



86.448

B e r i c h t  
über geophysikalische Prospektionsarbeiten auf Kieselgur-  
vorkommen im Bereich des Aflenzner Tertiärbeckens

v o n

Ch. SCHMID, R. SCHMÖLLER, F. WEBER

Zusammenfassung:

Im Tertiärbecken von Aflenz wurden geophysikalische Testmessungen zur Klärung der Frage ausgeführt, ob und mit welchen Aufschlußverfahren die Auffindung von Kieselgurvorkommen möglich ist. Bei den gegebenen Lagerungsverhältnissen (Kieselgur, umgeben von Tonen) erscheint eine Kombination von refraktionsseismischen Detailmessungen mit engem Geophonabstand und geoelektrischer Widerstandskartierung mit überlappenden Aufstellungen eine aussichtsreiche Methode zu sein. Die Kieselgur dürfte sich im bergfeuchten bzw. wassergesättigten Zustand durch höhere Widerstände ( $30 - 100 \Omega \text{ m}$ ) von den gut leitenden Tonen abheben. Geschwindigkeitsmäßig könnte sich die Kieselgur mit dem unteren Bereich des Spektrums der Tone überschneiden; während die trockene Kieselgur niedrige Werte bis ca. 1400 m/sec aufweist, zeigt wassergesättigte Kieselgur Geschwindigkeiten bis 1500 m/sec, Tone Werte von 1500 - 1800 m/sec. Kieselgurvorkommen dürften sich daher als Widerstandsmaxima in ansonsten tonigen Sedimenten bei gleichzeitig relativ niedrigen Longitudinalgeschwindigkeiten (bis 1500 m/sec) bemerkbar machen.

## 1. Einleitung und Problemstellung

Im Zusammenhang mit einer geologischen Übersichtsprospektion (Institut für Geologie und Lagerstättenlehre) auf vermutete Kieselgurlagerstätten des Aflenzer Tertiärbeckens wurde vom Institut für Geophysik ein geophysikalisches Untersuchungsprogramm erstellt. Da aus der Literatur nur wenig über geophysikalische Prospektionsmethoden, die auf Kieselgur anzuwenden sind, hervorgeht, handelt es sich bei diesem Programm um Testmessungen, die primär die Zweckmäßigkeit der Geophysik bei der Kieselgurprospektion klären sollten.

Das Studium gesteinsphysikalischer Daten von verschiedenen Kieselgurvorkommen deutet auf die Möglichkeit hin, diese Lagerstätten mittels Geoelektrik und Seismik unter günstigen Umständen direkt prospektieren zu können. Rascher Sedimentationswechsel, wie er vor allem bei den Lagerstätten, die durch Grundwasser aus Sedimenten mit reichlich lösbarer Kieselsäure entstanden sind, vorkommt, kann die Interpretierbarkeit geophysikalischer Messungen sehr erschweren oder auch unmöglich machen (A. Bentz, 1968).

Da es sich bei den Vorkommen des Aflenzer Beckens um einen derartigen Lagerstättentyp handeln dürfte, schien es aus Wirtschaftlichkeitsgründen gerechtfertigt, vor einer großangelegten Prospektionskampagne einzelne geophysikalische Verfahren auf ihre Erfolgchancen hin zu testen.

Es wurde daher als erstes mit einem seismischen Profil, welches das Prospektionsgebiet 4 (W. Pfeffer, 1977) quert, begonnen. Einerseits sollte dieses Profil den geologischen Rahmen des Aflenzer Tertiärbeckens zu klären versuchen, andererseits waren aus einem derartigen Refraktionsprofil erste Aufschlüsse über die Geschwindigkeitsverteilung der oberflächennahen, kieselgurhöffigen Schichten zu erwarten. Vorwiegend zur Erkundung

der Lithologie wurde noch ein kurzes, etwa parallel zur Beckenachse verlaufendes Profil vermessen.

Da ein Abbau nur im Tagbau wirtschaftlich erscheint, ist von dieser Randbedingung her bereits eine gewisse Grenze für die erforderliche Eindringtiefe der geophysikalischen Messungen gegeben, die bei wenigen 10er Metern anzunehmen ist. Dennoch wurde ein Teil der Refraktionsseismik auf eine größere Eindringtiefe hin ausgelegt, um in einem Meßvorgang auch den Beckenuntergrund zu erfassen. Diese Kenntnis ist nicht nur von allgemeingeologischem Interesse, sondern stellt auch einen wichtigen Beitrag bei einer eventuellen Untersuchung der Braunkohlenhöflichkeit des Tertiärbeckens dar.

Im Anschluß an diese im Spätherbst 1977 durchgeführten refraktionsseismischen Messungen wurde im Frühjahr 1978 mit geoelektrischen Messungen begonnen. Auf Grund der hohen Porosität von diatomeenreichen Tonen war zu erwarten, daß diese selbst bei 100 % Süßwassersättigung höhere Widerstände aufweisen als die reinen Tone. Es wurden daher als erstes an den seismischen Schußpunkten geoelektrische Tiefensondierungskurven gemessen. Deren Auswertung sollte über die Widerstandsverteilung in der Tiefe Aufschluß geben. Es war zu erwarten, daß lithologische Änderungen der tonreichen Sedimente des Aflenzer Beckens nicht allein mittels der seismischen Methoden erfaßt werden können, sondern gerade geringfügige Änderungen der Begleitminerale (Sand, Diatomeen, etc.) sich besser durch Widerstandsänderungen erkennen lassen. Außerdem wurde aufgrund dieser Ergebnisse das erfolgversprechendste Spacing für die geoelektrische Widerstandskartierung festgelegt.

## 2. Durchführung der Messungen

Mit den refraktionsseismischen Untersuchungen wurde im November 1977 begonnen. Dabei kamen, entsprechend der unter-

schiedlichen Problemstellung, drei Aufstellungsvarianten zur Anwendung.

Das seismische Querprofil wurde mit Schußpunktabständen zwischen 180 und 1440 m gemessen. Diese zum Teil großen Entfernungen ergaben sich durch mehrmaliges Überlappen der einzelnen Geophonaufstellungen, und waren für eine vollkommene Erfassung der das Aflenzer Becken ausfüllenden Sedimente unbedingt notwendig.

Als Apparatur diente eine 24 - kanälige reflexionsseismische Verstärkerapparatur GSC 111. Die Energieerzeugung erfolgte mittels kleiner Sprengladungen, die in 2,5 m tiefen Bohrlöchern zur Detonation gebracht wurden. Der Geophonabstand betrug entlang des gesamten Profiles einheitlich 30 m.

Da im Bereich des SP 5 bei der Neutrassierung der Verbindungsstraße B 20 - Thullin diatomeenreiche Tone aufgeschlossen worden waren, schien es zweckmäßig, zur besseren Erkundung dieses Abschnittes ein Richtung West verlaufendes, 330 m langes Zusatzprofil aufzunehmen. Dieses Profil wurde mit einer 12 - kanäligen refraktionsseismischen Apparatur, Modell Trio, aufgenommen. Energieerzeugung und Geophonabstand blieben gleich.

Wie aus den bisherigen geologischen Voruntersuchungen hervorgeht, liegen die diatomeenhöflichen Horizonte der Prospektionsfläche 4 (W. Pfeffer, 1979) in einer mittleren Tiefe von 3 m. Um Aussagen über ein charakteristisches Geschwindigkeitsverhalten der Kieselgur machen zu können, schien es zweckmäßig, die oberflächennahen Sedimente genauer zu untersuchen. Zu diesem Zweck wurden um die Schußpunkte des Quer- und Längsprofiles kurze Refraktionsprofile gemessen. Dabei kam wieder die oben erwähnte Refraktionsapparatur zum Einsatz. Die Aufstellungslänge betrug 17 m, die Geophonabstände schwanken auf dem vom Institut für

Geophysik gefertigten Kabel zwischen 1 und 3 m. Die Energie wurde bei diesen extrem kurzen Aufstellungslängen in der Regel durch Abtun eines einzigen, elektrischen Momentzünders in einem 0,5 m tiefen Bohrloch erzeugt. Dies brachte den Vorteil, daß kein Detonationslärm, der ansonst sämtliche seismische Geschwindigkeiten unter 333 m/sec überdeckt, entsteht. Es war daher auch möglich, Schichtglieder mit extrem niedrigen Geschwindigkeiten zu registrieren und somit eine gute Gliederung der Deckschichten zu erhalten.

Im Frühjahr 1978 wurde mit den geoelektrischen Untersuchungen begonnen. Als erstes wurden an den seismischen Schußpunkten geoelektrische Tiefensondierungen vorgenommen. Da vor allem die oberflächennahen Horizonte von Interesse waren, wurden die maximalen Elektrodenabstände mit 200 m festgelegt. Unter den gegebenen Widerstandsverhältnissen ergab dies eine mittlere Eindringtiefe von  $47 \pm 11$  m. Als Meßapparatur wurde ein 4 Hz Wechselstromterrameter der Firma ABEM verwendet.

Nach Auswertung dieser Tiefensondierungen wurde im Sommer 1978 entlang des seismischen Querprofiles mit einer geoelektrischen Widerstandskartierung begonnen. Da zwischen SP 5 und SP 6 der felsige Beckenuntergrund nahe an die Oberfläche kommen dürfte, dieser Bereich außerdem jenseits der Grenze der Prospektionsfläche 4 liegt, schien es nicht zweckmäßig, die Widerstandskartierung über SP 5 hinaus auszudehnen. Im Anschluß daran wurde ein annähernd W-E streichendes Profil, beginnend bei der Rösche 5, bis in die unmittelbare Nähe der Ortschaft Döllach gemessen.

