, die zum weitaus grössten Teil als Braunerdebildungen aufzufassen sind. Dass sich ein solcher Farbwechsel über sehr kurze Zeiträume abspielen kann, konnte ich am Beispiel des Sitterprallhanges bei Oberegg (GMO1+2) selbst beobachten: Nachdem bei einem Unwetter im Frühjahr 1983 ein Teil des Abhanges abgerutscht war und damit frische, blaugraue Flächen freigelegt wurden, verbrauchte dieser Aufschluss noch während des gleichen Sommerhalbjahres fast vollständig (natürlich nur oberflächlich). Dies zeigt, dass die Farbe der Moränenmatrix nicht als Vergleichskriterium zwischen verschiedenen Aufschlüssen dienen kann.

Petrographisch zeigen die erwähnten Lokalitäten trotz teilweiser kleiner Stichproben (bedingt durch die z. T. geschiebearmen Aufschlüsse nur 100 - 150 Steine) eine genügend grosse Ähnlichkeit. Eines der wichtigsten Kriterien, der Gesamtanteil an kristallinen Geröllen, liegt im Bereich um 20% ($\pm 6\%$) und der Anteil der Amphibolitgneise innerhalb dieser Gruppe ist meist bemerkenswert. Generell scheinen höhere Amphibolitgneisanteile typisch für die jüngeren Eiszeitablagerungen im Bodenseeraum zu sein: Auch in Schottern und Moränenaufschlüssen bei Ravensburg auf der deutschen Seite des Bodensees konnte ich eine gewisse Dominanz dieser Gesteinsart innerhalb des Kristallins beobachten, während in eher älteren quartären Ablagerungen, wie den Deckenschottern am Schienerberg (Untersee) oder im Felsenholzschotter (Holenstein bei Sitterdorf) diese Gesteinsart praktisch fehlt.

Geröllpetrographisch kann auch gezeigt werden, dass der Faziesbereich der Würmmoränen einen Übergang bildet von den Schottern um Hohen-tannen und den Schottern von Oberau (GMOA, vergl. oben), die ja eindeutig unter GM1 liegen, zu den spätwürmzeitlichen Schottern im Thurtal (HIPPI, 1986, S. 24).

3. Geologie im Liegenden der Hochwürmmoräne

Zwei Aufschlüsse - der Sitterprallhang bei Oberegg (GMO1/2) und die Kiesgrube Oberau - zeigen die Untergrenze der Würmmoräne und Ablagerungen im Liegenden davon. Verschiedene Bohrungen, Grundwasserstollen und seismische Messungen bieten zusätzliche Informationsquellen zur offenbar jungen aber nichts desto trotz recht komplizierten Geologie im Untergrund des Hudelmooses: Grundmoränen und Schlammoränen wechseln sich ab mit reinen, sehr wahrscheinlich grösstenteils kaltzeitlichen See-sedimenten. Darin eingebettet oder möglicherweise auch seitlich angelagert sind auch Schottervorkommen von z. T. grösserer Ausdehnung (Grundwasserstollen Schocherswil, Kiesgrube Oberau und Seismikprofil der SEAG in HIPPI, 1986). Die Oberfläche des tertiären Molassefelses scheint in diesem Gebiet in fast endlosen Tiefen zu liegen. Auch die tiefste Kernbohrung im Hau (Detailangaben vergl. unten), KB1 endet auf 384 m ü. M. in Seeablagerungen und eine noch weiter vorgetriebene Spülbohrung, SB5 erreichte in 318 m ü. M. - also rund 80 m unter dem Bodenseespiegel - den Fels nicht! Ob es sich bei diesem tiefen Becken um eine separate Form oder um eine Bucht des Bodenseebeckens handelt, ist nicht abschliessend geklärt.

Die mächtigen, rein quartären Beckenfüllungen erschliessen sich nur stichprobenhaft und sind entsprechend schwierig einzuordnen. Ein relativ vollständiges Bild zeigt nur das Seismikprofil der SEAG, aber auch hier bestehen einige Unsicherheiten, da die Auslage der Seismik für bedeutend tiefere Schichten gedacht war und materialmässig nur mit Spülbohrungen getestet wurde. Zudem wurde gerade im engeren Bereich des Hudelmooses keine tiefere Bohrung angesetzt.

In Ergänzung zu den Daten, die bereits 1986 zur Verfügung standen, sind mittlerweile die folgenden beiden Grundlagen dazu gekommen:

3.1 Grundwasserstollen Schocherswil

Herr Oswald, technische Gemeindebetriebe Amriswil, stellte sich freundlicherweise für eine Führung durch einen Stollen der Quellfassung Schocherswil zur Verfügung. Der Einstieg in den am südlichsten gelegenen Stollen erfolgt über einen Schacht ca. 150 m nördlich des Weilers Spitzenreuti. Der Schacht selbst ist mit Beton ausgekleidet, so dass die Untergrenze der Deckschicht nicht sichtbar ist. Auf ziemlich genau 500 m ü. M. wird der Boden des Schachtes erreicht und ein Stollen (nicht ausgekleidet) ermöglicht es, ein zwei Meter hohes und rund 100 Meter langes Profil in einem Bogen zunächst in westlicher und dann in südlicher Richtung abdrehend, in den Berg hinein zu verfolgen. Eine rechtwinklige Abzweigung im hinteren Bereich des Stollens in westliche Richtung ermöglicht sogar eine dreidimensionale Beurteilung des Schichtverlaufes. Eine erste Einschätzung zeigt hier ein generelles Einfallen der Schichten (Neigung 10 - 15 Grad) aus S - SW. Vereinzelt sind auch steiler gelagerte Schichten vorhanden, die die jeweils unterliegenden diskordant schneiden, wie Abb. 3 zeigt.

Das Material ist sehr standfest: Der Stollen verfügt seit Jahren über keinerlei Abstützung, obwohl der Schotter nicht speziell hart gelagert ist, d. h. es zeigt sich nirgends ein Anzeichen von Kalzitverkittung. Vielmehr ist durchgehend ein hoher Siltanteil zu verzeichnen, der den grössten Teil des Schotterkörpers richtiggehend zu verkleben scheint. Wie die Abbildungen zeigen, wechselt die Schichtung sehr stark: 20 - 50 cm mächtige Groblagen mit relativ sandiger Matrix wechseln sich mit bis zu mehreren Zentimeter mächtigen tonig-siltigen, oft gebänderten Lagen ab. Es kann gut beobachtet werden, dass die tonigen Schichten z. T. in die unterliegenden, sandigen eingesickert sind.

