

Eidg. Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement

Studienkommission Eisenbahntunnel
durch die Alpen

G O T T H A R D B A S I S T U N N E L

Die geologischen Resultate der Flachbohrung

CAMPO SOLARIO

Mai 1966

Prof. Dr. E. Dal Vesco, Zürich

Eidg. Verkehrs- und Energiewirtschaftsdepartement

Studienkommission Eisenbahntunnel
durch die Alpen

G O T T H A R D B A S I S T U N N E L

Die geologischen Resultate der Flachbohrung
CAMPO SOLARIO

Mai 1966

Prof. Dr. E. Dal Vesco, Zürich

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite:
I. Die Problemstellung, die Lokation und die Ausführung	1
1. Die Problemstellung	2
2. Die Lokation	2
3. Die Ausführung	3
II. Der räumliche Verlauf der Bohrachse	4
III. Die Petrographie	6
1. Das Bohrresultat	7
2. Die Diskussion	21
2.1. Das Quartär	21
2.2. Die Trias	21
2.3. Das Altkristallin	23
IV. Die Struktur	25
V. Schlussbetrachtung	26

I. DIE PROBLEMSTELLUNG, DIE LOKATION UND DIE AUSFÜHRUNG["]

1. DIE PROBLEMSTELLUNG

Schon aus den früheren Berichten geht hervor, wie die Piora-Mulde ein Synklinorium darstellt, das zwischen dem Gotthard-Massiv und der Lucomagno-Decke eingeschlossen ist und eine nach Norden einfallende Achsenebene aufweist. Die in der Medianlinie auftretende Antiklinalstruktur teilt das Synklinorium in eine nördliche und eine südliche Synklinalstruktur. Ueber das Verhalten der südlichen Synklinale hat die Tiefbohrung Gana Bubaira Auskunft gegeben. Für die Interpretation des Tiefganges der nördlichen Synklinale waren die zugänglichen Aufschlüsse ungenügend um zu einer eindeutigen, unanfechtbaren Lösung zu führen: Wesentlich war, ob diese nach Norden unter das Gotthard-Massiv eintauchende Triassynklinale wirklich eine Synklinale oder ein Bruchgraben mit grossem Tiefgang sei. Diese letzte Interpretationsmöglichkeit wurde von Herrn Prof. Dr. W. Leupold formuliert.

Das Grundlegende in der Fragestellung war also: "Ist die nördliche Triassynklinale zwischen Gotthard-Massiv und der medianen Selva Secca-Antiklinale eine wirkliche, nach unten geschlossene Synklinalstruktur wie das im Profil des Antrages dargestellt wurde, oder ist sie die Triasausfüllung eines nördlich und südlich mit grossen Verwerfungen abgegrenzten Grabens mit unbestimmter und unbestimmbarer Tiefe? "

2. DIE LOKATION

Um diese Frage mit einer Flachbohrung beantworten zu können, wurde die Stelle zwischen dem Gotthard-Massiv und dem Selva Secca-Granit gewählt, da hier die nördliche Synklinale am besten definiert und am besten zugänglich ist. Obwohl die beste Stelle für die Bohrung nahe bei den Hütten der Alp Campo Solario, knapp südlich von den letzten Granitaufschlüssen des Gotthard-Massivs (Gelände-rippe nördlich der Alp) gewesen wäre, musste sie, aus topographischen und technischen Gründen, leicht südlicher angesetzt werden (etwa 100 m von den Granitaufschlüssen entfernt, etwa 110 m südlich vom Punkt A des geologischen Profils des Antrages).

3. DIE AUSFUHRUNG

Da die maximale Tiefe (in Anbetracht der Möglichkeit eines Grabens) auf 700 m angesetzt wurde, konnte die Ausführung der Bohrung der Firma Swissboring Zürich übergeben werden. Sie konnte mit einer normalen Rotationsbohrung mit teleskopierten Rohren durchgeführt werden.

Das Bohrloch wurde mit 180 mm Durchmesser angesetzt und dann sukzessive reduziert. Für die ganze Tiefe von 320,80 m konnten (zwar nicht orientierte) Bohrkernkerne gewonnen werden, so dass das ganze geologische Profil mit einem mehr oder weniger kontinuierlichen Kern belegt ist. Das Material ist nun in der Sammlung des Geologischen Institutes der Eidg. Technischen Hochschule deponiert.

Die Bohrlochwand hielt zeitweise ohne Futterrohr an, doch musste bald die ganze Triasstrecke verrohrt werden. Totale Verluste der Spülung hatte man nur bei 149 m Tiefe im zerbrochenen Dolomitmarmor. Offenbar ist die ganze Trias noch im Bereich der oberflächlichen Karstphänomene gelegen, was auch durch Tonausfüllungen einzelner Hohlräume belegt ist.

Die Bohrkernkerne wurden zum Teil mit Herrn ing. geol. F. Bianconi und zum Teil mit dem verstorbenen Herrn cand. geol. W. Schudel aufgenommen. Sie sind nun wahrheitsgetreu (trotz einzelner Vereinfachungen) in den nächsten Seiten dargestellt. Wie oben erwähnt, sind die Bohrkernkerne räumlich nicht orientiert und die Winkel für die Lagerung der Schichtung und der Schieferung wurden auf die Bohrachse bezogen. Da die Achse praktisch lotrecht ausgefallen ist, stellen die komplementären Winkel die Fallwinkel der Schichtung und der Schieferung dar. Doch bleibt das Azimut des Einfallens im Bohrkern unbestimmt.

II. DER RAUMLICHE VERLAUF DER BOHRACHSE

Als die Bohrung abgeschlossen war, wurde durch die Firma Swissboring, im Einverständnis mit der Bauleitung, eine Lotung des Bohrloches durchgeführt.

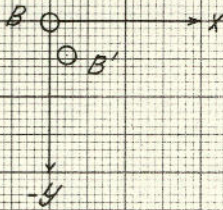
Auf Grund des Planes 11592 a der Swissboring wurden die Resultate auf der nächsten Seite zusammengestellt. Es ist zu bemerken, dass die Messungen auf die, etwa -5° von der Kartenrichtung abweichende magnetische Nord-Süd-Richtung bezogen wurden, so dass die x-Abweichung ein wenig grösser und die y-Abweichung ein wenig kleiner ist; doch ist die Achse so wenig von der Lotrechten abweichend, dass diese Werte qualitativ kaum ins Gewicht fallen.