Als letztes wurden im Bereich der Röschen 1 - 3 (SW - Döllach) sechs kurze Profile zur Erkundung des hier über den diatomeenreicheren Horizonten lagernden Terrassenschotter widerstandsmäßig untersucht.

Da mit Hilfe der Widerstandskartierung vor allem laterale Änderungen im Tongehalt der Sedimente auskartiert werden sollten, wurde als Elektrodenkonfiguration auf die Wenner-Anordnung zurückgegriffen. Im Gegensatz zur Schlumberger-Anordnung (Tiefensondierung) und der vielfach bei Erzprospektion (E. Brizzolari et. al. 1979) sowie Hohlraumerkundung (H. Militzer, 1979) verwendeten fokussierten Elektrodenanordnung erfaßt die Wenner-Anordnung den gesamten Bereich zwischen den beiden relativ weit entfernten Meßelektroden. Wählt man den Punktabstand kleiner als den Elektrodenabstand, so erhält man bei dieser Vorgangsweise eine Mehrfachüberdeckung.

Da die Tiefensondierung einen optimalen Elektrodenabstand von 30 m ( $a = 10$  m) ergab, kam für diese Meßkampagne ein batteriegespeistes Erdungsmeßgerät, Type NORMA der Firma Siemens, zum Einsatz.

Im Anschluß an diese geophysikalischen Untersuchungen wurden sämtliche Profile lage- und höhenmäßig eingemessen. Außerdem wurden den Schurfgräben Probematerial entnommen, um sie im Labor gesteinsphysikalisch untersuchen zu können.

### 3. Auswertung

Nachdem bei den refraktionsseismischen Messungen der Einfluß der Verwitterungsschicht wegkorrigiert war, wurden diese nach der Interceptzeitmethode ausgewertet. Die sich ergebenden Geschwindigkeiten wurden statistisch bewertet. Nach erfolgter Zuordnung konnten die einzelnen Refraktoren profilmäßig dargestellt werden.

Zur Auswertung der geoelektrischen Tiefensondierungen kam ein Rechenprogramm von A.A. Zohdy, 1974, zur Anwendung. Adaptiert wurde dieses Programm von E. Ströbl, 1977, in RC-Fortran für die universitätseigene Rechenanlage, eine RC 8000.

Nach Eingabe der digitalisierten Sondierungskurven werden je nach vorgegebener Schichtanzahl die Tiefen und wahren Widerstände der einzelnen Horizonte berechnet. Während dieses Vorganges werden ständig die gemessenen mit den berechneten Widerständen verglichen und die Abweichungen ausgeschrieben. Daneben sind noch Programmsicherungen eingebaut, die laterale Einflüsse und Fehler in der Digitalisierung ausschließen.

Durch dieses Verfahren wurde die bis dato zeitraubende Auswertung von geoelektrischen Mehrschichtkurven wesentlich vereinfacht. Außerdem kann diese Art der Interpretation das Auflösungsvermögen beträchtlich erhöhen. Voraussetzung dafür sind allerdings eine genaue Kenntnis der regionalen Geologie sowie bereits vorhandene Bohrungen, an denen Eichkurven registriert werden können.

Die Widerstandskartierung ist von der Auswertung her das einfachste Verfahren. Praktisch werden bei dieser Methode nur die scheinbaren Widerstände bzw. deren Änderungen entlang eines Profiles registriert. Dementsprechend ist es nur notwendig, die Ablesewerte mit einer Konstanten, die sich aus dem gewählten Elektrodenabstand errechnen läßt, zu multiplizieren.

Die Darstellung dieser Ergebnisse erfolgt entweder in Profil- oder in Kartenform.

#### 4. Ergebnisse

##### 4.1. Refraktionsseismik

###### 4.1.1. Übersichtsmessung

Das refraktionsseismische Querprofil war als Übersichtsmessung ausgelegt. Die Schußpunktabstände waren dementsprechend groß. Aus diesen Gründen mußte darauf verzichtet werden, Details

des Untergrundreliefs herauszuarbeiten. Da bereits während der Feldmessungen ersichtlich war, daß die sedimentäre Beckenfüllung bis zu 300 m mächtig sein kann, wurde der Schwerpunkt dieser Messung auf die Geschwindigkeitsanalyse, die eine qualitative Zuordnung der quartären und tertiären Schichtglieder erlaubt, verlegt.

Generell ergab sich in diesem Teil des Aflenzer Beckens ein seismischer 4-Schichtanfall, wobei die oberflächennahe Verwitterungsschicht nicht berücksichtigt ist (Beilage 2). Die Geschwindigkeiten des  $V_1$ -Horizontes liegen zwischen 1500 - 1800 m/sec, ein Bereich, der sowohl weichen Tonen wie auch einem eventuellen Grundwasserhorizont entsprechen kann. Eine endgültige, qualitative Zuordnung dieses Refraktors ist erst mit Hilfe der geoelektrischen Ergebnisse sowie von Bohrungen möglich.

Der  $V_2$ -Refraktor ergab Geschwindigkeiten zwischen 2000 - 2100 m/sec. Dieser Horizont erreicht etwa im Bereich der Mariazeller Bundesstraße eine maximale Mächtigkeit von 200 m.

Am Nordrand des Beckens wird dieser Refraktor direkt von den Werfener Schieferen, die Geschwindigkeiten um 3700 m/sec aufweisen, unterlagert. Etwa ab dem Schußpunkt 3 ist ein  $V_3$ -Horizont, der Geschwindigkeiten zwischen 2300 - 2800 m/sec ergab, ausgebildet. Sowohl die Geschwindigkeiten des  $V_2$  wie auch des  $V_3$ -Horizontes können tertiären Schichtgliedern, wie sie bei den auf Kohle angesetzten Bohrungen aufgeschlossen worden waren, zugeordnet werden.

Der  $V_4$ -Refraktor weist in diesem Teil des Beckens Geschwindigkeiten um 4000 m/sec auf und dürfte den Quarziten und Karbonatgesteinen, die am Südrand des Aflenzer Beckens anstehen, zuzuordnen sein.



Zwischen SP 6 und SP 7 wird derhier nur geringmächtige  $V_2$ -Refraktor von einem  $V_3$ -Horizont mit einer mittleren Geschwindigkeit von 3450 m/sec unterlagert. Ob es sich bei diesem Schichtglied um konglomeratisch verfestigtes Tertiär oder um angewitterte Karbonatgesteine handelt, ist auf Grund der seismischen Geschwindigkeiten nicht zu entscheiden.

Korreliert man das refraktionsseismische Übersichtsprofil mit den im Jahre 1920 im Rahmen einer Kohleprospektion in Profilnähe niedergebrachten Bohrungen B und D, so ergibt sich bezüglich der Refraktortiefen gute Übereinstimmung. Lithologisch dürfte der  $V_2$ -Horizont aus grauen, harten, manchmal von Sandlagen durchsetzten Mergeln bestehen. Der sedimentäre  $V_3$ -Refraktor scheint demnach aus groben, zum überwiegenden Teil stark verfestigten Sanden und Schottern zu bestehen. Die höheren Geschwindigkeiten dieses Schichtgliedes sind wahrscheinlich den ebenfalls erbohrten Breccien zuzuordnen.

Die maximalen Tertiärmächtigkeiten liegen zwischen SP 3 und SP 4 bei 340 m. Das Becken weist im untersten Teil den Bau einer Muldenstruktur mit flacherem Nordschenkel und vor allem gegen den südlichen Beckenrand, unter der Annahme, daß die Geschwindigkeit von 3450 m/sec durch angewitterte oder stark zerbrochene Karbonatgesteine des Beckenuntergrundes hervorgerufen wird, einen zunehmend steileren Südflügel auf.

#### 4.1.2. Längsprofil

Da das refraktionsseismische, parallel zur Beckenachse verlaufende Zusatzprofil nur aus einer einzigen Aufstellung besteht, war es nicht möglich, ohne die dazu notwendige Überlappung die gesamte Sedimentationsfolge zu erfassen. Bei der gegebenen Geschwindigkeitsverteilung ließ dieses 330 m lange Profil eine maximale Eindringtiefe von 100 m zu.

Die Geschwindigkeitsverteilung entspricht annähernd der des

Querprofiles. Die einzelnen Refraktionshorizonte fallen, beinahe parallel zur Oberfläche, flach gegen E zu ein. Der Beckenuntergrund konnte, wie aus den o.a. Gründen zu erwarten war, nicht erfaßt werden.

#### 4.1.3. Kurzaufstellungen

Die acht refraktionsseismischen Kurzprofile wurden sowohl bezüglich der Geschwindigkeitsverteilung als auch bezüglich der sich ergebenden Tiefen statistisch ausgewertet und mit den im Labor mittels Ultraschall ermittelten Kennwerten der Kieselgurproben korreliert.

Obwohl diese kurzen Refraktionsprofile unter den gegebenen Geschwindigkeitsverhältnissen nur eine Eindringtiefe von ca. 6 m ermöglichten, ergab sich infolge der geringen Geophonabstände und des damit verbundenen hohen Auflösungsvermögens beinahe auf allen Profilen ein seismischer Dreischichtfall.

Die oberflächennahe Verwitterungsschicht mit ihrer mittleren Geschwindigkeit von  $237 \pm 67$  m/sec weist eine durchschnittliche Mächtigkeit von 0,72 m auf. Auf diese folgt dann ein  $V_1$ -Horizont mit Geschwindigkeiten von  $627 \pm 137$  m/sec. Diese beiden Schichtglieder waren bei den refraktionsseismischen Übersichtsmessungen infolge geringeren Auflösungsvermögens nicht zu trennen, wodurch sich ein einziger Horizont mit Geschwindigkeiten, die zwischen diesen beiden liegen, ergab.

