

Joabs Schacht und Hiskias Tunnel : dreitausend Jahre Bauingenieur-Geodäsie

Autor(en): **Berroth, A.**

Objektyp: **Article**

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

Band (Jahr): **47 (1949)**

Heft 7

PDF erstellt am: **11.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-206575>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Es ist daher zweckmäßiger, für die Konstruktion der Parabeln und der Querschnitte an Stelle der Δx und Δy die Fehler ΔX und ΔY in Landeskoordinaten zu benützen, wobei für die Abszissen die Maschinenkoordinaten x bzw. y zu verwenden sind. Im übrigen ist das Verfahren dasselbe wie bei der graphischen Ausgleichung in Maschinenkoordinaten.

Der Vorteil dieses Verfahrens besteht darin, daß die Umrechnung der gegebenen Punkte in Maschinenkoordinaten wegfällt und daß die Verbesserungen ΔX und ΔY eines beliebigen Punktes des Streifens direkt in Landeskoordinaten abgelesen werden. Der Verfasser hat den vorstehend angegebenen Streifen „Payerne-Schönenwerd“ zur Kontrolle auch nach dieser Methode in Landeskoordinaten ausgeglichen, wobei sich dieselben mittleren Fehler für X und Y ergeben haben.

Joabs Schacht und Hiskias Tunnel

Dreitausend Jahre Bauingenieur-Geodäsie

von Prof. Dr. Ing. A. Berroth

Wir modernen Menschen sind geneigt, im strahlenden Lichte der neuzeitlichen Technik auf die Leistungen des grauen Altertums herabzusehen. 3000 Jahre menschlichen Daseins sind eine so lange Zeit, daß sich niemand davon eine klare Vorstellung machen kann. Die Menschen sind gegangen, einige Werke sind geblieben.

Wenn wir heute Ingenieurbauten aus einer so langen Vergangenheit betreten, so ist der erste Eindruck ein Gefühl der Verehrung für die Geschichte, und daran wird auch die Vorstellung nichts ändern können, daß es sich nach heutigen Begriffen um primitive Konstruktionen handelt. Wenn wir Meißelspuren im Gestein, Stufen im Fels, die Linienführung betrachten, so drängt sich dem Techniker die Frage auf, was war hier der leitende Gedanke, warum ist das so und nicht anders gemacht, welches waren die Hilfsmittel.

Diese Fragen an einem der wohl ältesten Beispiele der Geschichte, *aus dem Zeitalter Homers*, zu betrachten, bietet einen eigenen Reiz, zumal bisher fast immer nur der Historiker und der Archäologe zu Wort gekommen sind.

Die hier behandelten Bauwerke bestehen heute noch, fast noch im gleichen Zustand wie vor 3000 Jahren, weil der schützende Fels sie behütete. Aus der Sprache der Bearbeitungsspuren, aus einer wohlerhaltenen Inschrift, aus der Form des Geländes können wir zwingende Schlüsse über die waltenden Gedanken ziehen, und das große Geschichtswerk der Bibel gibt dazu die allgemein menschliche Illustration. Dabei zeigt sich auch hier, daß den sich darauf beziehenden Stellen der Bibel ein nicht abzustreitender Wahrheitsgehalt zukommt, und den Beweis liefern die Dokumente in Stein.

Wer schon einmal in einen gekrümmten Stollen hineinging, der weiß, wie schnell die Richtungsorientierung verloren ist. Sobald der letzte Lichtschimmer von außen verschwindet, ist es ohne technische Hilfsmittel nicht anders als beim Verirren im finsternen Walde. Daß solches sehr groß sein kann und rasch bereitsteht, hat schon jeder erfahren.

Es ist deshalb als vollkommen ausgeschlossen zu betrachten, daß ein so kompliziertes Gebilde, das der in Frage stehende Tunnel in seiner Linienführung darstellt – wie manche technisch nicht geschulten Forscher annehmen – ein Produkt des Zufalls sein kann. Dazu muß man sich vorstellen, daß der Bau unter dem Druck einer feindlichen Bedrohung gestanden hat, also große Eile geboten war.

