

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 5/6 (1885)
Heft: 6

Artikel: Wasserbauten und Schleusenbrücken in Aegypten
Autor: Möllinger, O.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-12844>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

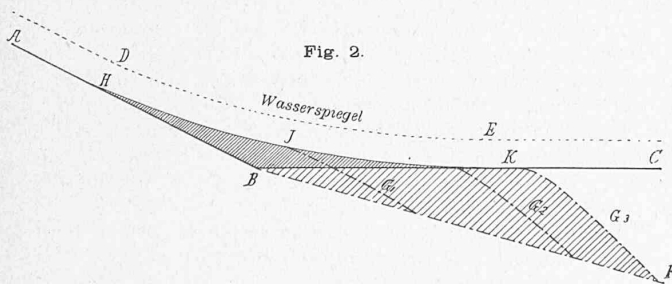
Download PDF: 05.04.2026

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

stich bis auf die Tiefe der Rheinsohle. Abgrabungen von 2 bis 3 m wären factisch eine Theilung des Flusses*), d. h. auch der mittlern Hochwasser und hätten alle Gefahren und Nachtheile einer solchen im Gefolge.

ad 5). Die Wechselwirkung der verschiedenen Wasserstände von Fluss und See mag zur Bildung eines Uebergangsgefälles beitragen, die Hauptursache scheint mir aber doch tiefer zu liegen und zwar in der Aufzehrung der Stosskraft Qv^2 . Supponiren wir die Bildung eines Sees. BC sei eine ebene Fläche Landes, rings von Erhöhungen umgeben, also ein grosses, trockenes Bassin. In dasselbe ergesse sich mit einem Male ein geschiebeführender Fluss mit dem Gefälle AB . Die Flussrichtung stehe senkrecht auf der Schnittkante beider Ebenen bei B . In B angekommen, findet das Wasser kein weiteres Gefälle mehr und muss sich daher sofort in einen flachen elliptischen Halbkegel ausbreiten, dessen grosse Achse in der Strömungsrichtung liegt. Die Reibung mit der Bodenfläche zehrt die mit der Ausbreitung sich mindernde lebendige Kraft des Wassers nach und nach auf. Unterdessen bringt der Fluss immer neue und neue Wellen, welche theils das bereits gelagerte Wasser wieder weiter vor sich her schieben, theils über dasselbe wegfließen. Dieses Spiel wiederholt sich, bis in dem Bassin irgend eine Ausflussöffnung erreicht oder hergestellt wird und endlich bei constantem Zu- und Abfluss ein Beharrungszustand eintritt. Wie sieht es nun mit dem Uebergangsgefälle und der Geschiebeablagerung aus? Eine Uebergangskurve DE wird und muss sich bilden, denn das Wasser duldet bei freier Bewegung keine scharfen Kanten, dieselbe wird eine Kurve zweiten Grades sein, weil sie durch die Stosskraft Qv^2 des Wassers erzeugt wird, aber sie wird sich nicht von B aus flussaufwärts ausbilden, sondern gleichmässig nach beiden Seiten hin an ihre Tangenten, die beiden Gefällslinien AB und BC anlegen. Die mitgeführten Geschiebe werden sich parallel der Uebergangskurve ablageren und zwar wird ihre Grösse an jedem Orte dem dortigen Qv^2 entsprechen, also von D aus fortwährend abnehmen und in $E = \text{Null}$ werden. Die Sohle bei B wird also erhöht. Die Wechselwirkung der verschiedenen Wasserstände wird dann diese Uebergangskurve mehr nur alteriren, als im Grossen ändern und die hiedurch verursachte Geschiebedislocirung wird ein abwechselndes Ab- und Anschwellen sein, während durch die fortwährende Geschiebezufuhr von oben der concave Schuttkegel sich immer mehr erhöht, verbreitert und zugleich nach vor- und rückwärts verlängert.

Nehmen wir weiter statt der ebenen Sohle eine Thal mulde mit der Boden neigung BF , so wird der ganze Process



in ähnlicher Weise verlaufen, nur ungemein langsamer und zwar um so mehr, je steiler BF ist. Der Schuttkegel wird sich vorschreitend nach den Linien $G_1, G_2, G_3 \dots$ ablageren, aber immer zuletzt die Oberflächenform HJK annehmen, sich gleichfalls fortwährend erhöhen, verbreitern und vor- und rückwärts verlängern. An jeder Stelle derselben aber wird die Grösse der abgelagerten Geschiebe der dortigen Stosskraft Qv^2 proportional sein.