Die Geschwindigkeiten des in einer mittleren Tiefe von  $2,94 \pm 0,42$  m anstehenden  $V_2$ -Refraktors sind gut mit den im Labor an Kieselgurproben ermittelten Ultraschallgeschwindigkeiten korrelierbar.

Das untersuchte Probenmaterial stammt aus der Belegstücksammlung des Institutes für Geologie und Lagerstättenlehre. Im trockenen Zustand zeigten die diatomeenangereicherten Tone senkrecht zur Schichtung eine mittlere Geschwindigkeit von  $1146 \pm 45$  m/sec.

In Schichtrichtung waren die Ultraschallgeschwindigkeiten durchschnittlich um 8,2 % größer. Um einen repräsentativen Vergleich zwischen Labor und In-Situ-Geschwindigkeit zu ermöglichen, wurden die Probestücke mit Wasser gesättigt und erneut durchschallt. Dabei ergab sich eine mittlere Geschwindigkeit von  $1465 \pm 52$  m/sec; ein Wert, der der Schallgeschwindigkeit des Wassers entspricht. Die Anisotropie lag wieder bei 8 %.

Betrachtet man die in Abbildung 1 dargestellte Häufigkeitsverteilung der seismischen Geschwindigkeiten bis in eine Tiefe von 6 m, so sieht man, daß nach dem großen Block der oberflächennahen Geschwindigkeiten zwei etwas kleinere, aber doch deutlich ausgeprägte Geschwindigkeitsblöcke kommen, die jene Bereiche umfassen, in denen auch die im Labor ermittelten Werte liegen. Es hat daher den Anschein, als würde es bei einer etwas dichtereren Geschwindigkeitskartierung mit diesen Kurzaufstellungen möglich sein, diatomeenreichere Gebiete aufzufinden.

Um eine größere Eindringtiefe dieses Verfahrens zu erreichen, wäre es jedoch zweckmäßig, mit einer Geophonaufstellung von 60 m zu operieren. Die damit einhergehenden Geophonabstände von 5 m würden zwar das Auflösungsvermögen innerhalb der Deckschichten etwas vermindern, wie die bisherigen Prospektionsarbeiten in diesem Gebiet jedoch ergaben, sind die diatomeenreicheren Horizonte erst ab einer Tiefe von 2 - 2,5 m zu erwarten, wodurch dieser Umstand an Bedeutung verlieren würde.

#### 4.2. Geoelektrik

##### 4.2.1. Tiefensondierung

Da es im Untersuchungsgebiet keine Bohrung jüngerer Datums gibt, war es nicht möglich, die für eine verlässliche Interpretation notwendigen Eichkurven zu registrieren. Es mußte daher die lithologische Zuordnung der Widerstandspakete allein aufgrund

der im Labor ermittelten gesteinsphysikalischen Daten erfolgen.

Dabei zeigte sich, daß diatomeenreiche Tone infolge ihrer hohen Porosität selbst im wassergesättigten Zustand höhere Widerstände aufweisen als die sie umgebenden, diatomeenfreien Tone. Ergaben Messungen an trockenen Kieselgurproben einen mittleren Widerstand von  $90300 \pm 30510 \Omega \text{ m}$ , so sanken diese Werte bei gesättigtem Probenmaterial auf  $78 \pm 13 \Omega \text{ m}$  ab. Die Porosität der untersuchten Handstücke lag im Mittel bei  $51,7 \pm 8,2 \%$ . Die reinen Tone wiesen hingegen Widerstände zwischen  $5 - 20 \Omega \text{ m}$  auf. Allerdings kann ein geringfügiger Sandgehalt die niedrigen Tonwiderstände beträchtlich erhöhen, sodaß es aufgrund der Geoelektrik allein nur im Idealfall möglich sein dürfte, direkt Kieselguranreicherungen nachzuweisen. Diatomeenhöfliche Gebiete müßten hingegen, infolge der festgestellten Widerstandscharakteristik, geophysikalisch nachzuweisen sein.

In Beilage 4 wurde versucht, die Widerstände über die Tiefe aufzutragen. Bei dieser Darstellung wurden sämtliche, mittels Computerprogramm errechnete Einzelwiderstände berücksichtigt.

Um Kieselguranreicherungen geoelektrisch nachweisen zu können, wurde von folgenden Annahmen ausgegangen. Erstens scheinen nach den geologischen Prospektionsarbeiten die diatomeenhöflichen Horizonte in Tiefen zwischen  $2 - 10 \text{ m}$  anzustehen. Zweitens dürften diese Vorkommen, ausgehend von den gesteinsphysikalischen Untersuchungen, Widerstände zwischen  $30 - 100 \Omega \text{ m}$  zuzuordnen sein.

Betrachtet man die Tiefenprofile, so bemerkt man praktisch auf jedem der sieben Profile oberflächennahe Horizonte, die entsprechend hohe Widerstände aufweisen. Die Unterkante dieser zum Teil nur geringmächtigen Horizonte variiert zwischen  $2$  und  $7,5 \text{ m}$ .

Wie weit diese Methode unter den gegebenen Umständen eine direkte Indikation von Kieselgurhorizonten erlaubt, wird in Zukunft an bekannten Vorkommen bewiesen werden müssen.

Um die Widerstandswerte auch entlang von Längsprofilen darstellen zu können, wurden die Einzelwiderstände entsprechend der im Rechenprogramm vorgegebenen Schichtanzahl in Gruppen zusammengefaßt und über ihre Mächtigkeit gewichtet gemittelt. Diese Ergebnisse wurden in die beiden seismischen Übersichtsprofile (Beilage 3) eingebaut.

Dabei fällt auf, daß im Bereich zwischen SP 1 und SP 4 die Refraktionsseismik und die geoelektrische Tiefensondierung bezüglich der oberflächennahen Schichten gut übereinstimmen. Wesentlich scheint, daß "Hochohmigkeit" und Geschwindigkeitsverhältnisse, wie sie an diatomeenreichen Tonen festgestellt worden waren, zusammenfallen.

Ab SP 4 sinkt die Unterkante des höherohmigen Horizontes gegenüber der Seismik etwas ab. Ein ähnliches Bild ergibt sich auch entlang des kurzen Längsprofiles. In diesem Bereich fehlt der  $V_1$ -Horizont. Ob hier die zunehmende Durchfeuchtung des Bodens die Ausbildung einer seismischen Schichtgrenze unterdrückt, oder ob hier dieser Horizont tatsächlich fehlt, ist wahrscheinlich nur durch Bohrungen zu klären.

Bei den tieferliegenden Horizonten ist eine Übereinstimmung Geoelektrik - Seismik nur noch teilweise gegeben. Wahrscheinlich kommt es durch lithologische Änderungen innerhalb der tertiären Beckenfüllung zur Ausbildung unterschiedlicher gesteinsphysikalischer Parameter. So kann es sein, daß eine Änderung des Sandgehaltes eine geoelektrische Schichtgrenze ergibt, zunehmende Diagenese der Sedimente kann wiederum seismische Schichtgrenzen entstehen lassen.

Der Beckenuntergrund wurde mittels geoelektrischer Tiefensondierung infolge zu geringer Elektrodenabstände nur an den Punkten SP 1 und SP 2 erfaßt. Die gemessenen Widerstände von etwa  $400 \Omega$  m sind eindeutig den Werfener Schiefern zuzuordnen. Die sich dabei ergebende Tiefe ist gut mit der Seismik korrelierbar.

#### 4.2.2. Widerstandskartierung

Bei der Interpretation der Widerstandskartierung wurde davon ausgegangen, daß sich diatomeenreichere Zonen durch schwache Widerstandsmaxima bemerkbar machen. Diese Annahme konnte durch die 1979 in Profilnähe abgetauften Bohrungen zum Teil bestätigt werden.

Entlang des Längsprofiles (Beilage 5) sind 4 Zonen mit erhöhten Widerständen zu bemerken. Eines dieser Gebiete wurde durch die eingangs erwähnten Handbohrungen (W. Pfeffer, 1979), zwei andere durch Probenahme aus den in der Nähe liegenden Schurfgräben (L. Gould, 1978) auf Diatomeenföhrung untersucht. Die Proben aus den beiden Röschen erbrachten starke Diatomeenanreicherungen, die Proben der Handbohrungen zeigten zwar ebenfalls Diatomeen, jedoch war ihr Vorkommen wesentlich geringer. Allerdings liegt die Vermutung nahe, daß es mit dem Handbohrer nicht immer gelang, die zum Teil stark verfestigten Diatomeenhorizonte zu erbohren, und daher in diesem Fall reichere Vorkommen nur oberflächlich angekratzt worden waren.

Am Querprofil sind ebenfalls mehrere Anomalien festzustellen. Das Widerstandsmaximum entlang der ersten 50 m dieses Profiles ist jedoch eindeutig dem hier in geringer Tiefe anstehenden Beckenuntergrund zuzuordnen. Ob die beiden Anomalien um SP 2 auf Kieselguranreicherungen zurückzuführen sind oder eventuell durch Aufragungen des Untergrundes verursacht werden, kann aufgrund der Widerstandskartierung allein nicht geklärt werden. Da aber weder die Refraktionsseismik noch die Tiefensondierung eine derartige Aufragung auswies, muß angenommen werden, daß diese

beiden Maxima auf Kieselguranreicherungen zurückzuführen sind. Verstärkt wird diese Annahme dadurch, daß in Proben, die aus der Schußbohrung 2 entnommen worden waren, Spuren von Diatomeen nachgewiesen werden konnten.

Die beiden Maxima zwischen SP 3 und SP 4 dürften ebenfalls mit ziemlicher Sicherheit auf Diatomeenanreicherungen zurückzuführen sein. Verstärkt wird diese Vermutung dadurch, daß sowohl Proben aus den beiden Schußbohrungen Kieselgur erkennen ließen als auch gerade in diesem Bereich diatomeenreichere Tone so seicht liegen, daß sie manchmal beim Bearbeiten der Äcker zu Tage gefördert werden.

