

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Vermessung, Kulturtechnik und Photogrammetrie = Revue technique suisse des mensurations, du génie rural et de la photogrammétrie

Herausgeber: Schweizerischer Verein für Vermessungswesen und Kulturtechnik = Société suisse de la mensuration et du génie rural

Band: 47 (1949)

Heft: 8

Artikel: Joabs Schacht und Hiskias Tunnel : dreitausend Jahre Bauingenieur-Geodäsie [Schluss]

Autor: Berroth, A.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-206577>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.03.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Internationaler Geometerkongreß

Es trennen uns nur noch wenige Tage von dieser großen Kundgebung unseres internationalen Berufsverbandes.

Im Hinblick auf unsere ausländischen Berufskollegen, die sich in sehr großer Zahl angemeldet haben, zählen wir auf einen imponierenden Aufmarsch unserer schweizerischen Kollegen.

Senden Sie uns unverzüglich Ihre Anmeldekarte und kommen Sie alle vom 22. bis 27. August nach Lausanne. Seien Sie uns alle herzlich willkommen.

Der Präsident des Organisationskomitees:
Ls. Hegg

Joabs Schacht und Hiskias Tunnel Dreitausend Jahre Bauingenieur-Geodäsie

von Prof. Dr. Ing. A. Berroth

(Schluß)

Mit Hilfe des ebenfalls bekannten rechten Winkels darf man ein primitives Gerät voraussetzen, das den Übergang von verikal zu horizontal gestattete (Fig. 8¹). Das „Nivellement“ wird also darin bestanden haben, daß die Ingenieure entlang der Außenseite des Berges mit einem solchen Gerät durch Abtasten des Geländes fortlaufend die Horizontale direkt ermittelten.

Der Vorgang beim Bau des Stollens wird also der gewesen sein, daß zunächst der rechte Winkel in A abgesteckt, am Siloahbrunnen 110 Meter, an der Marienquelle 94 Meter abgesetzt wurde. Ein Längenmaß war vorhanden, wie die Inschrift beweist: 1200 Ellen = 1750 englische Fuß = 535 Meter.

Damit war der Punkt x erreicht, bei welchem, da nur 5 Meter von der Bergfläche entfernt, die akustischen Signale von außen eine Rich-

¹ Der Verfasser hat in jungen Jahren mit einem derartigen primitiven Gerät ohne Fernrohr durch Einweisen der Hand an einer Meßlatte eine 400 Meter lange Strecke mehrfach „nivelliert“ und auf diese Strecke einen m. Fehler der Einzelmessung von 20 cm gefunden.

tungswendung geboten. Mit weiteren Signalen auf dem Weg von x nach Norden ging dann der Bau solange weiter, bis in I die Signale nur mehr schwach hörbar waren¹.

Von Norden herkommend, war durch Längenmessung der Punkt y erreicht; von hier aus war eine allmähliche Rückkehr nach der Außenseite geboten bis zum Punkt II, wo die akustischen Signale gerade wieder auftauchten.

