

# Die Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen des Jahres 1976 im Gebiet der Prekowa–Tiebel

Von Heinz LITSCHER

(Mit 4 Abbildungen)

Mit der gleichen Fragestellung, mit der E. H. WEISS im vorangehenden Beitrag abschließt, wurden von der Kärntner Wasserversorgungsgesellschaft umfangreiche seismische und geologische Erkundungen vorgenommen, nachdem durch chemische und bakteriologische Untersuchungen dem Tiebelquellwasser Trinkwasserqualität nachgewiesen werden konnte. Entsprechende Schutzmaßnahmen, um die Quellen und das dazugehörige Einzugsgebiet gegen äußere Einflüsse zu sichern, mußten daher ins Auge gefaßt und untersucht werden, um die Wasserversorgung des Raumes Himmelberg–Feldkirchen–Moosburg–Klagenfurt mit Trinkwasser aus diesen Quellen zu gewährleisten (Abb. 1).

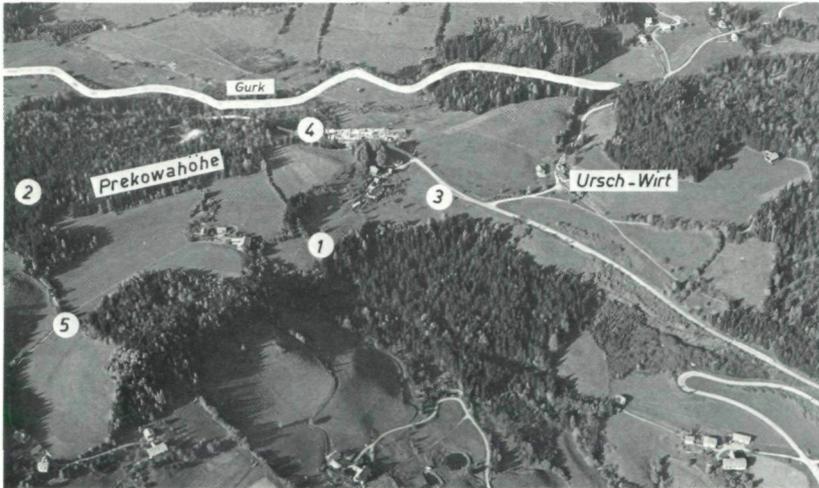


Abb. 1: Prekowahöhe, gesehen vom Süden. 1–5 Aufschlußbohrungen 1976. Südlich der Bohrungen 1 und 3 liegt der auf Kote 890–900 austretende Quellhorizont des Tiebelursprungs. Der Verlauf der Gurk nördlich der Prekowahöhe liegt im Bild oberhalb von Bohrung 4. Foto: Dr. Orel. Freigegeben vom BMFLV mit Zl. 147/9/RAbt.B/76.

## Das Untersuchungsprogramm :

Durch seismische Untersuchungen sollten in erster Linie die Ansatzpunkte für Bohrungen zur genaueren Erkundung des geologischen Aufbaues und Feststellung der Wasserhorizonte und ihrer Fließ- und Strömungsverhältnisse im vorliegenden Moränenwall festgelegt werden.

Ein zusätzliches Meßprogramm, das neben der ständigen Beobachtung der Grundwasserspiegel in den Bohrlöchern auch die Messungen der Grundwassertemperaturen enthält, sollte einen möglicherweise bestehenden Zusammenhang zwischen den Oberflächenwässern des Gurkflusses und dem austretenden Tiebel-Quellwasser untersuchen; mit einbezogen wurden auch Wasser-Härtebestimmungen.



### Zeichenerklärung zur geologischen Karte (Abb. 2b):

	Graphitphyllit, Glimmerschiefer teilweise stark quarzführend
	Anstehender Fels seicht überlagert
	Anstehender Fels, von Blöcken und Hangschutt stärker überdeckt
	Hang- und Murenschutt mit Moränenblöcken vermischt
	Hangschutt, Blöcke
	Blockige Moräne, vereinzelt mit schluffigen Einlagerungen
	Bänderschlufluffe
	Sand- und Kiesablagerungen (fluvioglazial beobachtet/vermutet)
	Delta und Schrägschichtung
	Lagerungsflächen der Kiese und Sande (Streichen und Fallen)
	Richtung der glazialen Sand- Kies-Schüttung
	Hypothetische Grundwasserstromrichtungen von der Gurktalung in den Tiebelquelltrichter
	Quellhorizont mit sehr starker Wasserschüttung
	Quellhorizont mit geringer Wasserschüttung
	Quellaustritte; reichliche Schüttung, mäßige Schüttung
	Sumpfflächen und Grundwasseraustritte im Gurktal
	Quellhorizonte, Hangvernässung
	Schutt- und Schwemmkegel
	Terrassenkante

P-1 bis P-5: Bohrungen 1976

Die Profile 1 bis 4 sind auf Abb. 3) dargestellt.