Dies alles weist auf eine mächtige Deltaablagerung hin, wie sie in der Kiesgrube Oberau - dort allerdings in viel sandigerer Ausbildung - beobachtet werden konnte. Allerdings ist vom gesamten Habitus her (Korngrössenverteilung und Mächtigkeit der einzelnen Schichten sowie deren Gefälle) eine gewisse Verwandtschaft zum Felsenholzschotter bei Sitterdorf auch nicht ganz auszuschliessen. Auch eine oberflächliche Überprüfung der Petrographie in der Wand des Stollens weist etwas in diese Richtung: grüne Kristallingesteine sind zwar zu finden, scheinen aber eher selten, rötliche Komponenten überwiegen (vergl. Abb. 4). In eine völlig andere Richtung weist allerdings, wie schon erwähnt, die fehlende Kalzitverkittung, die ja gerade beim Felsenholzschotter ein sehr auffallendes Merkmal ist (Verwendung als Baustein!). Hierfür könnte allerdings die durch den hohen Siltanteil behinderte Wasserzirkulation verantwortlich sein.

3.2 Bohrungen im «Hau», Amriswil

Zur Abklärung des Baugrundes bzw. der Hydrogeologie für ein zukünftiges Deponiegelände im Hau, ca. ein Kilometer südöstlich von Amriswil (Koord. 741.500/266.500) wurde vom Amt für Umweltschutz des Kantons Thurgau ein Auftrag an das geologische Büro Büchi und Müller AG, Frauenfeld erteilt. Die vorläufigen Ergebnisse dieser Untersuchungen wurden Ende November 1990 in einem Bericht zu Händen des Kantons wie folgt zusammengefasst (Zitat):

«Zur Erkundung der geologischen und hydrologischen Verhältnisse des Standortes Hau und seiner Umgebung wurden 17 Bohrungen niedergebracht und 6 Baggerschlitzte geöffnet. Die tiefste Bohrung erreichte eine Tiefe von 163 Metern.

Der Untergrund ist bis in eine Tiefe von rund 2,5 bis 3,5 m als Folge der Verwitterung aufgelockert (Deckschichten, verwitterte Moräne). Stellenweise wurden in jüngerer Zeit kiesig/sandige Bachalluvionen abgelagert. Darunter folgt in der Regel die feste, tragfähige Grundmoräne von bis zu 10 m Mächtigkeit. ... Ihr ist der mächtige Verband der fein gebänderten, siltig/tonigen bis feinsandigen Seeablagerungen hoher Dichte unterlagert. Innerhalb der Moräne und der Seeablagerungen treten vereinzelt sandige, wasserführende Schichten von wenigen Dezimetern Mächtigkeit auf. Der Molassefels wurde nicht erbohrt.»

Die geschilderten Bohrbefunde bezeugen die beachtlichen Ausmasse des Felsbeckens, das offensichtlich über weite Bereiche mit mächtigen Seeablagerungen aufgefüllt ist. Die geologische Untersuchung des Deponiestandortes Hau bringt damit auf der einen Seite eine Bestätigung des oben erwähnten seismischen Profils der SEAG, wirft andererseits aber auch wieder Fragen auf bezüglich der Ausdehnung des Schotters von Oberau bzw. von Schocherswil: Warum findet dieser offenbar sehr grosse Schotterkörper (sofern es sich überhaupt um ein einziges zusammenhängendes Kiesvorkommen handelt) im Bereich Hau keine Fortsetzung? Der eher kläg-

Abb. 3: Diskordante Schichtung in der Wand des Grundwasserstollens von Schocherswil. Die sandig-siltigen Lagen sind warvenartig gebändert. Die «Steinschnüre» liegen meist in einer rein sandigen Matrix.



Abb. 4: Detailausschnitt aus einer Groblage in der Decke des Stollens: Grosse, meist gut gerundete Gerölle dominieren. Rote Gesteine wie Radiolarit und Verrucano sind vergleichsweise häufig.

liche Rest von kiesig ausgebildeter Moräne, der zwischen den Bohrungen 7 und 15 (ca. in der Mitte der Punkte 505,1 und 498 auf der Landeskarte 1:25000) auftaucht, ist wohl kaum in diesem Zusammenhang zu sehen. Hierbei dürfte es sich eher um fluvioglaziale Schotterlinsen im Eisrandbereich des Konstanzstadiums - also um sehr junge Sedimente aus dem späten Hochglazial der letzten Eiszeit handeln.

Der geologisch interessanteste Bereich der Lokalität Hau sind die mächtigen Seeablagerungen die hier erbohrt wurden. Mit Bewilligung des Bau-departements vom 29. November 1989 wurde ein Teil der Bohrkern sicher-gestellt für weitergehende wissenschaftliche Untersuchungen am Geogra-phischen Institut der Universität Zürich. Eine Arbeitsgruppe, bestehend aus den Herren Prof. Dr. G. Furrer und den Drs. C. A. Burga, U. Groner, R. Hipp, W. A. Keller und C. Schlüchter bearbeitete die Bohrungen übersichts-mässig. Im Vordergrund stand dabei die Frage, ob in den Seesedimenten Makroreste zu finden sind, die eine Aussage zu den Umweltbedingungen zur Ablagerungszeit zulassen, bzw. eine Datierung der Sedimente ermög-lichen könnten. Die Ergebnisse:

Stratigraphie

Die Grundmoräne im oberen Bereich der Ablagerungen ist als typischer «basal lodgement till» ausgebildet: Die tonig-siltige Matrix ist kompakt verdichtet durch den Überlagerungsdruck des Gletschers, Geschiebe sind häufig und in verschiedener Form, Gesteinsart und Grösse anzutreffen. Der Übergang zu den Seesedimenten im Liegenden erfolgt kontinuierlich und ohne erkennbare Hiaten. In den oberen Partien der Seeablagerungen sind an verschiedenen Stellen und Tiefen noch Geschiebe anzutreffen - so ge-nannte «dropstones», die anzeigen, dass auf diesem See schmelzendes Gletschereis schwamm und beim Auftauen seine Geschiebefracht in den See abgab. Die Seesedimente sind in verschiedenen mächtigen Schichten gebändert. Auf Grund der oben beschriebenen Situation darf durchaus an-genommen werden, dass es sich dabei um Warven, d. h. um Jahres-schichten handelt, analog den Seeablagerungen des Oberbüerer Thursees (HIPPE, 1986). Eine Warvenanalyse wäre damit möglich, ohne durchge-henden Bohrkern allerdings wenig sinnvoll. Hinweise auf Makroresten von Muschelschalen, Schnecken o. Ä. konnten keine entdeckt werden. Einzige Funde blieben zwei Holzstückchen die mittlerweile datiert werden konnten (vergl. unten).