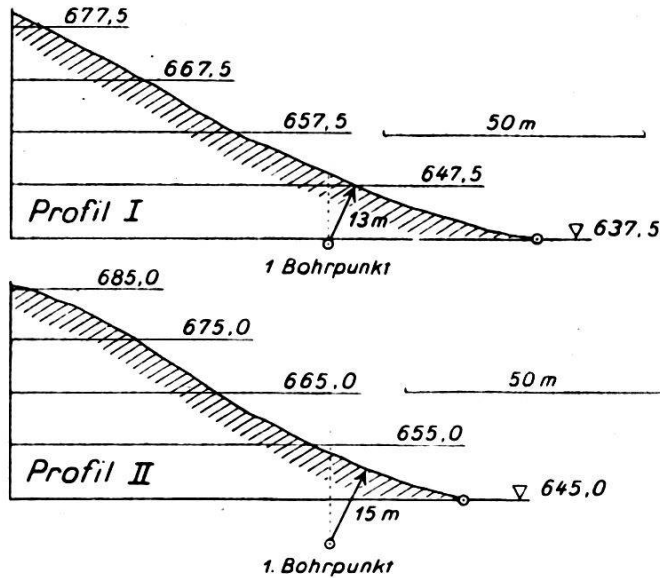


Fig. 4 und 5. Profil in I und II

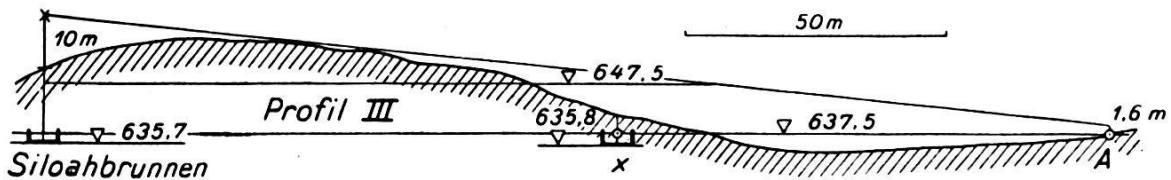


Fig. 6. Profil III in A

In den Profilen I und II sind die kleinsten Entfernungen aufgesucht, welche den Ansatzpunkt der Bohrung in 1,2 Meter über der Sohle von der Oberfläche bei I und II haben. Man kommt auf höchstens 15 Meter, ebenso später bei Joabs Schacht – also die Hörbarkeitsgrenze, wenn man das akustisch ungünstigste Gestein annimmt.

Die Nischen, Absätze und Kanten sind die Testpunkte für die Überlieferung der Linienführung, die Zeugen der kategorischen Imperative für die Eingriffe der Leitung.

¹ Zu der Hörbarkeit von Klopfsignalen von außen und von innen äußert sich der Bergingenieur, Dr. Ing. A. Schleusener, von der Seismos, Hannover, vom Verf. befragt, folgendermaßen: „Kräftige Klopfzeichen auf felsiger Oberfläche sind je nach dem Gestein unterirdisch bei völliger Ruhe etwa 15 bis 30 Meter weit zu hören. Die Wahrnehmungsbedingungen beim Durchschlag eines Stollens werden etwas schlechter sein.“

Auf sie besonders kann sich der schlüssige Beweis gründen, daß hier kein Zufall vorherrschte. Hier kann man aus Stein die zeitlich aufeinanderfolgenden Entschlüsse wie aus einem Buch ablesen.

Wir sehen den leitenden Ingenieur jeden Morgen in den Stollen kommen und seine Direktiven ausgeben. Diese waren betreffend Richtungskorrektur oft derartig bedeutend, daß bereits herausgeschlagene Stücke des vorhergehenden Tages entweder einfach stehengelassen wurden (Nischen) oder zu Versetzungen (Absätzen) oder Erweiterungen (Kanten) führten. Dabei waren plötzliche Richtungsänderungen von 90 Grad keine Seltenheit – und dies wiederum ist geradezu ein Charakteristikum für die Richtungsirritation des Schalls im Fels. Wenn man primitive Winkelmessungen annehmen dürfte, so wären doch solch plötzliche Richtungsänderungen mit diesem Verfahren nicht verständlich.

Was hatte der Ingenieur unternommen? Er hatte in der Stille der Nacht, während einer Arbeitspause, die Richtung kontrolliert. Winkelmessungen können es nicht gewesen sein, Kompaß, Sonne und Polarstern scheiden aus, also bleiben nur außenakustische Signale übrig, die nach Gestalt des Geländes das Nächstliegende sind und auf welche die ruckweisen Änderungen eindeutig hinweisen.

Man darf dabei aber nicht annehmen, daß es sich um eine direkte Richtungsbestimmung handelte, sondern diese wird indirekt aus der Hörbarkeitsgrenze oder der Schallstärke bei Anlegen des Ohrs an die Wand, also einer Entfernungsschätzung im Zusammenhang mit den Konturen des Geländes, erfolgt sein.

