

173-243 450-502
V. INTERNATIONALER BINNENSCHIFFFAHRTS-CONGRESS
ZU PARIS — 1892

IV. FRAGE

VON DEN WASSERBEHÄLTERN

IN ENGLISCH-INDIEN

BERICHTERSTATTER :

BAROIS

General-Secretär des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten zu Cairo

F. No. 19383



PARIS

IMPRIMERIE GÉNÉRALE LAHURE

9, RUE DE FLEURUS, 9

—
1892



I-354153

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000316744

VON DEN WASSERBEHÄLTERN

IN ENGLISCH-INDIEN

BERICHTERSTATTER :

BAROIS

General-Secretär des Ministeriums der öffentlichen Arbeiten zu Cairo.

WASSER-REGIME

Obleich es in allen Gegenden Ost-Indiens eine feuchte und eine sehr trockene Jahreszeit gibt, so ist doch daselbst das Regen- und Flussregime von einem Punkte zum anderen sehr verschieden; das Gleiche gilt seit den ältesten Zeiten von den seitens der Bevölkerungen angewandten Verfahrensarten, um das zur Berieselung ihrer Ländereien nöthige Wasser zu beschaffen.

Diese ganze Gegend ist dem Einflusse des Südost-Munsun ausgesetzt, welcher gegen Ende Juni fühlbar zu werden beginnt und den Regen mit sich bringt. Letzterer vertheilt sich jedoch sehr ungleichmässig über die Oberfläche des Landes; im Norden der Halbinsel ist er gewöhnlich reichlicher und dauert länger als im südlichen und mittleren Theile derselben; in manchen Landstrichen, wie z. B. im Decan, in gewissen Districten von Pundschab u. a. m. ist er selten und fällt nur während kurzer Zeit obgleich er daselbst zuweilen sehr heftig ist. So fällt in den Ebenen des Pundschab jährlich nur eine Regenmenge von 0,56 Meter Höhe, auf den Hochebenen Decans 0,68 Meter, in der Provinz Madras und den oberen Ganges-Ebenen 0,90 Meter, während man am Fusse des östlichen Himalaya oder der Ghäts eine Regenmenge von 5,60 Meter, in Fenasserim 4,50 Meter und in Arkan 4,80 Meter beobachtet.

Andrerseits werden in Ober-Indien die Flüsse im Frühjahr vor Beginn des Munsun durch das Schmelzen des Schnees und der Gletscher gespeist und haben daher das ganze Jahr hindurch Wasser, wogegen im südlichen

1. Ein grosser Theil der zur Verfassung vorliegenden Berichts benützten Angaben ist aus nachstehenden Werken geschöpft: *Irrigation Works in India*, von Oberst F. H. Runvall; *Irrigation Manual* (Madras) von General-Lieutenant Mullins; *Thomason civil engineering college manuals*.

Indien die meisten Flüsse weniger ausgedehnt sind, ihr Wasser lediglich dem Monsun verdanken und infolgedessen während mehrerer Monate im Jahre kein für die Bewässerungszwecke hinreichendes Quantum führen.

Man begnügt sich daher im ganzen Ganges-Thal sowie in den Seitenthälern, die grossen Flüsse zu verdämmen, um das Wasserniveau zu heben, und den Canälen eine möglichst regelmässige Speisung zu sichern, während man in den Central-Provinzen genöthigt ist, während der feuchten Jahreszeit die Wassermengen, welche während der trockenen Jahreszeit auf den Boden verbreitet werden sollen, aufzuspeichern.

ALLGEMEINE BETRACHTUNGEN UEBER DIE WASSERBEHÄLTER

Des Reservoirs System ist am stärksten in den Provinzen Madras und Bombay, besonders in Decan, verbreitet. Beispiele hievon findet man auch an einigen unebenen Punkten Central-Indiens, wo das Wasser so rasch abfliesst, dass der Regen höchstens im Augenblick, wo er fällt, der Landwirthschaft spärlichen Nutzen bringt.

Diese Reservoirs werden in der Regel zu landwirthschaftlichen Zwecken erbaut, mitunter auch behufs Wasserversorgung der Städte und Dörfer. Am häufigsten werden die Bewässerungsreservoirs für den Anbau der in ihrer nächsten Nähe gelegenen Ländereien benützt, in manchen Fällen geben sie jedoch an mehr oder weniger lange Canäle, von denen manche schiffbar sind, Wasser ab.

