

Geophysikalische Untersuchungen für die geologische Landesaufnahme auf Blatt 83 Sulzberg (Vorarlberg)

Von HERBERT HEINZ, PAUL HERRMANN & WOLFGANG SEIBERL*)

Mit 12 Abbildungen und 5 Tabellen

Österreichische Karte 1 : 50.000
Blatt 83

Vorarlberg
Gefaltete Molasse
Refraktionsseismik
Geoelektrik

Zusammenfassung

Refraktionsseismische Messungen und geoelektrische Tiefensondierungen in drei ausgewählten Gebieten auf Blatt „Sulzberg“ konnten zum Großteil die geologischen Aufnahmen vervollständigen. Im Bereich von Riefensberg ließen sich sowohl Moränenmaterial als auch Schotter von den liegenden Steigbach- und Weißbachschichten unterscheiden. Im Bereich

von Thal konnte die Mächtigkeit der Überlagerung über der Granitischen Molasse erfaßt werden, ebenso war es möglich, bei Hirschbergsau den Tiefgang der Schotterterrasse festzustellen.

Summary

Seismic investigations and vertical electric soundings have been carried out throughout the areas of Riefensberg, Thal

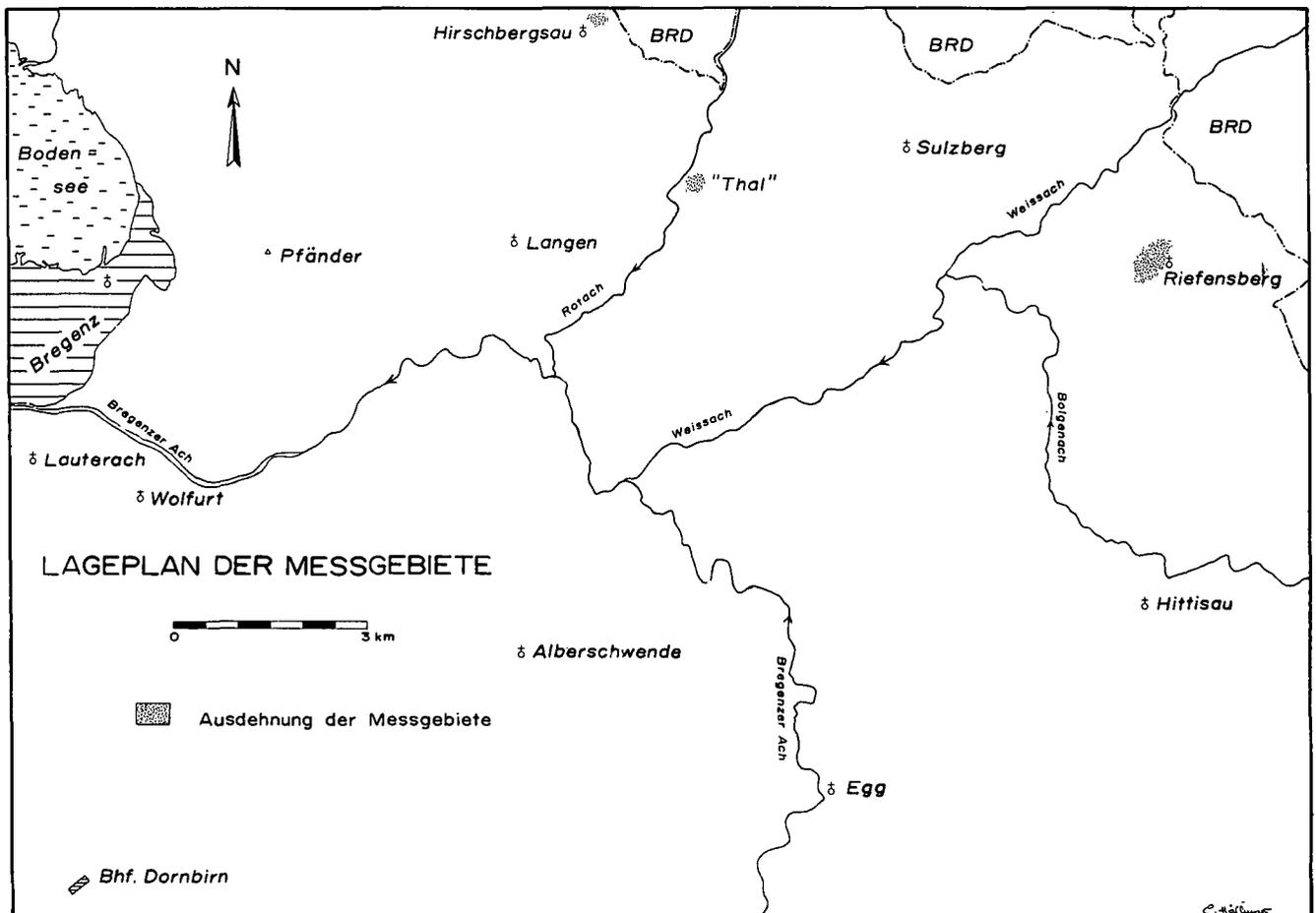


Abb. 1: Lageplan der Meßgebiete „Riefensberg“, „Thal“ und „Hirschbergsau“.

*) Anschrift der Verfasser: Dr. HERBERT HEINZ, Dr. PAUL HERRMANN, Geologische Bundesanstalt, Rasumofskygasse 23, A-1031 Wien; Univ.-Prof. Dr. WOLFGANG SEIBERL, Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Wien, Währinger Straße 17, A-1090 Wien.

and Hirschbergsau. Near Riefensberg glacial deposits as well as gravel could be distinguished from the sediments of the Molasse Zone. In the area near Thal the boundary „Granitische Molasse“/Glacial deposits has been fixed. It has been possible too to find out the thickness of fluvial sediments near Hirschbergsau.

1. Einleitung

Drei Meßgebiete auf Blatt „Sulzberg“ (ÖK 1 : 50.000, Nr. 83), nämlich bei Riefensberg, bei Thal und bei Hirschbergsau, im Bereich der Subalpinen bzw. Vorlandmolasse Vorarlbergs wurden mit Hilfe geoelektrischer und refraktionsseismischer Methoden näher untersucht (zur Lage der Meßgebiete siehe Abb. 1).

Für die geoelektrischen Tiefensondierungen kam ein Meßgerät der Firma ABEM (ABEM-DC-II-Terrameter) zum Einsatz, das dankenswerterweise vom Institut für Geophysik der Montanuniversität Leoben (Herr Prof. Dr. Franz WEBER) zur Verfügung gestellt wurde. Die Auswertung der nach der symmetrischen Schlumberger-Anordnung gewonnenen Meßkurven erfolgte zunächst händisch mittels Kurvenatlas (ORELLANA & MOONEY, 1966). Die so erarbeiteten Widerstands-/Tiefenwerte wurden daraufhin einem automatischen Auswerterechenprogramm unterworfen, das am „National Techni-

cal Institute“ (USA) entwickelt wurde (KOEFOED, 1979). Eine weitere Verbesserung der Auswertung wurde durch die Anwendung eines Iterationsprogrammes (ZOHDY, 1975) erzielt.