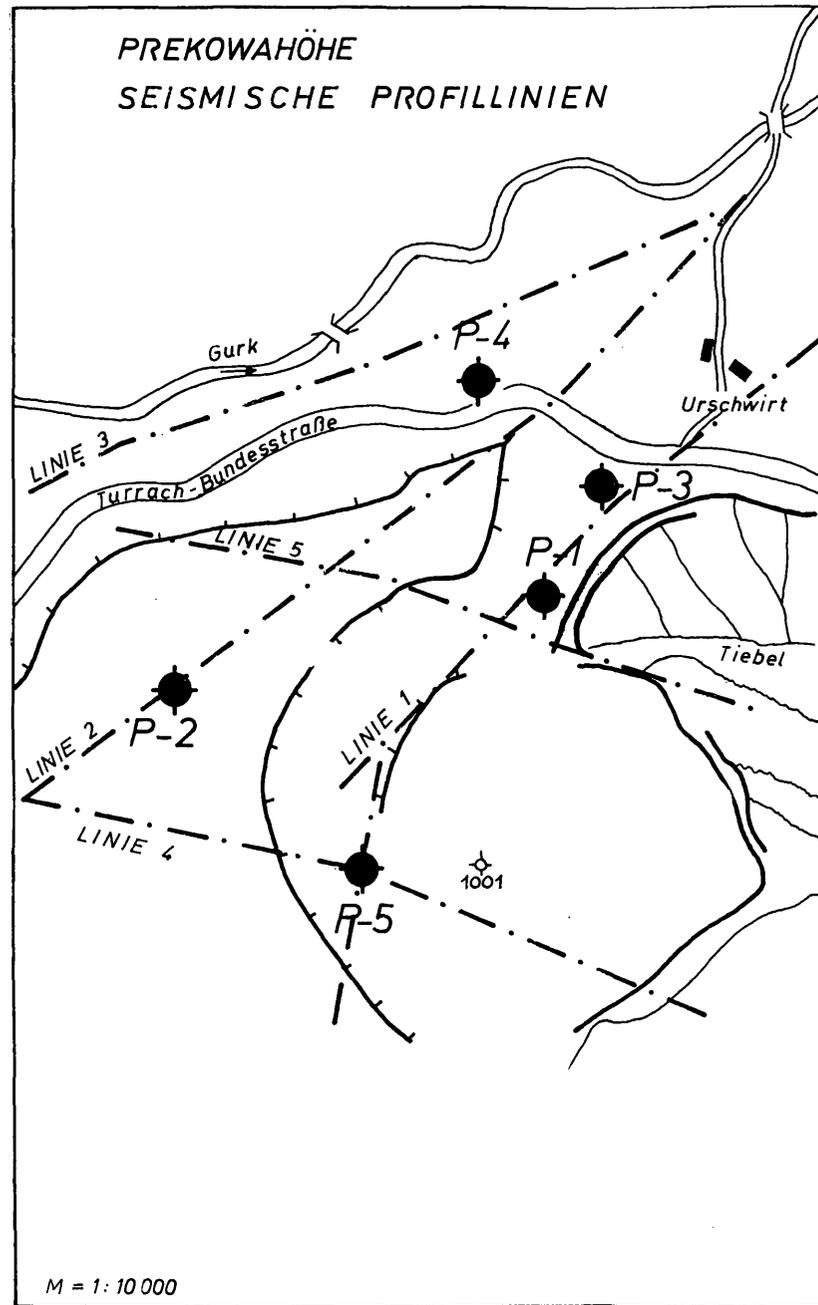


Abb. 2a: Lage der seismischen Profile

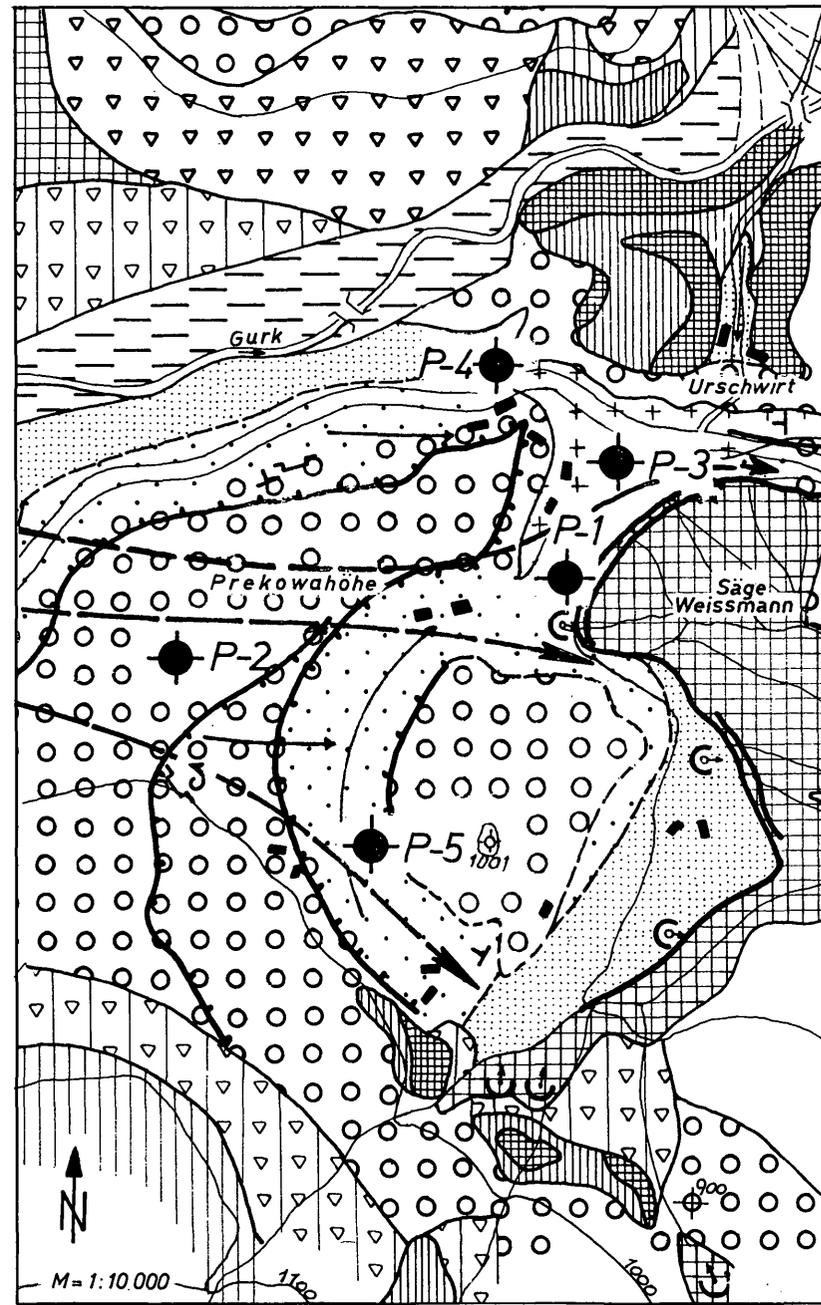


Abb. 2b: Geologische Karte

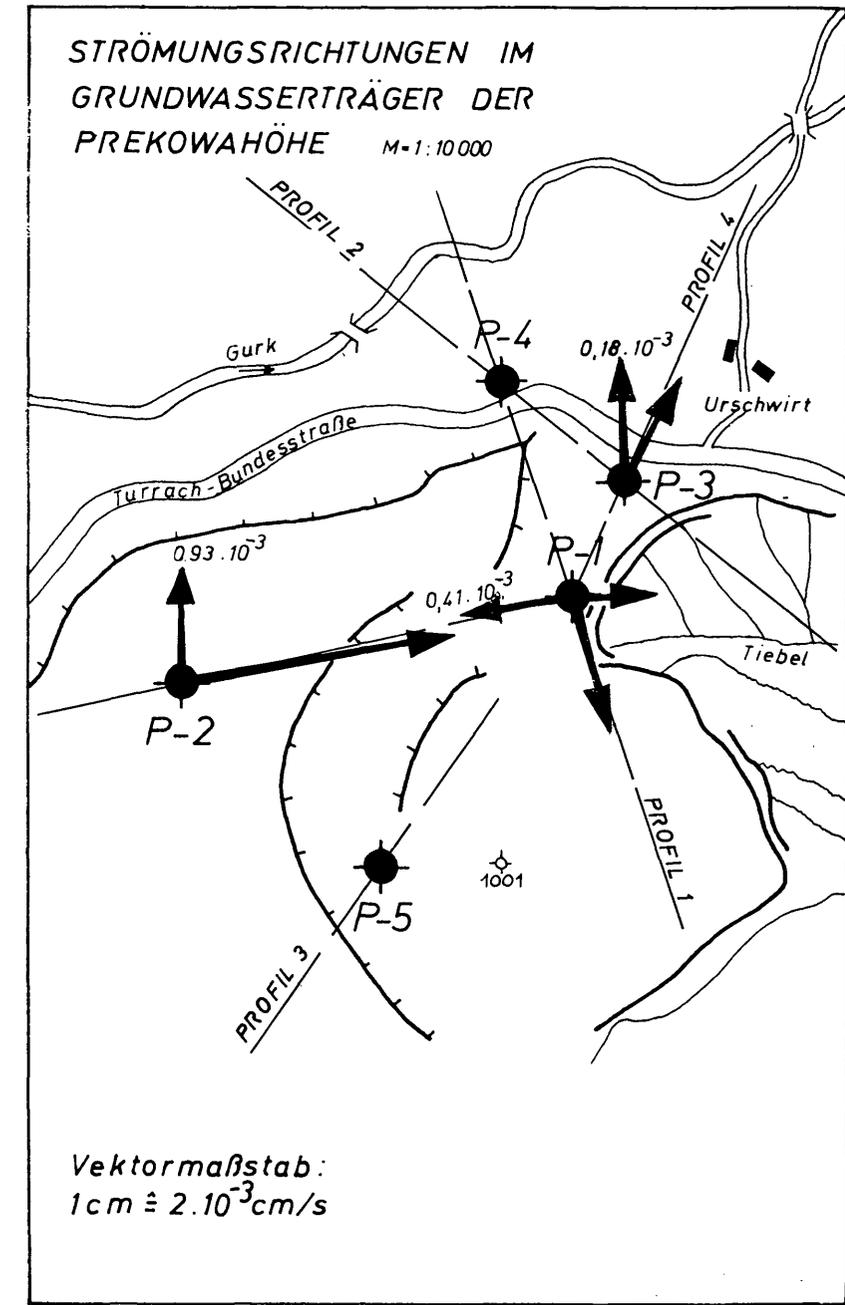


Abb. 2c: Strömungsmessungen



## Die seismischen Untersuchungen (Abb. 2a):

Nach den geologischen Erkundungen (1962, 1973/74 und 1976) wurden 5 seismische Profile parallel und senkrecht zum Verlauf der Prekawahöhe angelegt und die erzielten Schichtfolgen von H. JANSCHKE (1976) dargestellt. Die Auswertung dieser Untersuchungen zeigt die bekannte Problematik in der Anwendung der Seismik im Übergangsbereich Fels-Moräne. Im spezifischen Fall der Prekawahöhe, die aus Lockersedimenten und im tieferen Untergrund aus Schiefergesteinen der Gurktaler Masse besteht, ist die Schallgeschwindigkeit von 2200 m/sec bis 2500 m/sec sowohl für den anstehenden Fels (Phyllit) als auch für die gepresste Grundmoräne gleichlautend. Damit scheidet die Fixierung der Grenzlinie Fels-Grundmoräne im Untersuchungsgebiet.

Nach Auflösung der seismischen Diagramme wurde eine Dreiteilung des vermutlich 90 m dicken Lockersedimentkörpers (Feinsand bis Steine) möglich:

1. Die Basis des Schichtpaketes mit einer Schallgeschwindigkeit von vorerst nicht deutbaren 1700 m/sec ruht auf nicht genau zu klärendem Untergrund (Schallgeschwindigkeit 2200 m/sec.)
2. Darüber liegen locker gelagerte Kiese und Blöcke mit 900–1000 m/sec.
3. Mit 400 m/sec Schallgeschwindigkeit kann die Verwitterungsdecke abgegrenzt werden.

Nur im Bereich unterhalb des Urschwirtes wurde in Bänderschluften (E. H. WEISS 1962) eine Schallgeschwindigkeit von 1300 m/sec und 1500 m/sec ermittelt. Die Lage der Grenzflächen der Bänderschluften zu den grobklastischen Sedimenten gegen die Talmitte konnte durch die Seismik nicht festgestellt werden.

Die generellen Aussagen aus diesen Untersuchungen bildeten die Basis für die genauere Aufschließung des Sedimentpaketes durch Rotationsbohrungen.

## Die Bohrungen (Abb. 2b u. 3):

An fünf ausgewählten Punkten hat die Kärntner Wasserversorgungsgesellschaft (KWG) Bohrungen niedergebracht. Mit 86 m Bohrtiefe in Bohrung P-2, die sich im Scheitel des Moränenwalles im Bereich der vermuteten Talmitte befindet, wurde die größte Bohrtiefe erreicht. Aus den Profilaufzeichnungen können geologisch und hydrologisch bemerkenswerte Ergebnisse entnommen werden. Die