Wird endlich die Neigung $BF = \infty$, so hört jede Schuttkegelbildung auf und das Uebergangsgefälle bildet sich nach der in Fig. 1 dargestellten Weise aus.

*) Bei einer Abgrabung um 2 m wäre der Effectverlust für das 1879er Hochwasser schon 11,3 %.

Es wird nun Niemand bestreiten wollen, dass die Schuttkegelbildung des Rheines auf die im zweiten Falle angedeutete Weise vor sich gegangen sei. Dann müssen an jeder Stelle des Uebergangsgefälles vom Bodensee bis zur Illmündung, theoretisch genommen, die abgelagerten Geschiebe bezüglich ihrer Grösse der Stosskraft des dortigen Gefälles entsprechen. Es wird sicher auch eine Zeit gegeben haben, in welcher der Rheinlauf 4,4 km kürzer und die Rheinsohle entsprechend tiefer war. Die damalige Gefällslinie erhält man, wenn man die jetzige um 4,4 km nach rückwärts verschiebt, analog der Linie N_3 in Fig. 1. Wird aber *jetzt* die Mündung mittelst eines Durchstiches um das gleiche Mass zurück verlegt, so kann sich nicht auch die jetzige Gefällslinie um volle 4,4 km zurückschieben, respective die Sohle sich nach derselben vertiefen. Denn aus dieser Verschiebung resultirt für jede Strecke ein geringeres relatives Gefälle gegenüber dem jetzigen. Die Stosskraft der neuen Gefällslinie trifft also überall gröbere Geschiebe, als sie zu bewältigen vermag und es wird deshalb ein Theil der gewonnenen Kraft zur Ueberwindung der grösseren Widerstände consumirt werden, es muss sich also ein etwas *steileres* Gefälle auf Kosten der Vertiefung bilden, also schliesslich etwa die von Herrn Wetli angenommene Mittellinie herauskommen.

Schliesslich ist noch der durch die erwartete Vertiefung bewirkten Abschwemmungsmasse zu gedenken. Dieselbe beträgt von der neuen Rheinmündung bis zur Ill, auf rund 31 km Länge und 3 m durchschnittlicher Tiefe circa 14 Mill. m^3 . Diese Masse würde eine halbe Ellipse von circa 4,5 km Länge und 2 km Breite 1 m hoch bedecken. Nun fällt der Grund des Bodensees von der angenommenen Mündungsstelle (500 m vom jetzigen Ufer) auf die ersten 500 m um 8 m, auf weitere 500 m abermals um 20 m, so dass Platz genug für die Ablagerung dieser und der übrigen Geschiebe vorhanden scheint, ohne dass die Mündung in kurzer Zeit durch künstliche Mittel um ein Bedeutendes verlängert werden müsste.

Zürich, im Januar 1885.

J. C. Schneiter.

Wasserbauten und Schleusenbrücken in Aegypten.

Wol kein Land der Erde besitzt so ausgebreitete Bewässerungsanlagen wie Aegypten; dieselben bilden eine Existenzbedingung für das Land. In Oberägypten ist Regenfall eine grosse Seltenheit und die staubartigen Regen, welche hie und da während des Winters in Unterägypten fallen, haben keine nachhaltige Wirkung. Die Pulsader des Landes ist der Nil mit seinen unzähligen natürlichen und künstlichen Wasserläufen; er gibt dem durch die Sonnenhitze ausgedörrten Boden neue Lebenskraft. Ohne ihn wäre Aegypten eine Wüste statt eines der fruchtbarsten Länder der Erde.

Kein Wunder daher, dass sich schon die alten Aegypter mit Bewässerungsanlagen befassten, von welchen wol als Hauptwerk der Kanal zu erwähnen ist, der sich vom Nil zum rothen Meer erstreckte und dem Lauf des Süsswasserkanales folgte, welcher heute den Suezkanal speist. Dieser Kanal soll schon zur Zeit Setis I. (XIX Dynastie) und später von Neko II. (XXVI Dynastie) begonnen, jedoch nicht vollendet worden sein.

Von den in diesem Jahrhundert ausgeführten Wasserbauten ist ausser dem Suezkanal, welcher als ein europäisches Werk betrachtet werden kann, vor Allen der *Mahmüdiye-Kanal* zu erwähnen, den Mohamed Ali 1819 ausführen liess. Dieser Kanal, welcher Alexandrien mit Wasser versieht, geht vom linken Nilarm, der Mündung von Rosette aus und folgt der Eisenbahn, die von Alexandrien nach Damanhür führt. Er besitzt eine Länge von 83 km, eine Breite von 30 m und eine Tiefe von 6 m. An seiner Herstellung, welche $7\frac{1}{2}$ Millionen Fr. kostete, haben 250 000 Menschen ein Jahr lang gearbeitet, wovon gegen 20 000

durch Krankheit und Hunger zu Grunde gegangen sind. Während des letzten Krieges wurden seine Dämme bei Kafr-el-Douâr durchstochen, wodurch für Alexandrien eine grosse Calamität entstand.