Die Gegend von Madras ist durchaus charakteristisch für den Gebrauch von Reservoirs; seit undenklichen Zeiten haben die Hindu's auf solche Weise Wasser angespeichert. Es gibt in dieser Gegend mehr als 50 000 Reservoirs, deren Abschlusswerke zusammen mehr als 50 000 Kilometer Länge besitzen und mindestens 500 000 gemauerte Bauten aufweisen.

Diese Reservoirs haben sehr verschiedene Dimensionen, die meisten besitzen jedoch nur einen sehr geringen Rauminhalt. Nichts vermag eine deutlichere Vorstellung von diesem zerstückelten Wasser aufspeicherungs-System zu geben, als die nachstehenden auf einen District dieses Landstriches bezüglichen statistischen Daten :

Der District von North Arcot enthält 5 297 Reservoirs; von diesen bewässern

981.	weniger als	4	Hectare.
506.	4	—	8
344.	12	—	16
195.	16	—	20
553.	20	—	40
373.	40	—	80
106.	80	—	200
17.	200	—	400
5.	mehr als	400	

Die grosse Anzahl und geringe Grösse vieler von diesen Reservoirs haben die indische Regierung veranlasst, dieselben in zwei Classen zu theilen : die kaiserlichen Reservoirs, die allein unter der Verwaltung der Oeffentlichen Bauten stehen, und die kleinen Reservoirs, welche den Localbehörden unterstehen.

Sehr viele von den indischen Reservoirs sind sehr alte Bauwerke, bezüglich deren den modernen Ingenieuren die Aufgabe der Vervollkommnung, Befestigung oder Ergänzung zugefallen ist; indessen gibt es einige sehr schöne neuen Ursprungs, besonders in der Provinz Bombay.

CANÆLE, DIE ALS WASSERBEHÆLTER DIENEN

Bisweilen besitzen die Flüsse während der Berieselungs-Periode keine hinreichende Wassermenge, um die von ihnen abzweigenden Canäle auf normale Art zu speisen, sie werden jedoch von Zeit zu Zeit, in ziemlich kurzen Zwischenräumen, durch kleine vorübergehende Hochwässer geschwellt. In diesem Falle werden die Canäle selbst derartig angelegt, dass sie während der Dauer der kleinen Anschwellungen einen Wasserüberschuss aufbewahren, den sie dann bei eingetretenem Sinken des Flusses auf die Ländereien ergiessen. Dies kann indessen nur dann geschehen, wenn die Anschwellungen sehr rasch auf einander folgen, weil man sonst dem Canal Dimensionen geben müsste, die ausser allem Verhältnisse zu seiner durchschnittlichen Wassermenge stehen. Dieses Mittel ist daher im Allgemeinen ziemlich beschränkt, und wenn auf einem Flusslaufe, dessen gewöhnliche Wassermenge dem Bedarf nicht genügt, Hochwässer vorkommen, die durch allzu lange Zwischenräume von einander getrennt sind, so nimmt man, um diesem Mangel abzuhelpfen, seine Zuflucht zur Erbauung von Reservoirs.

ABGESTUFTE RESERVOIRS UND SPEISUNG DERSELBEN

Die Reservoirs sind bald isolirt, d. h. sie sind von den benachbarten Reservoirs sowol in Bezug auf ihre Speisung wie auf Entleerung ihres Ueberfalls ganz unabhängig; bald sind sie längs eines und desselben Thales reihenweise abgestuft, so dass ein jedes da beginnt, wo der mit Hülfe des höher gelegenen Reservoirs gepflegte Landbau aufhört; in diesem Falle besteht die Speisung eines Reservoirs zunächst aus dem Ergebnis seines eigenen Aufnahme-Beckens, und sodann aus dem Ueberlaufe der oberen Reservoirs; so ist dies gewöhnlich in der Provinz Madras der Fall.

Gewisse isolirte Reservoirs werden lediglich durch den in ihrem Niederschlagsgebiet fallenden Regen gespeist; andere nehmen ausserdem das Wasser von aus benachbarten Flüssen oder Wildbächen abgezweigten Canälen in sich auf.

IN DIE RESERVOIRS GELANGENDE REGENWASSERMENGE

Die Anlage eines Berieselungs-Reservoirs wird von 2 Grundfragen bedingt; einerseits : wie gross ist die Wassermenge, welche nach Zulass der Localverhältnisse aufgenommen und aufgespeichert werden können? andererseits : wie gross ist die Wassermenge, welche die zu bewässernden Ländereien benöthigen? Aus der Bestimmung dieser beiden Elemente ergeben sich in der That die Dimensionen der Bauwerke, aus denen das Reservoir besteht.