Die Auswertung jener sechs Detailprofile, die SW Döllach gemessen worden waren, brachte bezüglich einer direkten Kieselgurindikation kaum ein nennenswertes Ergebnis. Einzig der starke Widerstandsanstieg nach Erreichen der in diesem Bereich die Tone bedeckenden Terrassenschotter konnte mit der Geologie (E. Erkan, 1978) korreliert werden. Allerdings bewirken hier extrem trockene Tone, wie sie im Bereich der Terrassenkante anstehen, eine Verschleppung dieser Grenze.

Aufgrund der unterschiedlichen Durchfeuchtung des Bodens war es in diesem Gebiet nicht möglich, kleine Widerstandsmaxima (Profil 3) eindeutig einer Diatomeenanreicherung zuzuordnen. Außerdem können geringmächtige Schotterbedeckungen, wie sie infolge von Erosion sicher auch am Terrassenfluß vorkommen, derartige Widerstandserhöhungen hervorrufen.

Abschließend ist zu bemerken, daß es den Anschein hat, daß mittels geoelektrischer Widerstandskartierung im zentralen Bereich des Aflenzer Beckens Kieselgurvorkommen direkt nachgewiesen werden können. Änderungen des Sandgehaltes oder der Wasserführung können jedoch die Aussagekraft dieses Verfahrens negativ beeinflussen. Es scheint daher unumgänglich notwendig,

die Kieselgurprospektion nicht allein mit einer geophysikalischen Methode zu betreiben. Im gegebenen Fall scheint die Kombination von Seismik und Geoelektrik optimal zu sein. Der optimalen Meßpunktdichte dürfte eine große Bedeutung hinsichtlich des Erfolges der geophysikalischen Prospektion zukommen. Sich überdeckende Profile können die Erfolgchancen beträchtlich erhöhen.

### L i t e r a t u r v e r z e i c h n i s

#### Benda, L. u. Brandes H.:

Die Kieselgurlagerstätten Niedersachsens. Geol. Jb., A 21, S 3-85, 9 Abb., 3 Tab., 7 Taf., Hannover 1974

#### Bentz, A. u. Martini, H. - I.:

Lehrbuch der angewandten Geologie, Geowissenschaftliche Methoden I, Band II/1, Ferd. Enke Verlag, Stuttgart 1968.

#### Brizzolari, E. u. Bernabini, M.:

Comparison between Schlumberger Elektrode Arrangement and some Focused Elektrode Arrangements in Resistivity Profiles. Geoph. Prospecting, Vol., 27, Number 1, p. 233 - 244, March 1979.

#### Gould, L.:

Brief Description of Kieselguhr Investigations in Aflenzer Becken during the Field Seasons of 1978; unveröffentl. Bericht des Inst. für Geologie und Lagerstättenlehre, Leoben 1978.



Hajos, M.:

Kieselgurvorkommen im Tertiärbecken von Aflenz, Mitt.d. Geolog. Gesellschaft, S 149 - 159, Band 63, Wien 1970.

Mauritsch, H., Schmid, Ch., Schmöllner, R., Wallach, G., Weber, F.:

Refraktionsseismische Untersuchungen im Passailer Tertiärbecken. Mitt. Abt. Geol. Paläont. Bergb. Landesmuseum, Joanneum Heft 38, S. 79 - 87, Heft 38, Graz 1977.

Militzer, H., Schön, J., Stötzner, U., Stoll, R.:

Angewandte Geophysik im Ingenieur- und Bergbau. VEB, Deutscher Verlag f. Grundstoffindustrie, Leipzig 1977.

Pfeffer, W.:

Bericht über eine geologische Übersichtsprospektion auf Kieselgur im Aflenz Becken; unveröffentl. Bericht des Institutes für Geologie und Lagerstättenlehre, Leoben 1977.

Pfeffer, W.:

Bericht über Handbohrungen im Aflenz Becken; unveröffentl. Bericht des Inst. für Geologie und Lagerstättenlehre, Leoben 1979.

Petraschek, W.:

Kohlengeologie der Österreichischen Teilstaaten, S 170 - 171, Verl. f. Fachlit., Wien 1924.

Spengler, E. u. Stini, I.:

Erläuterungen zur geologischen Spezialkarte der Republik Österreich, Blatt Eisenerz, Wildalpen und Aflenz: Geol. B.A. p. 74, Wien 1926.