Es fragt sich also, da es direkte Angaben darüber nicht gibt, welche Anhaltspunkte technischer Art können wir aus den Bauten und aus dem Gelände entnehmen und welche Hilfsmittel werden dies ermöglicht haben. Dabei wird dem Einfacheren der höhere Grad von Wahrscheinlichkeit zuzuschreiben sein.

Geschichtlicher Vorgang

Die Epoche, in der die hier betrachteten Bauten ausgeführt sind, ist gekennzeichnet durch die Geschichte der Völker des Vorderen Orients. Zu Beginn der Epoche war Ilion noch nicht lange zerstört, die Griechen sammelten sich zum Volk, Ägypten stand unter der Militärherrschaft der Pharaonen, im Ausklang seiner Größe begriffen. Das Volk der Unruhe waren die Assyrer, die gegen Ende der Periode schließlich den ganzen Orient beherrschten.

Etwa vor dem Jahre 1020 v. Chr. wurde ein Teil der Siedlung, die heute *Jerusalem* heißt, von den Jebusitern bewohnt, die an der Stelle des Berges Ophel eine Zitadelle hatten. Auf sie wird der etwa 70 Meter lange Schacht zurückgehen, der von der Spitze des Berges zu der am Fuße entspringenden Quelle, der heutigen Marienquelle, hinabführt. Durch diesen Schacht, der eine in Felsen gehauene unregelmäßige Treppe enthält, wurde das Wasser in die Zitadelle heraufgeholt. Der Schacht muß also mindestens 3000 Jahre alt sein.

Er wurde später *Joabs Schacht* genannt, weil angenommen wird, daß bei dem Feldzug König Davids (1033–993) gegen die Jebusiter, dessen Hauptmann Joab durch diesen Schacht in die Zitadelle gelangte, was zu ihrer Eroberung führte – seitdem „die Stadt Davids“. Dies muß um das Jahr 1020 gewesen sein.

Außer dem Schacht und mit diesem in Verbindung, besteht ein 1867 entdeckter, etwa 535 Meter langer, stark gewundener Tunnel, der aus einer etwas späteren Zeit stammt und etwa um das Jahr 701 v. Chr. gebaut worden sein muß. Diese Anlage geht auf einen Angriff der Assyrer unter dem Feldherrn Sanherib auf Jerusalem zurück.

Um diese wegen Wassermangel zur Umkehr zu zwingen, wurde die am Fuße des Berges Ophel entspringende äußere Quelle zugeschüttet,



Fig. 1. Stollenausgang am Siloahbrunnen (Photo 1:1)

und von dem schon mindestens 320 Jahre früher vorhandenen, ins Berginnere verlegten Becken ein Stollen durch den Berg nach einem innerhalb der damaligen Stadtmauer gelegenen Punkt getrieben, der durch die tiefstegelegene Geländestelle gegeben war. Diese ist heute durch den Siloahbrunnen (Fig. 1) und die Siloahteiche gekennzeichnet.

Der vollständig mit Schlamm verstopfte Stollen wurde 1907 von englischen Archäologen freigelegt. Auch die Stadtmauer und ein Teil der Zitadelle konnten ausgegraben und kartographisch festgelegt werden. Das Hauptbeweisstück für den Stollen ist die den Historikern wohlbekannte Siloah-Inschrift, die in stark versintertem Zustand am unteren Ende des Stollens gefunden wurde. Aus der Art der althebräischen Sprache und Schriftzeichen neben den Bibelstellen Sir. 48,17; II. Kön. 20,20; II. Chron. 32,30 konnte das Alter eindeutig auf die Zeit König Hiskias (728–699) festgelegt werden (*Hiskias Tunnel*).

Der hier wesentliche Teil der Siloah-Inschrift lautet: „... Und

nachdem die Steinhauer am Tage der Durchstechung Meißel auf Meißel einander entgegengeschlagen hatten, flossen die Wasser von der Quelle bis zum Brunnen, 1200 Ellen weit. . .“

Der heutige Befund

Der Schacht: Nach einem Bericht von R. Halliburton aus dem Jahre 1934 – der den damals schon 60 Jahre in Palästina weilenden, als Autorität geltenden Archäologen und Historiker Dr. Jacob Spafford an Ort und Stelle befragte – steht die Höhle der äußeren Marienquelle durch einen kurzen Stollen mit dem schon erwähnten inneren Becken in Verbindung. Über diesem erhebt sich ein 8 Meter hoher schornsteinartiger und nicht ganz vertikaler Schacht. Das Becken fand H. durch eine 6 Fuß hohe Mauer von dem zuletzt genannten Schacht abgesperrt. Durch einen schmalen Spalt zwischen Mauer und Felsendach sich zwängend, gelangte H. an den Fuß des Kamins, und diesen ersteigend, in das Treppengewölbe.