Die refraktionsseismischen Messungen wurden mit einer zwölfkanäligen, digitalen Meßapparatur der Type NIMBUS 1210F durchgeführt. Als Profillängen wurden 55 bzw. 110 m gewählt (Geophonabstand 5 bzw. 10 m).

Das Originalmaterial (Sondierungskurven, digitale Auswertung, Seismogramme, Modellrechnungen) liegt an der Geologischen Bundesanstalt auf.

2. Geologie, Fragestellung

Das Blatt Sulzberg liegt im Bereich des Überganges der Subalpinen in die Vorlandmolasse. Der Sulzberg selbst wird von der nördlichsten, WSW–ENE streichenden Antiklinale der Subalpinen Molasse gebildet; ihr

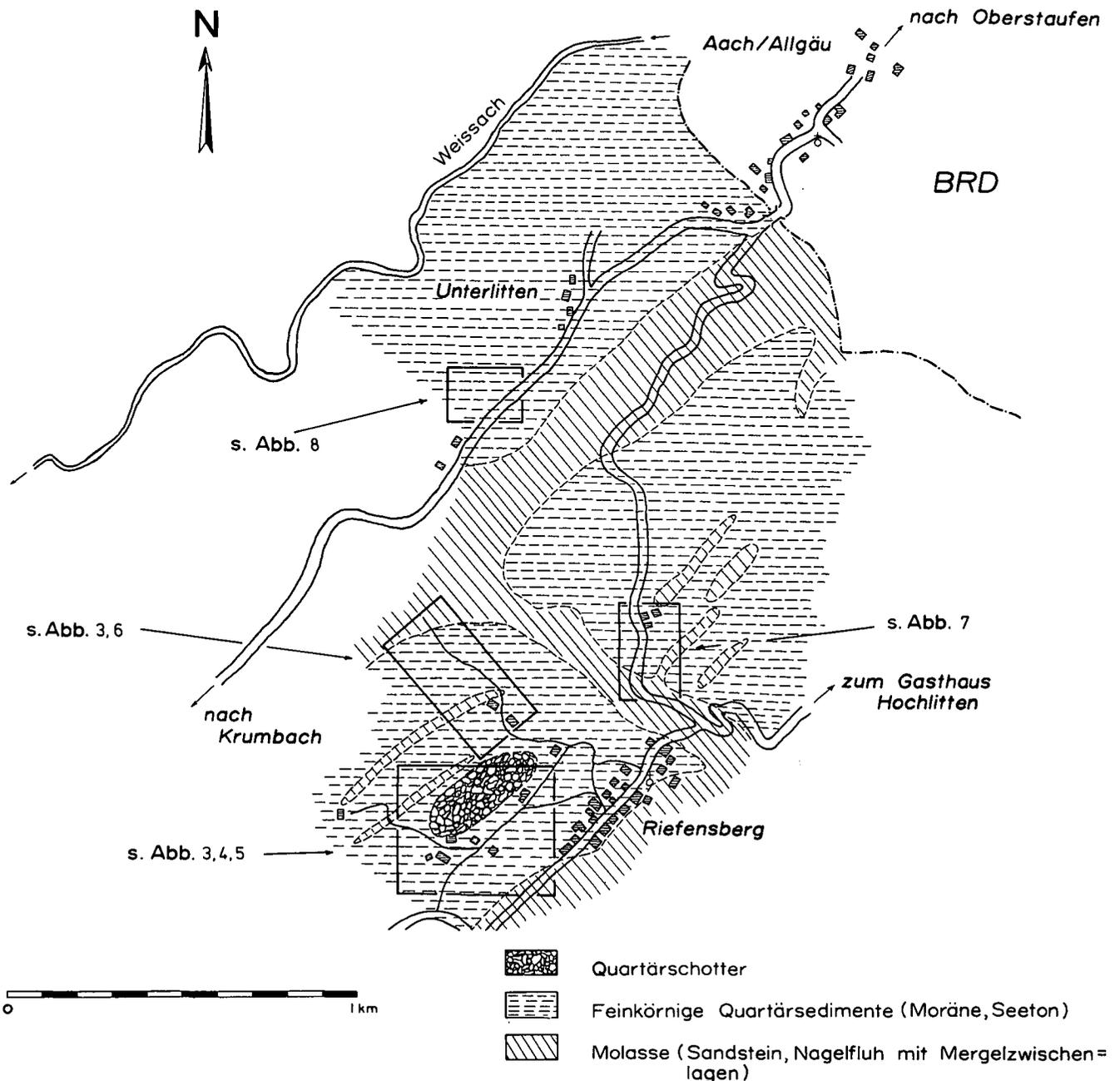


Abb. 2: Geologische Übersicht der Umgebung von Riefensberg und Verteilung der Meßgebiete um Riefensberg.

NW-Schenkel läuft im Pfändermassiv allmählich in die Vorlandmolasse aus. Die tertiären Schichten der Untersuchungsgebiete gehören der Unteren Süßwassermolasse (Weißbachschichten, Steigbachschichten, Granitische Molasse) und der Oberen Meeresmolasse an.

Weißbach- und Steigbachschichten sind von Wechselagerungen aus Mergel und Sandstein aufgebaut (in den Steigbachschichten sind auch vereinzelt Nagelfluhbänke zu finden); getrennt werden sie konventionell durch die bunte Färbung der liegenden Weißbachschichten gegenüber den hangenden grauen Steigbachschichten. Darüber folgt die Granitische Molasse, die ihren Namen nach den sehr stark dominierenden, durch rote Feldspäte und Hornsteine auffälligen Sandsteinen hat. Nur in ihrem oberen Anteil, der am Südfuß des Pfändermassivs aufgeschlossen ist, treten mächtigere Mergelzwischenlagen auf.

Die Obere Meeresmolasse beginnt mit einer geringmächtigen Basisnagelfluh, darüber folgt die etwa 150 m mächtige Serie der glaukonitischen Sandsteine, die ihrerseits von einer Wechselagerung von Nagelfluh, Sandsteinen und Mergeln überlagert wird. Die liegendsten 300 Meter dieser Wechselagerung werden noch der Oberen Meeresmolasse zugezählt.

Bisher wurden die quartären Ablagerungen des Untersuchungsgebietes (MUHEIM, 1934) größtenteils als Moräne betrachtet. Neue Aufschlüsse zeigen jedoch, daß Teile dieser Areale von fluvialen Schottern bzw. von Seetonen eingenommen werden.

Neuere Aufnahmen in der unmittelbaren Umgebung des betrachteten Gebietes stammen aus den Jahren

1974 und 1976 (JERZ, 1974; VOLLMAYR & ZIEGLER, 1976).

- Das Untersuchungsgebiet Riefensberg (siehe auch Abb. 2): Es wird aus Weißbach- und Steigbachschichten aufgebaut, die mittelsteil nach Südosten fallen. Oberhalb der Straße Krumbach–Oberstaufer stehen sie an und sind teilweise mit geringmächtigen quartären Sedimenten bedeckt. Die Überlagerungen werden auf den älteren Karten durchwegs als Moräne ausgeschieden; seit einigen Jahren wird jedoch der Hügel zwischen Riefensberg und Unterdorf (südlich von Riefensberg) zur Schottergewinnung abgebaut. Knapp unterhalb der Straße, wo bisher gleichfalls Moräne vermutet wurde, konnten in einer Baugrube Seetone beobachtet werden.