# GEOPHYSIK AFLENZ LAGEPLAN

Oktober 1979

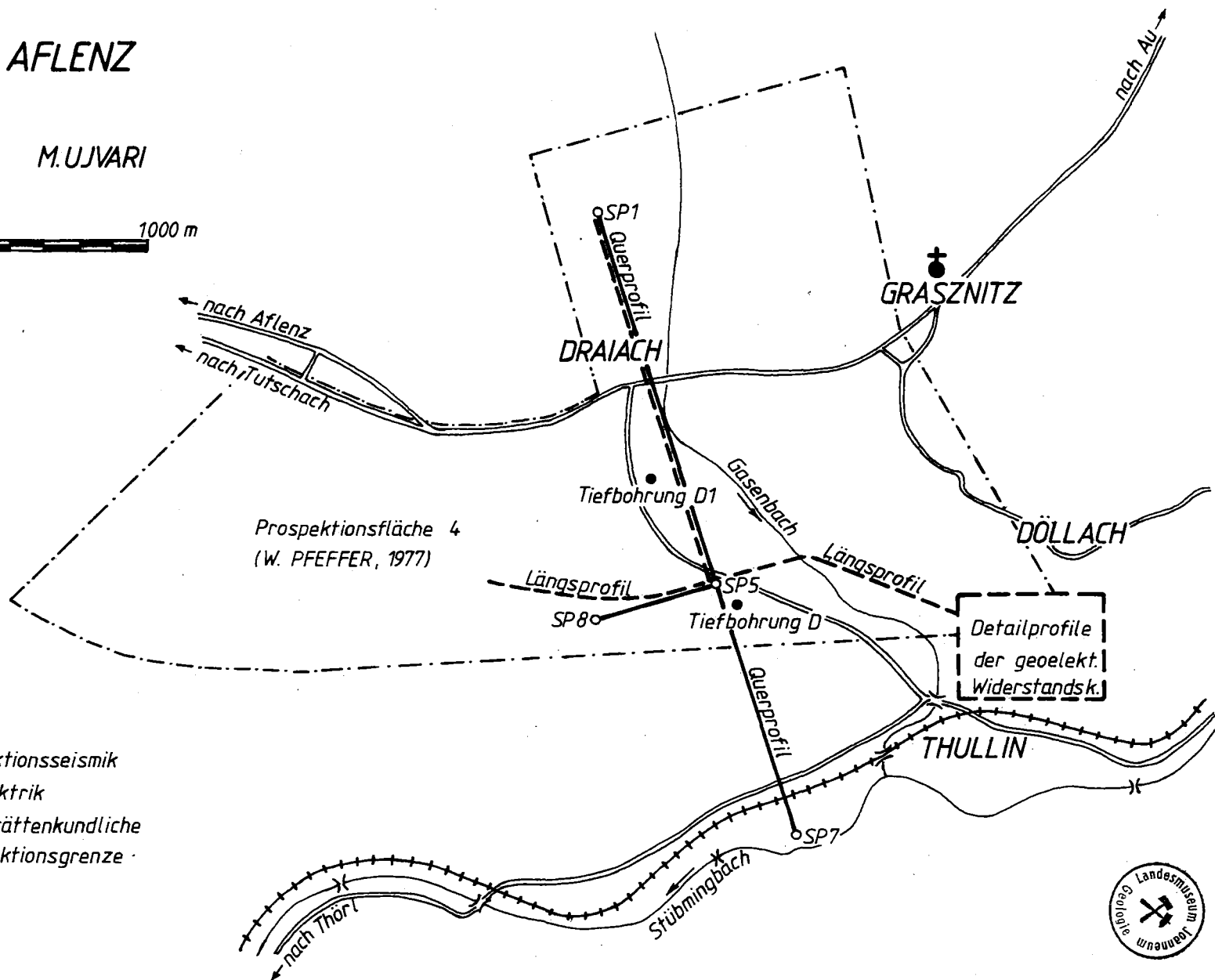
M. UJVARI

0 100 200 500 1000 m

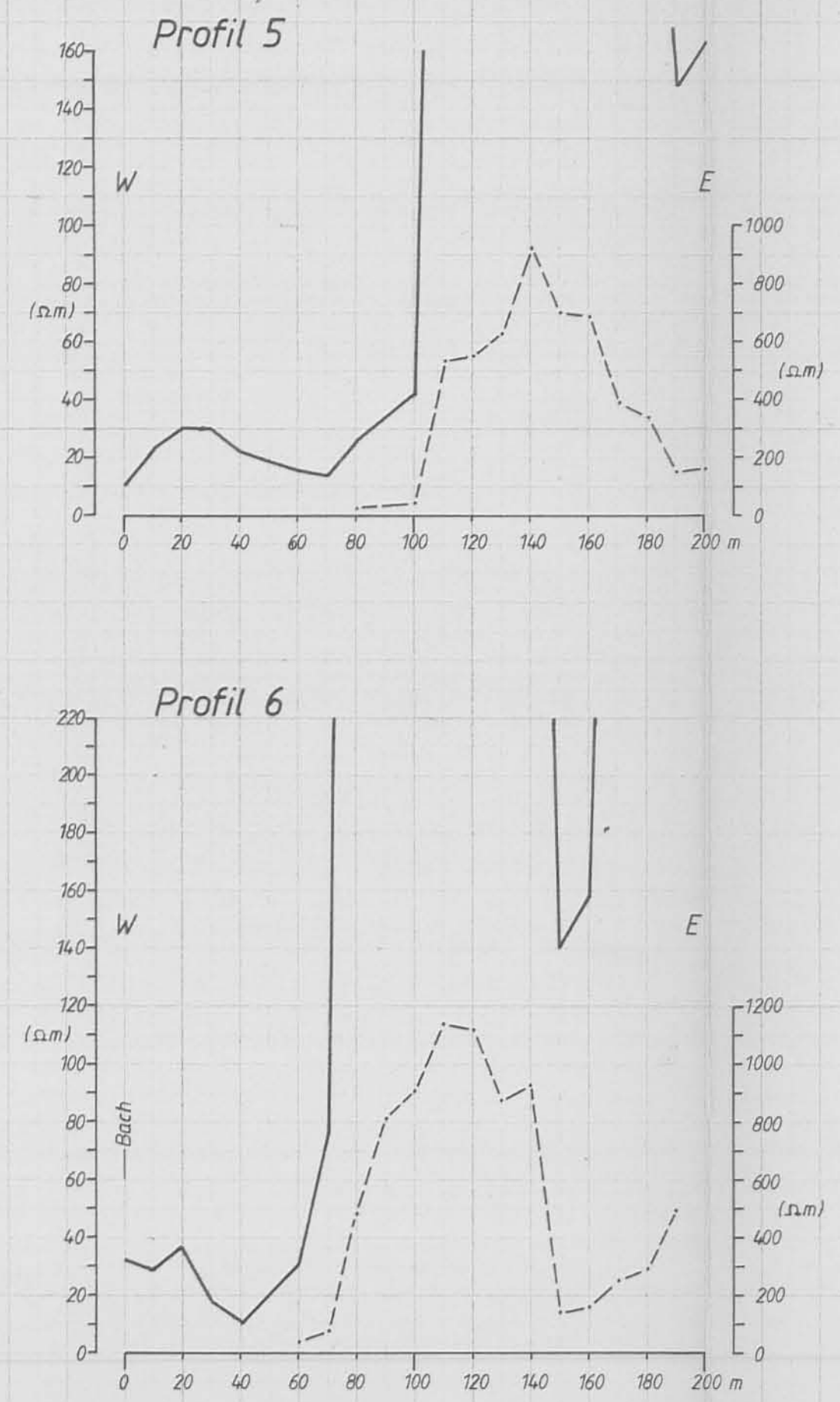
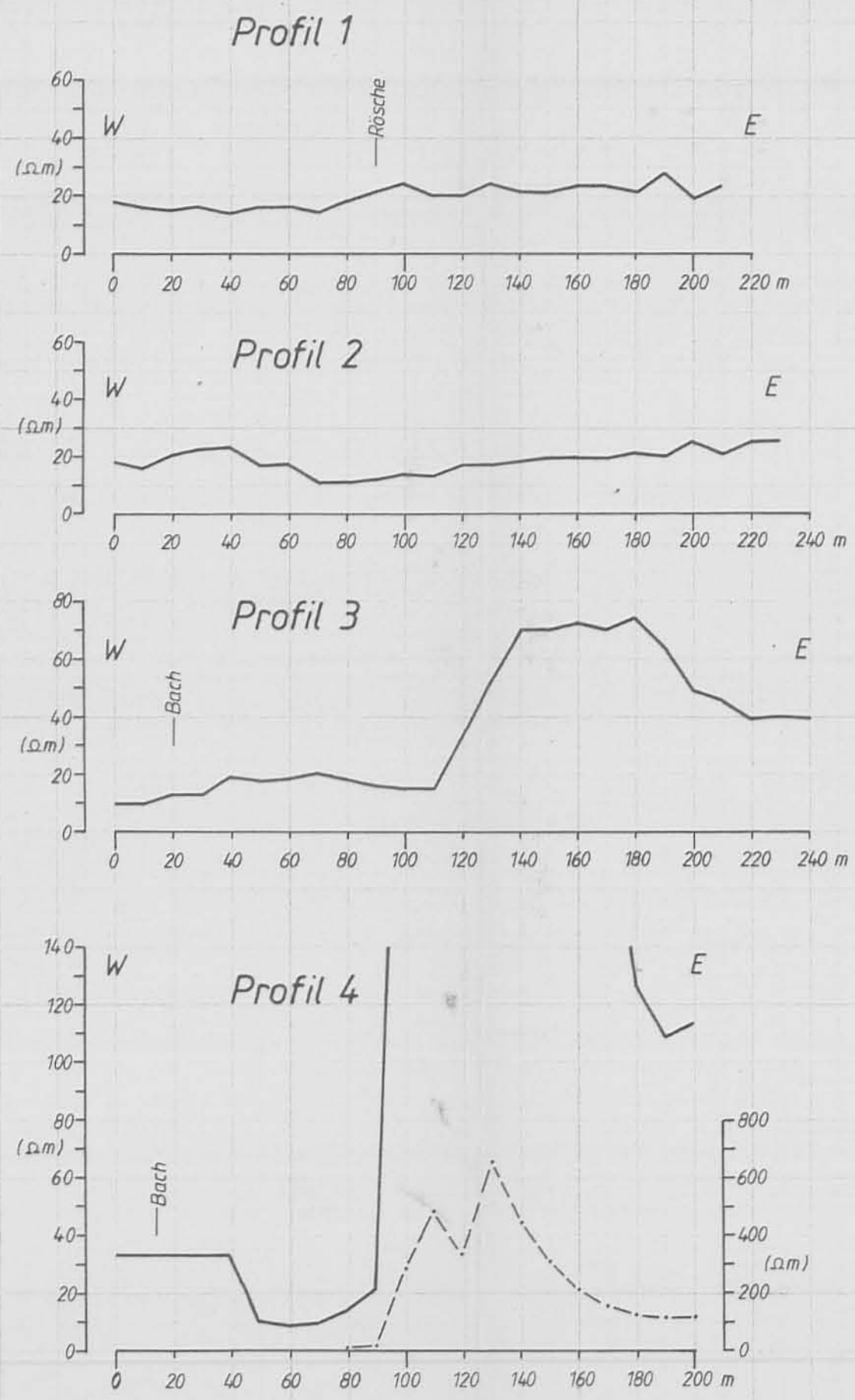


- Refraktionsseismik
- - - Geoelektrik
- · - · - Lagerstättenkundliche  
Prospektionsgrenze

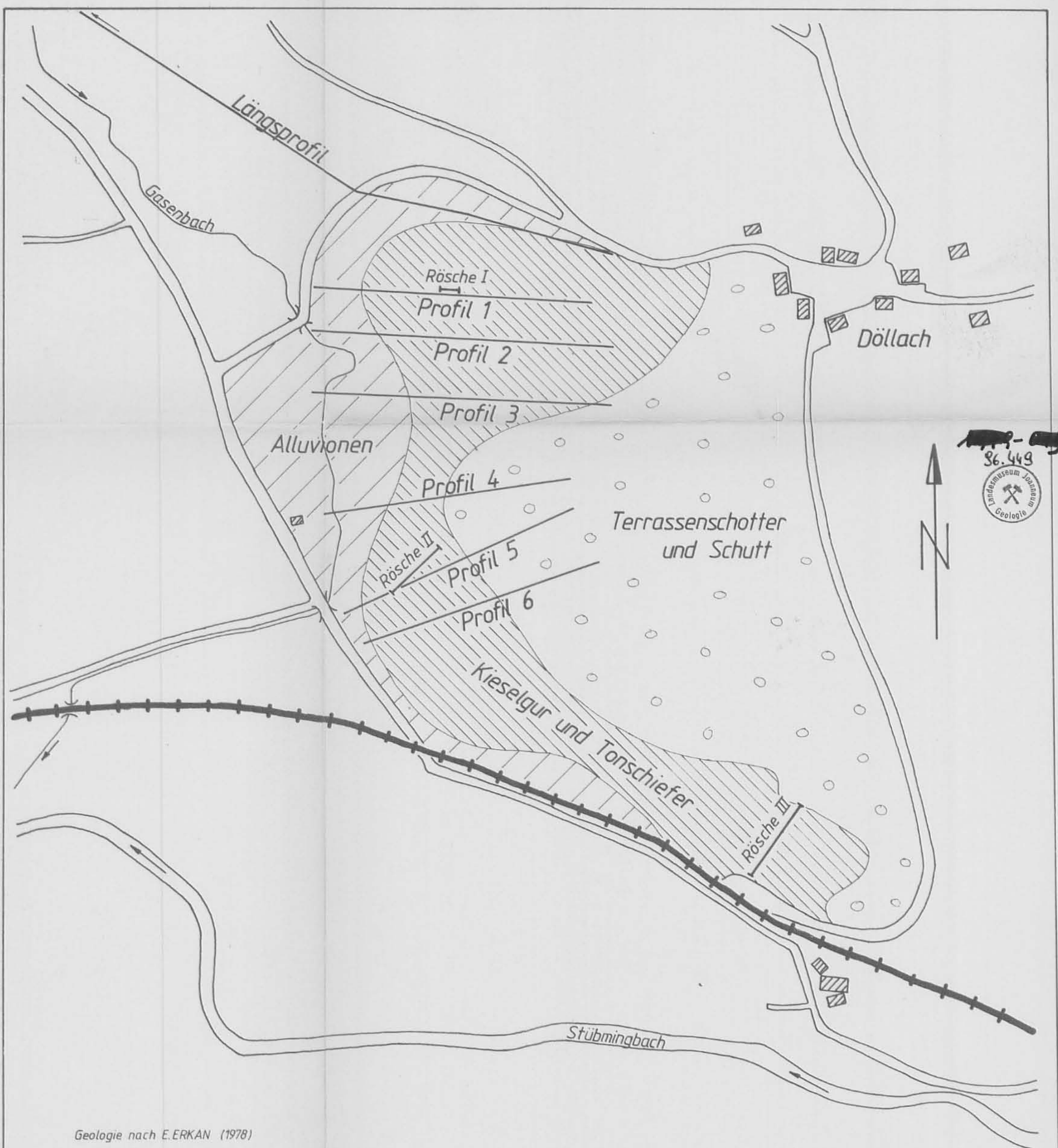
BEILAGE 1



86.448



GEOELEKTRISCHE WIDERSTANDSKARTIERUNG  $a=10\text{ m}$   
 DETAILPROFILE DÖLLACH-AFLENZ  
 Oktober 1979  
 M.: 1:2000  
 Ch. SCHMID  
 BEILAGE 7