Pollenanalyse

Aus zwei Bohrkernen wurde in verschiedenen Tiefen Stichproben entnom-men und aufbereitet:

In KB7 (Koord. 741.325/266.400, 501 m ü. M.) bei 14.65, 15.30, 18.90, 29.20, 37.00 und 39.50 Meter unter Oberkante Terrain und

in KB14 (Koord. 742.150/266.500, 465 m ü. M.) bei 21.70 und 23.80 Meter unter Oberkante Terrain.

Bereits die Aufbereitung im Labor zeigte, dass die Proben nur wenig orga-nisches Material enthielten. Dieser Eindruck bestätigte sich auch unter dem Mikroskop: In allen Proben waren nur wenige, oft schlecht erhaltene

Palynomorphe zu finden, mit denen kaum eine autochthone Flora zu beschreiben wäre. Ein grosser Teil dürfte mehrfach umgelagertes Material sein. Eindeutige Hinweise hierfür sind das Vorkommen von marinen Dinoflagellaten und das Nebeneinander von wärme- und kälteliebenden Arten. Das gesamte Pollenspektrum ist vergleichbar mit anderen typisch kaltzeitlichen Proben wie z. B. dem Spätglazialen Bereich des Hudelmoosprofils in der folgenden Arbeit (freundliche Mitt. Dr. U. Groner 1990 / GRONER, 1992). Eine genauere Auswertung des Profils scheint damit nicht sinnvoll, besonders weil im unteren Bereich der Bohrkerne (ab ca. 20 m unter Oberkante Terrain) die Funde noch mehr ausdünnen und unter diesen Umständen eine verlässliche Rekonstruktion der damaligen Umweltverhältnisse kaum möglich scheint.

Radiocarbonatierung (^{14}C)

In zwei Bohrungen konnten bei der Suche nach Makroresten Holzstückchen entdeckt werden: In KB6 in einer Tiefe von 13,5 m (Koord. 741.490/266.540, 495 m ü. M.) und in KB8 in 11,5 m Tiefe (741.410/266.840, 475 m ü. M.). In beiden Bohrungen lagen die Fundstücke im obersten Bereich der Seesedimente, knapp unter dem Übergangsbereich zur Grundmoräne im Hangenden. Es handelt sich eindeutig nicht um erbohrte Teile von in Situ gewachsenen Bäumen, sondern um kleine Treibholzstückchen, die durch den Bohrvorgang nicht beschädigt wurden. Sie scheinen allerdings leicht gepresst zu sein. Ob durch den Überlagerungsdruck des Gletschers in Situ oder ob schon vor der Umlagerung ist nicht mehr eruierbar.

Die für die Altersbestimmung erforderliche Präparierung und Aufbereitung des Probenmaterials erfolgte im Radiocarbonlabor des Geographischen Instituts der Universität Zürich (GIUZ). Die anschliessende Datierung wurde mittels der AMS-Technik (accelerator mass spectrometry) auf dem Tandem-Beschleuniger des IMP (Institut für Mittelenergiephysik) der ETH-Hönggerberg durchgeführt. Die Datierung ergab die folgenden Radiocarbon-Alter in Jahren BP (before present, d. h. vor 1956):

Probe UZ-2577/ETH-6108 (aus KB6): 38480 ± 1490 y BP

Probe UZ-2578/ETH-6096 (aus KB8): 31930 ± 580 y BP

3.3 Diskussion der Befunde

Trotz der geschilderten neuen Erkenntnisse ist der geologische Aufbau und die zeitliche Zuordnung der Formationen alles andere als klar. Wie eingangs erwähnt wurde, zeigen seismische Messungen und Bohrungen im Bereich des Hudelmooses einen grossen Trog - vielleicht auch eine ausgedehnte Bucht des Bodenseebeckens. Eine Bucht, die bereits 1,5 km südöstlich von Amriswil Tiefen um 300 m ü. M. erreicht (die tiefste Bohrung SL3 endet bei 318 m ü. M. in den Seeablagerungen). Die Frage nach der Entstehungsgeschichte dieser Form und deren Beckenfüllung drängt sich natürlich auf. Eine Antwort kann aber nur sehr dürftig ausfallen:

Sämtliche Ablagerungen sind von einer klassischen Grundmoräne bedeckt, und einiges spricht dafür, dass es sich dabei um die Ablagerung der letzten grossen Vorlandvereisung, um den Hauptvorstoss der Würmeiszeit handelt. Letztlich ist aber auf Grund der Aufschlusslage nicht einmal dies voll-

kommen sicher: Rein theoretisch kann es sich bei der Grundmoräne im «Hau» auch lediglich um konstanstadiale (also nur aus dem jüngsten Abschnitt der Würmvereisung stammende) Sedimente handeln. Dies erscheint aber schon auf Grund der Mächtigkeit der Ablagerungen als wenig wahrscheinlich. Die «entgegengesetzte Lösung» - die Ablagerungen als grundlegend älter als würmzeitlich (z. B. als Rissmoränen) zu bezeichnen scheidet immerhin mittlerweile zumindest für den oberen, mittels Kernbohrungen beprobten Teil aus: Es konnten keine Hinweise auf irgendwie geartete warmzeitliche Ablagerungen oder grössere Hiaten entdeckt werden. Die datierten Holzstückchen sind Schwemmhölzer, also umgelagert. Sie bieten aber immerhin ein Maximaldatum für die Ablagerungen im Hangenden der Holzfunde. Der oberste Teil der Schlammoräne und die Grundmoräne können damit nicht älter als ca. 32000 y BP sein. Für die darunterliegenden Sedimente steht diese Möglichkeit natürlich noch offen, wenngleich das kontinuierliche Bild der Bohrkerne eine andere Sprache spricht. Die einfachste Hypothese scheint mir deshalb die wahrscheinlichste zu sein:

Die irgendwann im Quartär vermutlich glazial gebildete Hohlform im Felsrelief wurde sehr wahrscheinlich nicht nur durch Vorgänge durch und um den Bodensee-Rheingletscher, sondern auch durch Vorläufer der Flüsse Sitter und Thur mehrfach gefüllt und wieder erodiert (HIPP, 1986). Ob in tieferen Schichten unter den Bohrungen von «Hau» entsprechend ältere Sedimente liegen und wie die relative altersmässige Eingliederung der Schotter im Umfeld zu sehen ist, darüber kann eigentlich nur spekuliert werden:

Unklar ist vor allem das Alter und die Ausdehnung des Schotterkörpers von Oberau-Schocherswil, ja es ist nicht einmal sicher, ob es sich um ein und denselben Schotter handelt oder um mehrere, verschiedene Ablagerungen. Zwar konnten im oberen Bereich der Deltaablagerungen von Oberau noch kleine Reste von siltigen Seesedimenten beobachtet werden (HIPP, 1986, Abb. 40) und eine Verbindung mit den Seeablagerungen von Hau scheint auf Grund der Deltaschichtungen relativ wahrscheinlich, ein direkter Kontakt zwischen Schotter und den Seeablagerungen im Hau kann aber nicht nachgewiesen werden: Genau dieser wichtige Übergangsbereich wurde späteiszeitlich erodiert und weggetragen als im Zusammenhang mit einer internen Staffel des Konstanzstadiums die Schmelzwasserrinne von Hagenwil entstand. Zudem ist bis heute das Material im Liegenden des Schotters nicht bekannt. Bohrungen in diesem Bereich existieren nicht. Die Landschaftsgenese, wie sie in HIPP 1986 dargestellt ist, bleibt damit trotz neuer Erkenntnisse ohne direkten Widerspruch, kann auf Grund der Daten aber auch nicht grundlegend erhärtet werden. Klar und relativ gesichert kann aber gesagt werden, dass der obere Teil der besagten Seeablagerungen kaltzeitlich ist und dass ein kontinuierlicher Übergang zur Grundmoräne gegeben ist. Vieles spricht also dafür, dass wir in den vorliegenden Bohrprofilen den Gletschervorstoss der Würmeiszeit sozusagen hautnah miterleben:

Der aus dem Bodenseebecken vorrückende Eisrand führt zu Stauseebildungen. Auf dem See schwimmende Eisberge und der äusserste Eisrandbereich der selbst aufschwimmt, verlieren bei Schmelzvorgängen vereinzelte Geschiebe, die als «dropstones» in einigen Bohrkernen wieder auftauchen.

Sobald sich der Gletscherrand bis in die Region von Amriswil vorgeschoben hat, kann mit einer Eisrandlage gerechnet werden, die etwa analog zum späteren Konstanzstadium verläuft. D. h., es werden randglaziale Entwässerungssysteme gebildet, die aus der Region Rorschacher Berg/St. Gallen bis in die Gegend von Sulgen verlaufen. Dadurch werden diverse Materialumlagerungen ausgelöst. So könnten auch organische Reste aus dem vorangegangenen Interstadial erodiert und umgelagert worden sein. Denkt man an die aktuellen «Treibholzkatastrophen» der Bodenseeüberschwemmungen der letzten Jahre, so verwundert es allerdings, dass so eine fluvioglaziale «Dauerkatastrophe» nicht ganze Treibholzteppiche produziert hat, die irgendwo eingelagert sein müssten. Die beiden kleinen, datierten Holzstückchen lassen (schon vom Alter her) fast automatisch an das Schieferkohlevorkommen von Mörschwil (4 km NE St. Gallen) denken. Eine Umlagerung aus dieser Region wäre zumindest möglich.

Wie die Grundmoräne im Hangenden belegt, wuchs der Gletscherkörper so mächtig an, dass das Seewasser verdrängt wurde, bzw. seitlich auslief (z. B. über eine bereits damals existierende Senke im Bereich des heutigen unteren Thurtales?) und der Bodenkontakt hergestellt wurde: Basal lodgement till (Grundmoräne) wurde in die unterliegenden Seesedimente eingearbeitet. Zu diesem Zeitpunkt muss der Eisrand schon um einiges weiter im Südwesten gelegen haben: Vielleicht im Bereich des heutigen Sittertales bei der Degenau (HIPPE, 1986, vergl. Abb. 48 + 49) oder noch weiter, z. B. bei Gloggershus, 2km westlich Bischofszell, wo über Schotterablagerungen am NW-Rand des Thurtales ganz ähnliche Bedingungen wie im «Hau» anzutreffen waren (HIPPE, 1986, Abb. 38).

Die weitere Entwicklung bis zur maximalen Ausdehnung der Würmeiszeit kann in anderen Publikationen, z. B. KELLER und KRAYSS (1980 und 1983) ausführlich nachgelesen werden.

4. Der würmzeitliche Gletscherabbau im späten Hochglazial

Der Eisabbau des Bodensee-Rheingletschers nach dem Maximalstand der Würmeiszeit erfolgte nicht kontinuierlich. Mehrere Rückschläge in der Klimaentwicklung führten immer wieder zu entsprechenden Stagnationsphasen, teilweise sogar zu Wiedervorstössen des Eises. Dies wurde seit PENK und BRÜCKNER (1909) von verschiedenen Autoren beschrieben. Neuere Arbeiten, die sich ebenfalls mit dem gesamten Bodenseeraum befassen, stammen vor allem von HANTKE (1980), KELLER & KRAYSS (1980 und 1987) und neuesten Datums von FURRER (1991).

Die Rückzugsstadien des Fürstenlandlobus zwischen Nollen und Tannenberg wurden bereits in früheren Arbeiten beschrieben (HIPPE, 1979, 1982, 1986). Daraus ist ersichtlich, dass der Eisabbau im Bereich des Kartenblattes Bischofszell über weite Strecken (zwischen Gossau und Hauptwil) relativ rasch und kontinuierlich ablief und erst im Raum Niederbüren wieder ein deutlicher Unterbruch im Abschmelzprozess eintrat, der sich durch verschiedene Eisrandbildungen nachweisen lässt.

4.1 Der Stand Bischofszell

Der Stand Bischofszell lässt sich auch im Thurtal bei Weinfelden (Rinne von Bussnang), im Unterseebereich (Reichenau) und im Bereich des Überlingersees (Oberdorf, SSE Dingelsdorf) deutlich nachweisen. Die Eisrandlage manifestiert sich vor allem indirekt, durch Schmelzwasserrinnen oder entsprechende fluvioglaziale Ablagerungen und seltener durch Wallmoränen. Wo Moränenwälle auftreten, handelt es sich meist um flache, breite Rückenformen, wie zum Beispiel in der Umgebung von Hohentannen: Dass aber auch diese, eher unscheinbaren Moränenwälle eine sehr komplexe und durchaus mehrphasige Entstehungsgeschichte haben können, zeigt der Aufschluss in der Kiesgrube Foren, östlich der Strasse Hohentannen-Heldswil: Beim Kies der hier abgebaut wird, handelt es sich um einen grösseren prä- oder frühwürmzeitlichen Schotterkörper, der in der Umgebung Hohentannens in mehreren Gruben ansteht (vergl. oben: Eis-aufbau und HIPPI, 1986). Beim Gletschervorstoss des Hochwürms wurde dieser gesamte Komplex vom Eis überfahren und zu einem erheblichen Teil umgelagert. Die, in Bezug auf Korngrösse und Schichtung sehr regelmässige Schotterablagerung wird deshalb gegen oben messerscharf gekappt und im Hangenden durch verschiedenartig ausgebildete, glaziale Ablagerungen ersetzt. Die Diskordanz ist in Abb. 5 im oberen Teil der Wand gut sichtbar.