In der Provinz Madras, wo es zahlreiche, sehr nahe an einander gelegene Reservoirs gibt, wo man häufig genötigt ist, entweder neue Reservoirs in Gegenden zu bauen, wo es deren bereits gibt, oder mehr oder weniger alte Reservoirs umzuändern oder auszubessern, hat die Nothwendigkeit, die Untersuchung in jedem einzelnen Falle zu vereinfachen, gewisse Ingenieure zur Aufstellung von Formeln veranlasst, um das Jahresproduct eines Aufnahme-Beckens zu berechnen, wenn man seine Oberfläche und seine allgemeinen topographischen und klimatischen Verhältnisse kennt.

General-Lieutenant Mullins führt in einem 'neulich erschienenen Werke « Irrigation Manual » zwei Formeln sehr einfacher Gestalt an; die eine, die von Ryve, lautet :

$$D = c \sqrt[3]{M^2};$$

die andere, von Dickens :

$$D = c \sqrt[4]{M^3},$$

wobei D das Product des Gebietes, M die Oberfläche des Gebietes und c einen vom Regen, der Bodenbeschaffenheit, der Abschüssigkeit des Terrains u. s. w. abhängigen Coefficienten bezeichnet.

Sobald einmal der Coefficient für gewisse Punkte mit Hülfe einiger durch Erfahrung gewonnener Daten (beispielsweise der pluviometrischen Beobachtungen combinirt mit der Messung der Wassermenge der mehr oder minder wichtigen Wasserläufe) bestimmt worden ist, so können obige Formeln, wenn auch nicht als absolut verlässliche Grundlage für Studien behufs Anlage grosser Bauwerke dienen, so doch immerhin in zahlreichen Fällen nützliche Angaben liefern : offenbar muss man aber vor Benützung derselben genau einsehen in welchen Grenzen ein gefundener Wert des Coefficienten anwendbar ist, denn die den Coefficienten beeinflussenden Localverhältnisse können innerhalb der Ausdehnung eines und desselben Thales stark differiren.

So beträgt z. B. in dem, im Flussgebiete des Pendair, Provinz Madras, gelegenen Districte Cuddapah die jährliche Regenmenge an manchen Stellen 1 Meter, an anderen nur 0,60 Meter; unter solchen Umständen würde sich, wie Oberst Moberly berechnet hat, der Coefficient c in der Dickens'schen Formel im Verhältnis von 2 zu 5 ändern. Die auf einer verhältnismässig so geringen Oberfläche beobachteten grossen Unterschiede in den Regen-

mengen rühren davon her, dass manche Theile des Thales dem Südost-Munsun ausgesetzt sind, während die anderen Theile hauptsächlich unregelmässige Gewitterregen haben.

Bezüglich der jüngst in der Provinz Bombay in den Hochthälern, welche die Ost-Abdachung des Ghâts-Gebirges bilden, erbauten grossen Reservoirs wird allgemein angenommen, dass der vierte Theil der jährlich im Niederschlags-Gebiete fallenden Regenmenge zum Reservoir gelangt.

ZUM BEHUF DER BEWÄSSERUNG EINZULAGERNDE WASSERMENGE

Die Reservoirs Indien's sind fast alle Bewässerungs-Behälter, ihr Fassungsraum ist desswegen so weit es die Speisungsverhältnisse und die Bedürfnisse Baues gestatten, dem Bedarf der zu bewässerten Ländereien angepasst; welcher je nach der Gegend sehr differirt und in den Nordprovinzen infolge der Verschiedenheit der dort vorkommenden Landbauarten, schwieriger festzustellen ist als in den südlichen Provinzen, wo der Reis fast ausschliesslich vorherrscht.

Für die Canäle des Nordens rechnet man gegenwärtig per Secunde eine beständige Wasserabgabe von 0,700 Liter bis 1,250 Liter per Hectar Sommer-Anbaues (Baumwolle, Zuckerrohr, Indigo u. s. w.), und von 0,350 Liter bis 0,450 Liter per Hectar Winter-Anbaues (Cerealien u. s. w.).

In Fanjore nimmt man 1,750 Liter beständige Abgabe für den Hectar Reisanbaues an.

Bei den Berechnungen der Reservoirs nimmt man in Madras häufig an, dass man zur Bewässerung eines Hectars während eines Jahres 9 000 Cubikmeter braucht; mit Rücksicht auf die Verdunstung, welche 2 Meter per Jahr erreichen kann, entspricht dieses Quantum 14 bis 15 000 eingelagerten Cubikmetern.

