

eine Oberfläche von einigen hundert qkm nicht überschreiten. Zu wenig, um irgendwelchen Einfluß auf die in Mexiko erfolgten klimatischen Veränderungen ausgeübt zu haben und um Ablagerungs- oder Erosionsrhythmen oder großzügige Veränderungen der geographischen Landschaft, wie es dagegen in den nördlicher gelegenen Regionen der Fall ist, hervorrufen zu können. Die mexikanischen Vergletscherungen der Vergangenheit sind demnach Rückwirkungen — innerhalb ihrer allgemeinen Linien — längst vergangener klimatischer Ereignisse und die Veränderungen und Stadien Folgen des örtlichen Klimas.

In der letzten Zeit hat man versucht, Zusammenhänge mit den 4 großen Vergletscherungen Nordamerikas aufzustellen. Aufgrund meiner, jedoch noch nicht vollständig abgeschlossenen Nachforschungen, handelt es sich nur um zwei Vergletscherungen, wie ich diese übrigens auch in anderen subtropischen Zonen Südamerikas feststellen konnte.

Wenn man außerdem noch in Betracht zieht, daß die Gletscherveränderungen in Mexiko die Auswirkung von örtlichen Klimaveränderungen sind, ist es offensichtlich, daß hieraus keine für die mexikanische Quartärzeit gültige Chronologie abgeleitet werden kann. Die großen nordamerikanischen Vergletscherungen stehen dagegen in engster

Verbindung mit den Pluvial- und Interpluvialzeiten der entsprechenden tropischen Zonen der Neuen Welt, so wie die europäischen Vergletscherungen in Beziehung zu den afrikanischen Pluvialzeiten stehen.

Diese Wechselwirkungen der Pluvial- und Interpluvialzeiten werden dazu ausersehen sein, als Grundlage zu dienen für den Aufbau der Chronologie der quartären und prähistorischen Ereignisse in Mexiko.

#### Literatur:

- Aguilera y Ordoñez: Expedition científica al Popocatepetl. — Com. Geol. Mexico, 1895.  
 Blasquez, L.: Anales Inst. Geol. Mex., XII, p. 57, 1957.  
 Blasquez, L.: Bol. Inst. Geol. Mex. n. 61 p. 93, 1961.  
 De Terra H., Tepexpan Man. — Wiking Fund Publ. n. 11; 1949.  
 Freudenberg: Mem. Soc. Cient. Alzate, 31, p. 71. Mexico 1911.  
 Jaeger, F.: Forschungen üb. diluviale Klima in Mexico. — Peterm. Mitt. E. H. 190, 1926  
 Lorenzo, J. L.: Los glaciares de Mexico. — Inst. Geof. Mon. n. 1, 1959.  
 Lorenzo, J. L.: Bol. Inst. Geol. Mex. n. 61, p. 77, 1961.  
 Mooser, F.: IV. Central America. — Cat. Active vulc. Wordl., Intern. Vulc. Ass. 1958.  
 Ordoñez, A.: Mem. Soc. Cient. Alzate, 8, p. 31 — Mexico 1894.  
 Waitz, P.: Bol. Soc. Geol. Mex. 7, p. 67, 1910.  
 Weitzberg, F.: Mem. Soc. Cient. Alzate, 41, p. 65. Mexico 1923.  
 Withe, S.: Journ. Glac. 2, p. 389, 1954.  
 Withe, S.: Journ. Geol., 64, p. 289, 1956.  
 Withe, S.: El Ixtaccihuatl. — Publ. 6 Inst. Antr. Hist. Mexico 1962.  
 Wallén, C. C.: Fluctuations a. variability in mexican ranfalls. — The future of arid lands. p. 141, 1956.

## Über zwei Elektro-Schmelzsonden mit Vertikal-Stabilisierung

Kurzbericht über Messungen am Jungfrauojoch (Schweiz) im Stollen Q100 der PTT;  
Arbeitsplatz: Hochalpine Forschungsstation

Von Karl Philberth, München \*

Im Eis des ebengenannten Stollens<sup>1)</sup> — Klareis und Blaseneis mit rund  $-2^{\circ}\text{C}$  — wurden im Juni 1963 vom Verfasser Messungen mit zwei verschiedenen Typen selbstkonstruierter Schmelzsonden durchgeführt. Jede Sonde war an ihrem oberen Ende an einem Starkstromkabel befestigt. Die beiden Sondentypen waren zu dem Zweck kon-

struiert, einen Sondenaufbau zu finden, der — auch unter ungünstigen Verhältnissen — durch Selbst-Stabilisierung einen vertikalen Lauf der Sonde im Eis sicher erreicht und beibehält. Das ist besonders für Sonden nach dem vom Verfasser vorgeschlagenen Abspulprinzip<sup>2)</sup> wichtig.