Für die praktische Auswertung sind die 2° der Abweichung vom Lot zu vernachlässigen, da sie innerhalb der Genauigkeit einer normalen Messung der Schichtlagerung fallen. Die Bohrlochachse kann somit praktisch als lotrecht bewertet werden.

Abweichung der Bohrachse

1:2'000

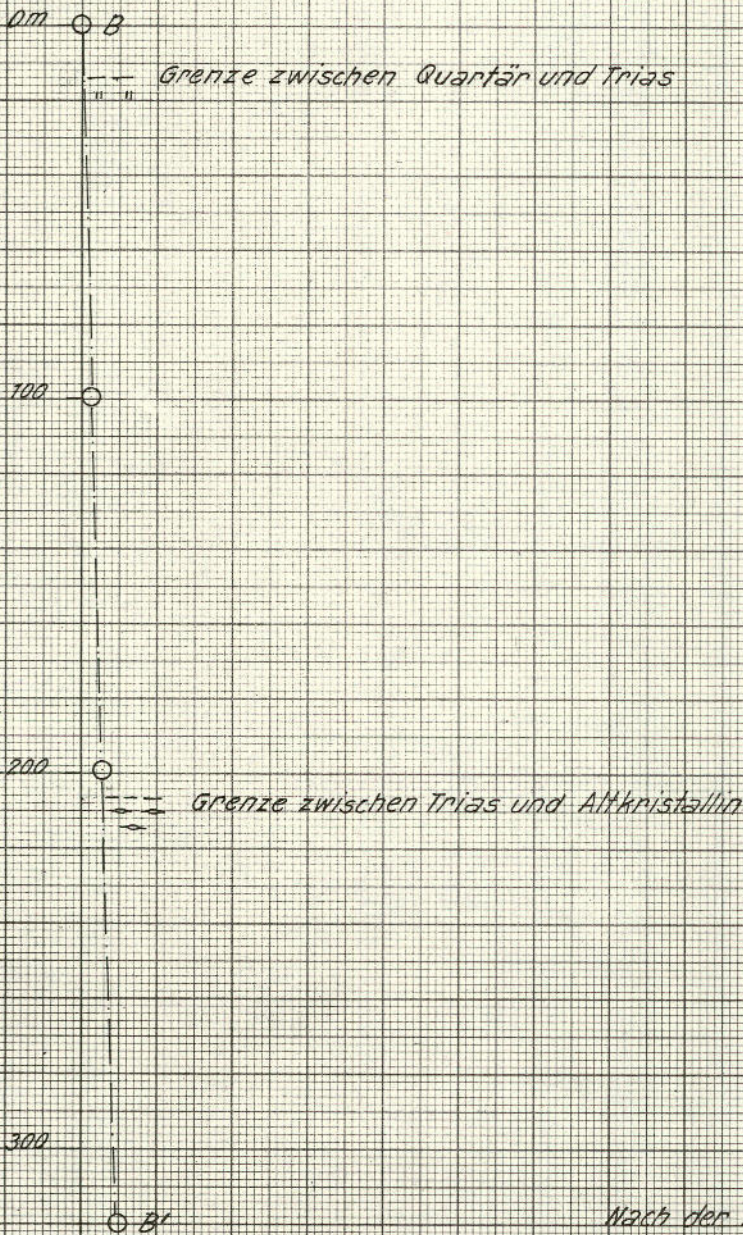
Situation



B = Ansatz der Bohrung
Koordinaten : 785.040 / 155.400
Kote : 1858 m.ü.M.

B' = Endpunkt der Bohrung
Koordinatenänderung : $\Delta x = -3.90\text{ m}$; $\Delta y = -8.90\text{ m}$

Vertikalschnitt



Nach der Bohrlochmessung der Swissboring
Plan 11.592a

III. DIE PETROGRAPHIE

1. DAS BOHRRESULTAT


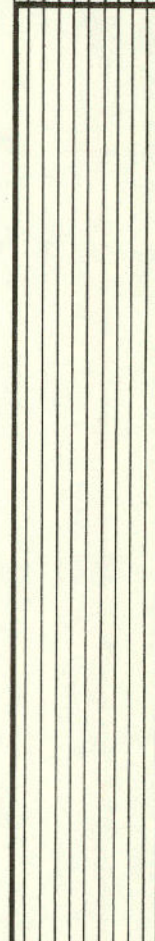



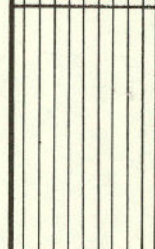
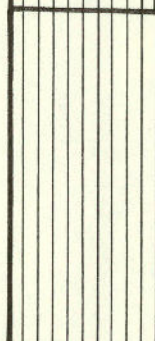
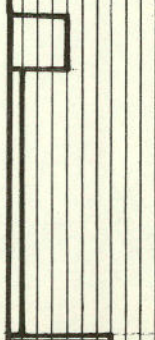
Obwohl das gewonnene Material möglichst naturgetreu in den nächsten Seiten dargestellt ist, seien hier noch einige Bemerkungen vorausgeschickt.

Die Darstellung des Bohrmaterials sollte zum Ausdruck bringen, ob das Gestein in Form längerer Bohrkerns, kleinerer Bruchstücke oder von Mehl gewonnen werden konnte. Sie wird durch die Prozentzahlen des gewonnenen Bohrkernes im Vergleich zum theoretischen Vortrieb vervollständigt, doch muss bemerkt werden, dass durch die Bohrung selbst das Gestein oft zerrieben und zerbröckelt wird und dass durch die Manipulationen die Bohrkerns weiter zerbrochen werden können.

Auch die täglichen Bohrfortschritte sind für das geotechnische Verhalten des Gesteins nur beschränkt massgebend, da verschiedene Missgeschicke den Bohrvortrieb zeitweise bedeutend beeinträchtigt haben.