von H. E. WEISS beschriebene Bänderschluflage wurde in 4 Bohrungen angetroffen. Sie ist in Bohrung P-4 an der Nordflanke (Gurkseite) der Prekawahöhe fast 35 m mächtig. Die Bohrung P-3 an der Südseite (Tiebelseite) des Höhenrückens konnte ebenfalls die gleiche Bänderschluflage in einer Stärke von über 18 m aufschließen. In Bohrung P-1, die etwa 100 m westlich von P-3

in Richtung zur vermuteten Talmitte abgeteuft wurde, ist eine Reduktion der Bänderschluflage auf 5 m Mächtigkeit festzustellen. Eine Korngrößenanalyse und eine Schwermineralbestimmung von Bänderschluflproben konnte am Geologischen Institut der Universität Graz durchgeführt werden (A. FENNINGER 1976). Die Ergebnisse werden hier auszugsweise wiedergegeben:

Die Korngrößenverteilung in den vorliegenden Proben ist bimodal mit Maxima bei 13 my und 0,5 mm; die Fraktion über 1 mm setzt sich vorwiegend aus Phyllitbruchstücken, seltener aus kantengerundeten Quarzgeröllen zusammen. Am wahrscheinlichsten ist daher anzunehmen, daß das Probengut aus einer Moräne der Würmeiszeit stammt (P. BECK-MANNAGETTA 1959). Die Entscheidung über die genaue geologische Position wird jedoch dem Feldbefund überlassen.