Zu Beginn des Abbaus war im nördlichen Teil des Aufschlusses nur eine grundmoränenartige Überdeckung des Schotters zu sehen. Mit der Erweiterung der Kiesgrube gegen Süden verkomplizierte sich das Aufschlussbild aber kontinuierlich. Die Abb. 5 zeigt den Zustand der südlichsten Ecke der Grube (im Hintergrund sind die ersten Häuser Hohentannens zu sehen) im Jahr 89. Auffallend sind zwei grössere, vorwiegend sandige Linsen, die in der Mitte der Südwand (links oberhalb der Studentengruppe und in der Westwand, unterhalb des Leitungsmastes bei der Strasse (vergl. Abb. 6) zu sehen sind: Es handelt sich offenbar um einen ganzen Strang von Feinsedimenten, der hier die Grubenecke diagonal quert und durch den Abbau angeschnitten wurde. Betrachtet man die Situation auf der Karte, so fällt auf, dass diese Ablagerung in etwa im Bereich der flachen, jetzt ebenfalls teilweise abgebauten Wallform gelegen ist, die vom Felsenholz kommend im Bogen nördlich an Hohentannen vorbei, durch den Grubenbereich von Foren (morphologisch hier kaum sichtbar) und dann nach Norden, via Altbuech, Neubuech verläuft und weiter nach Osten umbiegt über Holzergeten, Bernhusen und sich langsam verliert. Dabei handelt es sich offensichtlich um einen unscheinbaren Moränenwall, der ein kleines, separates Zungenbecken mit Zentrum «Andermoos» gegen Westen abschliesst (HIPPI, 1986, Geomorphologische Karte). Die nun durch den Abbau aufgeschlossenen Sedimente scheinen diesen, ursprünglich nur morphologisch abgestützten Befund zu bestätigen: Sie können als Schmelzwasserablagerung im Eisrandbereich aufgefasst werden. Der Aufschluss zeigt mit seinen kleinen Verwerfungen und Setzungen sehr eindrücklich die für einen Eisrand typische Prozessvielfalt: Gletschereis, das sich mit unterschiedlichem Druck über lockere, glazio-fluviale Ablagerungen bewegt und diese z. T. umformt, auspresst, immer in Kombination mit überall präsentem Schmelzwasser. Die in unterschiedlicher Mächtigkeit

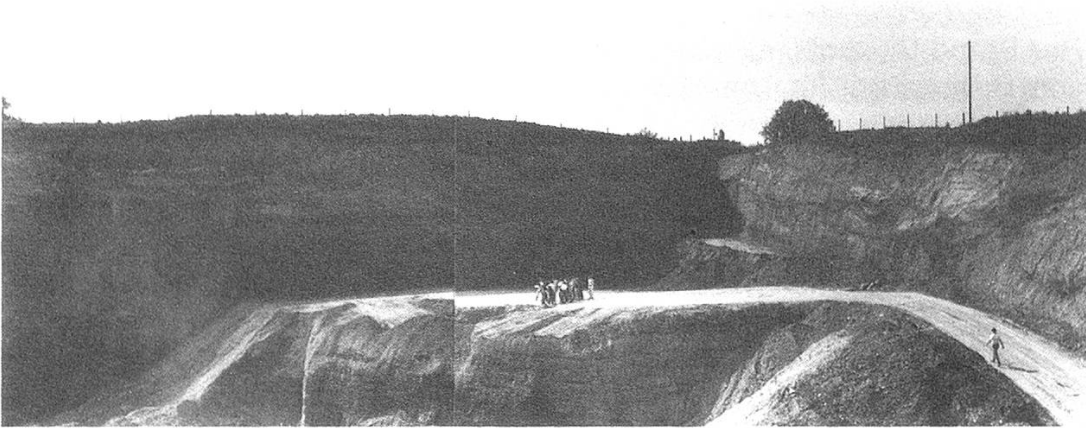


Abb. 5: Kiesgrube Foren: Blick Richtung Hohentannen, südlichste Ecke der Grube im Sommer 1989. Der Schotter wird von glazialen Ablagerungen unterschiedlichster Natur diskordant überlagert.

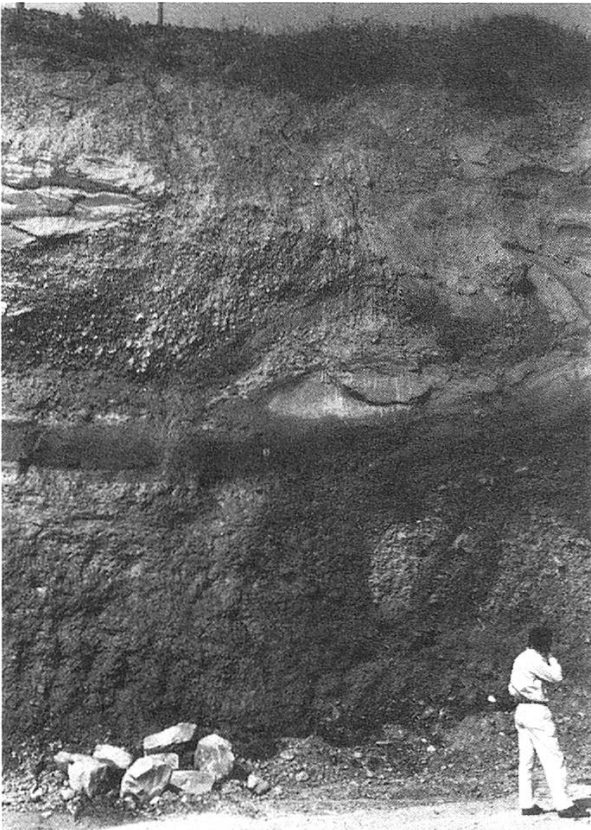


Abb. 6: Detail aus Abb.5: Verwürgte Sandlinsen und «eingewickelter» Schotterpaket in der Westwand unterhalb der Telefonstange.

auftretende grundmoränenartige Schicht im Hangenden weist auf einen leichten Wiedervorstoss des Eisrandes hin, der allerdings nicht einmal innerhalb des Aufschlusses durchgehend verfolgt werden kann. Auch

wenn es sich dabei um eine - gemessen am gesamten Bodensee-gletscher - völlig unbedeutende lokale Oszillation handeln dürfte, belegt dies doch ein etwas aktiveres Geschehen, als es sonst für Rückzugsstadien im Bereich des späten Hochwürms angenommen wird.