Wie schon erwähnt, stellen die angegebenen Winkel das Komplement des Winkels dar, der die Schichtfläche, beziehungsweise die Schieferungsfläche mit der Bohrkernachse bildet. Aus allgemeinen Erwägungen auf die wir noch zurückkommen werden, sollte das Fallazimut nur um Norden schwanken.

Sondierbohrung Campo Solario

Tiefe m	Kote m ü.M.		Vortrieb	Ø mm	Kerngewinn % 0 50 100	Beschreibung
0.00	1858.00		21.7.64	180		<i>Gewaschene Moräne und Gehängeschutt.</i>
			22.7			
			23.7			
			24.7	160		<i>Dolomitsand</i>
			30.7	145		<i>Dolomit, homogen mit Glimmerlagen, orange, z.T. rauhwackig</i>
25.00	1833.00		31.7			<i>Dolomitsand</i>
						<i>Dolomit, orange, rauhwackig</i>

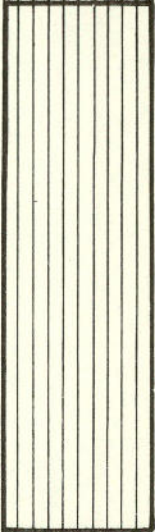
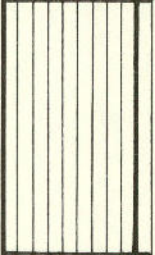
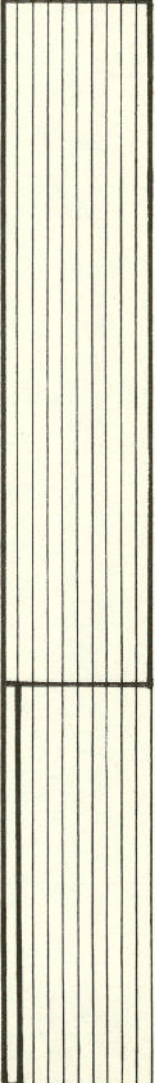
Sondierbohrung Campo Solario

Tiefe m	Kote m ü.M.	Vortrieb mm	Kerngewinn % 0 50 100	Beschreibung
25.00	1833.00	31.7		<i>Rauhackiger Dolomit, orange-weiss, gefleckt, mit Talk</i>
		1.8		<i>Blöcke von Granatquarzitgneis und Medelserprotogin: Moräne</i>
		3.8		<i>Brekziöse Rauhacke mit kantigen Dolomitfragmenten (φ 3cm), weisslich-crème = Anstehender Fels</i>
		4.8		<i>Homogene Rauhacke, stark zerbröckelt, orange-braun. Rutschharnische.</i>
		5.8		<i>Homogene Rauhacke, nach unten stärker kavernös</i>
50.00	1808.00			

Sondierbohrung Campo Solario

Tiefe m	Kote m ü.M.		Vortrieb	Ø mm	Kerngewinn % 0 50 100	Beschreibung
50.00	1808.00					<i>Rauhwanke, orange-braun, mit Talk und Muskowit, gefältelt</i>
			5.8			<i>Weiss-gelblicher zuckeriger Dolomit</i>
			6.8			<i>Brekziöse Rauhwanke, bräunlich, cm-Fragmente</i>
						<i>Tonige Zwischenlage, Hohlraum-ausfüllung, lagig grau-grünlich und gelblich, mit Dolomitsand</i>
			17.8			<i>Phlogopitdolomit, weiss-bräunlich, leicht zuckerig, fein zerbrochen</i>
						<i>Tonige Zwischenlage, s. oben</i>
						<i>Phlogopitdolomit, fein zerbrochen</i>
			78.8			<i>Brekziöse Rauhwanke</i>
75.00	1783.00					40°

Sondierbohrung Campo Solario

Tiefe m	Kote m ü.M.	Vortrieb Ø mm	Kerngewinn % 0 50 100	Beschreibung
75.00	1783.00	18.8		<p><i>Alternierend brekziöse Rauhwanke und phlogopitführende Rauhwanke</i></p> <p>20°</p>
				<p><i>Phlogopitdolomit, rauhwanckig</i></p>
		19.8		<p><i>Phlogopitdolomit, nach unten Kalzit haltiger</i></p> <p>80°</p>
				<p><i>Phlogopitdolomit mit Kalzitlagen; im untersten Teil: rauhwanckig. Fast weiss.</i></p>
100.00	1758.00			<p><i>Weisser Dolomit mit Talk und Muskowit.</i></p>

Sondierbohrung Campo Solario

Tiefe m	Kote m ü.M.		Vortrieb	Ø mm	Kerngewinn %			Beschreibung
					0	50	100	
100.00	1783.00		19.8	130				<i>Phlogopitdolomit</i>
			20.8					<i>Rauhbackiger Dolomit mit Kalzitlagen.</i>
			21.8					<i>Phlogopitdolomit, zuckerig, weiss, ev. mit etwas Gips</i>
125.00	1783.00							

Sondierbohrung Campo Solario

Tiefe m	Kote m ü.M.	Vortrieb Ø mm	Kerngewinn % 0 50 100	Beschreibung
125.00	1733.00			<p><i>Phlogopitdolomit, leicht rauhwackig. Weiss-bräunlich. Zerfällt in zuckerigen Grus.</i></p> <p><i>Rauhwackiger Dolomit, gelblich</i></p>
		24.8		<p><i>Phlogopitrauhwacke, gelblich</i></p> <p>60-90°</p>
				<i>Phlogopitmarmor</i>
				<i>Gelbliche Rauhwacke mit Marmorlagen</i>
		25.8		<i>Phlogopitmarmor, weiss, grobkristallin, verwittert</i>
				<i>Kalzitführender Dolomitmarmor mit dünnen Phlogopitlagen und Rauhwacke nestern.</i>
150.00	1708.00	26.8		

Sondierbohrung Campo Solario

Tiefe m	Kote m ü.M.	Vortrieb Ø mm	Kerngewinn %			Beschreibung
			0	50	100	
150.00	1708.00	9.9				Brekziöse Rauhwaacke . Bruchstücke aus gelbem Dolomit , zuckeriger Dolomit und weissem Marmor
		10.9				Weisser Marmor fein-grab kristalin , mit Muskowit und Quarz-lagen .
		17.9				Rauhwaacke , braungelb , z.T. etwas brekziös .
		18.9				Dolomitsand , zuckerig , gelblich
						Rauhwaacke , braungelb , kaver-nös , schwach brekziös . Mit Talk und Muskowit .
175.00	1683.00					Weisser Dolomitsand , zuckerig , Kalzit haltig .