Diese letztere Wassermenge wird gewöhnlich für den Reisanbau angenommen, der während der 5 Munsun-Monate geschieht; wenn jedoch die Reservoirs einen Wasservorrath für 2 Jahre enthalten, so beträgt die für den Gebrauch des folgenden Jahres einzulagernde Wassermenge 38 000 Cubikmeter per Hectar.

Für den Reisanbau, der nach der Munsun-Zeit geschieht, und nur 3 Meter Monate dauert, genügen 12 000 Cubikmeter.

Diese Ziffern beweisen, welch enorme Oberfläche im Verhältniss zu den von ihnen bewässerten Ländereien die zahlreichen kleinen, in der Statthaltschaft Madras gelegenen Reservoirs einnehmen, deren Tiefe im Allgemeinen nicht sehr beträchtlich ist.

Uebrigens kann der Regen möglicherweise während der Bewässerungsperiode eintreten, so dass sich das Reservoir während dieser Periode mehrmals theilweise füllt, wass die aufzuspeichernde Wassermenge um soviel vermindert.

STELLE DER RESERVOIRS

Handelt es sich um abgestufte Reservoirs, wie z. B. in der Provinz Mysore, wo sie in Reihen von je 20 und noch mehr längs eines Wildbaches und seiner Zuflüsse angebracht sind, und wo zwischen ihnen nur eben der Zwischenraum des von jedem einzelnen zu bewässernden Terrains besteht, so ist hauptsächlich darauf bedacht zu nehmen, dass man auch nicht einen einzigen Wassertropfen, der zur Bewässerung dienen kann, verloren gehen lasse. In diesem Falle wird die Stelle der einzelnen Reservoirs vor Allem so gewählt, dass, wenn eines von ihnen voll ist, das Wasser sich in ein anderes ergiesst u. s. w.

Im Allgemeinen jedoch bildet ein grosses, oberhalb einer felsigen Schlucht befindliches Becken die gesuchteste Stelle für ein Reservoir. Unter solchen Verhältnissen sind viele Reservoirs angelegt, manche in einer ganz besonders vortheilhaften Lage. So das Reservoir von Cummun, District Guntoor, welches 2 000 Hectar Oberfläche besitzt und dessen über 50 Meter hohes Abschlusswerk den Abschluss einer 90 Meter breiten Schlucht bildet; das Abschlusswerk ist aus Erde und hat Böschungen mit einer Neigung von 2 : 1; die innere Böschung ist mit einer starken Steinpackung bekleidet; dieses Reservoir enthält genug Wasser, um die zugehörigen Ländereien während zweier Jahreszeiten bewässern zu können. Weiter kann man das Reservoir von Nuggar im District Mysore anführen, dessen Umfang eine Entwicklung von 64 Kilometern aufweist und dessen Abschlusswerk nur 500 Meter lang ist; dieser Damm hat eine Maximalhöhe von 25,60 Meter und ist an der Basis 180 Meter breit. Im selben District, an einem Zufluss des Lokain-Flusses, befindet sich ein anderes grosses Reservoir, dessen Abschlusswerk einen Engpass von nur 69 Meter schliesst; die Höhe dieses Abschlusswerkes beträgt 37,50 Meter und die Breite seiner Basis etwa 120 Meter.

In Ermanglung einer solch günstigen Stelle hat man häufig Reservoirs auf etwas gewellten Hochebenen mit einer Abschüssigkeit von 1,50 bis 2 Meter per Kilometer angelegt; man ist dann ganz besonders bestrebt, der Unzulänglichkeit oder Unsicherheit der direkten Speisung durch Ableitung benachbarter Wasserläufe abzuweichen.

Die derart angelegten Reservoirs haben gewöhnlich lange und nicht sehr hohe Abschlusswerke. In diese Kategorie gehören folgende grosse Reservoirs :

Das Reservoir von Chambrambankum, von dem noch weiter die Rede sein wird.

Das Reservoir von Veeranum, im District South Arcot, das durch einen vom Coloroon, einem Nebenflusse des Cauvery abgeleiteten Canal gespeist wird. Das Abschlusswerk dieses Reservoirs ist 20 Kilometer lang und hat eine Maximalhöhe von 6 Meter. Seine Oberfläche misst mindestens 8 000 Hectar und sein Fassungsraum 80 000 000 Cubikmeter.