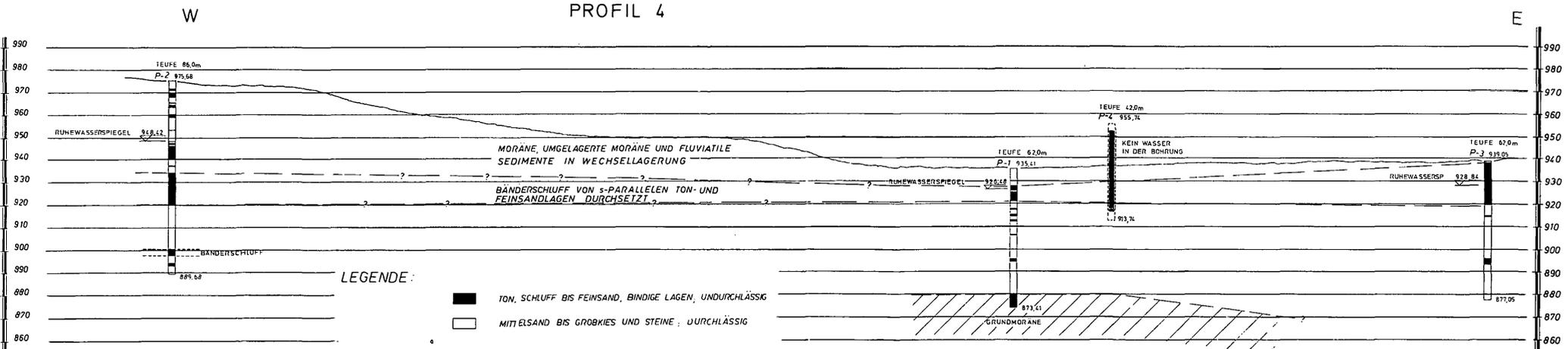
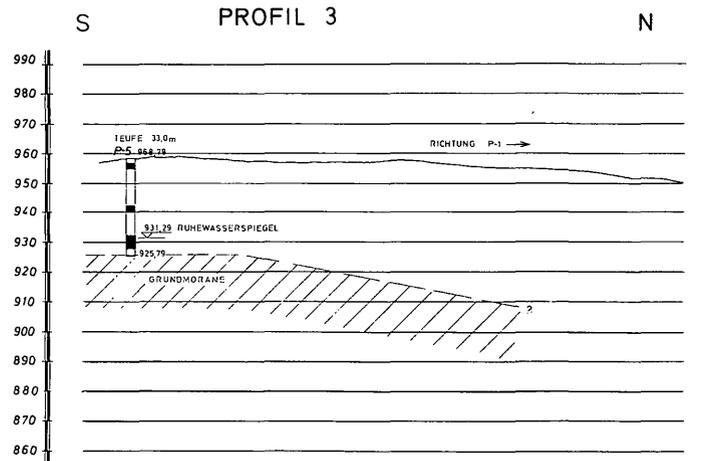
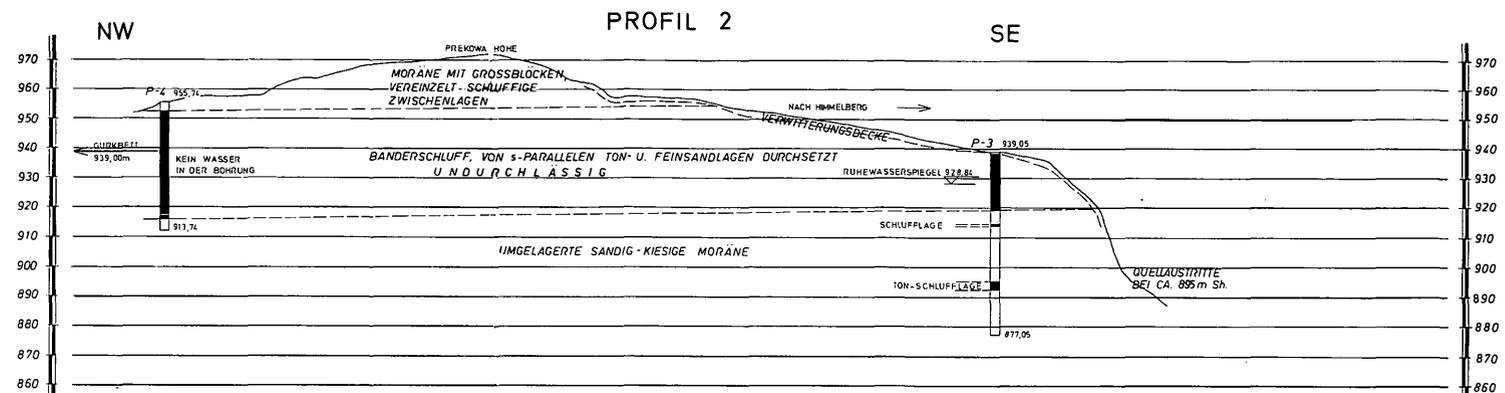
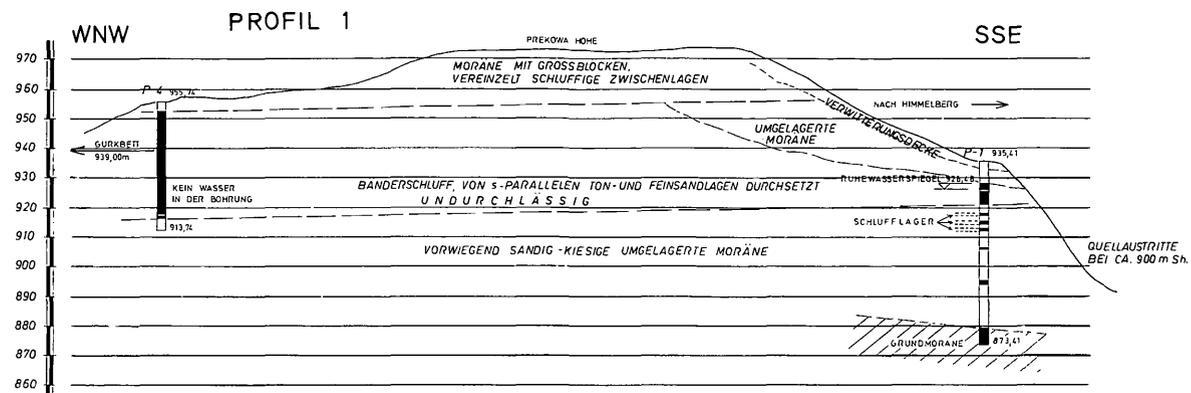
Die Schwermineralanalyse wies eine repräsentative Fraktion zwischen 250–500 my auf, die zu 99% aus opaken Mineralien und Chlorit besteht; eine objektive Beurteilung des Schwermineralgehaltes ist daher nicht möglich. Als durchsichtige Fraktion tritt vorwiegend Granat auf. Die Fraktion von 63 my–125 my unterscheidet sich durch den Apatitgehalt (über 50% der durchsichtigen Minerale) von der größeren Fraktion. Neben Granat und Apatit treten noch – in der Reihenfolge ihrer Häufigkeit genannt – folgende Schwerminerale auf:

Hornblende  
Klinozoisit-Epidot  
Turmalin  
Zirkon  
Staurolith  
Titanit  
Brookit-Leukoxen.

Mit Ausnahme des hohen Apatitanteiles kann auf ein Liefergebiet epi- bis mesozonaler Metamorphose geschlossen werden. Der hohe Apatitgehalt konnte auf Grund der geringen Probenzahl nicht erklärt werden. Er wäre eher für ein saures plutonisches Liefergebiet charakteristisch.

Die Auswertung der Schwermineralbestimmungen untermauert die Annahme von E. H. WEISS (1962), daß die Moränenablagerungen aus dem Südosten in den Bereich der Prekowahöhe vorgeschoben wurden. Der hohe Apatitgehalt in den Feinsedimenten ist jedenfalls durch den Antransport von entsprechendem Gesteinsmaterial aus der Region der Hohen Tauern, dem Bereich der Periadriatischen Linie und aus den Ossiacher Tauern zu erklären.

Durch die Bohrungen wurde auch die räumliche Lage der Bänderschluflf, die einen vermutlich über weite Strecken wasserundurchlässigen Horizont bilden, festgelegt, wobei die Abnahme der Mächtigkeit



**LEGENDE:**

- TON, SCHLUFF BIS FEINSAND, BINDIGE LAGEN, UN DURCHLÄSSIG
- MITTELSAND BIS GROBKIES UND STEINE, DURCHLÄSSIG

Abb. 3: Geologische Profile 1-4.



keit dieser Sedimentlage in Richtung P-2 auf die wahrscheinliche Zugrichtung der Trübestrome und damit auf die Einschütrichtung des Materials hinweist.

Der Grundwasserträger, der im Quellhorizont der Tiebel im Bereich der Höhenkoten 890–900 m austritt, umfaßt ein ca. 20–30 m dickes Schichtpaket. Folgende fraktionelle Sedimentzusammensetzung konnte festgestellt werden:

1. Hauptfraktion:  
Mittel- bis Grobsand. Vorwiegend kantengerundete Quarzkörner.
2. Nebenfraktion (in der Reihenfolge ihres prozentuellen Anteiles):  
Feinkies bis Grobkies und Steine.

Es liegen hauptsächlich Quarzite, Amphibolite, Gneise (Typus Priedröf) und in den selteneren Fällen Serizitschiefer und Phyllite vor. Die Gesteinsbruchstücke sind kantengerundet (umgelagerte Moräne).

Schluff bis Feinsand tritt nur untergeordnet auf und wird meist von Quarzkörnchen und Glimmerblättchen gebildet.

Innerhalb des wasserführenden Horizontes wurden durch die Bohrungen nur vereinzelt tonig bis schluffige Sedimente, ähnlich den vorher beschriebenen Bänderschluffen, angefahren. Es handelt sich hier mit Sicherheit nur um lokal begrenzte, in die größeren Sedimente eingestreute Linsen.

Der vom Grundwasser erfüllten Schichtfolge konnte erst nach Auswertung der Bohrungen die Schallgeschwindigkeit von 1700 m/sec zugeordnet werden (siehe Basis-Pkt. 1).

### Die Grundwasserströmungsmessungen:

In den abgeteufte Bohrungen wurden von der Bundesversuchs- und Forschungsanstalt ARSENAL (Wien) unter Leitung von W. NUSSBAUMER (1976) Strömungs- und Richtungsmessungen im Grundwasserkörper durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Messungen, die in einem Gutachten vorliegen, werden in diesem Bericht zusammengefaßt.

