Der Untergrund des Rotmooses : Bohrungen und Seismik

Autor(en): **Keller, Oskar / Candrian, Maurus**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Berichte der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft**

Band (Jahr): **88 (1997)**

PDF erstellt am: **27.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-832741

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.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

88. Band | Seiten 113–122 | 6 Abbildungen | 1 Tabelle | St.Gallen 1997

Der Untergrund des Rotmooses: Bohrungen und Seismik

Oskar Keller & Maurus Candrian

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung 113
2. Untersuchungsmethoden 114
3. Auswertungen 117
Literaturverzeichnis 119

1. Einleitung

Das Rotmoos hat sich auf der Molasse-Hochfläche des nördlichen Altenberg zwischen Degersheim und Magdenau in rund 840 m über Meer entwickelt. (Vergleiche dazu KELLER ‹Naturgeographie des Rotmooses› und seiner Umgebung, in diesem Band). Über diese Hochregion sind vor 20 000–18 000 Jahren während dem letzten Glazial Eismassen des Bodensee-Rheingletschers übergeflossen. Das Hochmoor ist deshalb, ausgehend von den Reliefformen, unter ‹Moore auf Eistransfluenzen› einzuordnen. (Siehe dazu im ersten Buchteil den Beitrag von KELLER & KRAYSS ‹Eiszeit, Relief und Moorstandorte›). Moore benötigen zu ihrer Genese stehendes Wasser in untiefen Seen oder Tümpeln, oder aber Grundwasser oder Staunässe, die nahezu die Oberfläche erreichen. (Mehr darüber kann im ersten Buchteil im Artikel von WIDMER ‹Biologie der Moore› nachgelesen werden).

Aufgrund dieser allgemeinen Feststellungen und der heutigen Oberflächengestalt im Gebiet des Rotmooses war es gegeben, Untersuchungen zum Untergrund des Moores anzusetzen, mit dem Ziel, Grundlagen zum Verständnis der Entstehung des Hochmoors zu erhalten. Dabei interessierte naheliegenderweise zuerst

Dr. Oskar Keller, Sonderstrasse 22, CH-9034 Eggersriet
Maurus Candrian, Höhenweg 15, CH-9000 St.Gallen

die Verbreitung und die Mächtigkeit des Torfs, das heisst die Arealausdehnung des ursprünglichen Moor-Kerngebietes. Als zweites sollte erforscht werden, was zum Stau des Wassers geführt hat, weshalb Materialinhalt und Mächtigkeit der Lockersedimente über dem Felsuntergrund zu bestimmen waren. Sodann bildete die Topographie des Felsbodens einen weiteren Untersuchungsgegenstand, um eventuelle Muldenformen, die für die Moorgenese wichtig sind, zu finden. Die Resultate dieser Detailuntersuchungen sollten schliesslich flächendeckend in Karten dargestellt und in Profilschnitten veranschaulicht werden.

Um diese Zielsetzungen zu erreichen, wurden im engeren Moorbereich zahlreiche Handbohrungen zur Bestimmung der Torfmächtigkeit niedergebracht. Zur Erforschung des tieferen Untergrundes wurden seismische Profile ausgelegt und ausgewertet.

Im folgenden werden zuerst die Methoden kurz erläutert und dann die Auswertungen beschrieben und dargestellt.

2. Untersuchungsmethoden

2.1. Handbohrungen

Die Mächtigkeit der Torfschichten in einem Moor kann mit einfachen Handbohrgeräten eruiert werden. Erfolgt die Bohrung rein manuell, so sind dieser Methode allerdings Grenzen gesetzt. Im Falle des Rotmooses waren die Aufnahmen, bei einer maximalen Mächtigkeit des Torfkörpers von rund 150 cm, aber problemlos mit ‹Muskelkraft› zu bewältigen.

Eingesetzt wurde ein Hohlnadelbohrer. Eine 1 m lange Hohlnadel mit aufgeschraubtem Schlagkopf wird mittels Hammerschlägen in den Untergrund getrieben. Zwischen Schlagkopf und Hohlnadel können Verlängerungsstäbe eingeschraubt werden. Mit einer Drehung werden die 1,5 cm dicken Bohrkerne von der Umgebung losgelöst, und der Bohrer wird wieder hochgezogen. Reicht die ‹normale› Muskelkraft zum Emporheben des Bohrers nicht mehr aus, so wird eine Bodenplatte mit Gestell montiert, um das Gestänge mit Hebelwirkung herausziehen zu können.

2.2. Seismik

Die verschiedenen seismischen Untersuchungsverfahren beruhen auf den Erkenntnissen der Seismologie (Erdbebenkunde). Erdbeben erzeugen Erschütterungen, die sich als Erdbebenwellen im Untergrund ausbreiten. Aus der Auswertung insbesondere der Longitudinal- und der Transversalwellen können wichtige Informationen über den Bau des Erdinnern erhalten werden. In der Seismik werden schwache, erdbebenähnliche Erschütterungen künstlich ausgelöst, die ebenfalls diese Wellentypen aussenden. Ihr Verhalten wird gemessen, aufgezeichnet und ausgewertet.

Zwei seismische Verfahren haben sich besonders gut bewährt: die Reflexionsseismik und die Refraktionsseismik. Da im Gebiet des Rotmooses das Refraktionsverfahren zur Anwendung kam, soll dieses kurz erläutert werden. Es findet heute vor allem bei lokalen, oberflächennahen Untersuchungen im Bauwesen Verwendung, da die Instrumentierung relativ einfach ist und leicht transportiert werden kann.