4.2 Die Staffeln des Konstanzstadiums: Grundstein für das Hudelmoos

Ein nächstes, im Thurgau z. T. sehr deutlich ausgebildetes Rückzugsstadium des Würmgletschers ist das Konstanzstadium. Der Moränenwall auf dem der gesamte Altstadtbereich von Konstanz und auch Teile von Kreuzlingen liegen, kann an seiner Typlokalität sehr gut beobachtet werden, da er von der Bahnlinie östlich der Station Kreuzlingen zerschnitten wird und gleichzeitig der Hauptstrasse als bequeme Bahnüberführung dient. Eine ähnliche Situation bietet sich weiter westlich bei der Station Tägerwilen (Mittel-Thurgau-Bahn): Dieser Aufschluss in einer externeren Staffel des Konstanzstadiums enthielt so viele Findlinge, dass er während den Bauarbeiten ausführlich begutachtet und beschrieben wurde (SCHMIDLE, 1914). Beide Moränenstaffeln können über weite Strecken verfolgt werden. Besonders deutlich ist der frühere Eisrand (Seitenmoräne mit zugehöriger Entwässerungsrinne) am nordöstlichen Abhang des Seerückens bei Schönenbaumgarten, Zuben und Waldhof zu sehen. Die Situation ist so klar und deutlich, dass sie auch im Bild der topographischen Karten 1:25000 und 1:50000 und sogar noch im Massstab 1:100000 der Schulkarte des Kantons Thurgau eindeutig erkennbar ist. In der Fortsetzung sind die Formen dann nicht mehr ganz so sauber abgrenzbar: Sobald die relativ steilen Talhänge verlassen werden und die Seitenmoränen in einen Endmoränenbogen übergehen, kommt durch die oft drei- bis vierfache Staffelung der Moränenwälle im Talbodenbereich zum Ausdruck, dass die deutlichen Seitenmoränen anscheinend mehrphasig aufgebaut sind. Diese Mehrphasigkeit kommt auch im Bereich des Plateaus um das Hudelmoos zum Ausdruck: Die deutliche interne Staffel südlich von Amriswil («Bellevue» und «Egg») mit der Rinne von Hagenwil als zugehörige Entwässerung wird ergänzt durch externe Staffeln im Umfeld des Hudelmooses, die bedeutend weniger prägnant, als flache Moränenwälle, etwa analog der Situation bei Hohentannen (vergl. oben) auftreten. Trotzdem kann der Zusammenhang zum Konstanzstadium geomorphologisch als relativ gesichert gelten. Wie Eingangs beschrieben, kann aber hier kein Aufschluss und auch keine Kernbohrung vorgewiesen werden, die diese Interpretation erhärten könnten. Verschiedene Befunde in der engeren Umgebung des Moores lassen aber eine solche Interpretation als wahrscheinlich erscheinen:

Die Moorfläche ist im Liegenden durch eine dichte Grundmoräne abgeschlossen. Der siltige, meist leicht bläuliche Lehm dieser Ablagerung kann in Handbohrungen (vergl. nachfolgender Beitrag, GRONER, 1992) gerade noch einige Zentimeter unter der Torfsohle gewonnen werden. Seine Festigkeit lässt ein tieferes Eindringen der Sonde nicht zu. An der Sohle von einzelnen Zu- und Abflüssen, wie z. B. im Bächlein, das von «Huebertaa», im Osten in das Moos einfließt, kann das Material ebenfalls beobachtet werden. Die Mächtigkeit der Torfschichten beträgt dort nur noch 70 - 100 cm.

Der seitliche Abschluss des Moorgebietes wird durch besagte Moränenbögen gebildet: Der deutlicher ausgeprägte bildet die Wasserscheide im Osten und verläuft von «Grünenstein» (Koord. 742.300/263.200) kommend über Ober Gerschwil nach Helmishueb (hier morphologisch am deutlichsten zu erkennen) und weiter über Rotzenschwil nach «Holzbifang», bildet dort - entgegen dem Kartenbild in der topographischen Karte - bei Koord. 739.900/265.050 die Wasserscheide: der östliche Teil des Bächleins entwässert zum Hegibach, der westliche ins Hudelmoos und setzt sich nach Norden fort über «Fimmel» und Pt. 533 (Wasserreservoir). Dieser über weite Strecken gut sichtbare Moränenzug wurde bereits 1926 von Dr. W. Schmidle, Salem in einem Vortrag an der Generalversammlung des Bodenseegesellschaftsvereins als externer Stand des Konstanzstadiums beschrieben unter dem Titel: «Der Konstanzer Gletscher im östlichen Thurgau». Diese - wohl auf Grund ihres Alters - wenig beachtete Arbeit, gibt einige gute Hinweise zum Konstanzstadium und zu früheren Aufschlüssen in diesem Bereich.

Der westliche Abschluss des Hudelmooses wird ebenfalls durch einen - allerdings viel weniger deutlichen - Moränenbogen gebildet. Es könnte sich dabei um eine kurze Oszillation analog den Verhältnissen bei Hohen-tannen handeln. Der Moränenzug beginnt im Bereich von Hofstett (Koord. 740.000/263.700) in der Nähe des Walles von Helmishueb und setzt sich dann immer weiter nach Westen ab. Nachdem er von der Strasse Rotzenschwil - Oberegg durchschnitten wird, zerfällt er gegen Westen in zwei kaum mehr sichtbare Teilbereiche, die das «Mösli» einschliessen und dadurch auch klar vom Hudelmoos abtrennen. Die Abtrennung vom Hudelmoos wird auf frisch umgebrochenen Ackerflächen deutlich: Diese sind in diesem Bereich braun, mit Steinen durchsetzt und nicht schwarz, torfig. Der Moränenrücken tritt ab Riet wieder etwas deutlicher in Erscheinung. Er setzt sich nach Norden fort und wird von der Flurstrasse als «feste» Unterlage genutzt, bis zur Verbindungsstrasse Zihlschlacht-Hagenwil. Hier verliert sich die Form.