Zwischen den beiden Nilarmen *Damiette* und *Rosette*, die sich bei *Kalyûb* abzweigen, befindet sich ein dichtes Netz von Flüssen und Kanälen, welche das Nildelta bewässern. An dem letztgenannten Orte wurde ebenfalls in diesem Jahrhundert ein kolossales Wasserwerk, der *Barrage du Nil* errichtet, welches ebenfalls Mohamed Ali mit einem Kostenaufwand von über 30 Millionen Fr. bauen liess. Der Zweck dieser Baute war, den Nil zur Zeit des niedrigen Wasserstandes auf dieselbe Höhe zu stauen, welche er während der Ueberschwemmung erreicht. Man wollte dadurch die Tausende von Schöpfmaschinen entbehrlich machen, welche noch heute zur Bewässerung in der trockenen Jahreszeit verwendet werden.

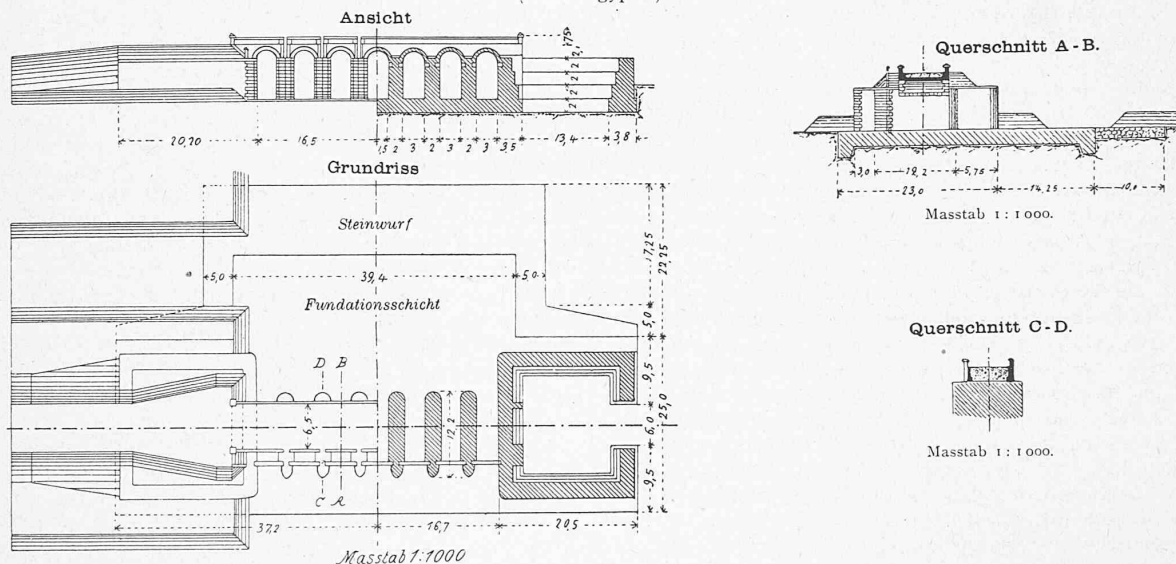
Der Bau besteht aus zwei Brücken über die beiden Nilarme; er wurde aber, wie dies gewöhnlich bei der Ausführung grosser Bauten im Orient der Fall ist, nicht vollendet. Es fehlen die Verschlussmittel für den *Damiette-Arm* und

générale de Travaux en Egypte (Director Lepori von Lugano) im Auftrage der Regierung vor Beginn des letzten Krieges mehrere Schleusenbrücken zu bauen, von welchen beistehende Figur ein Bild gibt. Dieselben dienen entweder dazu, die Kanäle und die sie begleitenden Dämme vor allzu-hohem Wasserstand zu schützen oder als Stauvorrichtungen, welche die durch Dämme eingeschlossenen Landparzellen mit Wasser versorgen.