Die Reservoirs von Red Hill's lakes, welche die Stadt Madras mit Trinkwasser versehen, umfassen 2 Becken : das eine, höher gelegene, wird durch einen Canal gespeist; das andere, mit tieferem Niveau, erhält seine Speisung durch den Ueberlauf des ersteren und durch ein eigenes Niederschlagsgebiet. Diese von den Eingeborenen aufgeführten Bauten sind durch die englischen Ingenieure bedeutend vergrößert worden, welche letztere am Eingang des Speise-Canals ein Wehr und einen Speiseschleusenbau errichtet haben. Das Abschlusswerk besitzt eine Länge von mehreren Kilometern; die Maximaltiefe beträgt 6 bis 7 Meter, die nasse Oberfläche 2 500 Hectar; der Rauminhalt misst 75 000 000 Cubikmeter und die Ueberfälle haben zusammen eine Länge von etwa 120 Meter.

ABSCHLUSSWERKE DER RESERVOIRS

Fast alle Abschlusswerke der indischen Reservoirs sind aus Erde aufgeführt; einige sind gemauert; andere sind theilweise gemauert, theilweise aus Erde; im letzteren Falle bestehen sie aus einer gemauerten Wand, deren Profil mehr oder minder einer Quai-Mauer ähnlich ist und die sich auf ein starkes Erdmassiv durch die Aussenseite stützt.

ERHÖHUNG DER ABSCHLUSSWERKE UEBER DEN WASSERSTAND

Oberst Rundall, der sich lange in Indien mit Bewässerung befasst hat, sagt, dass nach seiner Erfahrung die Reservoirs niemals in Folge hydrostatischen Druckes geschädigt wurden, wohl aber häufig dadurch, dass das Wasser-niveau das Abschlusswerk überstieg. Man wendet daher, um dieser Gefahr zu begegnen, bei den neuen Reservoirs alle nöthigen Vorsichtsmaßregeln an, um das Maximalniveau des Wassers, d. h. das Maximalniveau der Entleerung des Ueberfalls, genau im Verhältniss zur Normal-Wasserstand zu bestimmen. Der Unterschied zwischen diesen beiden Niveaus ist gewöhnlich unbedeutend, 0,50 bis 1 Meter; bei den grossen Reservoirs lässt man indessen häufig einen Unterschied von 1,50 Meter und noch mehr zu. Im Reservoir von Ekruk, Provinz Bombay, beträgt derselbe 3 Meter. Diese Dimensionen hängen von den Localverhältnissen, von der für die Ueberfälle verfügbaren Länge ab; sie sind natürlich bedeutender, wenn die Reservoirs auch als Regulatoren für die Hochwässer dienen.

Was die Höhe des Abschlusswerkes oberhalb des höchsten Ueberfallwassers betrifft, so ändert sie sich mit der Tiefe und den Dimensionen des Reservoirs, der Wasserabgabe des Ueberfalls u. s. w. Manche Ingenieure verlangen, dass sie mindestens der Differenz zwischen dem Wasserstands-Niveau und dem Niveau des höchsten Ueberfallwassers gleichkomme; bei den grossen Reservoirs der Provinz Bombay beträgt sie ungefähr 2 Meter; bei den gewöhnlichen Reservoirs der Provinz Madras beträgt sie oft 0,50 bis

1 Meter. Erfahrene Ingenieure geben als Regel an, dass die Revanche des Abschlusswerkes oberhalb der Stauung mindestens 2,40 Meter betragen soll. Um diese Dimension zu bestimmen, beachtet man die vorherrschende Windrichtung; wenn nämlich der Wind senkrecht gegen das Abschlusswerk bläst, so treibt er die Wellen gegen dasselbe und ist es alsdann vorsichtig, die Krone desselben ein wenig zu erhöhen, wenigstens an den tiefer gelegenen Theilen, wo der Wellenschlag am stärksten ist.

PROFIL DER ERD-ABSCHLUSSWERKE

Die Krone der Erddämme bei den gewöhnlichen Reservoirs hat eine Breite von mindestens 3,50 Meter und in den höchsten Theilen von 4,80 Meter.