Die beiden beschriebenen Moränenzüge sind - weiträumig gesehen - geomorphologisch kaum interessant und daher in den eher grossräumig ausgelegten Arbeiten von Hantke oder Hofmann nicht kartiert oder beschrieben worden. Auch dürfte ihre klimabezogene Aussagefähigkeit kaum bedeutend sein: Ein relativ zufälliger Halt im Rückschmelzen des Gletschers. Dass aber auch solche, an sich völlig unscheinbare Geländeformen wenigstens indirekt eine beachtliche Wirkung auf das Landschaftsbild haben können, zeigt sich hier besonders eindrücklich. Die Stauwirkung der Moränenwälle genügte zwar nicht, um ein stehendes Gewässer zu schaffen - Seekreide oder andere Hinweise auf ursprünglich ausgedehntere Gewässer konnten im Hudelmoos bis anhin nicht gefunden werden - aber die Wirkung war gross genug, eine ausgedehnte Vernässung des Gebietes hervorzurufen und damit die Moorbildung in Gang zu setzen und so über Jahrtausende hinweg ein Hochmoor zu bilden, das auf Grund seiner Grösse (über 25 ha) und seiner ökologischen und landschaftlichen Bedeutung sogar in das Bundesinventar der Landschaften von nationaler Bedeutung (BLN) aufgenommen wurde.

4.3 Diskussion der Rückzugsstadien im regionalen Vergleich

Der würmeiszeitliche Eisabbau erfolgte im späten Hochglazial in mehreren Stadien. Die Abbauphasen des Fürstenlandlobus zwischen Wil und Amriswil lassen sich parallelisieren mit den von Müller 1979 vorgeschlagenen Phasen im Raum des unteren Thurtals von Andelfingen bis Amriswil. Die am deutlichsten ausgebildeten Stadien sind der Stand Bischofszell bzw. Bussnang bzw. Reichenau und die Staffeln des Konstanzstadiums. Nach Geomorphologie und Lage mag es vertretbar erscheinen, den Stand Bischofszell zum Konstanz Eisrandkomplex zu zählen. In der engeren Umgebung von Bischofszell setzen sich die Überreste des Standes allerdings deutlich von den inneren Staffeln des Konstanzstadiums ab: Zwischen der oben beschriebenen Eisrandlage bei Hohentannen und den flachen Moränenwällen im Umkreis des Hudelmooses liegt immerhin eine Distanz von rund 5 km und zusätzlich ein Höhenunterschied von gut 40 m. Bis zu den deutlich konstanzstadialen Moränen von «Egg» und «Bellevue», jenseits der Rinne von Hagenwil sind die Abstände natürlich noch klarer: 7 km bzw. 70 - 80 Höhenmeter. Deshalb sollte man vielleicht doch eher von einem eigenständigen, vom Konstanzstadium abgesetzten Ereignis ausgehen, wie dies auch Müller 1979 für das Thurtal bei Weinfelden (Rinne von Bussnang) vorschlägt.

Die Moränenzüge des Konstanzstadiums bilden die letzten Zeugen einer grossen Vorlandvereisung im Bodenseeraum. Die Klimaverbesserung - und damit verbunden der Eisabbau - nach dem Konstanzstadium muss radikal gewesen sein. Die nächstgelegenen internen Eisrandrelikte finden sich erst wieder inneralpin, im Bereich von Feldkirch/Koblach. Dazwischen sind bislang keine durchgehenden Eisrandlagen nachgewiesen. Verstreut liegende Einzelformen z. B. in der Umgebung von Lindau bieten allerdings Hinweise für kurze Unterbrüche im Abschmelzprozess. Eine detaillierte Untersuchung in diesem Bereich wäre vielleicht noch lohnend.

Mit dem nun vollständig eisfreien Alpenvorland geht auch das Hochglazial der Würmeiszeit zu Ende. Die Klimarückschläge des Spätglaziales führen nur noch zu vergleichsweise geringen Vorstössen der Alpengletscher, die sich auf den inner-, grösstenteils sogar auf den hochalpinen Raum beschränken (vergl. FURRER, 1991).

Noch im Spätglazial (um ca. 12000 BP) sind die klimatischen Voraussetzungen gegeben, dass sich im Bodenseeraum in feuchten Senken der ausgedehnten, vom Gletscher zurückgelassenen Grundmoränengebiete die ersten Moore mit einer entsprechenden Pflanzenwelt zu bilden beginnen. Wie die Radiokarbondaten der Torfbasis zeigen, fällt auch die früheste Entwicklungsphase des Hudelmooses in diesen Zeitraum. So wird der Grundstein gelegt für eine ausführliche Vegetationsgeschichte mit Hilfe der Pollenanalyse (vergleiche GRONER, 1992). Damit ist auch die Möglichkeit gegeben, zum weiteren Klimaverlauf des Spät- und Postglazials bis zur heutigen Zeit ausführlichere Aussagen zu machen, als dies auf Grund rein geomorphologischer / geologischer Daten je möglich wäre.

5. Zusammenfassung

Die Hochplateaufläche des Hudelmooses wird nicht durch Molassefels gebildet. Sie befindet sich vielmehr über einem Trog oder vielleicht auch über einer ausgedehnten Bucht des Bodenseebeckens. Diese Hohlform erreicht 1,5 km südöstlich von Amriswil Tiefenlagen von mindestens 170 m unter Terrain, d. h. auf 300 m ü. M. oder tiefer. Die genaue Lage der Felsoberfläche ist nach wie vor nicht bekannt.

Das Becken ist mit mächtigen, altersmässig nicht klar bestimmten, quartären Ablagerungen gefüllt. Den grössten Anteil bildet eine kompakte Schlammoräne. Seitlich versetzt und damit stratigraphisch in seiner Lage nicht klar fassbar ist auch ein grosser Schotterkörper anzutreffen. Deltaablagerungen in der früheren Kiesgrube bei Oberau könnten aber auf eine Einmündung des Schotters in dasselbe Seebecken hinweisen, in dem auch die Schlammoräne abgelagert wurde. Eine zeitliche Einordnung dieser Ereignisse ist nur bedingt möglich. Klar scheint der fliessende Übergang zur Grundmoräne, die das gesamte Becken gegen oben abschliesst: Die Grundmoräne des hochwürmzeitlichen Eisvorstosses. Dies besagt, dass zumindest der obere Teil des mächtigen quartären Ablagerungspaketes unmittelbar in das Geschehen um den massiven Eisvorstoss des hochwürmzeitlichen Bodensee-Rheingletschers gestellt werden muss. Radiocarbonaten belegen, dass dieser Eisvorstoss nach 31930 ± 580 y BP erfolgt ist.