Gehen wir zur Betrachtung dieser Bauwerke über, so ist zunächst zu sagen, dass sie sich nicht durch ihre Construction, welche bei allen nahezu dieselbe ist, sondern einzig durch die Anzahl der Oeffnungen unterscheiden. Es gibt Brücken mit 3 bis 7 Oeffnungen, je nach der Breite des abzusperrenden Kanales. Da das ganze fruchtbare Land Aegyptens Alluvialboden ist, welches der Nil durch seine Ueberschwemmungen gebildet hat, so macht in Folge des schlechten Baugrundes vor Allem die Foundation der Bauobjecte Schwierigkeiten. Zudem beträgt der Unterschied zwischen dem höchsten und niedersten Wasserstand des Niles $7\frac{1}{2}$ bis $8\frac{1}{2}$ Meter, wesshalb die Bauten einem grossen Wasserdruck widerstehen müssen. Man ist daher genöthigt

Schleusenbrücke über die Saliba des Had-el-Tanachaoui

(Ober-Aegypten).



für die meisten Kanäle, welche zum Abschluss des Wassers dienen.

Gegenwärtig sind die Fundamente wol nicht mehr im Stande, bei Anbringung von Schleusen dem starken Wasserdruck zu widerstehen und würde eine Ausbesserung mehr kosten als eine neue Brückenbaute. In Folge dessen hat dieses Bauwerk, das auch militärischen Zwecken dienen sollte (Aufhalten einer feindlichen Invasionsarmee) seinen Zweck vollständig verfehlt und ist nur ein Hinderniss für die Schifffahrt.

In Oberägypten, wo die grösste Breite des bebauten Landes kaum 12 km beträgt, ist auch die Anzahl der Kanäle geringer. Der Bedeutendste derselben ist der *Babr-Jûsuf* oder *Josephskanal*, welcher nahezu eine Länge von 350 km besitzt. Derselbe zweigt sich bei *Derût-esch-Scher* auf der linken Seite des Niles ab, läuft in einer durchschnittlichen Entfernung von 10 km dem Nile parallel, am Rand der Libyschen Wüste hin. Bei *Beni-Sûef* wendet er sich westwärts, um das fruchtbare *Fayûm* zu durchfliessen, welches er, in viele Aeste gespalten, reichlich bewässert. Der *Bar Jûsuf* ist zwar mehr ein Nilarm als ein eigentlicher Kanal, immerhin haben Menschenhände zu seiner Verbreiterung und Verzweigung beigetragen. In seinem oberen Theile wurde der *Bar Jûsuf* noch fortgesetzt und es schliessen sich ihm der *Ibrahim* und der *Sohâgiye-Kanal* an, welches beides sehr bedeutende Kanäle sind.

Hier sowol wie in Unterägypten hatte die *Société*

diesen Druck auf eine grosse Bodenfläche zu übertragen und eine mächtige Foundationsschicht von 2 m Höhe unter dem ganzen Object durchzuführen. Wie aus dem Querschnitt A-B ersichtlich ist, besitzt dieselbe eine Breite von 37 m und es sind an ihrem Anfang und Ende 1,5 m hohe und 2 m breite Widerhaken angebracht, welche eine Unterspülung verhindern sollen. Diese Foundationsschicht wird entweder aus Beton (5 Theilen Cement und 8 Theilen Steine) oder aus Backsteinen hergestellt, welche durch einen Cementmörtel verbunden werden, der aus 1 Theil Kalk und 2 Theilen Homra (gepulverte Backsteinreste) besteht. Sollte sich bei dem Aushub der Baugrube unterirdisches Wasser zeigen, wie dies bei der Brücke von *Charkawich* (1 Stunde von Cairo) der Fall war, so werden an allen Stellen, wo durch Tiefergraben kein fester Baugrund zu erreichen ist, Foundationscylinder aus Beton oder Backsteinen hergestellt, auf welchen dann die Foundationsschicht ruht.

Diese Foundationsarbeiten sind sehr zeitraubend, Tag und Nacht muss eine Centrifugalpumpe durch Lokomobilbetrieb in Thätigkeit erhalten werden, welche das in Folge von Infiltration von unten eindringende Wasser entfernt.

Ist die Basis des Objectes vollendet, so werden darauf die Pfeiler und Widerlager der Brücke gebaut, von welchen die letzteren, wie Ansicht und Grundriss zeigen, besonders massiv sind, und eine quadratische Fläche von 20 m Seite bedecken. Die Brückenpfeiler haben eine Länge von 12 m, eine Breite von 2 m und sind gegen den Stromlauf scharf-