Bei den grossen Reservoirs ist diese Breite in der Regel beträchtlicher, übersteigt jedoch kaum 3 bis 3,50 Meter. Oberst Rundall gibt als Regel an, dass die Breite im Niveau des höchsten Wasserstandes der Maximal-Wasserhöhe gleichkommen soll, welcher das Abschlusswerk Stand halten muss, und General-Lieutenant Mullius verlangt für die sehr grossen Reservoirs, dass die Breite der Krone dem vierten Theile der Wasserhöhe an den tief gelegenen Theilen gleichkomme. Die sich aus der Anwendung dieser beiden Regeln für Abschlusswerke von bedeutender Höhe ergebenden Dimensionen sind beträchtlicher, als jene, welche im Allgemeinen und insbesondere in der Provinz Bombay angenommen scheinen.

Die Böschungsneigung wird je nach der Qualität der aufgeschütteten Erde und je nach der Verkleidungsart eingerichtet.

Für die äusseren Böschungen schwankt dieselbe zwischen $1\frac{1}{2} : 1$ und $3 : 1$, meistens beträgt sie $1\frac{1}{2}$ bis $2 : 1$. Diese Böschungen sind entweder mit Rasen oder mit Bäumen bepflanzt oder mit einer Schotterschicht bedeckt.

Was die inneren Böschungen betrifft, so besteht ihre Verkleidung entweder aus einer Steinpackung, oder aus einer sehr fest gestampften Schotterlage, oder aus einer Schicht flach gelegter Rasenschollen, oder endlich, in Ermanglung dieses Materials, aus Schilfrohr-Faschinen; zuweilen begnügt man sich sogar damit, den oberen Theil der Abschlusswerke durch einfache Anpflanzungen von Bäumen, Sträuchern, Schilfrohr oder verschiedenen Sumpfpflanzen zu schützen.

Bei starken Steinpackungen beträgt die innere Böschungsneigung $\frac{1}{3}$ bis $\frac{1}{4} : 1$; bei Schotter 2 bis $2\frac{1}{2} : 1$; bei Schilfrohrfaschinen geht man bis 1 bis $1\frac{1}{2}$; bei einfachen Anpflanzungen nimmt man in oberen Theile mindestens $2 : 1$, damit die Anpflanzungen eine hinreichende Breite besitzten, um die Wirkung des Wellenschlages abzuschwächen.

VERKLEIDUNG DER ABSCHLUSSWERKE

Wenn die bei den Verkleidungen verwendeten Steine eine regelmässige Form; angemessene Breite und gleiche Dicke besitzen, so bringt man sie stufenartig an (fig. 1); man erhält auf diese Weise eine runzlige Oberfläche, die sehr gut ist. Wenn die Steine lang, flach und ungleich dick sind, so setzt man sie in wagrechten Linien, mit den Fugen senkrecht gegen die Böschung (fig. 2) ein, und wenn die Steine unregelmässig sind, so macht man die Steinpackung mit unregelmässigen und in gewissen Abständen Fugen vorspringenden Steinreihen (fig. 3). In allen Fällen ruhen die Steine auf einer gut gestampften Sand- und Schotter Schicht.

Für die grossen Reservoirs schwankt die Stärke der Steinpackung zwischen 10 Centimeter und 1,20 Meter und sie besteht so viel als möglich aus grobem Material.

Einen vorzüglichen Schutz für die Böschungen bildet eine aus Faschinen und Anpflanzungen von « Nanel » (eine Art Schilfrohr) bestehende Verkleidung, wenn der Boden für diese Pflanze günstig ist. Diese höchst eigenthümliche Befestigungsart wird auf folgende Weise in's Werk gesetzt (fig. 4) : man setzt sehr geschmeidige Schilfrohre von 1,80 bis 2 Meter Höhe, derart neben einander, dass man mit ihnen eine 2,70 bis 3 Meter lange Lage bildet; auf diese erste Schicht legt man quer eine zweite, die man mit ein wenig Erde bestreut, sodann macht man aus dem Ganzen eine Faschine von ungefähr 15 Centimeter Durchmesser, indem man die Endstücke der die Walze einwickelnden Rohre der Walze senkrecht hervorragen lässt. Diese Faschinen reiht man horizontal längs der Böschung, wobei man wohl darauf achtet, dass die Enden der freigebliebenen Schafte horizontal in das Innere des Aufschutts zu liegen kommen; das Abschlusswerk wird gleichzeitig mit der Bekleidung aufgesetzt. Wird diese Bekleidung gut bewässert, so bedeckt sie sich alsbald mit sehr dichten « Nanel » Trieben. Diese Art Schilfrohr, welche 3,50 bis 4,50 Meter hoch ist, kann während einer gewissen Zeit unter Wasser bleiben, wenn nur die Blätterenden sich stets über Wasser befinden; desshalb gedeiht es auf dem ganzen oberen Theile der Abschlusswerke bis auf etwa 1,80 bis 2 Meter unterhalb des gewöhnlichen Stau-Niveau's gut, was genügt, um die Dämme gegen den Anprall der sich an der Oberfläche des Reservoirs bildenden Wellen zu schützen.