Ziel der geophysikalischen Untersuchungen war die Abgrenzung der quartären Sedimente gegeneinander und eine Erfassung ihrer Mächtigkeiten und Lagebeziehungen sowie eine Ausscheidung der obertags anstehenden Molassesedimente in den Geländerippen.

- Beim Untersuchungsgebiet Thal (vgl. Abb. 9, 10) sollte die Frage geklärt werden, ob mit Hilfe geoelektrischer Untersuchungen Aussagen über eine eventuelle Moränenbedeckung der Granitischen Molasse möglich gemacht werden.
- Das Untersuchungsgebiet Hirschbergsau (s. Abb. 11, 12) liegt auf einer ebenen Fläche, die durch den Kesselbach und seine Nebenbäche be-

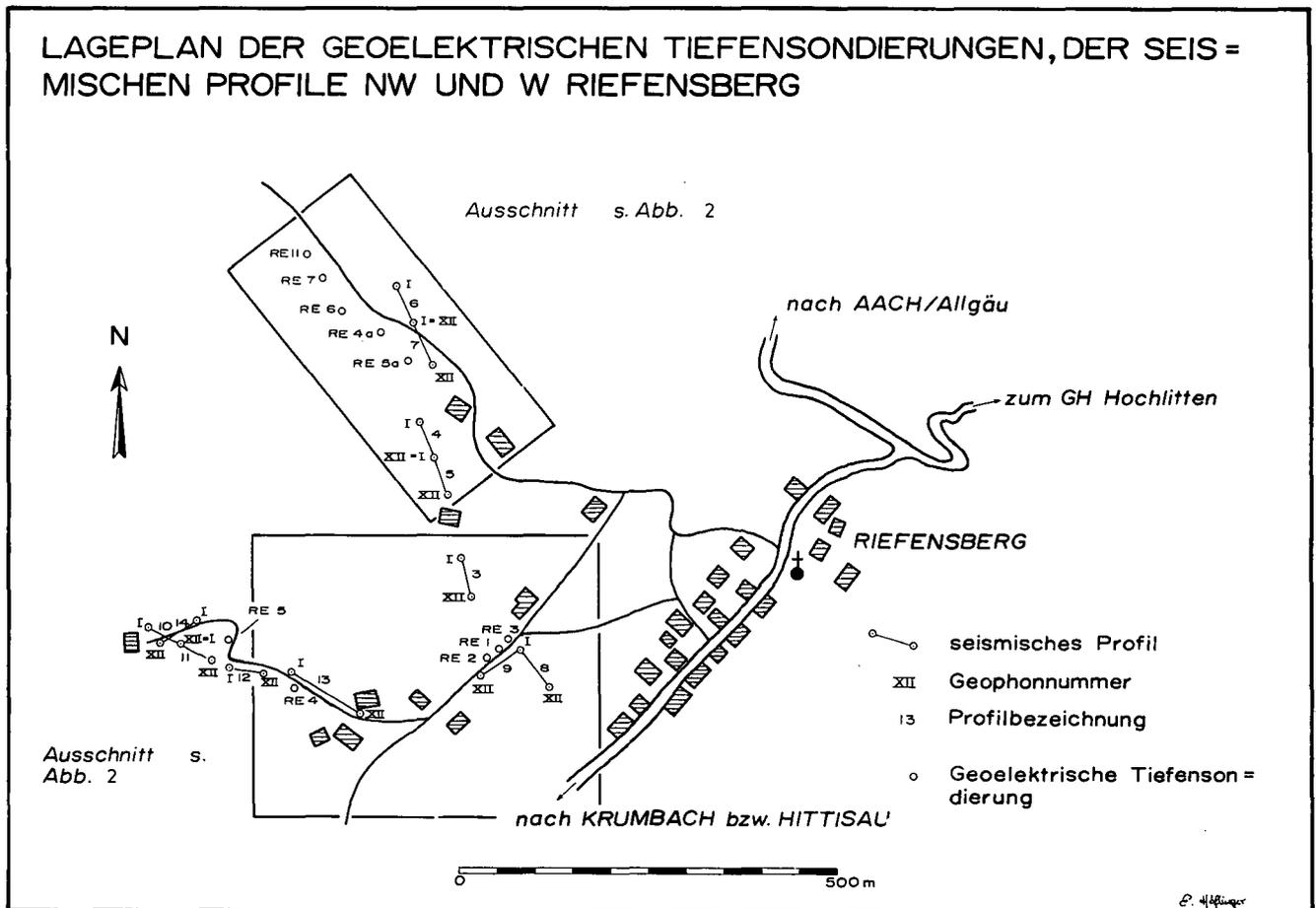


Abb. 3: Lage der refraktionsseismischen Profile und der geoelektrischen Tiefensondierungen westlich und nordwestlich Riefensberg.

grenzt wird. Auf älteren Karten ist hier Moräne verzeichnet; nordwestlich von Hirschbergsau finden sich jedoch, topographisch etwas höher gelegen, zwei Schottergruben. Von den gegenständlichen Untersuchungen wurde erwartet, näheren Aufschluß über den inneren Aufbau des Terrassenkörpers und seine Mächtigkeit zu gewinnen.

3. Ergebnisse, Diskussion

3.1. Das Untersuchungsgebiet Riefensberg

In der Umgebung von Riefensberg wurden in vier Teilgebieten (s. Abb. 2) 14 refraktionsseismische Profile mit einer Gesamtlänge von 825 Metern gelegt. Der Geophonabstand betrug lediglich bei einem Profil 10 m (Profil 13), sonst durchwegs 5 m. Zusätzlich dazu wurden 13 geoelektrische Tiefensondierungen durchgeführt, deren Auslageweiten bis zu $AB/2 = 215$ m betragen.

Westlich von Riefensberg (refraktionsseismische Profile 10, 11, 12, 13 und 14, geoelektrische Tiefensondierungen RE 4 und RE 5, vgl. auch Abb. 3 und 4) wurden Molassesedimente in Tiefen von 6 bis 20 m unter GOK angetroffen. Die Ausbreitungsgeschwindigkeiten der P-Wellen (v_p) betragen zwischen etwa 2700 ms^{-1} und 4400 ms^{-1} . Der Grund für diese Geschwindigkeitsunterschiede ist wohl im oben bereits erwähnten Aufbau der Weißbach- und Steigbachschichten zu suchen; die hohen Geschwindigkeiten sind vor allem auf die Nagelfluhbänke innerhalb der Steigbachschichten zurückzuführen (in der Umgebung der Profile sind an einigen Stellen auffällige Rollstücke extrem zäher Nagelfluh beobachtet worden); hohe Geschwindigkeiten für die Nagelfluhbänke sind allgemein bekannt, vgl. z. B. BADER & JERZ (1978, S. 36).

Die Bedeckung der Molassesedimente wird im Westteil der Profilvereihe von mehr oder weniger lockerem Moränenmaterial dargestellt (v_p von 1400 bis 1900 ms^{-1}), welches eine ziemlich rege Morphologie an der Oberkante der tertiären Sedimente füllt und glättet. Zumindest temporäre Grundwasserführung ist hier zu erwarten.