kantig, während sie auf der Rückseite abgerundet sind. Die Brückenöffnungen sind halbkreisförmig und besitzen eine Lichtweite von 3 m. Sie sind mit schmiedeisernen Schleusen versehen, welche bei Hochwasser in den vertikalen Falzen der Pfeiler mittelst Winden hinuntergelassen werden. Wie aus dem Grundriss ersichtlich ist, fällt die herabgelassene Schleuse in einen horizontalen Falz, welcher aus Quadern hergestellt wird und in die Foundationsschicht zu liegen kommt. Es findet dadurch ein vollkommener Verschluss der Öffnungen statt. Auf beiden Seiten führt eine steinerne Stiege auf die Widerlager und man kann auch mittelst eiserner Sprossen auf die Pfeiler herabsteigen, um die Schleusen zu handhaben. Die Vorderseite der Pfeiler, die Ecken der Widerlager und der Stirnkranz der Gewölbe sind aus Quadersteinen, alles Uebrige aus Backsteinen hergestellt. Die Brücken dienen selbstverständlich auch als Passage für den Verkehr und sind daher mit 70 cm hohen Parapetmauern versehen.

Sehr interessant war der Bau der Brücke über den *Charkawiebkanal*, welchem ich öfters einen Besuch abstattete. Die Brücke war am Einlauf des Kanales, der sein Wasser direkt vom Nil erhielt, bei dem Orte Damanhur-Schubra, an der Stelle einer alten eingestürzten Baute zu errichten. Die Trümmer der alten Brücke haben seiner Zeit drei grosse eiserne Boote mit ihrer Besatzung begraben, welche letztere die Pfeiler durch Steinwurf vor dem Hochwasser zu schützen suchte. Viele Menschen — heisst es — seien dabei umgekommen. Noch heute lagen die Schiffe im Schlamm begraben, und ich sah an dieser Stelle über 700 Araber unter ihren Schéchs (Gemeindevorstand oder Bauaufseher) arbeiten, die von der Regierung beauftragt waren den Einlauf des Kanals auszuheben und die Boote zu entfernen. Die Leute standen so dicht beisammen, dass ein rationelles Arbeiten von vornherein unmöglich gemacht wurde. Man denke sich, welche malerischen Anblick etwa 700 Araber auf einem Flächenraum von einigen hundert Quadratmetern, in ihren bunten Costümen und unter der blendenden Sonne Aegyptens gewähren. Die Schéchs waren meistens in Seide gekleidet, unter ihnen viele durch ihre Würde imponirende Erscheinungen. Das Ganze sah aus wie ein Ameisenhaufen und gab einen kleinen Begriff von dem Pyramidenbau. Wie heute so muss es auch damals gewesen sein, in dieser Beziehung hat sich in Aegypten nichts geändert. Viele Arbeiter hatten Körbe bei sich, andere breite Hacken, mit welchen sie die Erde lösten. Die gefüllten Körbe wurden auf der Schulter weggetragen und die Erde in den Nil geworfen. Dass sich dabei die Leute nicht zu sehr anstrengten, lässt sich denken, waren sie doch für ihre Arbeit nicht oder nur in der Weise bezahlt, dass ihnen die Kopfsteuer erlassen wurde.

Der Araber versteht es nicht durch mechanische Mittel (Schubkarren, Walzen etc.) Lasten zu bewegen. Ein Ingenieur, welcher am Suezkanale gearbeitet hatte, erzählte mir, dass einst Lesseps für die Arbeiter Schubkarren machen liess; die Araber aber, gewohnt ihre Lasten zu tragen, nahmen die mit Erde gefüllten Karren auf die Schultern und trugen sie weg. Ohne Zweifel werden sie erstaunt gewesen sein, dass ein Europäer keine zweckmässigeren Tragbahnen erfunden hat. Ich selbst sah einst in Bulak, dem Nilhafen von Cairo, einen grossen eisernen Balken von etwa 40 Arabern ausladen, welcher von ihnen auf den Schultern weggetragen wurde, wobei sie sich 4 kräftiger Tragstangen bedienten, an welchen der Balken mittelst Stricken aufgehängt war. Damit die Leute im Schritt bleiben, wird von ihnen ein monotoner rhythmischer Gesang angestimmt, bei welchem gewöhnlich der Schéch die erste Stimme, der übrige Haufen die zweite Stimme übernimmt. Ueberhaupt thut der Araber nichts ohne dazu zu schreien oder zu singen und er macht von seinem Mundstück, wie wol alle Naturvölker, in Handel und Wandel gehörigen Gebrauch.