GEOELEKTRISCHE WIDERSTANDSKARTIERUNG AFLENZ  $a=10\text{ m}$   
 LAGEPLAN DER DETAILPROFILE

Oktober 1979  
 M.: 1:2880

Ch. SCHMID

BEILAGE 6

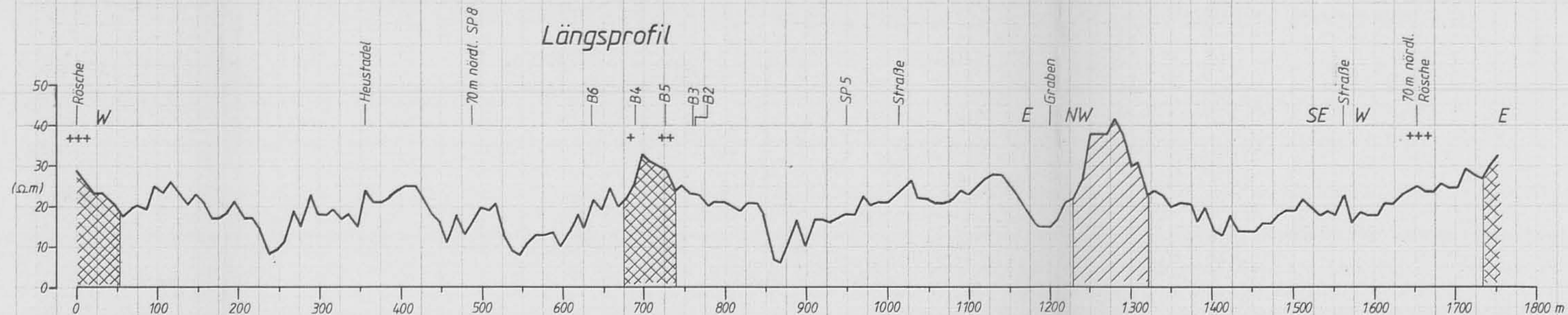




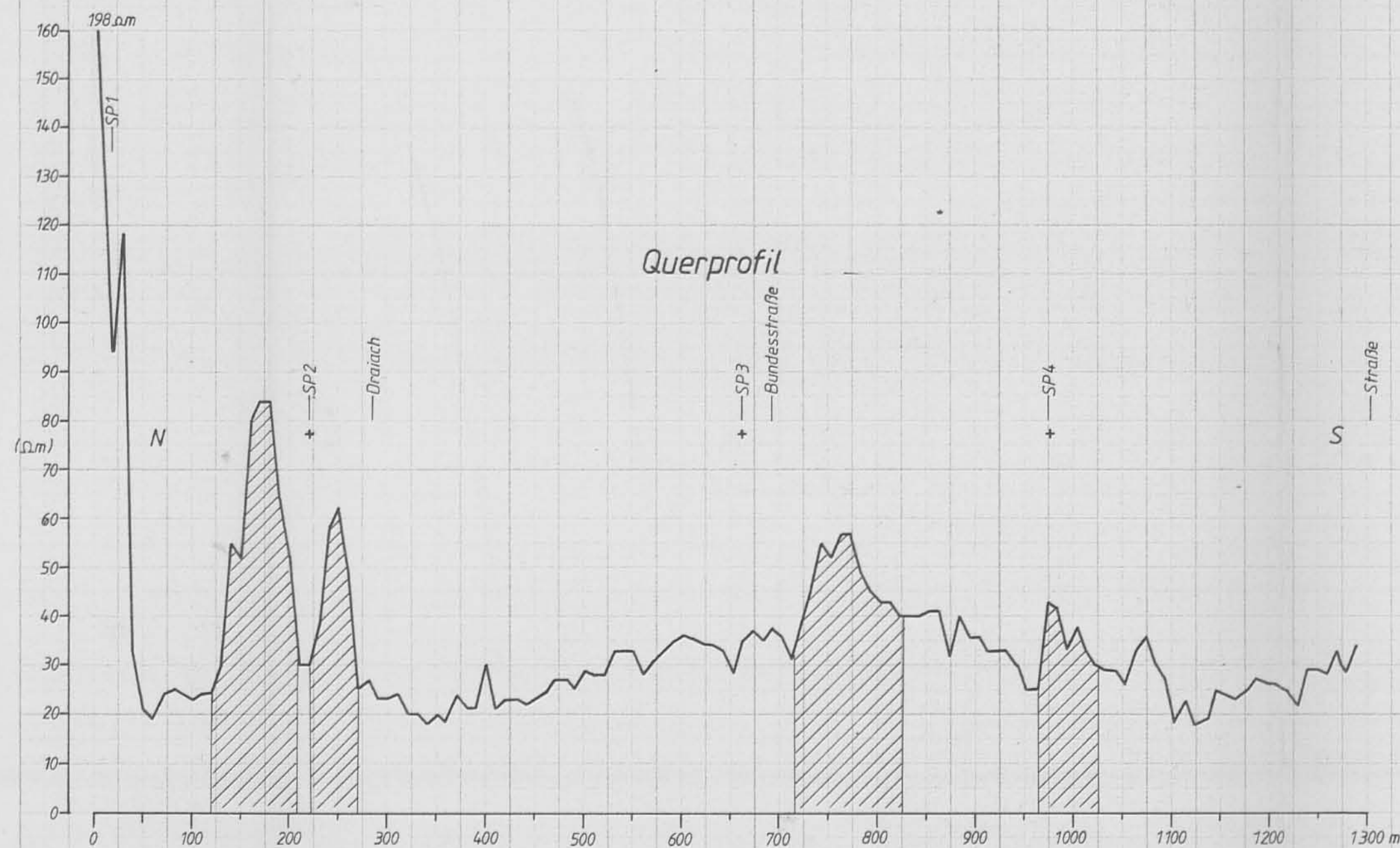
96.449



## Längsprofil



## Querprofil



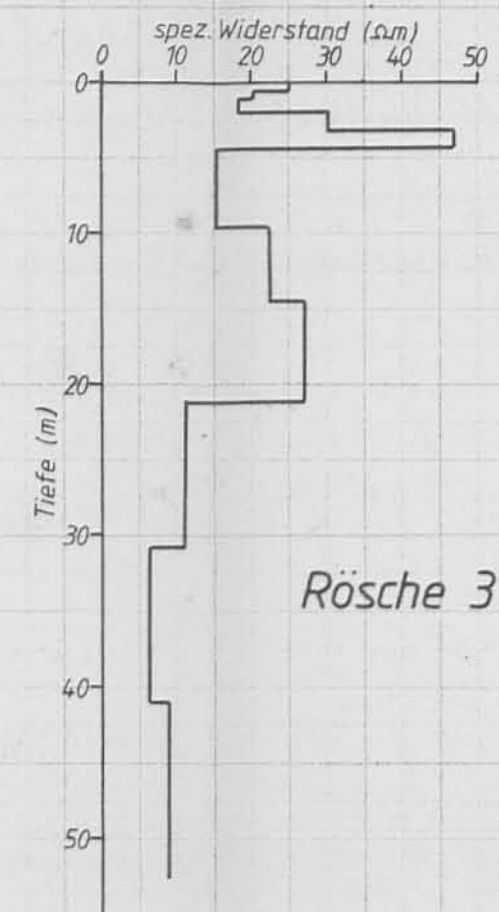
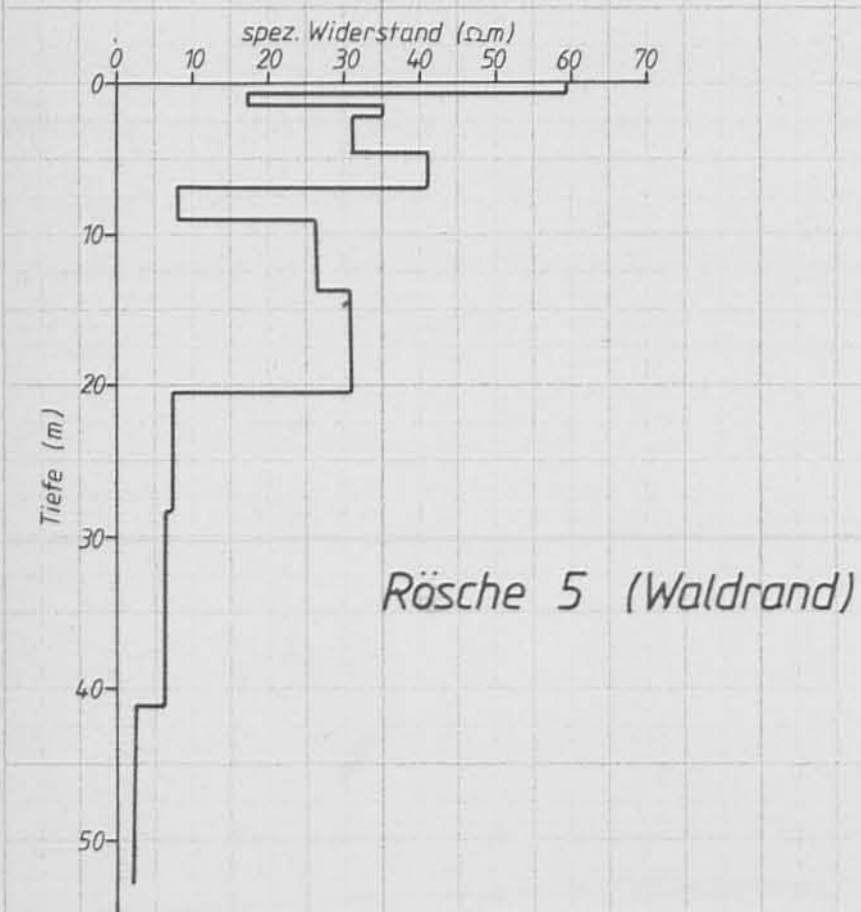
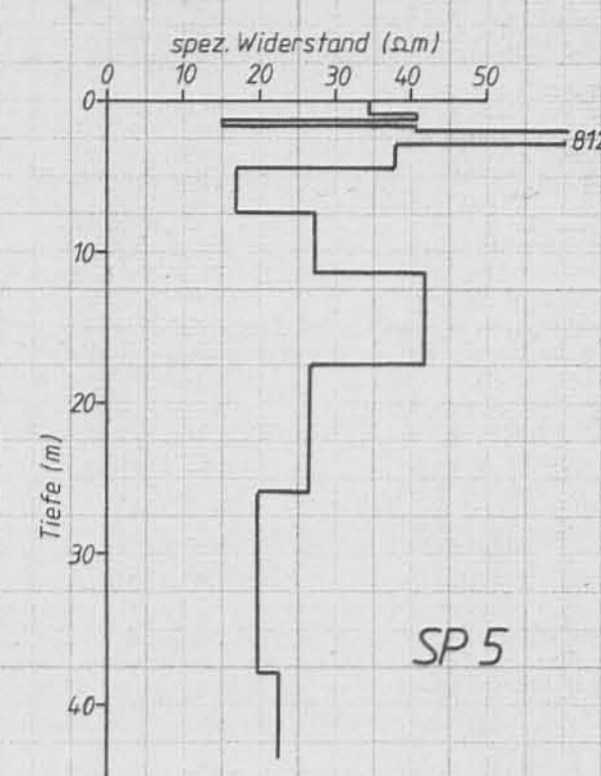