Die Interpretation der zweiten Schicht im Ostteil der Profilvereihe ($v_p =$ etwa 2200 bis 2600 ms^{-1}) läßt mehrere Deutungen zu:

- stark verdichtetes Moränenmaterial mit hohem Feinkornanteil, wobei sich die Korngrößenzusammensetzung auf kurze Distanz lateral rasch ändert (wahrscheinlichste Möglichkeit);
- es handelt sich um Seetone; dagegen allerdings spricht die topographische Lage;
- die Schichten 2 und 3 im Profil 13 bilden eine interne Gliederung der Molassesedimente ab; im Widerspruch dazu steht das allgemein beobachtete generelle Streichen und Fallen.

Im Ostteil der Profilvereihe in Abb. 4 wurden für die Deckschicht deutlich höhere Geschwindigkeiten als im Westabschnitt gemessen (etwa 800 bis 1100 ms^{-1}). Sie dürften durch (durch Hangfließen umgelagerte) Schotter, wie sie weiter im Norden aufgeschlossen sind (vgl. Abb. 2), repräsentiert werden.

Nordöstlich der eben besprochenen Profilvereihe wurden drei refraktionsseismische Profile (Profile Nr. 3, 8 und 9) und drei geoelektrische Tiefensondierungen (RE 1, 2 und 3) – in unmittelbarer Umgebung des zum Großteil aus Schottern bestehenden Hügels westlich Riefensberg – gelegt (s. Abb. 3).

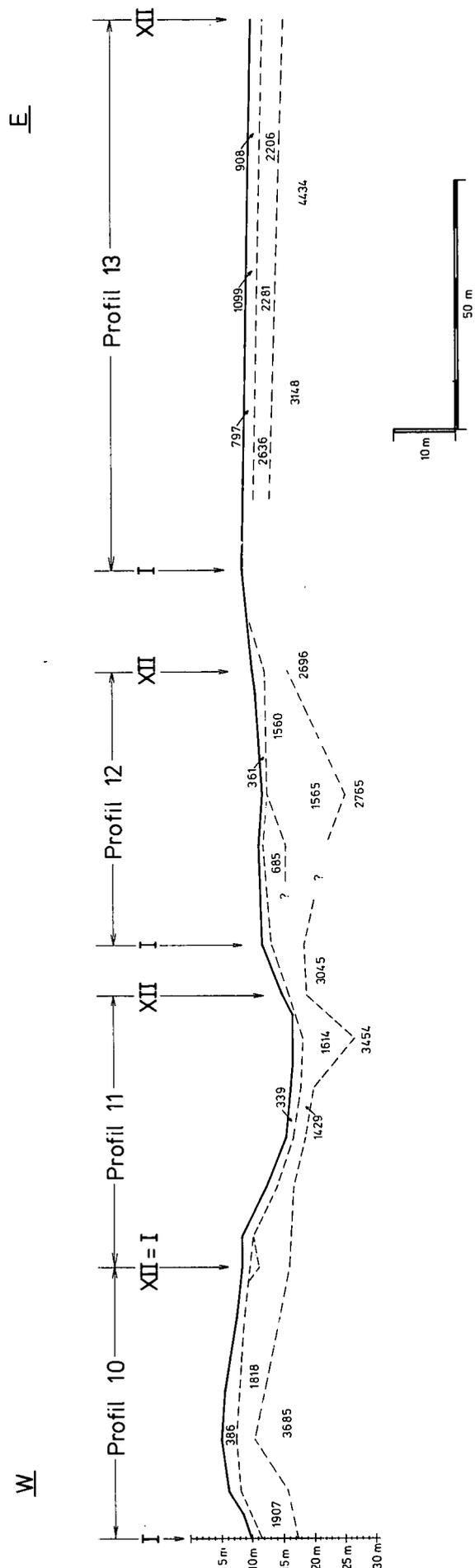


Abb. 4. Verteilung der v_p in der Profilvereihe westlich von Riefensberg.

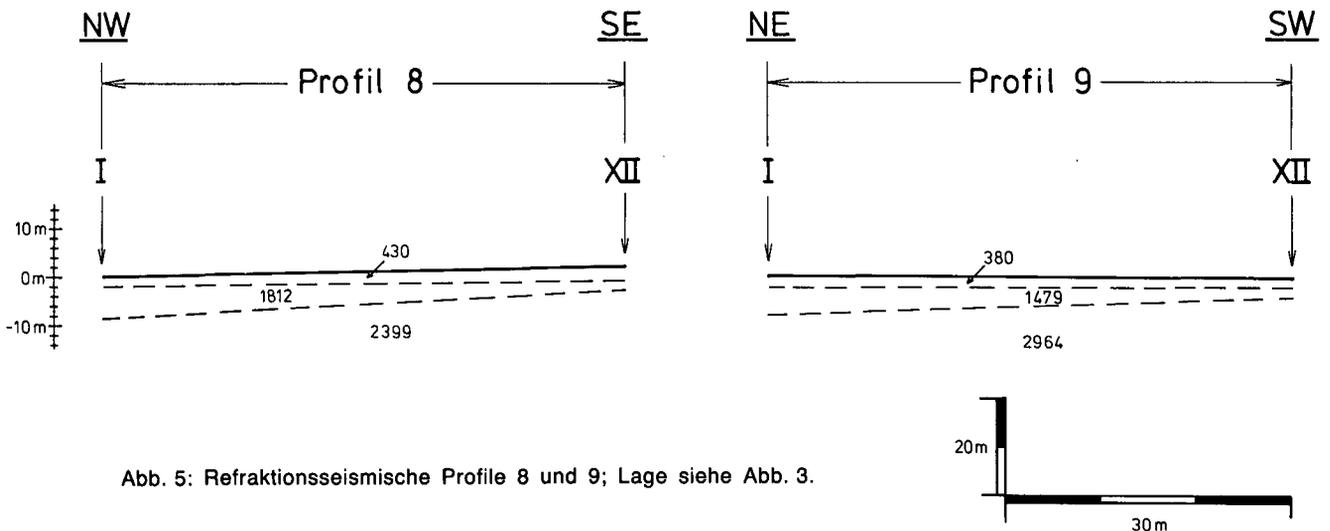


Abb. 5: Refraktionsseismische Profile 8 und 9; Lage siehe Abb. 3.

Das seismische Profil 3 liegt über dem erwähnten Schottervorkommen selbst. Dabei ergab sich eine v_p der Schotter von etwa $1200-1300 \text{ ms}^{-1}$; die unterliegenden Molassesedimente sind durch $v_p = 2700$ bis 4200 ms^{-1} (gleiche Verhältnisse wie in der Profilerihe südwestlich davon) ausgezeichnet. Moränenmaterial konnte hier nicht erfaßt werden; wahrscheinlich ist es hier schon erosiv entfernt. Die Oberkante des Tertiärs liegt hier beim Schuß (Geophon I) bei etwa 10 m, beim Gegenschuß (Geophon XII) bei etwa 7,5 m unter GOK. Die maximalen Schottermächtigkeiten können jedoch durchaus höher sein, denn das Profil 3 wurde lediglich – um eine Art Eichung der Geschwindigkeiten vorzunehmen – als Testprofil gelegt und daher am Rande des aus Schottern aufgebauten Hügels situiert, um eine möglichst große Entfernung von der in Betrieb befindlichen Schottergrube – wegen des permanenten technischen Störpegels – zu erreichen. Die hier das Liegende der Schotter bildenden Molassesedimente treten übrigens im Südwesten zutage (zwischen den refraktionsseismischen Profilen 12 und 13, siehe oben).