Während die 700 Arbeiter, wie ich oben erwähnt habe, mit dem Aushub des Kanales beschäftigt waren, wurde mit etwa 150 Leuten, unter welchen sich aber viele Kinder befanden, die den Mörtel in kleinen Holzmulden

auf dem Kopfe herbeischafften, an der Brücke gearbeitet. Die Arbeitsorganisation ist eine ganz vorzügliche. Der Bauführer, welcher vom Unternehmer engagirt wird, lässt mehrere Schéchs zu sich kommen. Dieselben verpflichten sich eine bestimmte Anzahl Arbeiter zu liefern und für ihre Leistungen und gute Aufführung verantwortlich zu sein. Der Schéch engagirt wieder seine Aufseher, welche mit Stöcken bewaffnet sind und das Ganze in lebhaftem Gang erhalten. Dass es bei dem indolenten Charakter der Araber dabei auch hie und da einige Hiebe absetzt, versteht sich von selbst. Bei dieser Gelegenheit sei mir übrigens die Bemerkung gestattet, dass der Europäer den Araber, besonders wenn er ein tüchtiger Arbeiter ist, sehr anständig behandelt, während diess von den Arabern selbst durchaus nicht immer gesagt werden kann. Nirgends spielen die Standesunterschiede eine grössere Rolle wie im Orient, womit auch die schlechte Behandlung der Untergebenen im Zusammenhange steht.

Bemerkenswerth ist noch, dass sowohl Kalk wie Backsteine auf dem Bauplatze gebrannt werden. Ein besonderes Interesse bieten die cylindrischen Kalköfen, welche immerwährend brennen. Auf eine Schicht Kalksteine, die in den Steinbrüchen des Mokattam gebrochen werden, folgt eine Schicht Steinkohlen, sodann wieder Kalksteine u. s. f. bis der etwa 6 m hohe Ofen angefüllt ist. Derselbe besitzt einen Rost und unten eine eiserne Thüre, so dass jeden Tag Kalk herausgenommen werden kann. Die Backsteine werden aus mit Sand vermischtem Nilschlamm verfertigt, von Hand geknetet und in Formen gebracht. Für Einfassungsmauern etc. genügt es die Backsteine an der Sonne zu trocknen, für anderes Mauerwerk werden dieselben in zweckmässig eingerichteten Öfen gebrannt. Auf jedem Bauplatz befindet sich ferner eine Mühle mit Göpel, welche von einem Maulthier oder Pferd getrieben wird und dazu dient, die Backsteinreste oder Ausschusstücke zu Pulver zu mahlen. Zwei Mühlensteine bewegen sich um eine vertikale Axe und zertrümmern die auf eine horizontale Scheibe gebrachten Brocken. Das Ziegelmehl, Homra genannt, gibt mit Kalk und Sand gemischt einen ganz vorzüglichen hydraulischen Mörtel, welcher schnell erhärtet.

Ich habe nun noch von den einfachen Wasserhebemaschinen zu sprechen, welche in Aegypten tausende von Händen in Bewegung setzen. Bei der Trockenheit des ägyptischen Klimas ist es klar, dass eine einmalige Ueberschwemmung durch den Nil das Erdreich nicht für das ganze Jahr feucht erhält. Es muss daher besonders in der heissen Jahreszeit durch künstliche Bewässerung nachgeholfen werden. Im Nildelta findet man überall in bestimmter Tiefe Grundwasser, welches vom Nil oder seinen Kanälen durchsickert. Es werden daher überall Schächte angelegt und das Wasser entweder durch sogenannte Schadüfs oder durch Schöpfträder (Säkiye) gehoben. Die erste Vorrichtung ist eine Art Ziehbrunnen in seiner einfachsten Form. An einem zweiarmigen Hebel hängt an dem einen Ende ein Schöpfgefäss an einem Baststrick, an dem anderen befindet sich eine Zugleine und ein Gegengewicht. Auf diese Weise kann das Wasser immerhin einige Meter hoch gehoben werden, was in vielen Fällen zur Bewässerung des zunächstliegenden Landes genügt. Liegen die Felder höher über dem Wasserspiegel, so sind diese Schadüfs in mehreren Etagen übereinander angebracht.

Die Säkiye ist ein Paternosterwerk, unseren Baggermaschinen vergleichbar, welches von einem Büffel oder Rind getrieben wird, dem man die Augen zugebunden hat. Die horizontale Bewegung des Triebrades wird durch ein Kegelrad auf ein Vertikalrad übertragen, an welchem Thongefässe hängen, die durch eine Bastkette mit einander verbunden sind. Die Thongefässe, die in einem etwa 10 m tiefen gemauerten Schacht auf und absteigen, entleeren ihr Wasser in einen kleinen Kanal, welcher es an die zu bewässernde Bodenstelle hinführt. Das melancholische Knarren dieser Säkiyen ist besonders des Abends weithin hörbar und wird jedem Besucher Aegyptens in Erinnerung bleiben. Es gehört gleichsam zu einer ägyptischen Abendlandschaft

mit ihrer brillanten Beleuchtung, den saftiggrünen Klee- und goldgelben Kornfeldern, über welchen Palmen und Bananengruppen ihre Blätterkronen erheben.