Sondierbohrung Campo Solario

Tiefe m	Kote m ü.M.	Vortrieb	Ø mm	Kerngewinn %			Beschreibung
				0	50	100	
175.00	1683.00	18.9					Sand aus Zuckerdolomit, weiss, lagenweise gelb. Die Fragmente bestehen aus phlogopitführendem Zuckerdolomit.
		19.9					Talkführende Rauhwaacke
		28.9					Kalkmarmor, weiss, grobkristallin, muskowitzführend. Glimmer in Lagen angereichert. Bänder von gelbem Dolomit.
		29.9					Kalkmarmor, weiss, grobkörnig. Nester von limonitisiertem Pyrit
							Dolomit, weiss, dicht. Talk u. Musk.
200.00	1658.00						Quarzit, grau, biotitreich. Mit dolomitischen Lagen.

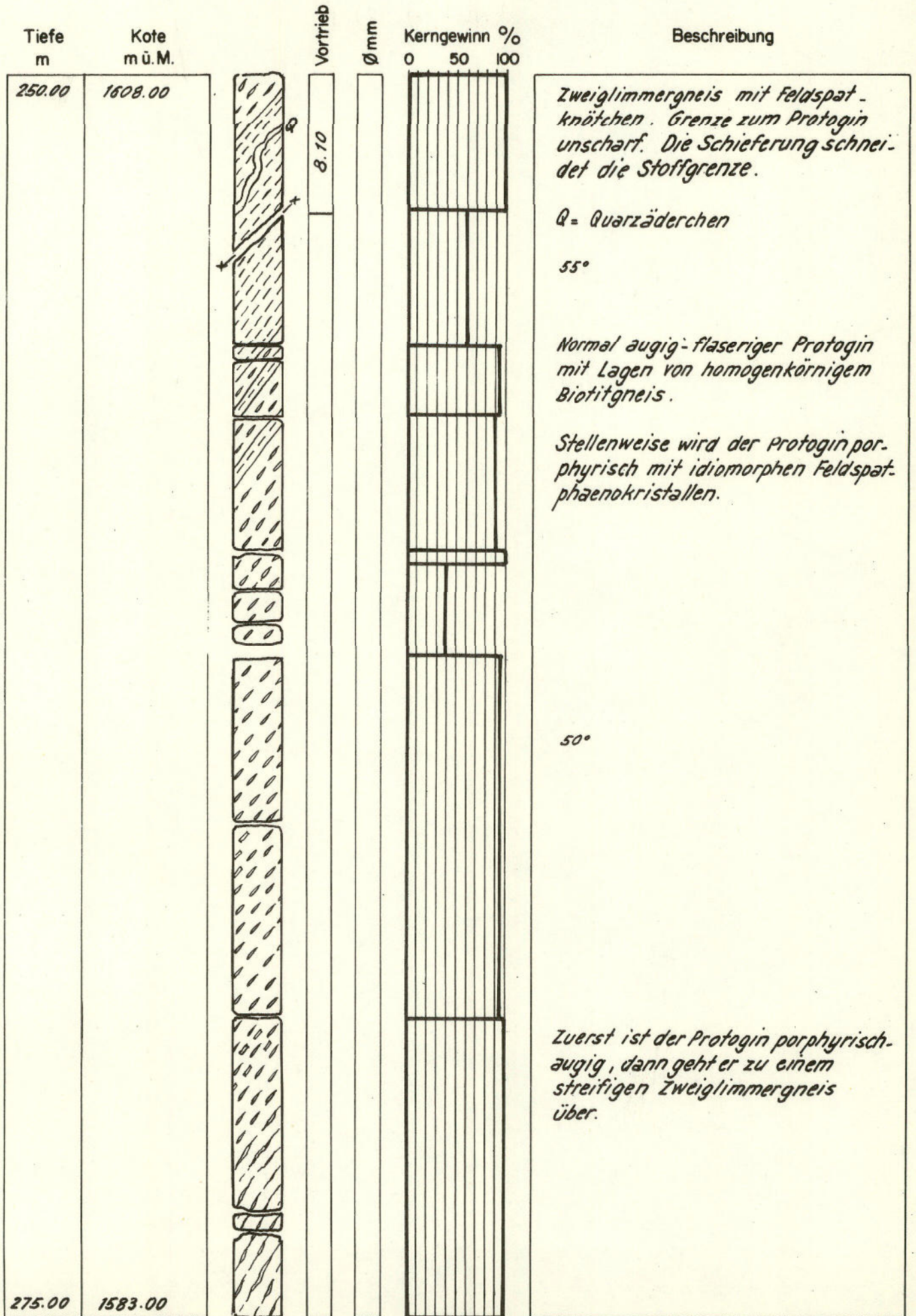
Sondierbohrung Campo Solario

Tiefe m	Kote m ü.M.	Vortrieb Ø mm	Kerngewinn % 0 50 100	Beschreibung
200.00	1658.00	29.9	[Diagram showing core recovery percentage]	<i>Dolomit, glimmerführend, weiss-gelblich.</i>
				<i>Idem, glimmerreicher.</i> 50°
				<i>Idem, noch reicher an Glimmer.</i> <i>Zeichen von Gips.</i>
				<i>Hornblandeschiefer mit Karbonat.</i> <i>Ähnlich wie Tremolaschiefer.</i> <i>Knauer von Gips als Impregnation</i> 40°
		30.9	[Diagram showing core recovery percentage]	<i>Mesokrater Zweiglimmergneis, mit Biotitnestern und Hornblendeschlieren</i> 60°
				<i>Uebergang von homogenkörnigem Granitgneis zu flaserigem Protogin</i>
				<i>Orthoklasaugen zerbrochen und knollig.</i>
				<i>Flaserig-augiger Protogin.</i> <i>Deutliche Schieferung mit gewellten Glimmerlagen</i> 50°
		1.10	[Diagram showing core recovery percentage]	<i>Einlagerung von Zweiglimmergneis, leicht knotig.</i>
				<i>Porphyrischer Protogin mit leichter Orientierung der Phaenokristalle.</i> 60°
		2.10	[Diagram showing core recovery percentage]	<i>Protogin mit Feldspat-Augen und deutlich geschiefert.</i>
225.00	1633.00			