Erst im allerletzten Stück zwischen I und II darf man in der Nähe des Durchschlags annehmen, daß das gegenseitige Klopfen im Innern hörbar war (innenakustische Signale). Da dies aber bekanntlich durch hohle Stellen, Klüfte usw. in der Richtung sehr irritiert, entstand hier eine im Bau deutlich ausgeprägte „*nervöse Stelle*“ (Fig. 3, nach Conder).

Über dieses den Ingenieur besonders interessierende Stück schreibt Conder nach Merckel:

„Bei *c* hat also die obere Gruppe zum letzten Male die Tunnelachse weiter nach rechts verlegt und arbeitete nun direkt der unteren Gruppe entgegen, die ihrerseits auch die falsche Richtung aufgab und sich mehr nach rechts wandte. Der Einschnitt *h* ist nicht von der unteren Gruppe gehauen, sondern muß von der anderen Arbeitskolonne hergestellt sein, weil die Spuren der Meißel erkennen lassen, daß die Arbeiter von oben in schräger Richtung nach der Seite hin arbeiteten, nicht aber von unten in gerader Richtung vorwärts.“

Der Einschnitt *h* erklärt sich also daraus, daß man sich der Achsenveränderung bei *c* wegen genötigt sah, den Tunnel nach Westen zu erweitern, und dies in der kürzesten und einfachsten Weise tat, nämlich vermittelt einer Ecke in der Wand, statt ihre Fläche allmählich mit der veränderten Richtung des Tunnels auszugleichen, wie es bei den Punkten *a* und *f* geschehen ist. . . .“

Das gleiche außenakustische Prinzip darf man auch beim Bau des schiefen Schachts Joabs annehmen, nachdem die Verbindung von Spitze

zu Quelle auf der Oberfläche abgesteckt war, weil hier ebenfalls nur 14 Meter Gesteinsdicke maximal vorkommen (Fig. 7).

Für die Höhe ist anzunehmen, daß von der Marienquelle (636 m) mit Hilfe einer Stange zunächst 9 Meter vertikal in die Höhe gegangen