Mit Seismik werden entlang einer Profillinie von 50–100 m Länge Schichtgrenzen im Untergrund in ihrer Tiefenlage bezüglich der Oberfläche bestimmt und Aussagen zum Material der Schichten möglich gemacht. Seismische Wellen verhalten sich ähnlich wie Lichtstrahlen. Sie werden wie diese an der Grenzfläche zweier Medien, wo ein abrupter Materialwechsel vorliegt, abgelenkt. Sie können zurückgeworfen werden (Reflexion) oder sie werden gebrochen (Refraktion). Unter Umständen werden sie auch vernichtet, respektive umgewandelt.

Beim Refraktionsverfahren (Abbildung 1) wird die Laufzeit derjenigen Welle gemessen, welche unter dem Winkel der Totalreflexion auf die Schichtgrenze zweier Medien auftrifft und sich in der liegenden Schicht entlang dieser Grenzfläche ausbreitet. Dabei wird die Welle wieder unter dem Winkel der Totalreflexion zur Terrainoberfläche zurückgeworfen und dort von den Geophonen registriert. Der gleiche Vorgang spielt sich auch an der nächst tieferen Schichtgrenze ab. Voraussetzung ist in jedem Fall, dass die tieferen Schichten höhere seismische Geschwindigkeiten aufweisen, als die hangenden. Am Schlagpunkt wird durch ein Fallgewicht (Hammerschlag) auf eine Metallplatte die Erschütterung erzeugt. Hammer und Geophone melden den Schlagmoment, respektive das Eintreffen der Wellen elektrisch an ein zentrales computergesteuertes Messinstrument. Nebst den Zeitpunkten werden auch die Intensitäten der ankommenden Wellen, umgewandelt in elektrische Signale, übermittelt. Erprobte Auswerte-Verfahren erlauben es, Angaben über die Geschwindigkeitsverteilung, den Grenzflächenverlauf und die Grenzflächentiefe eines geschichteten Untergrundes zu erhalten.

Eine Vielzahl von Komplikationen bedingt, dass die Messresultate sorgfältig analysiert und gedeutet werden müssen. Häufig auftretende Schwierigkeiten sind beispielsweise uneben verlaufende Grenzflächen (Schichtgrenzen), Änderung der Schichtmächtigkeiten, Mehrschichtfälle, unterliegende Schicht mit geringerer Aus-