BAUART DER ERD-ABSCHLUSSWERKE

Die Abschlusswerke der Reservoirs werden in der Regel « au couffin » hergestellt, mittelst Entnahmen oberhalb ihrer Stellung zuweilen sogar unterhalb in einer gewissen Entfernung ihres Fusses. Sie werden durch das

Stampfen der Arbeitertritte gepresst, da ihr Bau wenigstens zwei Arbeitsjahre dauert, so vollendet der Munsun-Regen ihre Senkung.

Sind die gebrauchten Aufschüttungen allzu durchdringlich, so schiebt man, entweder unter der Schutz-Steinpackung der inneren Böschung, oder in der Axe des Abschlusswerkes, ein Massiv geschlagener Thonerde ein, welches mit der grössten Vorsicht eingesetzt werden muss, damit es immer feucht bleibt und nicht während des Baues oder nach demselben sich verspaltet.

Wenn der Boden selbst, der das Abschlusswerk trägt, durchlässig ist, so wird dieses Thonmassiv bis zum undurchdringlichen Boden, oder, falls dies nicht möglich ist, so tief gesenkt, dass die Durchsickerung möglichst vermindert werde. Gestattet die Terrainbeschaffenheit nicht, auf diese Weise das Eindringen der Durchsickerungen unterhalb des Abschlusswerkes zu verhindern, so legt man hinter dem Thon-Massiv mit Steinen gefüllte Quer- und Längs- Abzugs- Canäle an, welche das Sickerwasser aufnehmen und in einer gewissen Entfernung vom Fusse der äusseren Böschung entleeren.

Bei Erbauung der alten Reservoirs, deren Abschlusswerke sehr unregelmässige Profile und Dispositionen aufweisen, sind bei Weitem nicht alle diese Vorschriften beobachtet worden, wohl aber werden sie bei den neuen Bauten und den jüngst ausgeführten Verbesserungsarbeiten angewendet.

UEBERFÄLLE DER KLEINEN RESERVOIRS

Bei den kleinen Reservoirs, für welche man im Hinblick auf das geringe Erträgniss, das sie abwerfen, keine grossen Auslagen machen kann, sind öfters, wenn die Verhältnisse es zulassen, die Ueberfälle ganz grob beschaffen.

Wenn beispielsweise an den Enden des Abschlusswerkes die Boden-Oberfläche eben ist und ungefähr in gleichem Niveau mit der Stauung steht, so begnügt man sich damit, das natürliche Terrain, an einem oder an beiden Enden des Abschlusswerkes, passend zu applaniren, und lässt den Wasserüberschuss auf den blossen Boden ablaufen.

Bisweilen wird die Kante derartiger Ueberfälle durch einen ungefähr 2 Meter breiten Pflasterstreifen gekennzeichnet und befestigt; in anderen Fällen ist sie mit einer Reihe von Schilfrohren bepflanzt, welche die Strömung abschwächen und hiedurch hindern, dass das Entleerungswasser eine Geschwindigkeit annehme, welche eine Beschädigung des Terrains herbeiführen könnte.

« CALINGULAS » GENANNT UEBERFÄLLE

Bei wichtigeren Bauten werden Bauwerke aus Mauerwerk angewendet.

In der Provinz Madras heissen die Ueberfälle der alten Reservoirs « Calin-

gulas ». Es sind dies gemauerte Massive, auf deren Krone verticale, 60 Centimeter bis 2,40 Meter hohe Steine in gegenseitigen Abständen von je 60 Centimeter bis 1,20 Meter angebracht sind. Die Zwischenräume dieser Steine werden mit Erde, Stroh und Schutt verstopft, um den Fassungsraum des Wasserbehälters zu erhöhen, wenn der Regen schwach ist; ist er dagegen stark und droht eine Ueberfluthung des Reservoirs, so öffnet man die Löcher, damit das Wasser frei ablaufen kann. Die obere Fläche der Steine befindet sich in einem solchen Niveau, dass die Krone des zeitweiligen Dammes, der sich an dieselben lehnt, ungefähr im höchsten Niveau zu liegen kommt, welches das Wasser ohne Gefahr für das Haupt-Abschlusswerk erreichen kann. Dieses System wird heute als nicht sehr empfehlenswerth angesehen, denn es hat den Uebelstand, dass möglicherweise bei grossem Hochwasser die Schwelle des Ueberfalles nicht rasch genug abgeräumt werden kann.