Nach einigem Anstieg fand H. den weiteren Teil dieses Aufganges verschüttet und auch der obere Anfang war von außen her zugeschüttet und nicht ohne weiteres auszumachen.

H. fand über dem vertikalen Kamin an der Decke des Felsens einen „fast vom Rost zerfressenen“ eisernen Ring von 20 cm Durchmesser. „Unzweifelhaft war es derselbe Ring, an dem die Jebusiter ihre Laternen angehängt hatten; es mag das Schimmern der Laterne gewesen sein, das Joab zuerst nach dem Schacht geführt hatte.“

Der Tunnel: Nach den Berichten von Warren, Robinson, Tobler, Guthe, Schick u. a., die den Stollen untersucht haben, kann man sich eine gute Vorstellung vom heutigen Zustand des Stollens bilden. Er ist nach Weite und Höhe sehr ungleich ausgearbeitet und an einigen Stellen so nieder und eng, daß man nur mit Mühe hindurchkommt. Er wurde mehrfach mit Bussole und Meßband aufgenommen; seine Länge gibt Conder mit 535,6, Robinson mit 533,4 Meter an.

Das Charakteristische sind die mehrfachen großen und kleinen Windungen der Linienführung, welche *das Rätsel des Durchschlags* ausmachen. Daß der Tunnel von beiden Seiten aus gleichzeitig in Angriff genommen wurde, geht sowohl aus der Inschrift als aus den heutigen Indizien der Bearbeitung eindeutig hervor.

Diese sind in den zahlreichen Meißelspuren zu finden – „Einschnitte, die 700 Jahre vor Christi Geburt gemacht worden waren, aber so frisch und klar aussahen wie am ersten Tage“ –, die beiderseits der Durchschlagsstelle i. a. in verschiedener Richtung verlaufen und auf verschiedene Sorten von Werkzeugen hinweisen.

Charakteristisch sind ferner gelegentliche Nischen, Absätze und Kanten im Tunnel, die darauf schließen lassen, daß immer wieder plötzliche und sprunghafte Änderungen in der Richtungsbestimmung vorgenommen wurden, die mit einem ebenso plötzlichen Befehl in Zusammenhang stehen müssen.