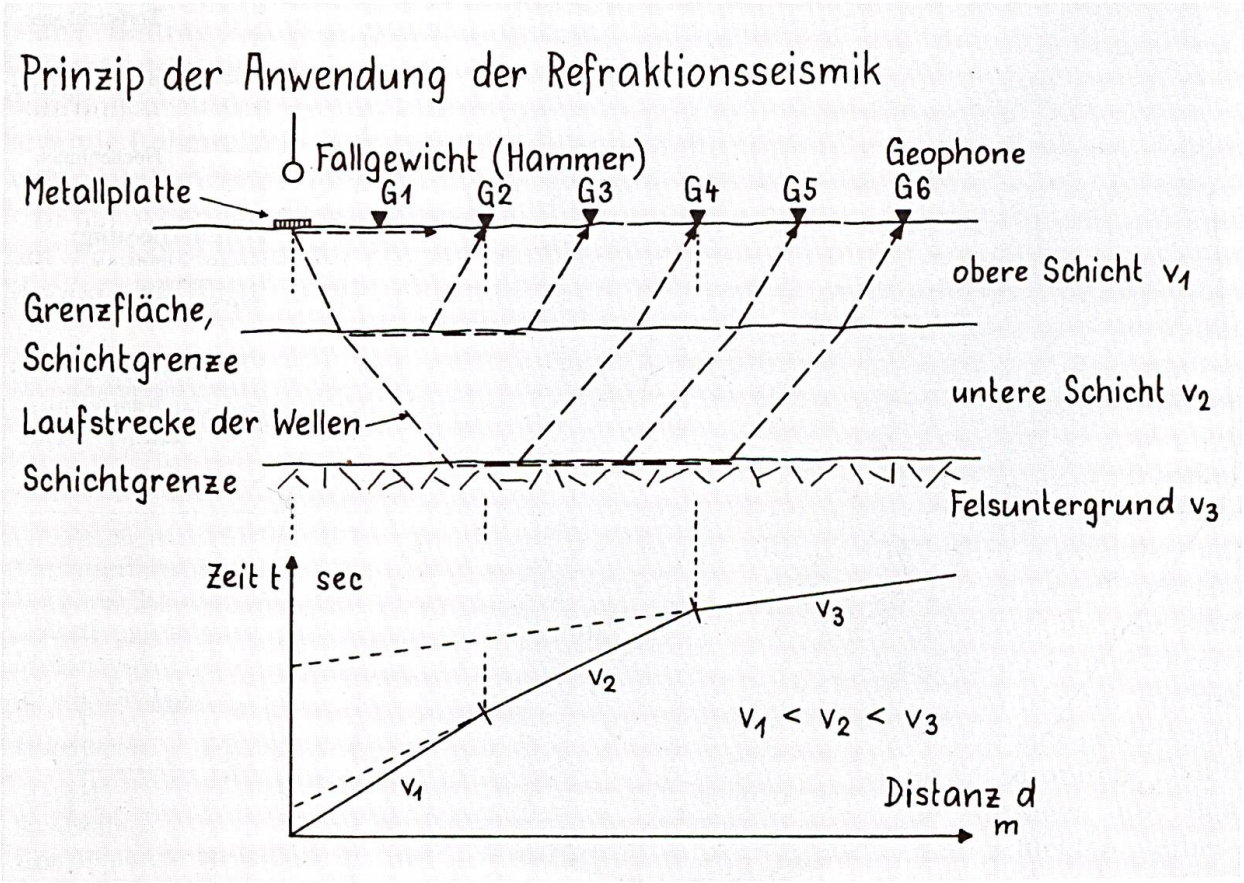

Abbildung 1: In der Refraktionsseismik werden die Eintreffzeiten der seismischen Wellen entlang einer Profillinie von den ausgelegten Geophonen registriert. Dabei werden diejenigen Longitudinal- oder P-Wellen ausgewertet, die an einer Grenzfläche so gebrochen werden, dass sie darin weiterlaufen und von hier aus an die Geländeoberfläche abstrahlen. Vorauszusetzen sind Ausbreitungsgeschwindigkeiten, die in jeder Schicht nach unten zunehmen: $v_1 < v_2 < v_3$.

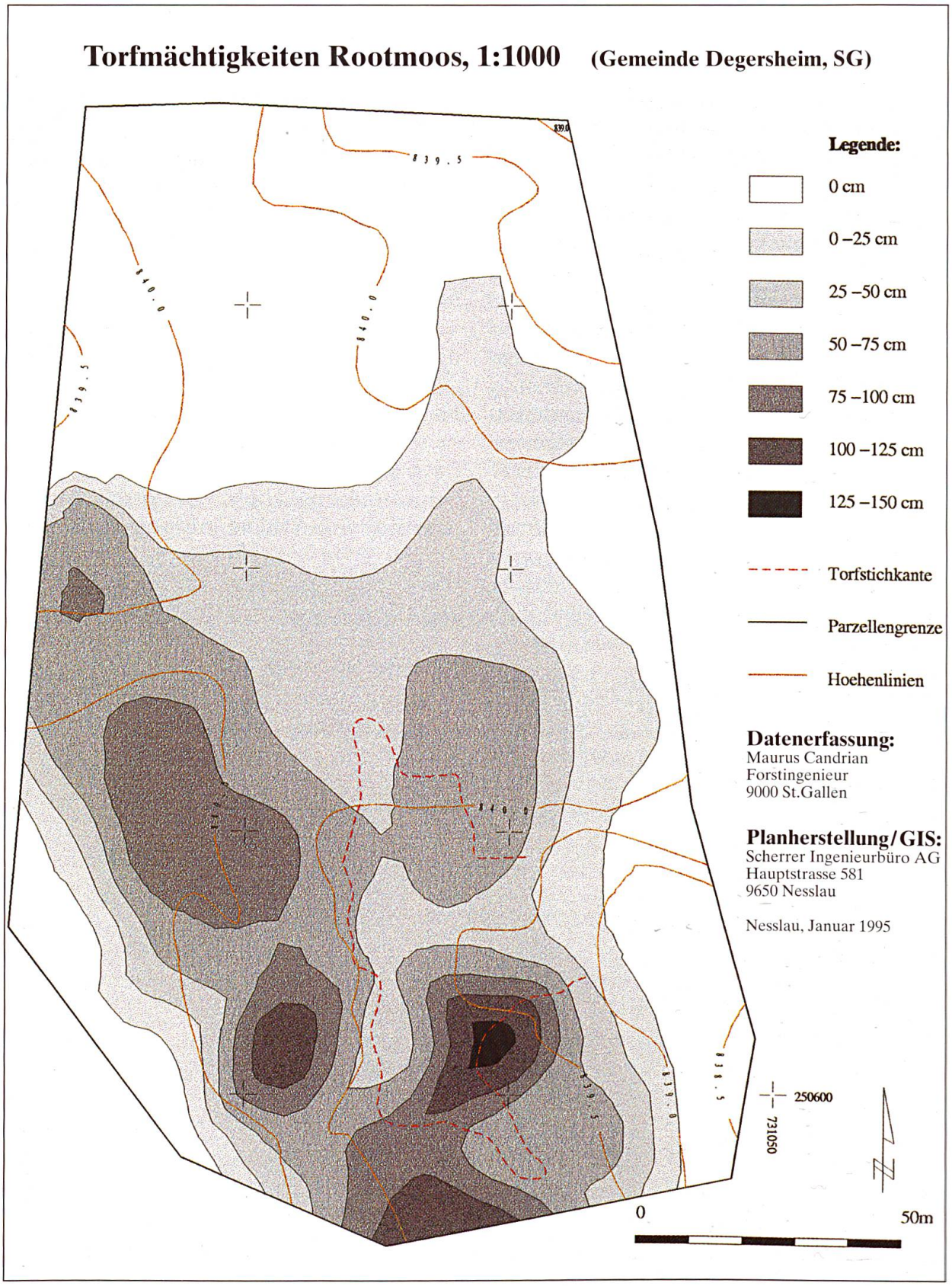

Abbildung 2: Die Torfmächtigkeit im Kerngebiet des Rotmooses wurde in einem 10 x 10 m Quadratnetz ermittelt. Aus den Bohrangaben konnte die Torfmächtigkeitskarte durch Interpolieren zusammengestellt werden. Kartographie durch das Vermessungsbüro Scherrer in Nesslau SG.

breitungsgeschwindigkeit, Horizonte mit hohem Wassergehalt, geringe Kompaktion der Oberflächenschicht beim Schlagpunkt usw. Um Fehlinterpretationen zu vermeiden, werden andere Untersuchungsmethoden punktuell und begleitend zu Hilfe genommen, z. B. einzelne Kernbohrungen, Geoelektrik, geologische Kartierung der Umgebung.