O. Möllinger, Ing.

Die schweizerische Landestriangulation.

Vortrag von Herrn Stadtgeometer *Brönnimann*, gehalten im bernischen Ingenieur- und Architekten-Verein am 9. Januar 1885. *)

Die ersten trigonometrischen Arbeiten, welche berufen waren, den Grund zu einer allgemeinen Landesvermessung der Schweiz zu legen, führen uns in das Jahr 1788 zurück, wo Professor Tralles in Bern die Ausgangselemente zu der gleichzeitig in Angriff genommenen Aufnahme der Meyerschen Karte lieferte. Ohne an dem Privatunternehmen Meyers beteiligt zu sein, das ursprünglich nur bezweckte, Schweizergegenden auf Seidengewebe darzustellen, hatte Tralles seine trigonometrische Vermessung im Berner-Oberland den Ingenieuren Weiss und Müller zur Verfügung gestellt, welche durch ein graphisches Verfahren danach fortarbeiteten, in der Weise, dass sie auf den hervorragenden Punkten ein Tischchen aufstellten und auf denselben Strahlen nach den hauptsächlichsten Objecten projicirten, im Uebrigen aber den Detail von Aug' in Blätter zeichneten oder aber in Gyps formirten.

Als Basis hatte Tralles im Jahre 1788 bei Thun mit einer Ramsden'schen Stahlkette eine Linie von 7556,73' mit aller Sorgfalt gemessen, wobei er auch die Temperatur mit in Berücksichtigung zog. Die Winkel des angelehnten Dreiecksnetzes mass er mit einem Theodoliten, ebenso die Höhenwinkel und bestimmte durch Berechnung die gegenseitige Lage und Höhenunterschiede einer ansehnlichen Zahl von Punkten, unter denen sich die bedeutendsten Spitzen der Hochalpen befanden. Später leitete er deren Coordinaten in Bezug auf den astronomisch festgelegten Meridian von Bern und die absoluten Höhen auf Grund zwölfjähriger Beobachtungen an einem Barometer ab.

Kräftige Unterstützung erhielt Tralles an seinem Schüler Hassler, mit welchem er vom 5. bis 13. Sept. 1791 mit der nämlichen Stahlkette, die er bei Thun verwendet hatte, die grosse Basislinie von 40 188,347 Pariser Fuss Länge zwischen Walperswyl und Lugiez im grossen Moos mass und einige Dreiecke nach Chasseral, Hasenmatt, Dent de Beaume, Beautiger, etc. anschloss.

Inzwischen hatte die öconomische physicalische Gesellschaft, aus welcher sich später die naturforschende entwickelte, ein Interesse an diesen Arbeiten gewonnen und dem allseitig gefühlten Bedürfniss nach einer genauen Karte, sowie dem Wunsche zur Kenntniss der Grösse und Gestalt der Erde durch Gradmessung beizutragen, bei der bernischen Regierung Ausdruck gegeben und einen Credit zu erwirken gewünscht, mit Hülfe dessen die Triangulirung fortgesetzt und einige Detailvermessungen vorgenommen werden konnten.

1797 fand eine Neumessung der Basis im grossen Moos statt, und zwar diesmal mit eisernen Stangen von 4 Toisen, mit einem Resultat von 40 188,543 Pariserfuss, d. h. einer Differenz von 0,196 Pariserfuss oder nur 2 Zoll gegen die frühere Messung; wobei eine noch vorzunehmende Reduction auf das Meerniveau ausser Acht gelassen ist. Als Instrument zur Winkelmessung wurde hauptsächlich ein Cary'scher Theodolith benutzt, dessen Horizontal- wie Verticalkreis 16" im Durchmesser hielt. Weniger kam der im Jahr 1797 eingetroffene Ramsden'sche Theodolit mit 30zölligem Horizontalkreis in Gebrauch und zwar aus leicht zu errathenden Gründen.

Das Tralles-Hassler'sche Hauptnetz entwickelte sich mit 51 Punkten, deren geographische Bestimmungen uns noch erhalten sind, von Dent de Beaumes bis zum Hohenwiel. Die Arbeiten fanden so ziemlich mit dem Jahrhundert

ihren Abschluss. Hassler siedelte nach Amerika über, Tralles hatte noch im Sommer 1798 die eine, untheilbare helvetische Republik am internationalen Congress in Paris zur Feststellung neuer Masse und Gewichte mit Ehren vertreten und erhielt unterm 18. October 1800 wegen seiner ausgezeichneten Kenntnisse und Helvetien bereits geleisteter Dienste das helvetische Bürgerrecht. Kleine Eifersüchteleien und Enttäuschungen führten indess zur Niederlegung seiner Professur und Verlegung seines Wohnsitzes nach Neuenburg, von wo er 1804 an die Universität Berlin berufen wurde, an welcher er bis zu seinem Tode im Jahre 1822 in vortheilhaftester Weise wirkte.