Bei dem Typus der „wärmekonstanten“

\*) Dr. Karl Philberth, 8 München 23, Destouches-Straße 14

Sonde (S<sub>1</sub>) ist der Wärmefluß stets achsial-symmetrisch. Um dabei eine wirksame Ausrichtung zur Vertikalen zu erreichen, ist bei diesem Typ der Kopfboden sehr stumpf — nahezu eben — und es sind das untere und obere Ende der Sonde gegenüber dem mittleren Teil verbreitert (Fig. 1 rechts). Bei dem Typus der „wärmegesteuerten“ Sonde (S<sub>2</sub>) ist ein senkrecht zur Achse liegender, teilweise mit Quecksilber gefüllter Spalt vorgesehen. Das stets an die tiefer liegenden Stellen des Spaltes fließende Quecksilber bewirkt dort einen guten Wärmekontakt. Dadurch wird der Wärmefluß im Kopfboden in Abhängigkeit von der räumlichen Lage der Sonde gesteuert, wodurch diese die vertikale Lage anstrebt. Der Kopf ist konisch; im übrigen ist die Sonde zylindrisch (Fig. 1 links; Fig. 2). Mantel und Kopf beider Typen bestehen aus Kupfer.

Im Eis eingebettete Steinchen von 1—2 mm  $\phi$  wurden von Sonde S<sub>1</sub> (flacher Boden!) dauernd vorne hergeschoben und verursachten großes Überprofil und schlechte Steue-

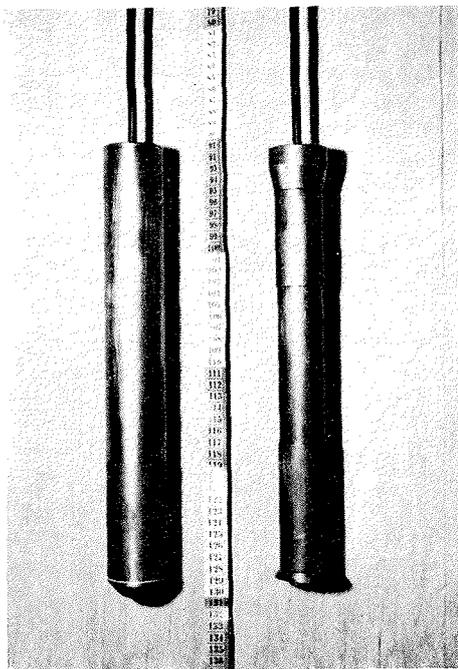


Fig. 1

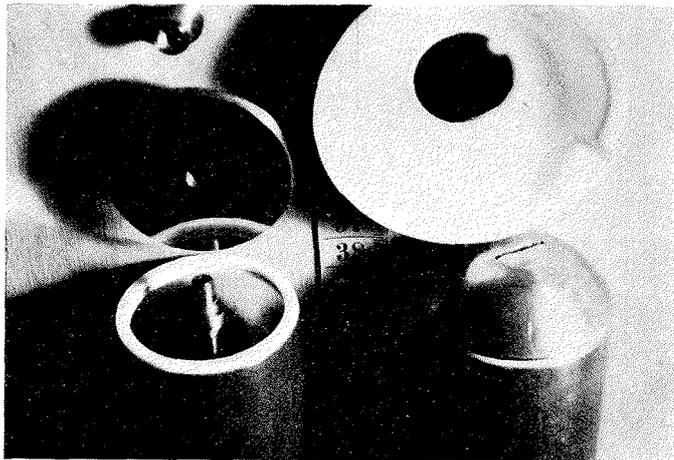


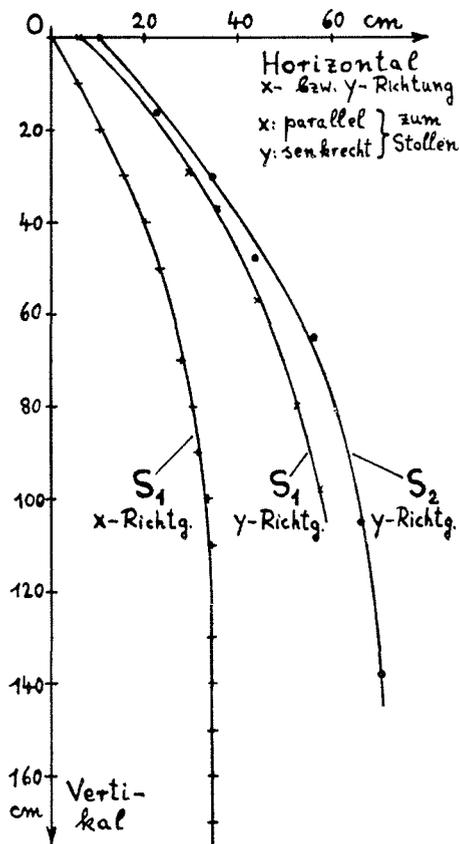
Fig. 2

rung; verunreinigende Sandkörper mit 0,1 bis 0,2 mm  $\phi$  jedoch wurden einfach zur Seite gespült. Alle nachfolgenden Messungen erfolgten in nicht verunreinigtem Eis.