3. Auswertungen

3.1. Torfmächtigkeiten

Im Rotmoos erfolgten die Kernbohrungen zur Bestimmung der Torfmächtigkeit in einem 10x10 m^2-Raster. Bei kleinräumig ändernden Verhältnissen wurde auch alle 5 m gebohrt. Die Quadratflächen entsprachen jenen für die Vegetationsaufnahmen (siehe Beitrag EGGER ‹Vegetation und Vegetationskartierung im Rotmoos›). Die Bohrungen wurden jeweils bis in die unterliegende Lehmschicht oder bis in den Verwitterungshorizont abgeteuft.

In der Abbildung 2 ist die Torfmächtigkeit im NWG-Perimeter dargestellt. Der Moorkörper liegt in einer Wanne mit ‹buckligem› Untergrund. An der tiefsten Stelle wird eine Mächtigkeit von etwas über 150 cm erreicht. Weil die Torfstichkante mitten durch diese Zone verläuft, kann abgeschätzt werden, dass die maximale Torfmächtigkeit auch vor der Torfausbeutung kaum wesentlich mehr betragen hat.

Die Torfbohrungen wurden westlich und südlich des NWG-Perimeters fortgesetzt, bis die Verwitterungsschicht jeweils die Oberfläche erreichte. Westwärts läuft die Torfschicht unmittelbar nach der Grenze aus, in südlicher Richtung ist sie noch etwas über 20 m weit verfolgbar.

Frontgeschwindigkeiten von Longitudinal- oder P-Wellen

Lockersedimente	
Oberflächenschicht, Verwitterungshorizont	250– 800 m/sec
Lockerer Schotter, trocken	600– 900
Schotter, grundwassergesättigt	1500–2500
Moränenmaterial im allgemeinen	1200–2400
Festgesteine	
Mergel	1800–3200 m/sec
Sandsteine	1400–4500
Konglomerate, Nagelfluh	3000–5000

Tabelle 1: Ausgewertet wird das Ersteintreffen der schnellen Primär-Wellen, weshalb die Frontgeschwindigkeiten zur Deutung wichtig sind. Die Liste enthält Materialien, die im Molasse-Bergland häufig auftreten.

3.2. Sedimentbedeckung und Relief des Felsuntergrundes

Im Falle des Rotmooses hat W.A. Keller, Geographisches Institut der Universität Zürich, in verdankenswerter Weise die seismischen Untersuchungen durchgeführt, die erhaltenen Daten analysiert und die seismischen Schichtprofile (Abbildung 3) erarbeitet. Die Umsetzung dieser Einzelprofile in die Karte der Lockersediment-Mächtigkeit (Abbildung 4) und diejenige der Felsoberfläche (Abbildung 5) sowie die Erstellung der geologischen Profile (Abbildung 6) besorgte der Autor O. Keller.

Da im wassergesättigten, äusserst lockeren Moorboden im Kerngebiet des Rotmooses die Seismik nicht anwendbar ist, wurden rundum so nah als möglich sechs Profile ausgelegt und bearbeitet. Sie sind in der Karte der Abbildung 4 eingetragen. Wenn es möglich war, wurde am Anfang und am Ende der Profilauslage geschlagen, um von beiden Seiten her seismische Daten zu erhalten, was die Aussagen über den Verlauf der liegenden Schichten verbessern kann. Die Abbildung 3 zeigt als Beispiel das westlichste Profil (4), das vorwärts und rückwärts geschlagen werden konnte.

Aufgrund der Kenntnis der geologischen Verhältnisse durch Kartierung rund

um das Rotmoos und aus den ermittelten Geschwindigkeiten der seismischen Wellen in den Schichten der Profile, kann das Sedimentmaterial mit ziemlicher Sicherheit festgelegt werden. In der Tabelle 1 sind einige, für das Rotmoos in Frage kommende Materialien mit ihren Laufgeschwindigkeiten aufgeführt.

Wo in den Profilen drei Schichten auseinandergehalten werden konnten, lagen die Geschwindigkeiten der obersten Schicht zwischen 231 und 305 m/sec, woraus auf Boden- und Verwitterungsschicht zu schliessen ist. Die mittleren Schichten lieferten Geschwindigkeiten um 1300 m/sec, was auf der Altenberg-Hochfläche Moränenmaterial bedeuten dürfte. Zusammengeschwemmtes Moränengeschiebe findet sich auch in einigen Bachgräben der nächsten Umgebung. In einigen Fällen kann diese Schicht nicht ausgemacht werden oder sie läuft innerhalb des Profils aus. So fehlt verständlicherweise auf der Rundhöckerform Pt. 442 eine Moränendecke.