### Die Versuchsdurchführung:

Die Filtergeschwindigkeitsmeßtiefen sind auf jene Bohrlochtiefen verteilt, wo ein entsprechend durchlässiges Material in den Bohrkernen nachgewiesen werden konnte. In diesen Bohrlochstrecken wurden auch die Bestimmungen der Fließrichtungen vorgenommen. Als Tracer stand das radioaktive Nuklid TECHNETIUM  $99^m$  zur Verfügung. Die jeweilige Abnahme in der Konzentration dieses über einen für diesen Zweck konstruierten Packer ins Bohrloch eingebrachten Markierungsmaterials gibt für die Messungen der horizontalen als auch vertikalen Geschwindigkeiten im Bohrloch entsprechende Anhaltspunkte.

1. Vertikalströmung ( $V_v$ ):

In P-2 wurde eine derartige Messung vorgenommen, die jedoch unter dem meßbaren Wert für eine Geschwindigkeit von 2 cm/sec lag.

2. Filtergeschwindigkeit und -richtung (Abb. 2c):

In den Bohrungen P-1, P-2 und P-3 wurden jeweils die Filtergeschwindigkeiten gemessen. Der ermittelte Durchlässigkeitsbeiwert ( $K_f$ ) betrug 0,17 cm/sec. Dieser Wert entspricht der Durchlässigkeit im vorliegenden Bohrkernmaterial. In der unteren Teufe der Bohrung P-2, auf Kote 922, 18 m ü. A., lagen geringere Filtergeschwindigkeiten vor, die auf ein „Umströmen“ eines dichten Körpers an oder knapp über der Basis des Grundwasserträgers schließen lassen. Die Richtungsergebnisse, vor allem aus den höher gelegenen Bereichen der Bohrungen P-1 und P-2, weisen auf eine Abströmrichtung des Wassers zum Tiebelquellhorizont hin. In P-1 und P-3 war jedoch eine stärkere Strömungsrichtung entgegen den Quellaustritten festzustellen – auch diese Erscheinung wird als „Umströmung“ gedeutet.

Ein unmittelbarer Zusammenhang des Oberflächen(Gurkfluß-)wassers mit dem Grundwasser kann jedoch erst nach Vergleich der Tritiumgehalte geklärt werden. Die dementsprechende Prüfung wird 1977 vorgenommen.

Als Ergebnis der bisher durchgeführten Untersuchungen ist zusammenzufassen, daß die schon erwähnten Kriterien, die für einen weit ausgedehnten Grundwasserkörper sprechen, auch hier ihre Bestätigung finden. Die Strömungsgeschwindigkeit im Grundwasserträger der Prekawahöhe ist aber vergleichsweise zu anderen Grundwasserfeldern sehr niedrig (P. HAKER & D. RANK 1976).

### Vergleich der Wassertemperaturen zwischen Gurk und Tiebel (Abb. 4):

Während und nach Abschluß der geotechnischen Untersuchungen wurden über einen Zeitraum von Ende März bis Ende Dezember 1976 Wassertemperaturmessungen vorgenommen:

1. An der Gurk bei Mairatten, Gnesau und Urschwirt.
2. In den Bohrlöchern P-1, P-2, P-3 und P-5.
3. Im Bereich der Tiebelquellen bei der Säge Weißmann.
4. Entlang der Tiebel an mehreren Punkten bis unter Himmelberg.

Die Messungen zeigten als Ergebnis eine deutliche Stabilisierung der Wassertemperaturen im Grundwasserfeld, bezogen auf die Minimal- und Maximaltemperaturen des Wassers in der Gurk. Liegen die Temperaturen des Flußwassers im Bereich zwischen 1,3 ° (Dezember) bis 14,5 ° (Juli), so