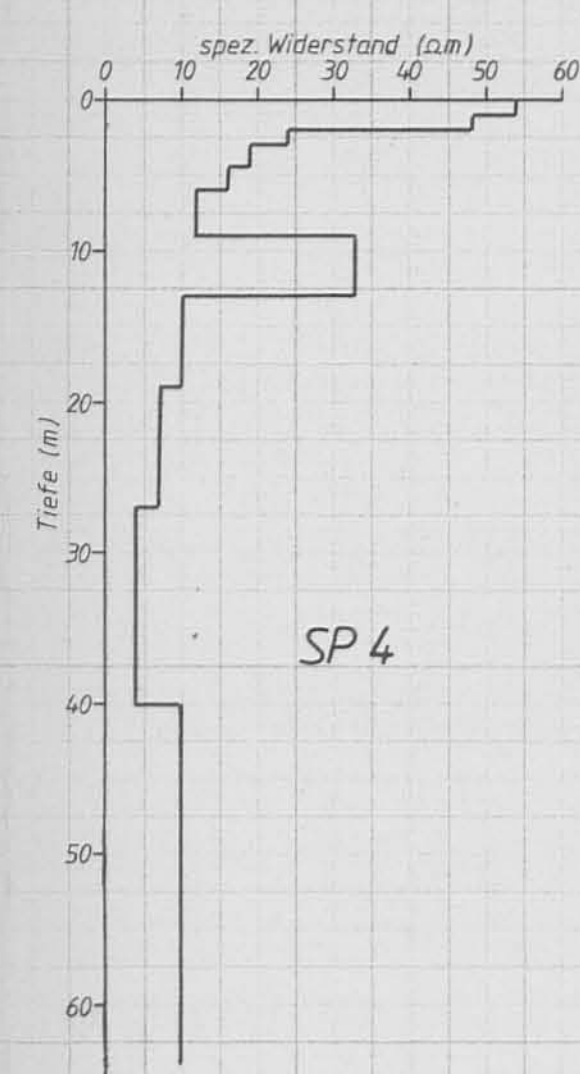
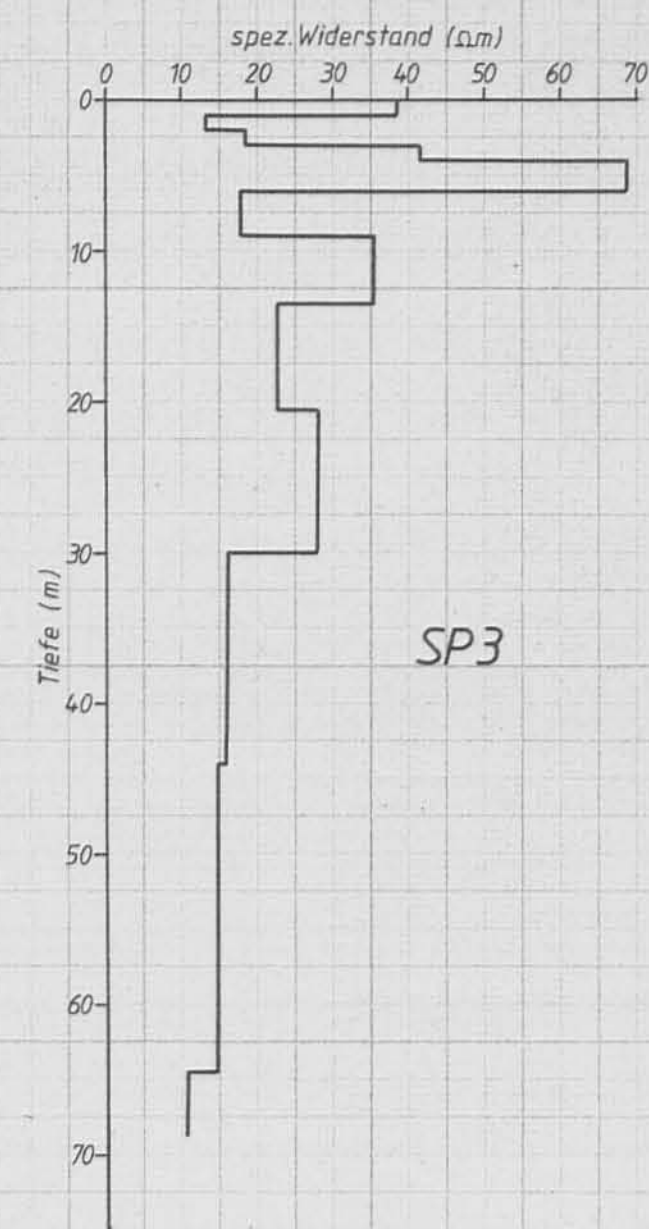
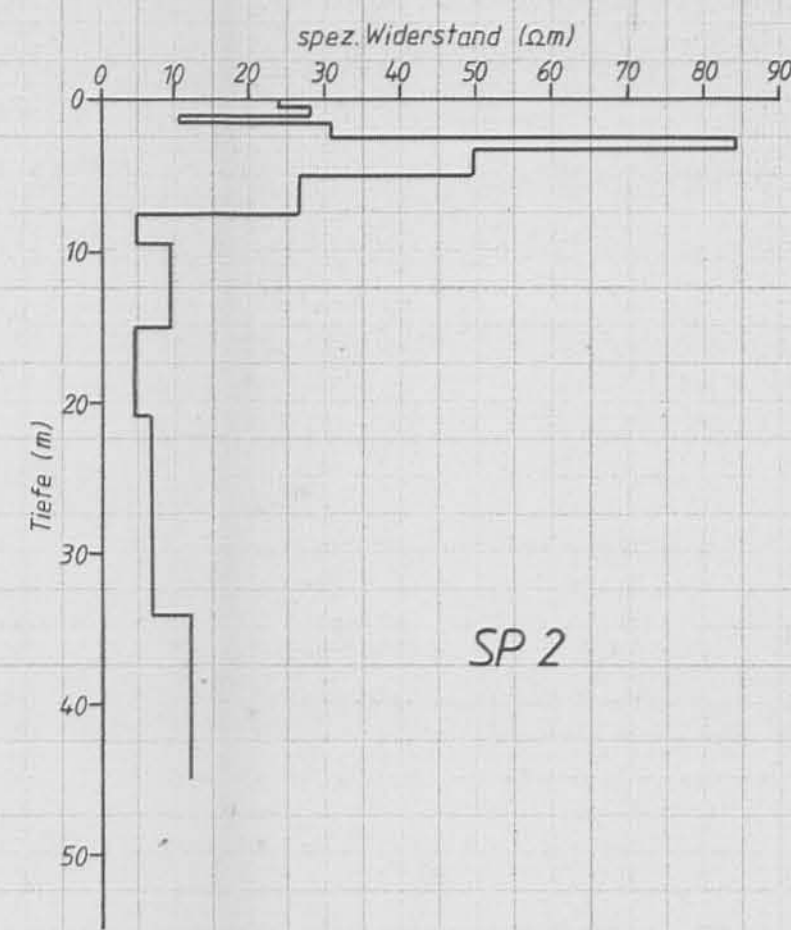
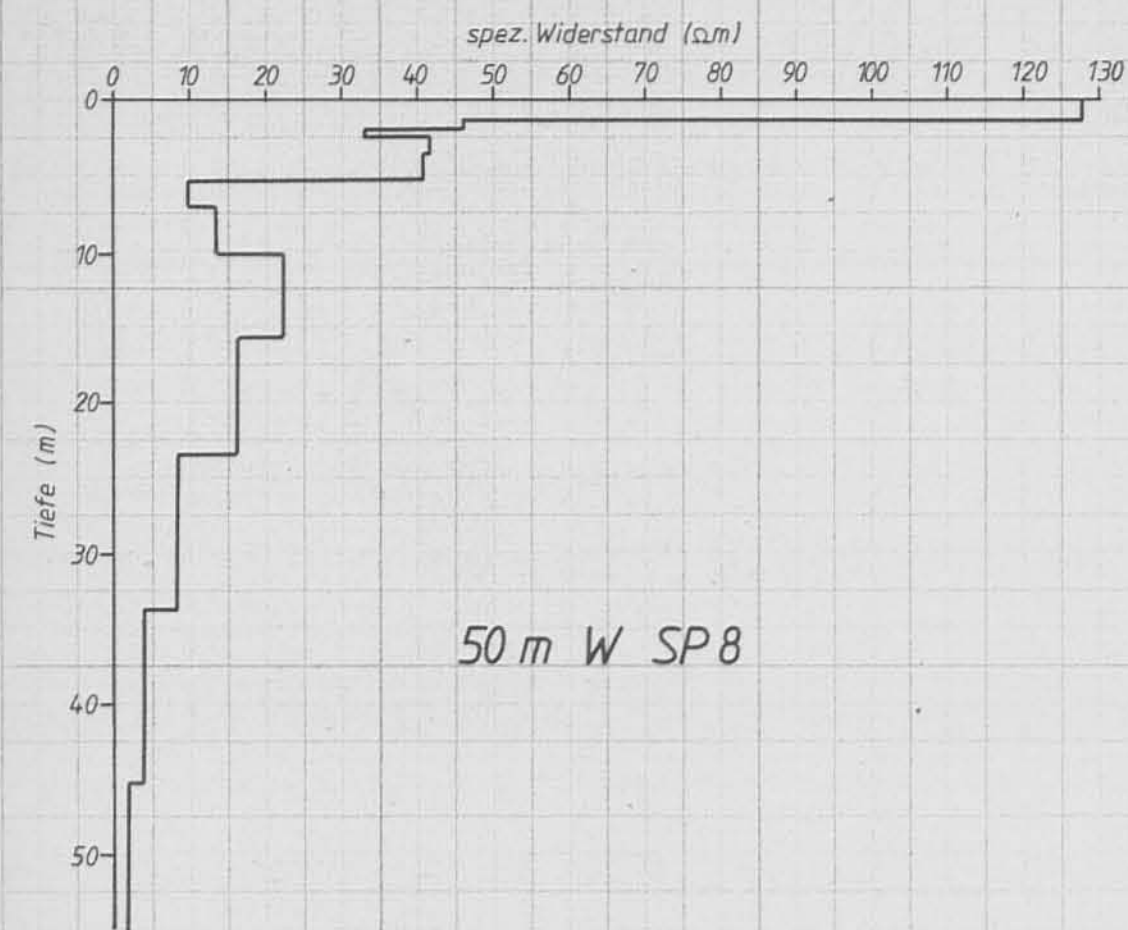
-  kieselgurreiche Tone erbohrt
-  kieselgurreiche Tone möglich?
- + 0 - 25 % Diatomeen
- ++ 25 - 60 % Diatomeen
- +++ > 60 % Diatomeen
- B4 Handbohrung
- SP5 refraktionsseismischer Schußpunkt