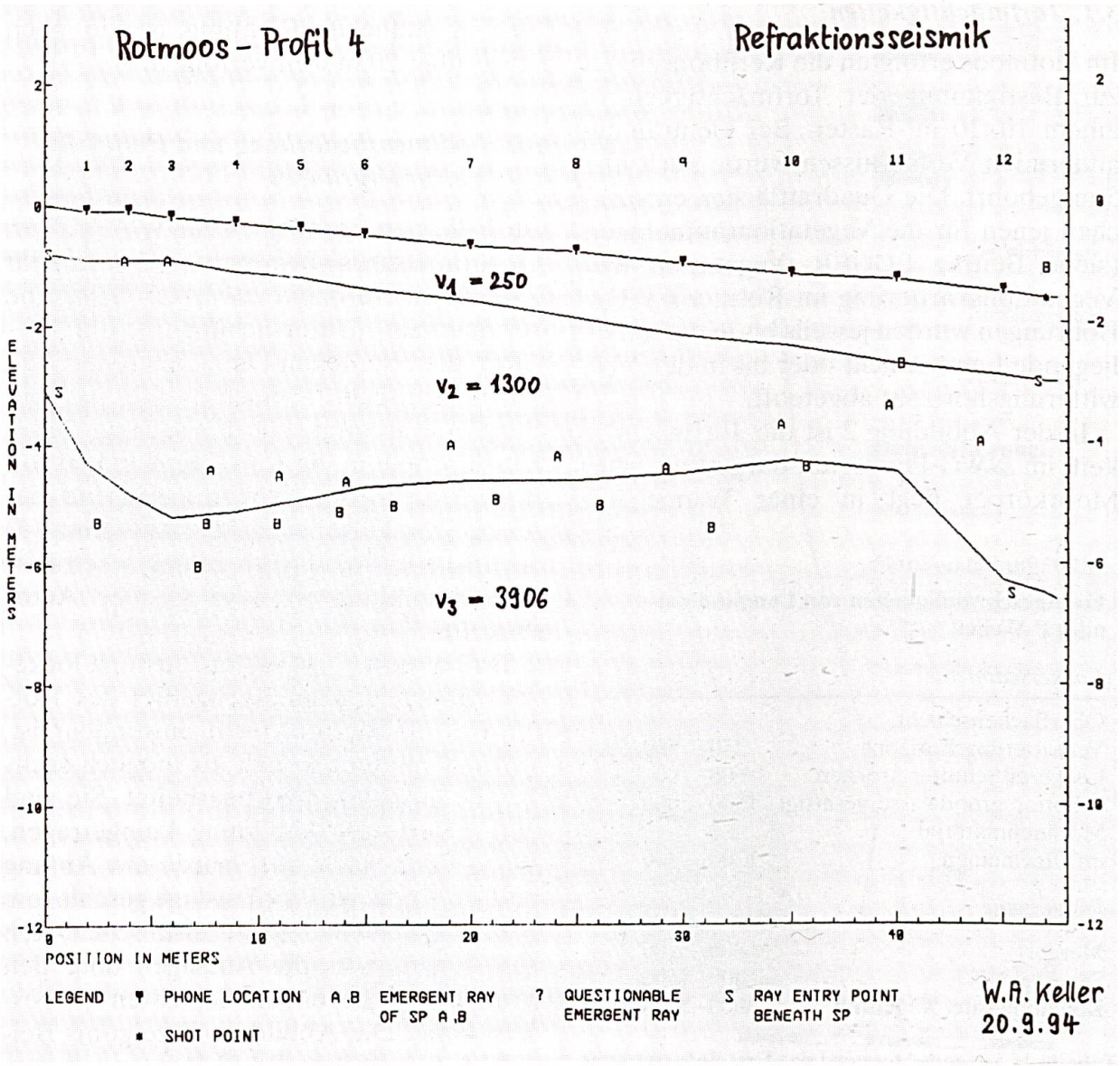

Abbildung 3: Als Beispiel für die graphische Umsetzung der seismischen Untersuchungen ist hier das Profil (4) (Vergleiche Abbildung 4) als Computerausdruck abgebildet. Sehr klar treten 3 Schichten (Bodenbildung, Grundmoräne und Molassefels) hervor. V1 bis V3 sind die festgestellten mittleren Geschwindigkeiten in m/sec der seismischen Wellen.

Die liegende, unterste Schicht wies Geschwindigkeiten zwischen 3484 und 4672 m/sec auf. Dabei dürfte es sich um Nagelfluhen handeln, eventuell zum Teil auch um Sandsteine. Diese Gesteine bauen, allenthalben feststellbar, im ganzen Altenberg-Rotmoos-Gebiet den Molasse-Felsuntergrund auf. In allen sechs Profilen ist jedenfalls die Obergrenze der anstehenden Molasse eindeutig erfasst worden.

Aus den Mächtigkeiten der Lockersedimente in den Profilen und der bekannten Höhenlage des Molassefelsens an den steilen Aussenhängen des Rotmoos-Altenberg- Hochplateaus, in einigen Bacheinschnitten sowie auf der Kuppe Pt. 442 mit vorhandenem Profil sind auch für die anderen Kuppen geringe Lockermaterialdecken von 1–2 m angenommen worden. Sehr unsicher ist die Beckenfüllung nördlich des Moor-Kernareals sowie diejenige der westlichen Mulde, da hier keine Profile aufgenommen werden konnten. Immerhin sind in beiden Mulden jeweils am Südrand die Füllungen durch Profile belegt.

Ausgehend vom Höhenkurvenbild der Geländeoberfläche im Situationsplan Rotmoos (Beitrag WORTMANN ‹Luftbildgestützte Moorkartierung› in diesem Band) und demjenigen im Übersichtsplan des Kantons St.Gallen im Massstab 1:10000 konnte mit Hilfe der Karte der Lockersediment-Mächtigkeit (Abbildung 4) das Relief der Felsoberfläche im Rotmoos-Gebiet konstruiert werden (Abbildung 5).