Die refraktionsseismischen Profile 8 und 9 liegen, ebenso wie die geoelektrischen Tiefensondierungen RE 1, 2 und 3 am Fuß des erwähnten Hügels westlich von

Riefensberg (vgl. Abb. 3). Beide zeigen Dreischichtfälle (vgl. Abb. 5) mit Deckschicht ($v_1 = 380$ bis 430 ms^{-1}), Moränenmaterial (1480 bis 1810 ms^{-1} , z. T. grundwassergesättigt) und Molassesedimenten (2400 bis etwa 3000 ms^{-1}).

Die geoelektrischen Tiefensondierungen RE 1, 2 und 3 zeigen die in Tab. 1 angeführten Widerstands-Tiefenverteilungen.

Die Ergebnisse dieser Tiefensondierungen korrespondieren also ausgezeichnet mit den Ergebnissen der refraktionsseismischen Messungen.

Eine weitere Profilerihe liegt nordwestlich von Riefensberg (refraktionsseismische Profile 4 bis 7, geoelektrische Tiefensondierungen RE 4a, 5a, 6, 7 und 11, Lage siehe Abb. 3).

Wie in Abb. 6 dargestellt, wurden in den refraktionsseismischen Profilen 4 und 5 meist Vierschichtfälle gemessen: unter einer bis zu 2 m mächtigen Deckschicht ($300-380 \text{ ms}^{-1}$) folgt Moränenmaterial in verschiedenen Auflockerungsstadien ($600-930 \text{ ms}^{-1}$ bzw. 1330 bis 1550 ms^{-1}), das seinerseits von Molassesedimenten unterlagert wird (etwa 2270 bis etwa 4060 ms^{-1}). Die geringmächtige Moränenbedeckung ist am Nordwest- und am Südostende der Profilerihe zu beobachten, was

Tabelle 1: Widerstands-Tiefenverteilungen in den geoelektrischen Tiefensondierungen RE 1, 2, 3.

Tiefensondierung	Tiefe unter GOK [m]	ρ_a [Ohm·m]	Interpretation
RE 1	- 0,8	120	Deckschicht, Humus, aufgearbeiteter Moränenschutt
	- 2,2	70	
	- 6,5	440	Moränenmaterial, locker
	- 18,3	1500	tertiäre Mergel, z. T. verfestigt
∞	1900		
RE 2	- 1,0	200	Deckschicht, wie RE 1
	- 2,5	85	
	- 3,3	220	Moränenmaterial, locker
	- 7,5	660	
	- 17,0	1800	Mergel, verfestigt (Tertiär)
∞	2100		
RE 3	- 0,5	100	Deckschicht, wie RE 1
	- 2,5	70	
	- 7,5	380	Moränenmaterial, locker
	∞	1600	Mergel, verfestigt (Tertiär)

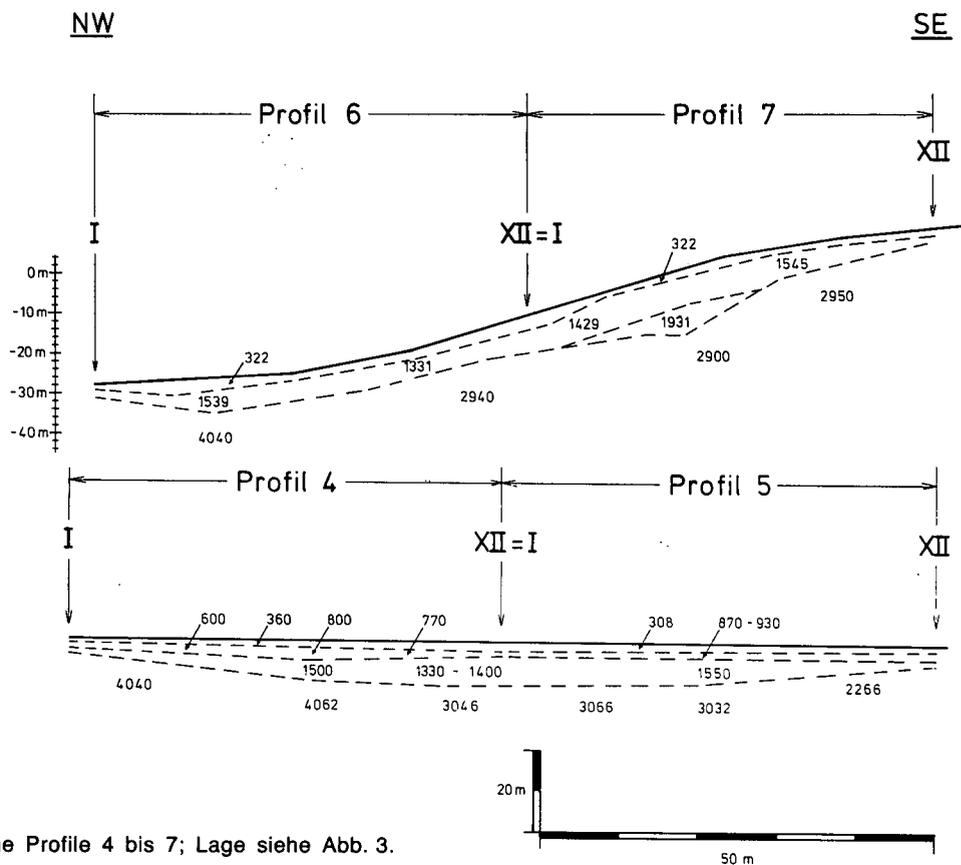


Abb. 6: Refraktionsseismische Profile 4 bis 7; Lage siehe Abb. 3.

Tabelle 2: Widerstands-Tiefenverteilungen in den geoelektrischen Tiefensondierungen RE 4a, 5a, 6, 7, 11.

Tiefensondierung	Tiefe unter GOK [m]	ρ_a [Ohm·m]	Interpretation
RE 4a	- 0,8	120	Deckschicht
	- 9,5	620	Moränenmaterial, Moräne
	-12,0	450	
	∞	1900	Molasse
RE 5a	- 1,4	75	Deckschicht
	-12,5	840	Moränenmaterial, Moräne
	-14,4	650	
	∞	2250	Molasse
RE 6	- 2,2	140	Deckschicht
	- 3,5	400	Moränenmaterial, Moräne
	- 5,0	950	Molasse
	-12,5	750	
	-18,0	1700	
	∞	1000	
RE 7	- 2,0	85	Deckschicht
	- 4,0	220	Moränenmaterial, Moräne
	- 7,5	700	Molasse
	-13,5	1000	
	∞	1400	
RE 11	- 1,2	70	Deckschicht
	- 4,5	440	Moränenmaterial, Moräne
	- 6,0	610	Molasse
	- 8,5	1500	
	-17,0	900	
	∞	1800	

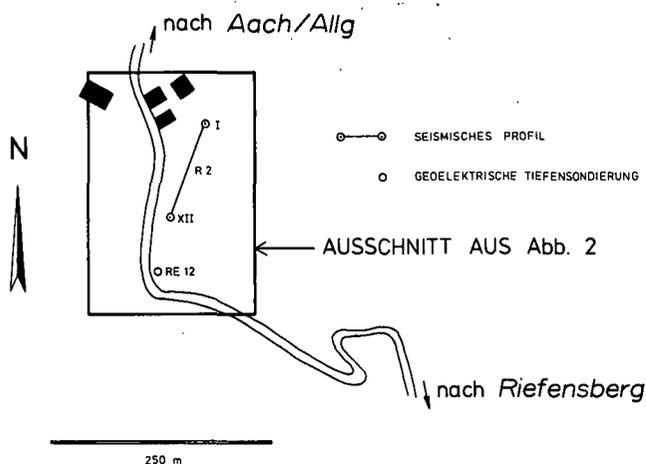


Abb. 7: Lage des refraktionsseismischen Profils 2 und der geoelektrischen Tiefensondierung RE 12.