Ungefähr in der gleichen Zeit, wie Tralles und Hassler den Canton Bern, hatte der später zum Artillerieoberst und Rathsherr avancirte Major Johann Baptist von Altermatt den Canton Solothurn mit einem Dreiecknetz belegt, unter der Annahme, deren Herleitung jedoch nicht nachgewiesen werden kann, dass die Distanz Büren-Arch 15 574,3 Fuss betrage. Altermatt blieb indessen nicht dabei stehen, sondern verwendete das bezügliche Material nutzbringend zur Aufnahme einer vollständigen Karte im ungefähren Masstabe $\frac{1}{40000}$ in den Jahren von 1796—1798. Diese Karte wurde beim Einmarsche der Franzosen von General Schauenburg herausverlangt, nach Paris gesandt, von wo sie erst 1819 zurückkehrte.

In den Jahren 1794 und 1797 mass Ingenieur Feer auf Veranlassung der mathematisch-militärischen Gesellschaft auf dem Sihlfelde bei Zürich eine Basis von 10431,62 französischen Fuss mit Hülfe von 20 Fuss langen, dreieckig aus Latten zusammengefügteten hohlen Stangen. An diese Grundlinie wurde ein Dreiecknetz von 9 Punkten angelehnt und deren geographische Oerter bestimmt. Es waren dies Uetliberg, Lägern, Schauenberg, Hohe Rhone, Schnabelberg, Hörnli, Kyburg, Brütten und Sternwarte. Die Arbeiten wurden jedoch infolge der kriegerischen Ereignisse und politischen Wirren unterbrochen und konnten erst 1817 wieder aufgenommen werden, als die grössere Zahl der aufgestellten Signale wieder verloren war. Aber auch jetzt kam man in der Angelegenheit nicht weiter, als zur Entwicklung eines schönen Programmes und der Anschaffung eines 8" Reichenbach'schen Theodoliten.

1801 triangulirte und topographirte General-Commissär Jean Frédéric Osterwald unter Leitung Tralles den Canton Neuenburg und gab 1807 die aus diesen Vermessungen resultirende für die damalige Zeit gediegene Karte heraus.

Das erste Decennium unseres Jahrhunderts war natürlich wenig geeignet, derartige mehr nur aus Liebhaberei betriebene Arbeiten zu fördern. Gewiss, in jenen traurigen Zeiten hatte man sich mit andern Dingen zu befassen, galt es ja, die niedergebrennten Wohnungen aufzubauen und Ruhe und Ordnung im Staat, wie in der Familie wieder herzustellen, Noth und Elend zu lindern.

Man würde sich indess gewaltig irren, wenn man annehmen wollte, dass in dieser Periode der Theodolit in Helvetiens Gauen gefeiert hätte. Was unsere Leute unterliessen, das thaten in erhöhtem Masse die Fremden. So sehen wir von 1802 bis 1810 die französischen Ingenieure unter ihrem Chef François Henri Delcros und seinem Souschef Maurice Henry unter dem Schutze der helvetischen Regierung den Jura und die ganze schweizerische Hochebene bis nach Bregenz mit einem trigonometrischen Netz überziehen.

Von ihren sich auf eine grosse Basis bei Ensishem gründenden Resultaten ist jedoch wenig bekannt, indem sie strengen Befehl hatten, namentlich keine Seitenlängen mitzutheilen und unsere Fachleute sich wenig mit der Sache beschäftigten. Doch wurde durch eine vertrauliche Mittheilung an Trechsel bekannt, dass der Logarithmus der Seite Chasseral-Röthiflüh 4,5812565 für Metermass sei, also deren Länge 38 120,10 m betrage. Da uns die welschen Herren weiter nichts zurückgelassen, als ihr übrigens gutes Andenken und einen mächtigen Impuls, so kehren wir nunmehr zu den frisch an die Hand genommenen Unternehmungen der eigenen Landsleute zurück.

*) Vergl. R. Wolf's Geschichte der Vermessungen in der Schweiz, ferner: Die Entstehung der topographischen Kartenwerke der Schweiz, von K. C. Amrein in St. Gallen, Schweiz. Bauzeitung Bd. II, No. 9 und 10.