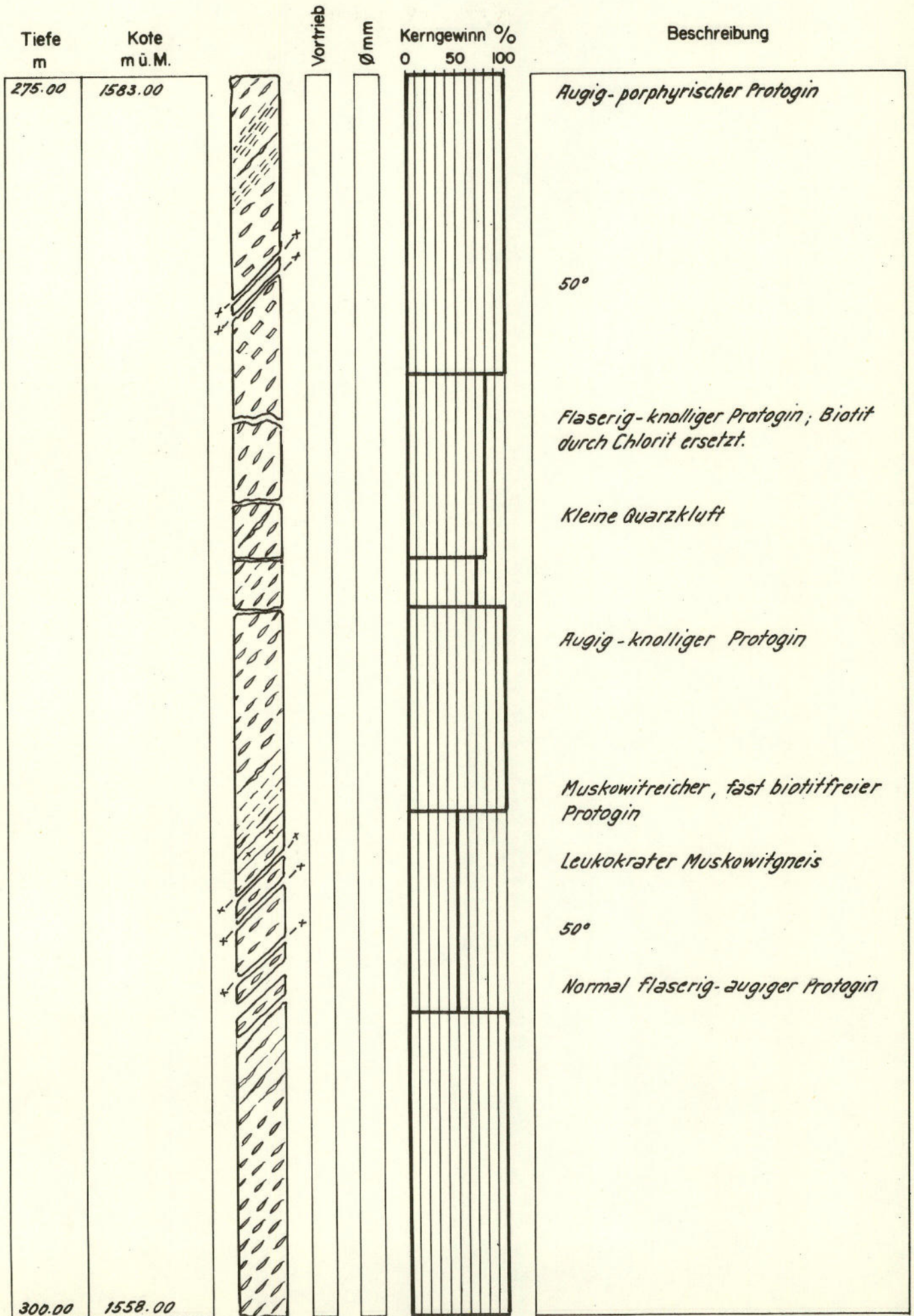
Sondierbohrung Campo Solario

Tiefe m	Kote m ü.M.	Vortrieb	Ø mm	Kerngewinn %			Beschreibung
				0	50	100	
225.00	1633.00	2.10		[Diagram showing 100% core recovery]			<p><i>Augig-flaseriger Protogin .</i></p> <p><i>Im oberen Teil : einzelne Einlagerungen von orange-gelbem Kalzit .</i> <i>Dazu noch einige Fetzen von geschiefertem Biotitgneis .</i></p> <p>60°</p> <p><i>Leicht knollig</i></p>
		3.10		[Diagram showing 100% core recovery]			
		5.10		[Diagram showing 100% core recovery]			
		7.10		[Diagram showing 100% core recovery]			
		8.10		[Diagram showing 100% core recovery]			
250.00	1608.00			[Diagram showing 100% core recovery]			