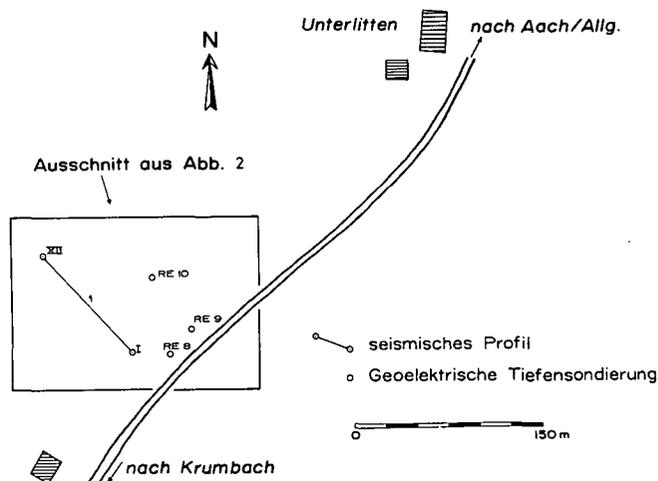


Abb. 8: Lage des refraktionsseismischen Profils 1 und der geoelektrischen Tiefensondierungen RE 8, 9 und 10.

mit den geologischen Gegebenheiten gut in Einklang zu bringen ist (vgl. auch Abb. 2).

Nordwestlich der aus oberflächlich aufgeschlossenen Molassegesteinen bestehenden, westlicheren Geländerrippe im Westen von Riefensberg (s. Abb. 2) wurden die refraktionsseismischen Profile 6 und 7 gelegt; sie bilden die Fortsetzung der Profile 4 und 5 (vgl. Abb. 3). Hier wurde im Hangenden des Moränenmaterials lediglich die Deckschicht erfaßt, während die in den Profilen 4 und 5 zwischengeschaltete Schicht mit $v_p = 600$ bis 930 ms^{-1} (lockeres Moränenmaterial) lokal fehlt, oder zumindest sehr geringmächtig ist. In den Molassesedimenten wurde die dem eher inhomogenen Aufbau der Weißbach- und Steigbachschichten entsprechende Geschwindigkeitsverteilung beobachtet (2900 bis 4040 ms^{-1}).

Die geoelektrischen Tiefensondierungen RE 4a, 5a, 6, 7 und 11 (s. Abb. 3) lassen gleichfalls auf den soeben beschriebenen Aufbau des Untergrundes schließen (s. Tab. 2).

Genau nördlich von Riefensberg stehen an der Straße, die zum Grenzübergang Aach im Allgäu führt, Molassesedimente mit reichlich Nagelfluh an (s. Abb. 2). Im refraktionsseismischen Profil 2 wurden hier als typische Ausbreitungsgeschwindigkeiten der P-Wellen 3800 bis 4000 ms^{-1} gemessen. Die in der Sondierung RE 12 gemessenen spezifischen Widerstände betragen 1600 bis 1900 Ohmmeter (Lage des Meßpunktes und des Profiles s. Abb. 7).

Südwestlich von Unterlitten (vgl. Abb. 2, 8) wurde ein refraktionsseismisches Profil (Profil 1) gelegt. In Ergänzung dazu wurden drei geoelektrische Tiefensondierungen (RE 8, 9 und 10) durchgeführt. Unter einer nicht mehr als 1 m mächtigen Deckschicht ($v_p = 850 \text{ ms}^{-1}$) ist nur mehr eine zweite Schicht identifizierbar, die durch Geschwindigkeiten von 1600 – 2000 ms^{-1} charakterisiert ist. In der Tabelle 3 sind die Ergebnisse der Tiefensondierungen aufgelistet.

In diesem Fall ist die Unterscheidung zwischen verhältnismäßig feinkörnigem Moränenmaterial oder See-

Tabelle 3: Widerstands-Tiefenverteilungen in den geoelektrischen Tiefensondierungen RE 8, 9, 10.

Tiefensondierung	Tiefe unter GOK [m]	ρ_a [Ohm·m]	Interpretation
RE 8	- 1,6	70	Umlagerungen, Humus
	- 4,4	20	feinkörniges Moränenmaterial oder Seeton
	- 8,2	45	
	- 9,5	150	
	-17,0	25	
	∞	2	
RE 9	- 1,3	110	Umlagerungen, Humus
	- 5,5	50	feinkörniges Moränenmaterial oder Seeton
	- 9,1	10	
	-12,5	80	
	∞	10	
RE 10	- 1,5	70	Umlagerungen, Humus
	- 3,3	15	feinkörniges Moränenmaterial oder Seeton
	- 8,8	90	
	-14,5	60	
	-18,5	40	
	$-\infty$	5	