Sehr deutlich treten die drei Rundhöcker-Kuppen nördlich und nordöstlich des Rotmooses in Erscheinung. Aber auch südlich des Moores existieren zwei Felskuppen, die heute völlig unter den Deckschichten begraben sind. Auffällig ist, dass offenbar zwei Becken vorhanden sind, die durch einen niedrigen Felsrücken getrennt werden. Erwartungsgemäss liegt das eigentliche Moor über einer dieser Wannen, allerdings stark nach Süden verschoben. Das westliche Becken ist aus den heutigen Oberflächenformen nicht zu erwarten. Die Tiefe beider Hohlformen ist sehr unsicher. Aufgrund des Reliefs der Felsoberfläche wäre anzunehmen, dass nicht nur das westliche, sondern auch das Rotmoos-Becken nach Westen entwässern würde. Heute aber ist dessen Abfluss nach Osten gerichtet. Kuppen und Wannen des Felsuntergrundes zeigen eindrücklich die eisüberprägte und eisgeformte Transfluenz-Hochfläche, die nach der Auskolkung mit glazigenem Material überdeckt und nahezu eingeebnet wurde. Buckel und Mulden weisen geringe Höhendifferenzen von maximal 11 m auf, das Rotmoos hat sich also in einer sehr untiefen Hohlform entwickelt, die erst noch mit 5–6 m Moränenmaterial verfüllt ist. Das unruhige Felsrelief und die alles ausgleichende Sedimentbedeckung kommen in den geologischen Profilen (Abbildung 6) deutlich zum Ausdruck.

Zusammenfassend zeigt sich, dass das Rotmoos seine Entstehung der glazialen Überformung eines Molasse-Hochplateaus verdankt, auf dem das transfluierende Eis untiefe Becken und wenige Meter hohe Rundhöcker schuf. Da die Muldenformen noch mit glazigenen Lockersedimenten, vorab Moränenmaterial, weitgehend eingedeckt wurden, blieb eine nur etwa 2 m tiefe Hohlform übrig, in der es schliesslich zur Moorbildung kam.

Abbildungen 4, 5 und 6 siehe folgende Seiten

Literaturverzeichnis

WIDMER, R. (1997): Biologie der Moore. – Ber. St.Gall. Natw. Ges. 88, St.Gallen.

KELLER, O. & KRAYSS, E. (1997): Eiszeit, Relief und Moorstandorte. – Ber. St.Gall. Natw. Ges. 88, St.Gallen.

KELLER, O. (1997): Naturgeographie des Rotmooses und seiner Umgebung. – Ber. St.Gall. Natw. Ges. 88, St.Gallen.

KELLER, W.A. (1990): Seismik. – Studienskript Geomorph. Feldmethoden, Geogr. Inst. Univ. Zürich.

PRINZ, H. (1982): Abriss der Ingenieurgeologie. – Enke-Verlag, Stuttgart.

WORTMANN, M. (1997): Luftbildgestützte Moorkartierung. – Ber. St.Gall. Natw. Ges. 88, St.Gallen.