Der Kopfdurchmesser von S<sub>1</sub> und S<sub>2</sub> war je 50 mm; die normale Heizleistung rund 400 Watt. Der Überprofil-Faktor (Schmelzkanal- $\phi$  geteilt durch max. Sonden- $\phi$ ) lag für S<sub>1</sub> bei rund 1,1 für S<sub>2</sub> bei rund 1,15.

Trotzdem ist S<sub>1</sub> vom Standpunkt des Überprofils ungünstiger, weil ihr mittlerer  $\phi$  nur 40 mm beträgt. Der auf das am Kopfboden entwickelte temperierte Schmelzwasser entfallende Anteil des Überprofil-Faktors lag für S<sub>1</sub> und S<sub>2</sub> bei rund 1,05 (entsprechend einem Wirkungsgrad von 0,9; vergl. <sup>3)</sup>; der restliche Faktor von 1,05 (für S<sub>1</sub>) bzw. 1,1 (für S<sub>2</sub>) entfiel auf die Wärmeabgabe der Seitenwände.

Um die Aufrichtung der Sonden in die Vertikale zu untersuchen, wurden sie in schräger Lage in die Seitenwand eingeschmolzen und ihr Verlauf entlang einer Laufstrecke bis zu 2 m beobachtet. Die Ausmessung des räumlichen Verlaufs des Schmelzkanals erfolgte teils visuell, teils durch horizontale Bohrungen. Insgesamt wurden drei Kanäle mit schrägem Anfangsverlauf auf ihre räumliche Lage vermessen;



ihr Verlauf ist graphisch dargestellt. Wie diese Darstellung zeigt, richten sich beide Sondentypen rasch in die Vertikale. Übereinstimmung mit dieser durch Messung des

Bahnverlaufs bestimmten Tatsache zeigten auch die Beobachtungen der Sonde während des Schmelzvorganges, wobei Färbung des Schmelzwassers gute Dienste leistete.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß beide Sonden bei mäßigem Überprofil eine gute Steuerung in die Vertikale zeigten. Die ihrer Konstruktion zugrunde liegenden theoretischen Untersuchungen haben sich somit bestätigt. Auch die innere Konstruktion der Sonden hat sich bewährt. Dagegen ist die gehabte flache oder abgestumpfte Kopfform nicht geeignet für durch größere Teilchen verunreinigtes Eis. Da man in Alpengletschern gewöhnlich mit Verunreinigungen rechnen muß und bei tiefen Bohrungen in Grönland und in der Antarktis auf mehrere kleine Meteorite stoßen kann, sollte man stets mit kegelförmigem Kopf arbeiten, damit die Sonde Partikeln ausweichen kann. Die „wärmekonstanten“ Sondentypen dürften aber bei kegelförmigem Kopf nur noch schwache Steuerung in die Vertikale zeigen. Deshalb wird man zweckmäßig durch Quecksilber oder anderweitig wärmegesteuerte Sonden bevorzugen. Hochwirksame Vertikal-Stabilisierung ist nur erforderlich, wenn (zwecks Durchbohrung sehr kalten Eises) die Sonde starke Seitenwandbeheizung hat oder sich nach hinten konisch verjüngt.

Ich danke Herrn Prof. R. Häfeli für Unterstützung und Mithilfe bei diesem Programm, Herrn Kreistelephondirektor W. Küpfer, der den Stollen zur Verfügung gestellt hat, meinem Bruder B. Philberth für die Mitarbeit an den Sonden. Dem Stiftungsrat der Forschungsstation danke ich für den Arbeitsplatz, der Deutschen Forschungsgemeinschaft für die Finanzierung.

#### Literatur:

- 1) Häfeli, R.: Geologie und Bauwesen, Jhrg. 26, H. 4, 1961, S. 193.
- 2) Philberth, K.: C. R. Ac. Sciences, t. 254, 1962, S. 3881—3883.
- 3) Shreve, R. L.: Journal of Glaciology, No. 32, 1962, S. 158.