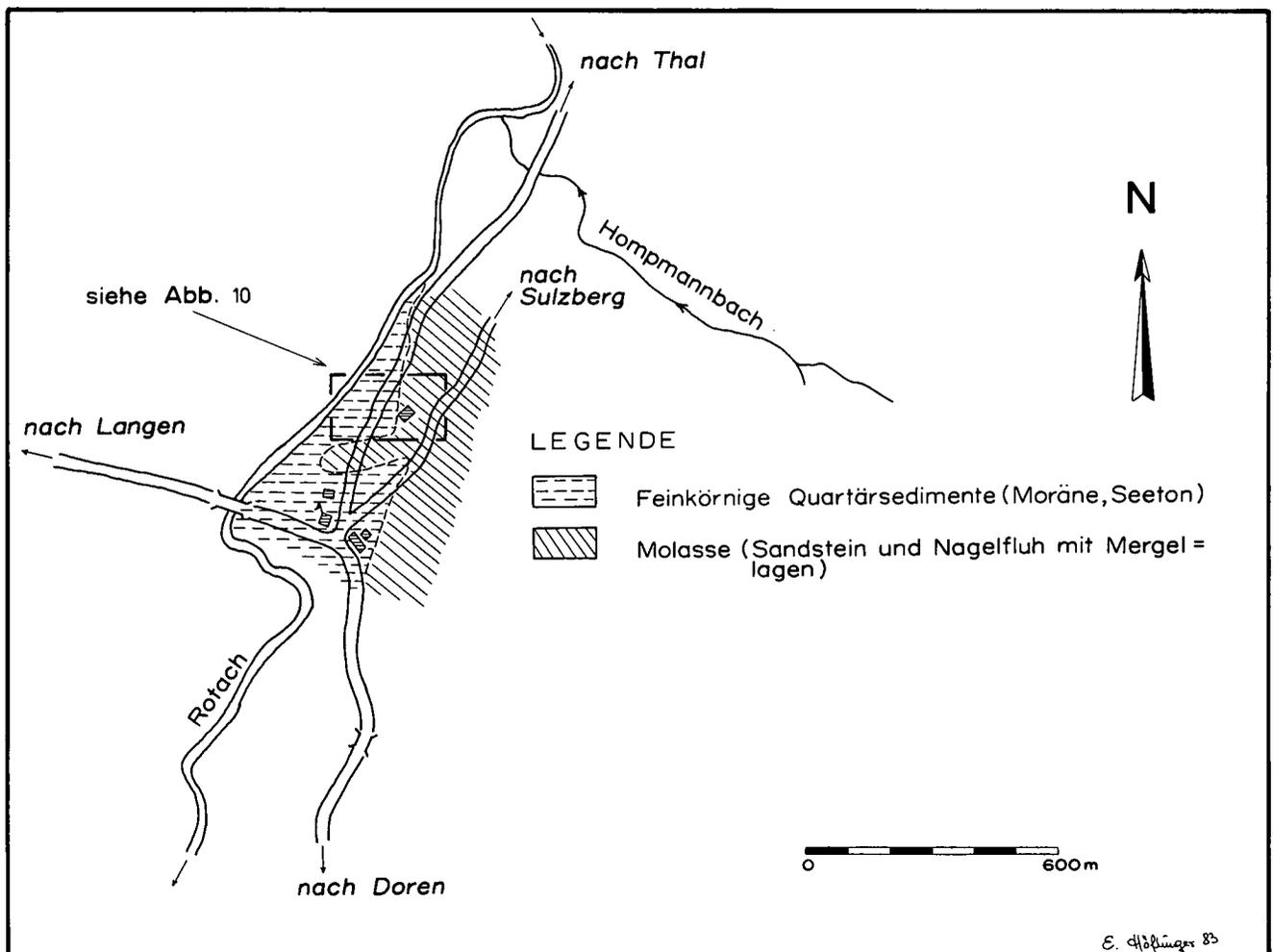


Abb. 9: Geologische Übersichtsskizze des Meßgebietes Thal.

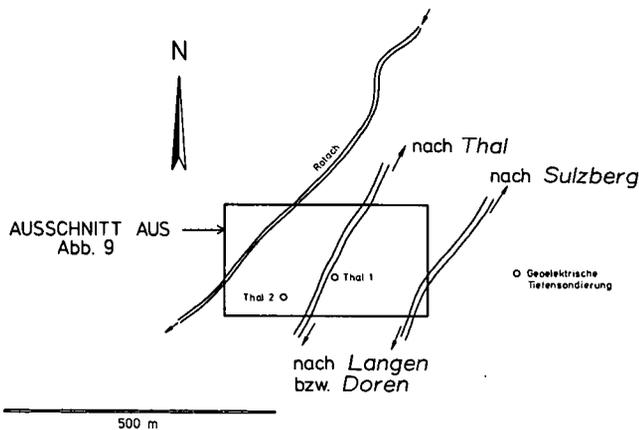


Abb. 10: Lage der beiden geoelektrischen Tiefensondierungen bei Thal.

3.2. Das Untersuchungsgebiet Thal

Zur Lage des Untersuchungsgebietes siehe die Abb. 1. Wie oben (Kap. 2.) bereits erwähnt wurde, wird das Gebiet aus Gesteinen der Granitischen Molasse aufgebaut, die von Moränenmaterial überlagert werden. Zur Klärung der Frage, ob und in welcher Mächtigkeit hier die Molassesedimente durch Moräne bedeckt sind, wurden zwei geoelektrische Tiefensondierungen (Thal 1 und Thal 2) durchgeführt (s. Abb. 9, 10).

Die Ergebnisse der geoelektrischen Tiefensondierungen lassen auf eine unterschiedlich mächtige Überlagerung der Granitischen Molasse durch Moränensedimente schließen, wobei die Überlagerung durch recht inhomogene, unterschiedliche Korngrößenzusammensetzung gekennzeichnet sein dürfte, im allgemeinen aber einen guten Kontrast (was die Widerstände betrifft) zu den schlechter leitenden, liegenden Molassesedimenten zeigt (siehe Tab. 4).

3.3. Das Untersuchungsgebiet Hirschbergsau

Zur Lage des Meßgebietes siehe die Abb. 1. Nordöstlich und östlich der Ortschaft Hirschbergsau wurden insgesamt 5 Punkte für geoelektrische Tiefensondierungen ausgewählt (s. Abb. 11, 12).

Die überlagernden Schotter (z. T. auch Sandlagen) der Terrasse im Hangenden der Molassesedimente

tonen aufgrund der geophysikalischen Befunde schwer möglich. Sicher ist, daß es sich bei der Deckschicht um stark aufgelockertes, z. T. umgelagertes Material aus dem Liegenden handelt, das seinerseits eine dünne Humusdecke trägt. In etwa 8 bis 12 m Tiefe unter GOK wurden etwas höhere spezifische Widerstände (80–150 Ohmmeter, s. Tab. 3) gemessen. Aber auch diese Beobachtung scheint bei der interpretativen Bewertung der Meßergebnisse kaum von Bedeutung.

Tabelle 4: Widerstands-Tiefenverteilungen in den geoelektrischen Tiefensondierungen Thal 1 und Thal 2.

Tiefensondierung	Tiefe unter GOK [m]	ρ_a [Ohm-m]	Interpretation
Thal 1	- 1,2	120	Moräne
	- 2,7	70	
	- 4,9	220	
	- 6,8	45	
	- 8,9	90	
	-12,2	775	Granitische Molasse
	-14,7	1300	
	∞	950	
Thal 2	- 1,6	100	Moräne
	- 3,0	330	
	- 4,4	650	Granitische Molasse
	- 8,0	1400	
	-15,0	2200	
	∞	750	

konnten aufgrund der hohen Widerstandskontraste, die sie gegenüber diesen zeigen, gut identifiziert und ihre Mächtigkeit erfaßt werden (siehe Tab. 5). Es zeigte sich, daß die Terrassensedimente von Westen nach Osten leicht an Mächtigkeit abnehmen, sich aber im Osten durch eine Einschaltung von (wahrscheinlich) sandigen, z. T. auch schluffigen Lagen auszeichnen.

Literatur

BADER, K. & JERZ, H.: Die glaziale Übertiefung im Iller- und Alpseetal (Oberes Allgäu). – Geol. Jb., A 46, 25–45, Hannover 1978.
 JERZ, H.: Geologische Karte von Bayern, 1 : 25.000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 8327 Buchenberg. – München (Bayer. Geol. L.-Amt), 1974.