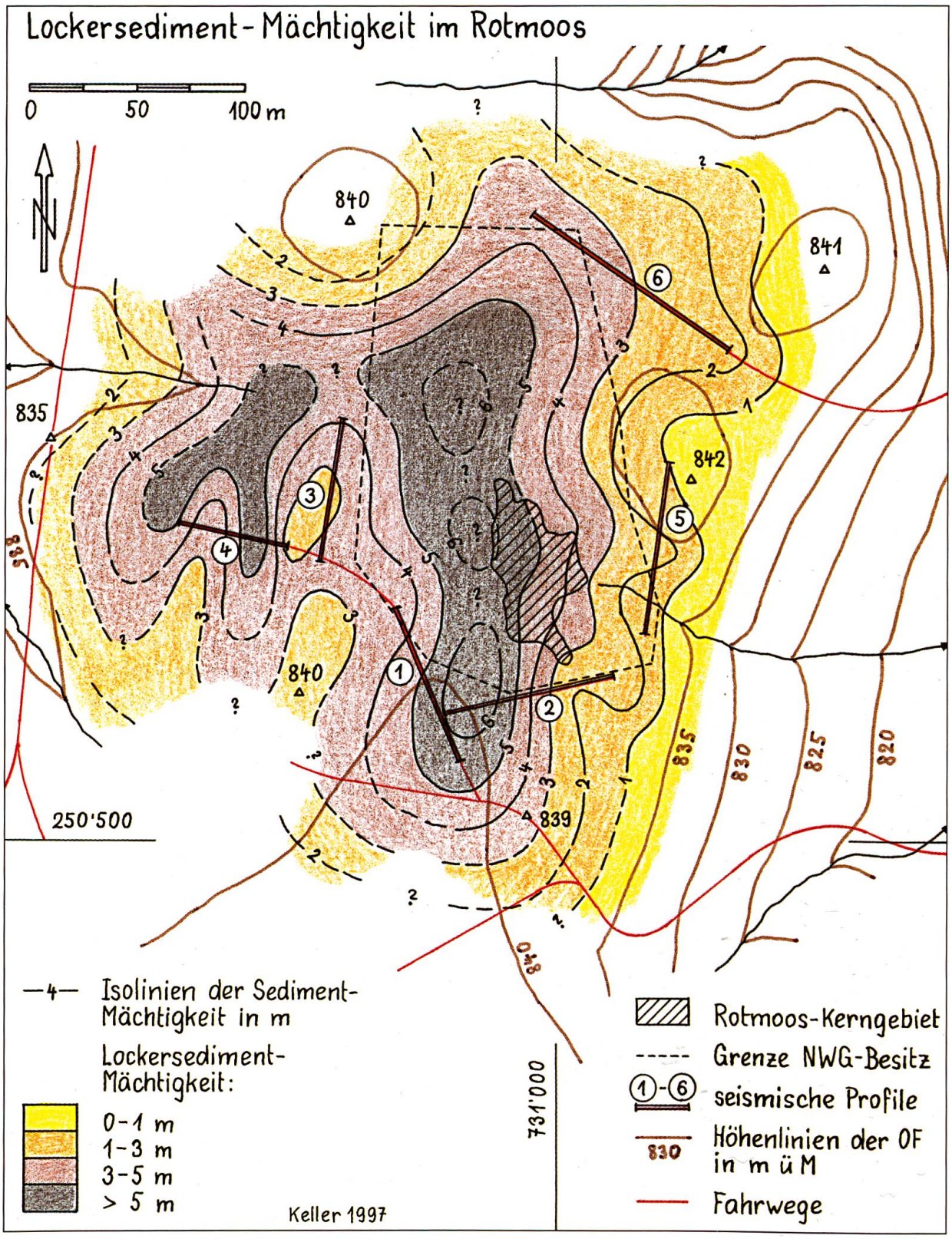

Abbildung 4: Wie aus dem Höhenlinienbild der Geländeoberfläche abgeleitet werden kann, weist die Rotmoos-Hochfläche geringe Höhenunterschiede auf. Die Lockersedimente, dargestellt in Farbschichten der Mächtigkeit, sind ungleichmässig verteilt. Besonders dick sind sie im eigentlichen Moorareal und in einer etwas kleineren westlichen Zone. Die Mächtigkeiten wurden anhand der seismischen Profile (1) bis (6) konstruiert.