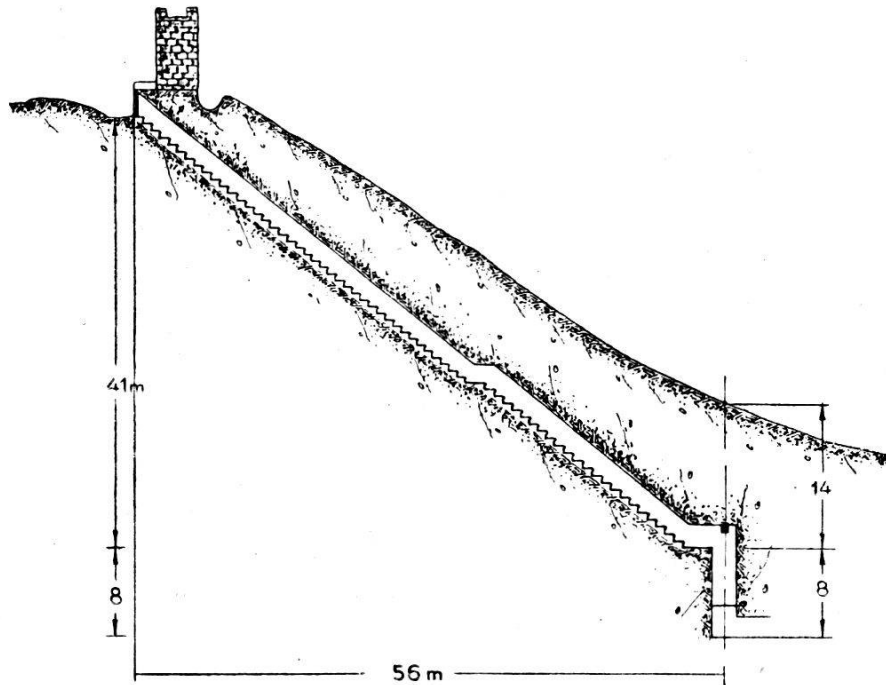


Fig. 7. Ungefährer Längsschnitt durch Joabs Schacht

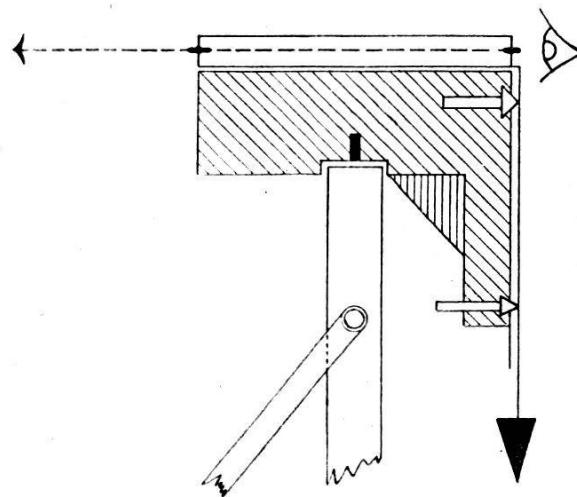


Fig. 8. Primitives Nivelliergerät

wurde, sodann entlang der 645 m-Schichtline „nivelliert“ wurde und am Ende 9,3 m vertikal nach unten abgesetzt wurden (Siloahbrunnen, 635,7 m).

Für den technischen Fachmann besonders interessant ist der *Durchschlag*. Hierüber lassen sich an Ort und Stelle Schlüsse ziehen. Die fort-

laufenden horizontalen Versetzungen lassen erkennen, daß der Durchschlagsfehler unterhalb $\frac{1}{2}$ Meter gelegen haben muß.

In Höhe ließ sich an der verschiedenen Bearbeitungsweise und an einer 32 cm betragenden Stufe im Kanalbett feststellen, daß der untere Teil ursprünglich höher lag und nachgearbeitet wurde, um das Wasser zum Fließen zu bringen. Der Höhenfehler des Durchschlags wird also wohl unterhalb $\frac{1}{3}$ Meter gelegen haben.

Zusammenfassung

Allein schon die dokumentarisch bewiesene und heute noch nachprüfbare Tatsache, daß die Ingenieure zum ersten Male in der überlieferten Geschichte auf den Gedanken kamen, einen Tunnel von zwei Seiten gleichzeitig anzupacken, um zu einem Durchschlag zu kommen, stellt eine Leistung dar und ein technisches Prinzip, das heute noch und wohl immer Gültigkeit hat.

Der Anlaß dazu mag vielleicht nicht bewußte Überlegung gewesen sein, sondern ist in der akuten Gefahr zu sehen, die in dem Heranrücken eines feindlichen Heeres lag und auf Beschleunigung der Vollendung drängte.

Ohne technische Planung und ohne technische Hilfsmittel den Erfolg mehr oder weniger dem Zufall zu überlassen, ist eine Annahme, die von vornherein keine Wahrscheinlichkeit besitzt. Man kann also der Auffassung Conders wohl kaum zustimmen, daß es sich dabei um eine „rudimentäre“ Ingenieurkunst handle – mag sie auch primitiv genannt werden.

Im vorstehenden wurde vom Standpunkt des Technikers aus der Versuch unternommen, die geometrischen und bautechnischen Prinzipien, die bei der Ausführung maßgebend gewesen sein können, nach dem Grundsatz der Einfachheit aufzuzeigen. Streng beweisen auf direktem Wege wird man das nie können, da es derartige Überlieferungen nicht gibt.

Beachtenswert bleibt noch die allgemeine Aufteilung nach OW und NS, die mit *kultischen Motiven* (Baaldienst, Sonne) zusammenhängen könnte, die in der Frühzeit eine entscheidende Rolle spielten.