Der Eisabbau wird im Allgemeinen in die Zeit nach 18000 y BP gestellt. Der Gletscherrand zog sich in mehreren Stadien zurück. Die Plateaufläche um das Hudelmoos weist mehrere flache Hügelzüge auf, die sich als Staffeln des Konstanzstadiums deuten lassen. Nach diesem letzten, im gesamten Bodenseeraum deutlich belegbaren Gletscherstand tritt offenbar eine grundlegende Klimaverbesserung ein und der Gletscher baut sich in kürzester Zeit ab. Sein Zungenbecken schafft Platz für den Bodensee und die kleinen Senken in der weiträumig zurückgelassenen «kuppigen Grundmoränenlandschaft» werden nach und nach ausgefüllt durch kleine Seelein und Moore. Moore, die erst in jüngster Zeit durch den Menschen zu einem grossen Teil wieder drainiert, abgetorft und der Landwirtschaft zugeführt wurden. Das Hudelmoos als eine der wenigen noch grösseren Moorflächen im Thurgau blieb glücklicherweise als Zeuge dieser früher ausgedehnten Moorlandschaften erhalten.

6. Literaturverzeichnis

- ARMBRUSTER, L., 1951: Landschaftsgeschichte von Bodensee und Hegau.
FURRER, G., 1991: 25000 Jahre Gletschergeschichte. - Neujahrsblatt der naturf. Ges. Zürich.
GEIGER, E., 1948: Untersuchungen über den Geröllbestand im Rheingletschergebiet. - Schweiz. Mineral. u. Petrogr. Mitt. 28/1.
GEIGER, E., 1968: Erläuterungen zu: Geol. Atlas der Schweiz 1:25000 Blatt 1054, Weinfelden, Atlasblatt 54.

- GEYH, M. & SCHREINER, A., 1984: 14C-Datierungen an Knochen- und Stosszahnfragmenten aus würmeiszeitlichen Ablagerungen im westlichen Rheingletschergebiet (Baden-Württemberg). - *Eiszeitalter und Gegenwart* 34, 155 - 161, Hannover.
- GRONER, U., 1992: Pollenanalytische Untersuchungen im Hudelmoos, Kanton Thurgau - eine Neubearbeitung. *Mitt. thurg. naturf. Ges.* 51, 29 - 41.
- HANTKE, R., 1978, 1980 und 1983: *Eiszeitalter*, Bde. 1 - 3. - Ott Verlag AG, Thun.
- HIPP, R., 1979: Glazialmorphologische Untersuchungen im Raum Bischofszell. - Diplomarbeit Geogr. Inst. Univ. Zürich, Manuskript.
- HIPP, R., 1982: Der Stand Bischofszell, eine Eisrandlage des würmzeitlichen Bodensee-Rheingletschers. - *Physische Geographie* 1, 215 - 220, Zürich.
- HIPP, R., 1986: Zur Landschaftsgeschichte der Region Bischofszell. Eine glazialmorphologische Arbeit. - *Diss. Univ. Zürich. Mitt. thurg. naturf. Ges.* 47, 117 S.
- HOFMANN, F., 1973: Erläuterungen zu: Geologischer Atlas der Schweiz 1:25000 Blatt 1974, Bischofszell, Atlasblatt 65.
- HOFMANN, F., 1977: Eiszeitliche Landschaftsgeschichte im Bodensee- und Hochrheingebiet. - *Schr. d. Vereins f. die Gesch. d. Bodensees* 95.
- KELLER, O. & KRAYSS, E., 1980: Die letzte Vorlandvereisung in der Nordostschweiz und im Bodenseeraum (Stadialer Komplex Würm-Stein am Rhein). - *Eclogae geol. Helv.* 73/3.
- KELLER, O. & KRAYSS, E., 1983: Die Bodensee-Vorlandvereisung während des Würm-Hochglazials. - *Schr. d. Vereins f. Gesch. d. Bodensees* 101.
- KELLER, O. & KRAYSS, E., 1987: Die hochwürmzeitlichen Rückzugsphasen des Rhein-Vorlandgletschers und der erste alpine Eisrandkomplex im Spätglazial. - *Geographica Helv.* 42/2, 169 - 178.
- KELLER, P., 1928: Beiträge zur Kenntnis der nacheiszeitlichen Waldentwicklung in der Ostschweiz. - *Beih. Bot. Centralbl.* 45, Abt. II, 181 - 219.
- KRAYSS, E., 1985: Zur Gliederung des Eisaufbaus der hochwürmzeitlichen Bodensee-Vorlandvergletscherung. - *Physische Geographie* 16, Zürich.
- MÜLLER, E., 1979: Die Vergletscherung des Kt. Thurgau während der wichtigsten Phasen der letzten Eiszeit. - *Mitt. thurg. naturf. Ges.* 43, 47 - 73.
- MÜLLER, E., 1982: Eisaufbauprozess des würmzeitlichen Rheingletschers in der Ostschweiz. - *Physische Geographie* 1, Zürich.
- MÜLLER, E., 1991: Bericht Nr. 2931-I, Geologisches Gutachten, Untersuchung des Areals Hau, Gemeinde Amriswil, als Standort für eine Reaktordeponie, Manuskript.
- PENK, A. & BRÜCKNER, E., 1909: *Die Alpen im Eiszeitalter*. - Leipzig.
- SCHLÜCHTER, C., MAISCH, M., SUTER, J., FITZE, P., KELLER, W. A., BURGA, C. A. & WYNISTÖRFER, E., 1987: Das Schieferkohlenprofil von Gossau (Kt. Zürich) und seine stratigraphische Stellung innerhalb der letzten Eiszeit. - *Vjschr. der naturf. Ges. Zürich* 132/3, 135 - 174.
- SCHMIDLE, W., 1914: *Die diluviale Geologie der Bodenseegegend*. - Westermann, Berlin.
- SCHMIDLE, W., 1926: Der Konstanzer Gletscher im östlichen Thurgau. - *Schr. d. Ver. f. Gesch. d. Bodensees* 55.
- SCHREINER, A., 1968: Eiszeitliche Rinnen und Becken und deren Füllung im Hegau und westlichen Bodenseegebiet. - *Jh. geol. Landesamt Baden-Württemberg* 10, Freiburg.
- SCHREINER, A., 1979: Zur Entstehung des Bodenseebeckens. - *Eiszeitalter und Gegenwart* 29, 71 - 76.

Adresse des Verfassers:

Dr. Raimund Hipp, Amt für Raumplanung des Kantons Thurgau, CH-8500 Frauenfeld