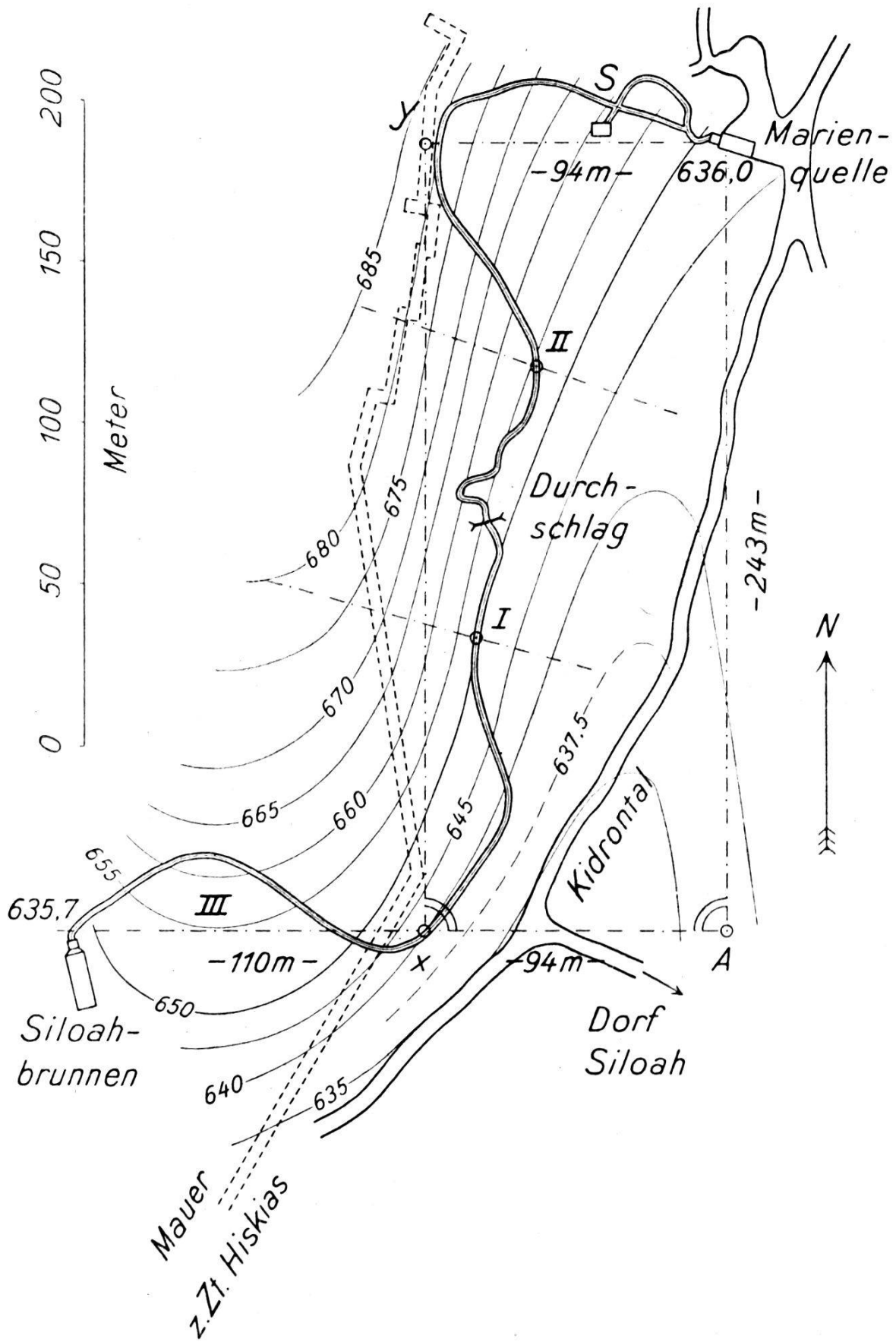


Fig. 2. Lage- und Höhenplan

Dies ist ganz besonders in der Nähe der Durchschlagstelle ausgeprägt. Damit ist die von Conder aufgenommene, in Fig. 3 abgebildete Stelle als das „Fieberthermometer“ des Durchschlags deutlich gekennzeichnet.

An der Stelle x der Fig. 2 ist eine nach oben ins Freie führende Öffnung festgestellt, die am unteren Teil Bearbeitungsspuren aufweist und oben in eine Felsspalte ausmündet. Sie wird von Guthe als ein Richtungspunkt, von Conder als Materialschacht und als Hilfsmittel zur Tiefenbestimmung gedeutet.

Die technische Linienführung und die Hilfsmittel

Das technisch begabteste Volk im Orient waren in der fraglichen Zeit die Phönizier, welche ursprünglich den Küstenstrich Syriens bewohnten und deren politische Erfolge und Kolonisationen in Afrika, Europa und den Inselgruppen des Atlantik geschichtlich bekannt sind. Als die Schüler der Babylonier waren die Phönizier im ganzen Orient die technischen Leiter großer Bauten, z. B. des Palastes Davids und des Tempels Salomos.

Im Bergbau waren sie besonders bewandert und auf See richteten sie sich nach dem Polarstern (den Kompaß haben erst viel später die Chinesen erfunden). Diese in der Literatur aufzufindende Angabe erfordert unumgänglich die Kenntnis eines Winkelmaßes, da man auf See nicht immer in Richtung des Polarsterns fahren kann. Es wird sich jedenfalls auf den rechten Winkel und dessen grobe Unterteile gestützt haben, da sich dieser bei Hochbauten durch horizontal und vertikal automatisch einstellt.