GEOELEKTRISCHE WIDERSTANDSKARTIERUNG AFLENZ  
LÄNGS- und QUERPROFIL  $a=10\text{ m}$

Oktober 1979  
M.: 1:5000

Ch. SCHMID

BEILAGE 5



GEOELEKTRISCHE WIDERSTANDSKARTIERUNG AFLENZ  
WIDERSTANDS-TIEFEN-PROFILE

$a=10 m$

Oktober 1979

Ch. SCHMID

BEILAGE 4

86 448



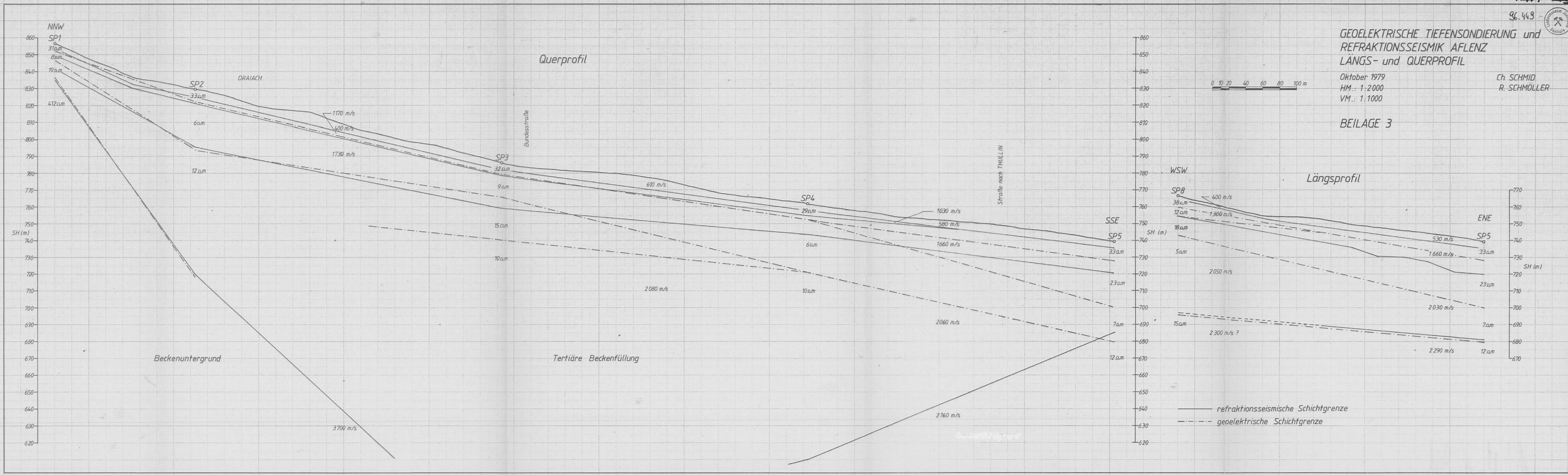


GEOELEKTRISCHE TIEFENSONDIERUNG und  
REFRAKTIONSSEISMIK AFLENZ  
LÄNGS- und QUERPROFIL

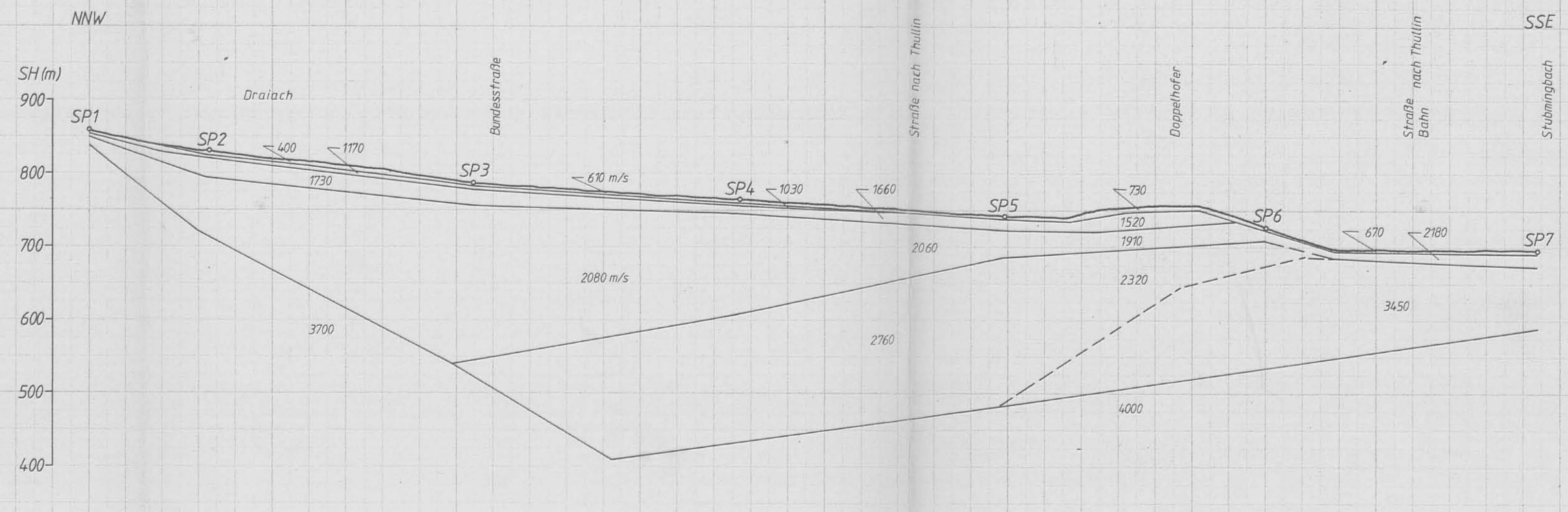
Oktober 1979  
HM.: 1:2000  
VM.: 1:1000

Ch. SCHMID  
R. SCHMÖLLER

BEILAGE 3







0 100 200 m

Refraktionsseismisches Querprofil durch das Aflenzer Becken

Stand: Juni 1979

M.: 1:5000

R. SCHMÖLLER