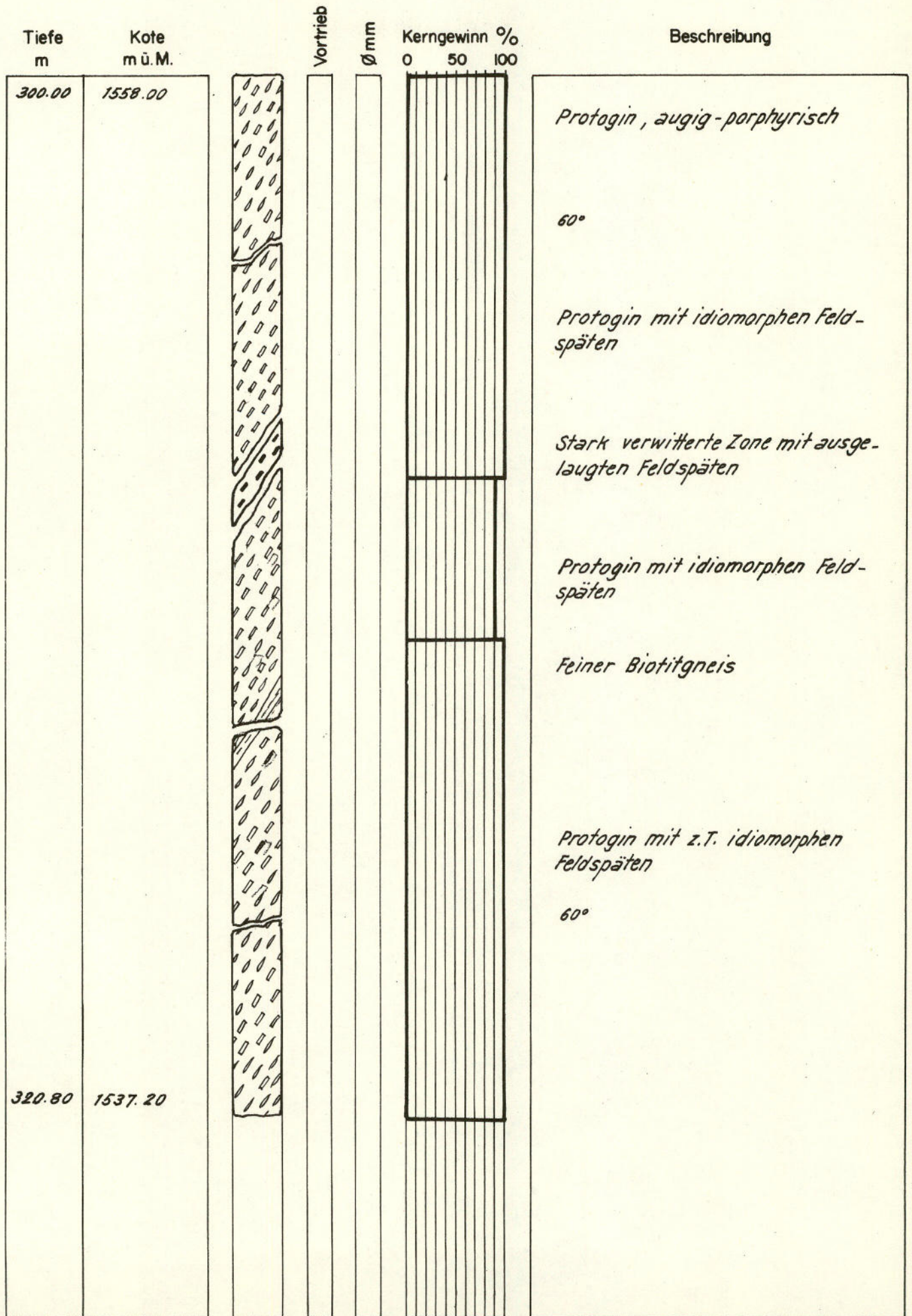
Sondierbohrung Campo Solario



Sondierbohrung Campo Solario



Sondierbohrung Campo Solario



2. DIE DISKUSSION

2.1. Das Quartär

Aus topographischen Gründen musste die Sondierung in der quartären Ueberdeckung angesetzt werden und zwar am Fusse des breiten Schuttkegels süd-westlich der Alp Campo Solario. Als Folge der Rauhwanke, welche die Talwände bildet, besteht das durchbohrte Material vorwiegend aus Rauhwanke und aus dem daraus entstandenen Sand. Bei einer Tiefe von 30 - 31 m wurden aber fremde Kristallinbrocken durchbohrt, die nur einer Moränenbedeckung angehören können. Dadurch muss die Grenze zwischen quartärer Ueberdeckung und anstehendem Fels bei 31 m Tiefe angesetzt werden.

2.2. Die Trias

Im oberen Teil des erwähnten Schuttkegels ist noch eine dünne Lage von Frodalera-Schiefern aufgeschlossen, welche den Kern der nördlichen Synklinale bildet. Gegen Osten wird sie vom Schutt überdeckt. Obwohl sie theoretisch gegen Osten weiter ziehen könnte, wurde sie in der Sondierung nicht angetroffen. Das heisst, dass die Achse der aus Frodalera-Schiefern bestehenden Synklinale gegen Osten, seitlich, in die Luft sticht. Es ist somit erwiesen, dass die Unterfläche der oberen Trias nicht bis auf die Kote der Terrasse von Campo Solario reicht.

Um die Interpretation des Bohrresultates zu erleichtern, sei hier noch das, im Bereiche der Piora-Mulde gewonnene, stratigraphische Profil der Mittel- und Untertrias wiedergegeben:

Mitteltrias: Zuoberst hat man eine Wechsellagerung von Glimmerschiefern und Dolomitbänkchen.

Im mittleren Teil hat die Rauhwanke, in verschiedenen Ausbildungen, die Vormacht. (Rauhwanke, Zellendolomit, brekziöse Rauhwanke, Rauhwanckenbrekzie mit Fremdkomponenten und stellenweise mit Nestern von Zuckerdolomit).

Im untersten Teil ist eine Wechsellagerung von geschiefertem, talkführenden Dolomiten und mehr bankigen Dolomiten. Stellenweise werden die Dolomite zuckerig oder rauhwackig.

Untertrias: Sie ist meistens in Form eines hellen Quarzites vertreten. In den wenigen oberflächlichen Aufschlüssen ist der sedimentäre Kontakt mit der altkristallinen Unterlage schlecht zu erkennen.