Die Phönizier hatten sich ebenso wie die Israeliten gegen den Einfall der Assyrer zu wehren. Man darf daher annehmen, daß phönizische Baumeister die technische Anlage von Joabs Schacht und Hiskias Tunnel beraten und beaufsichtigt haben.

Nach dem Prinzip der Einfachheit ist anzunehmen, daß die Ingenieure beim Bau des Stollens zwei Grundsätze nebeneinander anwendeten.

1. *Rechtwinklige Koordinaten* durch Zerlegung des Stollens mit Hilfe des rechten Winkels in zwei Komponenten in Richtung OW und NS. Daß die notwendigen Sichten möglich waren, zeigt Fig. 2 und Profil III, vgl. hiezu den Lageplan 1:2500 bei H. Guthe [3].
2. *Außen-akustische Signale* (Klopfen) von der Außenwand des felsigen Berges her. Unter Hinzuziehung der bisher nicht beachteten Höhengeschichtlinien des Geländes und der Profile ist dies die einfachste Erklärung für die nach der Zerlegung durch rechtwinklige Koordinaten noch übrigbleibenden Windungen der Linienführung.

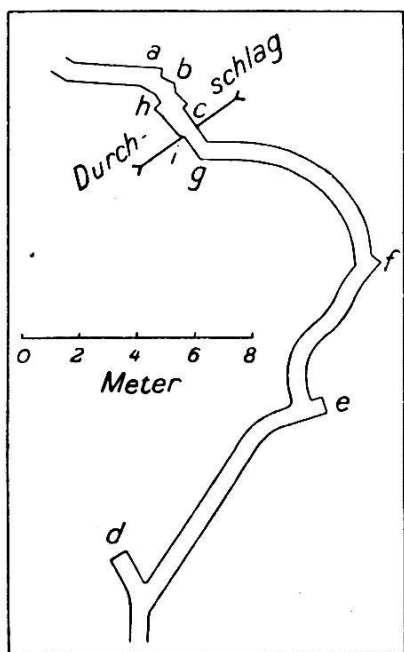


Fig. 3. Das „Fieberthermometer“ des Durchschlags

Zu dem Bogen in der Nähe des Siloahbrunnens können die bereits vorhandenen Zisternen und Felsengräber und die natürliche Klüftung des Gesteins Veranlassung gegeben haben, letzteres auch für den Bogen in der Nähe der Marienquelle.

Damit war die Lage festgelegt. Zur Festlegung der Höhe des Endpunktes gegen den Anfangspunkt darf man den Begriff „horizontal“ aus der Bautechnik voraussetzen: Mauern, Fenster und oberer Abschluß wurden horizontal begrenzt.

Das einfachste Gerät zur Realisierung des Begriffs „vertikal“ ist das Schnurlot, das in der Natur selbst vorkommt und für die Aufmauerung von Bauten als bekannt vorausgesetzt werden darf.

(Schluß folgt.)

Sur la précision de l'orientation relative à l'Autographe Wild A5

par H. Kasper, Heerbrugg

A l'occasion de recherches sur la précision et le rendement économique de quelques nouveaux procédés d'orientation relative des levers verticaux, on a utilisé dix Autographes Wild A5 de la série la plus récente et vérifié ces appareils. On a constaté un accroissement notable de l'exactitude de ces constructions récentes par rapport aux appareils plus anciens.

Dans son travail intitulé «*Sur le contrôle et la précision de l'Autographe Wild A5*»¹ T. Blachut expose les résultats obtenus avec les nouveaux Autographes lors de la *mesure de modèles-grilles*.

L'exactitude du réglage des Autographes a été déterminée aussi bien pour la «base intérieure» que pour la «base extérieure», la constante de chambre étant $f = 170$ mm et la base $b = 110$ mm; ce réglage est caractérisé par les erreurs moyennes des coordonnées des grilles mesurées, rapportées au plan-image $m_x = m_y = \pm 0,006$ mm et par l'erreur altimétrique m_z d'un modèle-grille

$$m_z < \frac{z}{10\,000}$$

Les tolérances de réception lors du dernier contrôle sont environ deux fois plus grandes.

¹ Bulletin de la Société Belge de Photogrammétrie, N° 16.