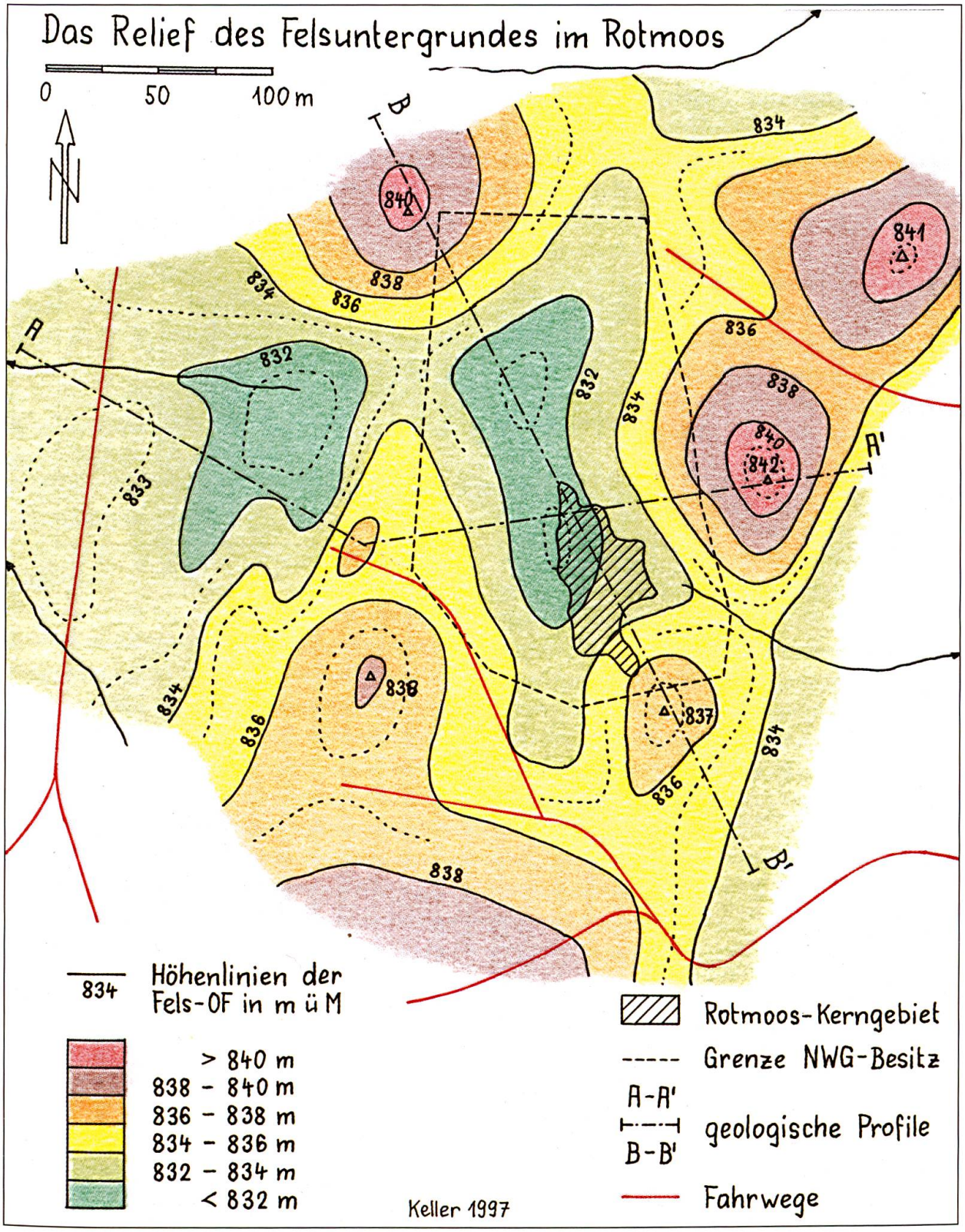

Abbildung 5: Aus der Kombination der Höhenlage der Geländeoberfläche mit dem Kurvenbild der Sedimentmächtigkeit konnte diese Karte des Felsreliefs konstruiert werden. Es ergibt sich eine kuppige Oberfläche des Felsuntergrunds, was auf Formung durch eiszeitliche Gletscherströme schliessen lässt. Auffällig sind die beiden Felswannen, wobei in der grösseren östlichen gerade auch das Rotmoos enthalten ist. Gesamthaft sind allerdings zwischen höchster Kuppe und tiefster Wanne nur gerade 11 m Höhendiffernz vorhandeln. Die Profile Abbildung 6 sind entlang der Profilspuren A-A' und B-B' gezeichnet worden.

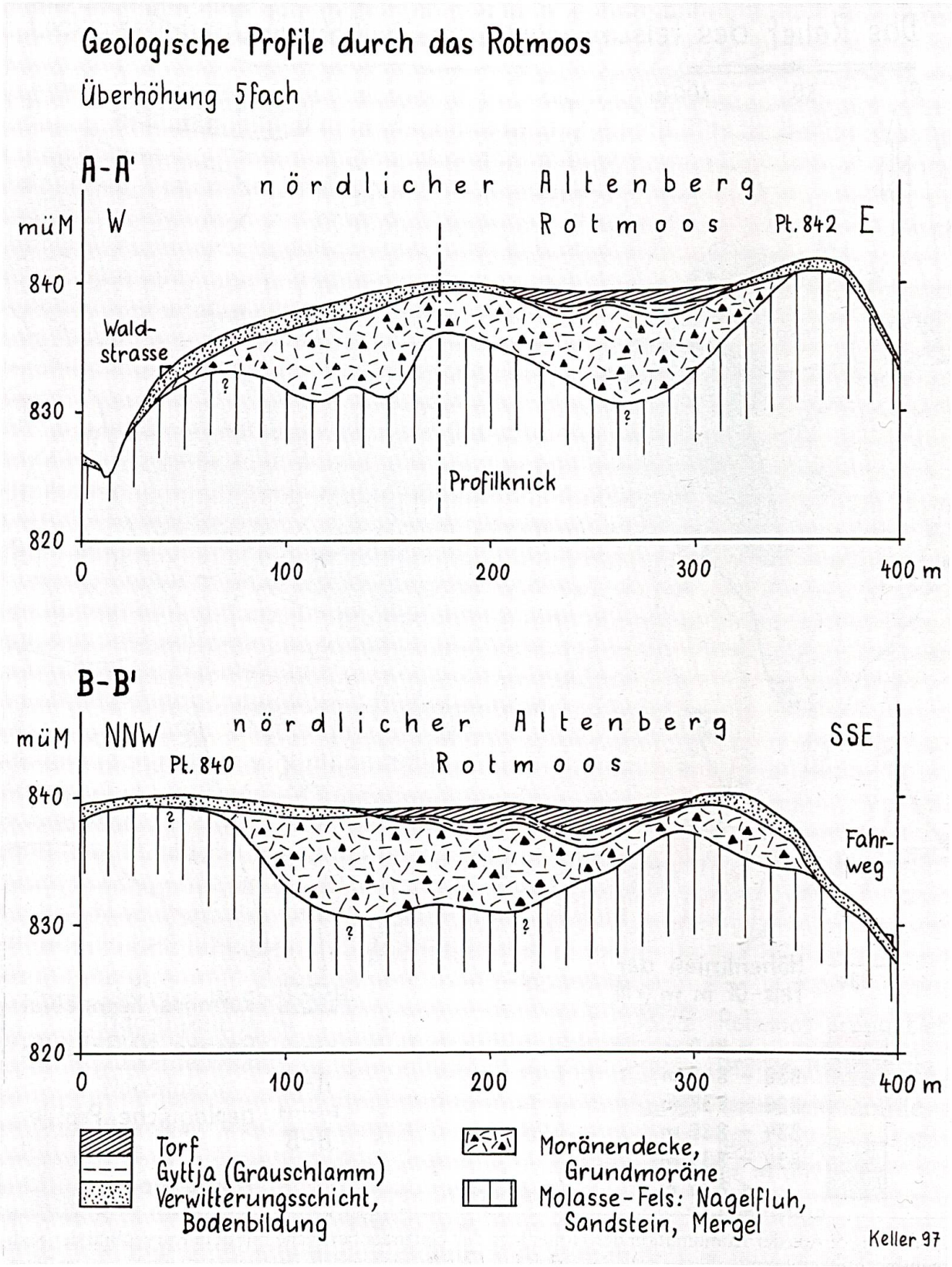

Abbildung 6: Die geologischen Profile basieren auf 6 seismischen Profilen und auf Torfmächtigkeitsbohrungen. Die fraglichen Bereiche der Felsoberfläche (?) sind aus Interpolationen abgeleitet worden. Eine Moränendecke verhüllt das wellig-kuppige Molasserelief. Das eigentliche Rotmoos liegt in einer nur 2–3 m tiefen, seichten Wanne in der Grundmoräne. Der Torf ist maximal 150 cm mächtig.