Wenn man nun das Kernprofil von oben nach unten zusammenfassend untersucht, erhält man folgendes Bild:

Mitteltrias:

- 0 - 6 m = 6 m : Brekziöse Rauhwacke
- 6 - 21 m = 15 m : Orange- braune Rauhwacke
- 15 - 19 m = 4 m : Zuckerdolomit
- 19 - 27 m = 8 m : Orange- braune brekziöse Rauhwacke
- 27 - 35 m = 8 m : Leicht zuckeriger Dolomit, mit Hohlräumen, die mit Tonabsätzen ausgefüllt sind
- 35 - 42 m = 7 m : Brekziöse Rauhwacke
- 42 - 74 m = 32 m : Phlogopitdolomit, mit Einlagerungen von weissem Dolomit
- 74 - 97 m = 23 m : Phlogopitdolomit, leicht zuckerig
- 97 - 106 m = 9 m : Phlogopitdolomit mit dem Charakter einer Rauhwacke
- 106 - 117 m = 11 m : Phlogopitführender Kalkmarmor mit dünnen Rauhwackezwischenlagen
- 117 - 122 m = 5 m : Phlogopitführender Dolomitmarmor mit Nestern aus Rauhwacke
- 122 - 130 m = 8 m : Rauhwackige Brekzie mit Dolomit- und Marmorfragmenten.
- 130 - 134 m = 4 m : Weisser Kalkmarmor mit rauhwackigen Schlieren
- 134 - 144 m = 10 m : Rauhwacke, zum Teil kavernös, leicht brekziös
- 144 - 158 m = 14 m : Zuckerdolomit
- 158 - 169,5m = 11,5m : Kalkmarmor mit einzelnen Bändern von Dolomit

Aus dem Vergleich mit dem oben angegebenen, für die Piora-Mulde gültigen Sammelprofil der Mitteltrias geht hervor, dass hier die mittlere und die untere Mitteltrias vertreten sind und dass die Grenze ungefähr oberhalb des Kalkmarmors bei 106 m Tiefe durchzieht. Die 170 m stellen die scheinbare Mächtigkeit der durchörterten Mitteltrias dar. Wenn man eine mittlere Neigung von 45° annimmt, würde sich die wahre Mächtigkeit auf 120 m reduzieren. Da aber die Neigung teilweise noch grösser ist, nimmt die Mächtigkeit einen kleineren Wert an, der durchaus in den Rahmen der Variationsbreite der Mächtigkeit der Mitteltrias südlich des Gotthard-Massivs fällt.

Auch die petrographische Ausbildung entspricht dem normalen Bild. Ganz anders verhält sich dagegen die Untertrias, welche folgende Zusammensetzung aufweist:

- | | | | |
|------------------|------------|---|---|
| 169,50- 170,50 m | = 1,00 m | : | Wechselagerung von weissem Dolomit und grauem biotitführendem Quarzit |
| 170,50- 173 | m = 2,50 m | : | Grauer biotitführender Quarzit mit spärlichen dünnen Dolomitlagen |
| 173 - 176 | m = 3 | m | : Weiss-gelblicher glimmerführender Dolomit übergehend in |
| 176 - 179 | m = 3 | m | : Hornblendeschiefer, die ähnlich wie Tremolaschiefer aussehen, jedoch mit Gipsknauern, welche im nächsten Horizont andauern. |
| 179 - 182 | m = 3 | m | : Ohne Unterbruch gehen die Hornblendeschiefer in mesokrate Glimmerschiefer über, die noch Biotitfasern und Hornblendeschlieren aufweisen. |
| 182 - 184 | m = 2 | m | : Gleichfalls ohne Unterbruch gehen die vorangehenden Schiefer in einen homöokornigen Granitgneis über |
| 184 - 186 | m = 2 | m | : Der Granitgneis wird flaserig-augig und zeigt die Ausbildung eines normalen vergneisten Medelsprotogin. Die Orthoklasphaenokristalle sind zwar zerbrochen und zeigen gelegentlich Knauerform. |

Da im Kernprofil keine Trennfläche zu erkennen ist, bleibt die Grenze zwischen Untertrias und altkristalliner Unterlage problematisch. Fraglich ist, ob die Hornblendeschiefer einen spärlichen Rest der Tremolaschiefer darstellen oder ob sie aus der alpinen Umwandlung permischen oder triadischen, sandig-tonigen Ablagerungen entstanden sind. Grundlegend ist aber, dass die Trias direkt mit der altkristallinen Unterlage verbunden erscheint.

Die wahre Mächtigkeit dieser Untertrias beträgt, wenn man die Hornblende-schiefer noch dazu rechnet, ungefähr 6 - 7 m.

Es ist somit die auf Grund der spärlichen Aufschlüsse gewonnene Vermutung bestätigt, dass die untere Trias mit der eigenen sedimentären Unterlage noch primär verbunden ist, was viele Möglichkeiten für die Interpretation des Selva Secca-Granites ausschliessen kann.

2.3. Das Altkristallin

Wenn man von den soeben besprochenen Kontaktgesteinen absieht, besteht das sondierte Altkristallin ausschliesslich aus einem porphyrischen Zweiglimmergranitgneis, der die gleichen petrographischen Charakterzüge wie der Medelsprotogin aufweist. Durch die Deformation der Orthoklasphaenokristalle zu Augen, bleibt die Schieferung allgemein deutlich erkennbar. Nur an ganz wenigen Stellen zeigen die Einsprenglinge eine bessere Eigengestalt.

Man hat die Sondierung zirka 120 m weiter getrieben um die Sicherheit zu gewinnen, dass der angetroffene Granitgneis wirklich zum Selva Secca Granite gehört und keinen dünnen Span darstellt, der tektonisch in die Höhe geschoben worden ist.

Im Vergleich zu den an der Oberfläche beobachtbaren Verhältnissen hat man somit eine neue Erkenntnis gewonnen: Der Selva Secca-Granit ist nicht nur im Süden sondern auch im Norden durch den Protogin umrahmt. Dazu muss man noch im Auge halten, dass die Sondierung etwa 100 m vom Südrand des Gotthard-Massivs entfernt ist, wo die südliche Protoginhülle des Granitkomplexes von Alpe di Gana, direkt hinter den Hütten der Alp Campo Solario, aufgeschlossen ist.

IV. DIE STRUKTUR

Da im gewählten Vorgang der Bohrtechnik keine orientierten Bohrkerne gewonnen werden konnten, muss man sich mit Winkelmessungen an den Kernen begnügen, welche die Himmelsrichtung des Einfallens nicht angeben.