Trotz vieler Bemühungen ist es dem Verfasser nicht gelungen, eine Schichtlinienkarte in größerem Maßstab als 1 : 10 000 zu beschaffen; daher können die Profile das Gelände nur ungefähr wiedergeben. Eine detaillierte Aufnahme an Ort und Stelle: des Geländes, des Stollens und seiner charakteristischen Punkte würde sicherlich zu weiteren Aufschlüssen führen und dazu beitragen, die behandelten ehrwürdigen Denkmäler der Nachwelt zu erhalten.

Mögen auch die Maße dieser Ingenieurbauten aus dem biblischen Zeitalter, gemessen an der heutigen Technik, klein sein, gemessen an der Geschichte sind sie groß, und das ist das wirklich Entscheidende.

Es ist dem Verfasser eine angenehme Pflicht, verschiedenen Persönlichkeiten und Instituten für ihre Unterstützung herzlichst zu danken:

Den Herren Bibliothekar Eugen Pöhlmann vom Deutschen Museum in München; Oberregierungsrat Liede von der Hauptvermessungsabteilung in Reutlingen; Regierungs- und Vermessungsrat Bundschuh von der Hauptvermessungsabteilung in Reutlingen; Dr. Ing. A. Schleusener von der Seismos G. m. b. H. in Hannover; der Universitätsbibliothek und dem Geographischen Institut der Universität Tübingen.

Benützte Literatur:

- [1] Die Bibel, zu Joab: II. Sam. 5,6–8; I. Chron. 11,4–6; zu Hiskia: II. Kön. 20,20; II. Chron. 32,1–4, 30; Sir. 48,19; der Prophet Jesaja Kap. 36 u. 37.
- [2] C. Schick, Zeitschrift des Deutschen Palästinavereins, Verlag Baedeker, Band I, 1878. – Topographische Karte der näheren Umgebung von Jerusalem 1:10000.
- [3] H. Guthe, Z. d. D. Pal. V., Band V, 1882. – Lageplan nach Ch. W. Wilsons Aufnahme, Band V, 1:2500.
- [4] C. Merckel: Die Ingenieurtechnik im Altertum, Jul. Springer, 1899.
- [5] R. Halliburton: „Der fliegende Teppich“, P.-List-Verlag, 1934.
- [6] H.V. Morton: „Auf den Spuren des Meisters“, Dietrich-Reimer-Verlag, 1939. Bild: Photo L. Preiß.

Die Benutzung der 10stelligen Logarithmentafel des Thesaurus logarithmorum completus, Leipzig 1794

Von Prof. Dr. C. F. Baeschlin, Zollikon

Da für alle Rechnungen, bei denen die Genauigkeit von 8stelligen Logarithmentafeln nicht ausreicht, aus Ermangelung an 9stelligen Tafeln zu der 10stelligen Logarithmentafel des Thesaurus logarithmorum completus, herausgegeben von Georg Vega bei der Weidmannischen Buchhandlung zu Leipzig im Jahre 1794, gegriffen werden muß, und weil für diese Tafel, wie wir noch sehen werden, in großem Umfange die zweiten Differenzen berücksichtigt werden müssen, halte ich es für angezeigt, auf die m. E. bequemste Art der Verwendung der zweiten Differenzen hinzuweisen, die sowohl für die Berechnung des Logarithmus aus dem Argument wie für die umgekehrte Aufgabe eine gleichartige Methode erlaubt.

Es sei a ein Argumentwert, der in der Tafel vorkommt und zu dem der Wert einer Funktion (für uns handelt es sich um $\log a$, $\log \sin a$, $\log \cos a$, $\log \operatorname{tg} a$ und $\log \operatorname{cotg} a$) $f(a)$ gegeben ist. Das in weitem Bereich konstante Argumentenintervall bezeichnen wir mit ω . Es handelt sich darum, den Funktionswert f zu dem Argument $a + n\omega$ zu bestimmen, wo n der sog. Interpolationsbruch ist, der für unseren Fall der Bedingung genügt.

$$0 < n < 1$$