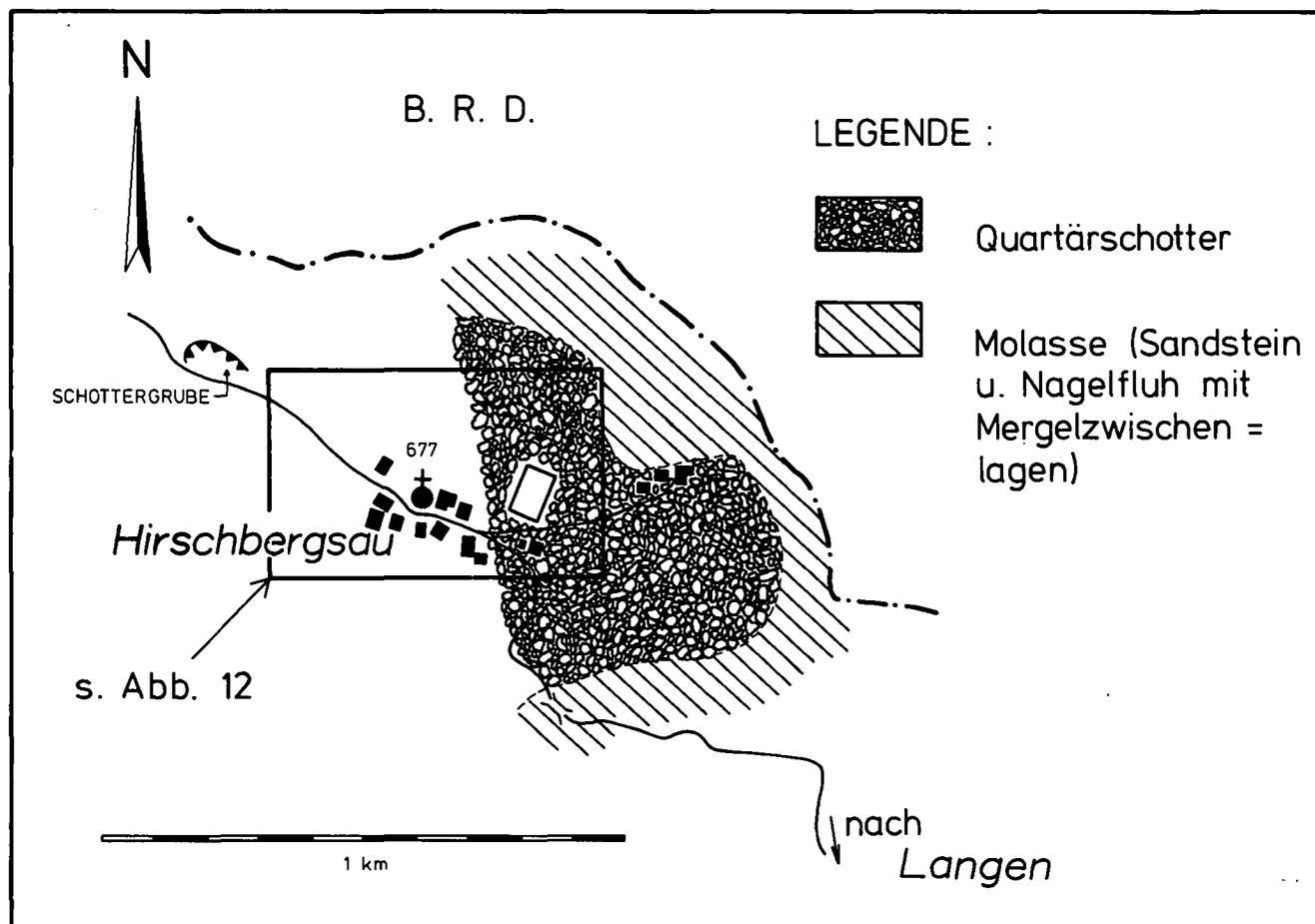


Abb. 11: Geologische Skizze des Meßgebietes Hirschbergsau.

Tabelle 5: Widerstands-Tiefenverteilungen in den geoelektrischen Tiefensondierungen HB 1, 2, 3, 4, 5.

Tiefensondierung	Tiefe unter GOK [m]	ρ_a [Ohm·m]	Interpretation
HB 1	- 0,5	170	Deckschicht
	- 2,7	420	Schotter, eventuell auch Grobsande bis Kiese
	- 4,8	300	
	-10,5	550	
	-12,3	700	
	-14,5	1400	Molasse
	-25,0	2200	
∞	1800		
HB 2	- 0,4	200	Deckschicht
	- 3,3	470	Schotter, eventuell auch Grobsande bis Kiese
	- 5,2	380	
	-10,0	700	
	-13,1	440	
	-17,3	920	Molasse
	-22,5	3100	
∞	1700		
HB 3	-0,9	65	Deckschicht
	- 3,5	440	Schotter, eventuell auch Grobsande bis Kiese
	- 6,1	270	
	- 9,5	350	
	-12,7	490	
	-16,5	1750	Molasse
	-27,3	2600	
∞	1000		
HB 4	- 0,7	160	Deckschicht
	- 4,4	320	Schotter mit Sandlagen
	- 6,9	90	
	- 8,8	720	
	- 9,5	340	
	-14,9	1650	Molasse
	∞	900	
HB 5	- 0,5	70	Deckschicht
	- 5,2	185	Schotter mit Sandlagen
	- 6,8	60	
	-10,2	400	
	-17,5	880	Molasse
∞	1700		

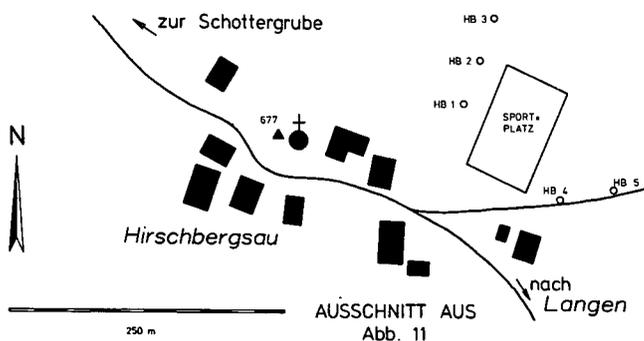


Abb. 12: Lage der fünf geoelektrischen Tiefensondierungen bei Hirschbergsau.

KOEFOD, O.: Geosounding Principles I. – Amsterdam (Elsevier Pub. Co.) 1979.

MUHEIM, F.: Die subalpine Molassezone im östlichen Vorarlberg. – Ecl. Geol. Helv., 27, 181–296, Basel 1934.

ORELLANA, E. & MOONEY, H. M.: Master Tables and Curves for Vertical Electrical Sounding over Layered Structures. – Interciencia, Madrid 1966.

VOLLMAYR, Th. & ZIEGLER, J.: Geologische Karten von Bayern 1 : 25.000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 8425 Weiler im Allgäu (mit Beiträgen von K. BADER, E. HOHENSTATTER, H. JERZ & J. P. WROBEL). – München (Bayer. Geol. L.-Amt), 1976.

ZOHDY, A. A. R.: Automatic Interpretation of Schlumberger Sounding Curves Using Modified Dar Zarrouk Functions. – U.S. Geol. Survey Bull., 1313 E, Washington 1975.

Manuskript bei der Schriftleitung eingelangt am 5. 10. 1983.