Aus der Darstellung geht hervor, dass die Winkelwerte in der Trias stark variabel sind. Das entspricht der unruhigen Lagerung der Trias der Oberfläche. Wichtiger ist die regelmässige Schieferung des Altkristallins, die mit $50 - 60^{\circ}$ einfällt. Diese Neigung entspricht durchaus den Werten, die man sowohl im Gotthard-Massiv, wie im Selva Secca-Granitgneis messen kann. Es ist darum die Schlussfolgerung erlaubt, dass auch das Fallazimut im Bohrloch, ähnlich wie an der Oberfläche, um Norden schwanken muss.

V. SCHLUSSBETRACHTUNG

Zu dem Antrag für die Sondierungen wurde ein Profil längs der Koordinate 704 beigelegt. Wenn man nun das Resultat der Flachsondierung Campo Solario mit der vorausgesehenen Lage der Grenze zwischen Trias und Altkristallin vergleicht, sieht man, dass die zwei kaum unter 200 m liegenden Werte nahe zusammenfallen.

Die Sondierung hat ja die Verbindung zwischen Gotthard-Massiv und Selva Secca-Granitgneis abtasten müssen. Die Verbindung zwischen Bohrprofil und Selva Secca-Granit ist ja schon oberflächlich offensichtlich und wird durch die Sondierung bestätigt. Die Verbindung gegen das Gotthard-Massiv wird durch das Auftreten der porphyrischen Granitgneise vom Typ Medelsprotogin sowohl am Südrand des Gotthard-Massivs (unmittelbar nördlich der Hütten Campo Solario aufgeschlossen), wie in der Sondierung, so wahrscheinlich gemacht, dass man es als gesichert betrachten kann.

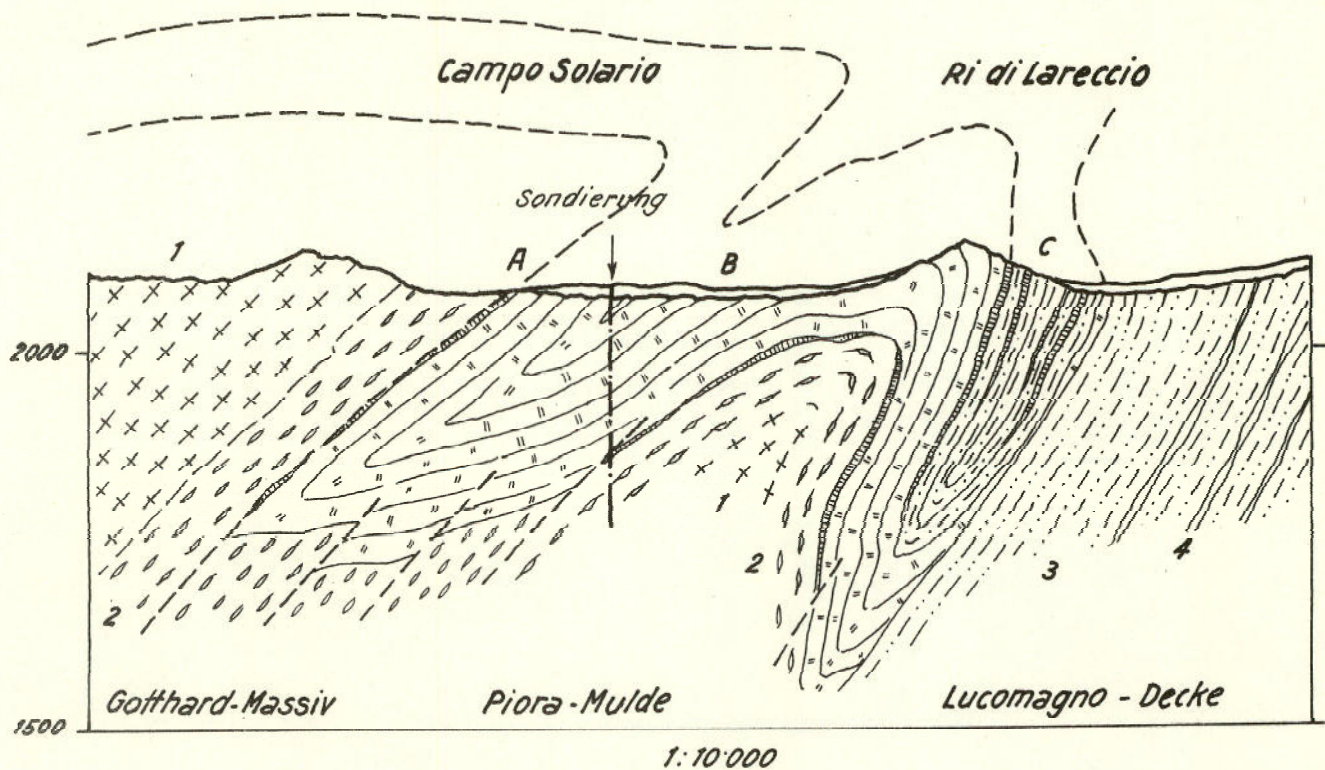
Diese Uebereinstimmung zwischen Prognose und Befund wurde nur erwähnt um zu zeigen, dass die Grundkonzeption im Aufbau der Piora Mulde doch zu annehmbaren prognostischen Resultaten führen kann.

Zürich, Mai 1966

E. Dal Vesco
Prof. Dr. E. Dal Vesco

NORD - SÜD - PROFIL DES ANTRAGES MÄRZ 1964

(Längs der Koordinate 704)



Altkristallin

1. Granit übergehend in Granitgneis (Typ Cristallina)
2. Porphyrischer Granit bis augiger Granitgneis (Typ Medels)
3. Psammit - bis Quarzitgneise, z.T. granatführend
4. Amphibolitische Zwischenlagen

Triasgesteine

- A. Dünnbankige helle Dolomite mit Quarzit an der Basis
- B. Rauhwacke, ohne deutliche Schichtung. Uebergänge zu Zellendolomit und selten zu Zuckerdolomit
- C. Granat- und Hornblendeglimmerschiefer der Frodaleraserie mit quarzitischen Zwischenlagen