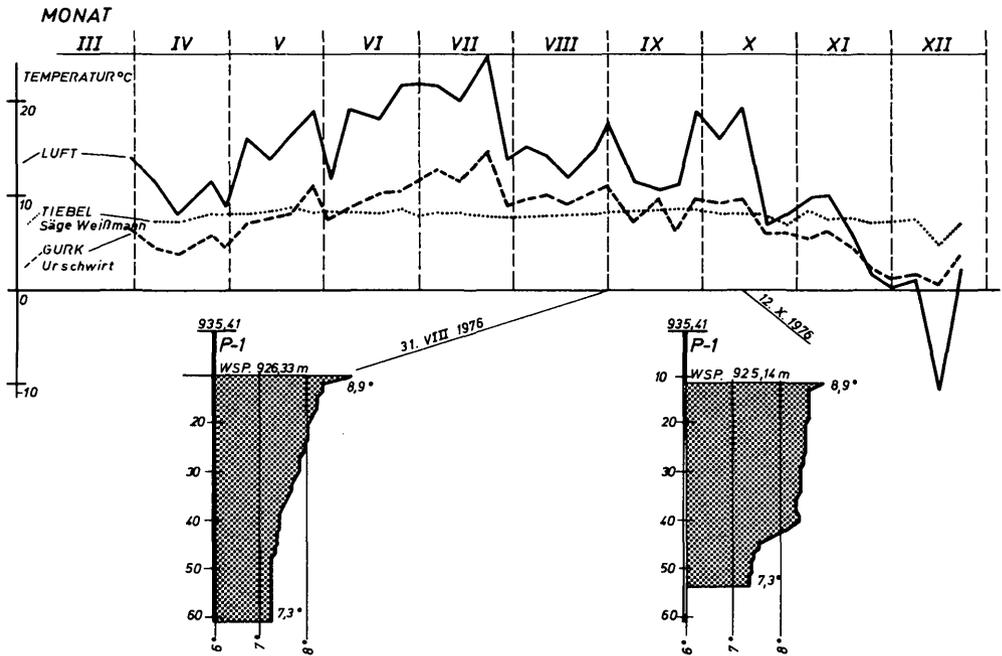


Abb. 4: Luft- und Wassertemperaturen im Bereich der Prekowahöhe (1976).

schwankt die in den Bohrlöchern gemessene Temperatur um einen Wert von  $7,3^{\circ}$  in den größten Teufen (ca. 50 m ab Bohrlochoberkante). Die kurze Wegstrecke der Tiebel von ihrem Ursprung bis zum Meßpunkt bei der Säge Weißmann bringt eine mittlere Zunahme der Wassertemperatur um  $0,7-1,2^{\circ}$  auf  $8-8,5^{\circ}\text{C}$ . In Abbildung 4 sind die Wasser- und Lufttemperaturwerte für den beschriebenen Zeitraum aufgetragen und stellvertretend für die durchgeführten Messungen in den Bohrlöchern die Temperatur-Diagramme in Bohrloch P-1 vom 31. August und 12. Oktober 1976 dargestellt.

Weiters ist in allen vier Bohrungen (P-1, P-2, P-3 und P-5), in denen die Temperaturen gemessen wurden, die jahreszeitliche Verschiebung von  $3\frac{1}{2}$  bis 4 Monaten im Bereich der Temperaturwerte unter  $8^{\circ}\text{C}$  ab einer Tiefe von ca. 20 m festzustellen.

Die Anpassung der Wassertemperatur im Grundwasserträger an einen nahezu konstanten Wert läßt ebenfalls darauf schließen, daß ein flächenmäßig weit ausgedehnter, mächtiger Grundwasserträger vorliegt, der vermutlich in zusammenhängenden Teilwannen lagert und bis in den Raum Mairatten-Patergassen reicht.

## Vergleich der Wasserhärte (°dH):

Deutliche Unterschiede zwischen dem Wasser der Gurk und dem der Tiebel zeigen die Härtegrade. Beim Urschwirt wurden für das Flußwasser 2,7°dH gemessen. Dem stehen 4,5°dH des Tiebelwassers, gemessen beim Sägewerk Weißmann, gegenüber. Die Aufhärtung des Wassers erfolgt nach dem Eintreten in den Begleitgrundwasserträger der Gurk und im weiteren durch die lange Verweildauer beim Durchströmen der Prekowahöhe.

## Zusammenfassung und Ergebnisse der geotechnischen Untersuchungen:

Das sehr umfangreiche Untersuchungsprogramm läßt weitgehende Schlüsse auf die Beschaffenheit des Untergrundes im Raume der Prekowahöhe zu. Eine Gliederung des Sedimentaufbaues in eine dichte und nahezu wasserundurchlässige hangende Bänderschluflage, vor allem im Bereich der Bohrungen P-1, P-3 und P-4 und in eine mächtige, wasserführende Kieslage im Liegenden ist möglich. Die Strömungsverhältnisse innerhalb des Grundwassers konnten in 3 Bohrlochern durch Messungen geklärt werden.

## LITERATUR

(siehe dazu auch Literaturverzeichnis im vorangehenden Beitrag von E. H. WEISS):

- FENNINGER, A. (1976): Schwermineral und Korngrößenanalysen zweier Bohrkerne (P I, P II) aus dem Gebiet der Prekowahöhe, nördlich Himmelberg/Ktn. – Archiv der Kärntner Wasserversorgungsgesellschaft, Klagenfurt.
- HAKER, P., & RANK, D. (1976): Methodische Untersuchungen zur Aufklärung von Widersprüchen zwischen den Ergebnissen von Bohrlochmessungen und Pumpversuchen im Raume St. Stefan i. L.-Kraubath. – Berichte der wasserwirtschaftlichen Rahmenplanung im Amt der Steiermärkischen Landesregierung, 34:53–63.
- JANSCHKE, H. (1976): Bericht über die refraktionsseismischen Messungen im Bereich Prekowahöhe–Tiebel. – Archiv der Kärntner Wasserversorgungsgesellschaft, Klagenfurt.
- NUSSBAUMER, W. (1976): Grundwasserströmungsmessungen auf der Prekowahöhe. Gutachten der Bundesversuchs- und Forschungsanstalt Arsenal Wien. – Archiv der Kärntner Wasserversorgungsgesellschaft, Klagenfurt.

Anschrift des Verfassers: Dr. H. LITSCHER, Kärntner Wasserversorgungsgesellschaft, Arnulfplatz 2, 9020 Klagenfurt.