Einer der grössten Calingulas ist der von Carangooly, District Chingleput, der vor Jahren von General Sir J. L. Caldwell erbaut wurde (Fig. 5, 6 und 7). Er hat im Grundriss die Form zweier, gegen das Reservoir convexer Kreisbögen; seine Gesammtlänge beträgt 220 Meter, seine Gefällhöhe etwa 6 Meter und die Schwelle befindet sich 2,40 Meter unterhalb der Krone des Abschlusswerkes; auf einer Länge von ungefähr 100 Meter besteht er aus einem Massiv, das an der Basis eine Dicke von 30 Meter besitzt und von einem Boden überhöht ist, der unterhalb der Krone die Form eines Beckens von 9,60 Meter Entwicklung annimmt, welches durch eine gleich breite schiefe Ebene fortgesetzt wird. Auf der übrigen Länge des Ueberfalls besitzt die äussere Böschung des Massivs eine Neigung von 1 : 1 und ist mit grossen, stufenartig übereinander gesetzten Steinen bedeckt. Die Krone trägt senkrechte, 1 Meter hohe, in gleichen Abständen gesetzte Steine, um das Stau-Niveau zeitweilig, wie oben erwähnt, zu erhöhen.

GRUND-ABLÄESSE

Bei gewissen Reservoirs wird der Wasserablauf durch Grundablässe gesichert, welche in gemauerten Wänden durchgebohrt und mittelst Schützen oder senkrechter Bohlen geschlossen sind: ähnliche Aquäducte sind häufig mitten im Massiv der Calingulas angelegt worden; sie gewähren jedoch dem Reservoir offenbar nicht die gleiche Sicherheit, wie Wasserbehälter, deren Ausfluss stets frei steht.

GEGENWÄRTIGE TYPEN DER UEBERFÄLLE

Die gegenwärtig gebräuchlichen Ueberfallstypen sind von verschiedener Art:

Bald haben die Stürzmauern unterhalb der Krone ein curves Profil, welches sich mit dem Hinterboden tangentiell verbindet (Fig. 8); die Breite

des Bodens ist $2\frac{1}{2}$ mal der Gefällhöhe gleich und die Breite des Hinterbodens mit Steinschüttung ist mindestens 5 mal der Gefällhöhe gleich; dieses System vermeidet den Anprall des Wassers gegen den Boden und gestattet die Verwendung nicht sehr widerstandskräftigen Materials.

Bald ist die äussere Wand der Stürzmauer senkrecht, aber die Kraft des Wassers wird durch einen Wasserpolster abgeschwächt, der von einer in gewisser Entfernung befindlichen Stau-Mauer gebildet wird (Fig. 9).

Die Tiefe des Beckens beträgt ungefähr ein Drittheil des Gefälls, von der Oberfläche der Ueberfallwelle an gerechnet; ihre Breite ist ungefähr der doppelten Gefällhöhe und die Breite des Hinterbodens mit Steinschüttung derselben Höhe doppelt genommen gleich.

Hat man endlich gutes, widerstandsfähiges Material zur Verfügung, so baut man den Ueberfall mit verticaler Wand ohne Abschwächungs-Becken (Fig. 10). In diesem Fall ist die Breite des gemauerten Bodens mindestens der doppelten Gefällhöhe, zwischen der Wasser-Oberfläche und jener des Bodens gerechnet, gleich. Die Stärke des Bodens sowie die Beschaffenheit und die Dimensionen des zu verwendenden Materiales hängen von der Gefällhöhe ab; bei einer Höhe von 3 Meter und einen Ueberfallsstrahl von 90 Centimeter Dicke gibt man einem auf gutem Fundirungs-Terrain ruhenden Boden eine Dicke von mindestens 1,20 Meter.

Der Boden des Ueberfalles wird stets durch eine je nach Umständen mehr oder weniger tief fundirte Unterspülungsmauer abgeschlossen.

SECUNDÄRE UEBERFÄLLE

Zuweilen wird unmittelbar unterhalb des Ueberfalles, quer durch den Ableitungscanal ein zweiter Ueberfall angelegt, oberhalb welches die Wasserentnahme eines Bewässerungscanals stattfindet. Sind die Wasserstände passend, so ist dies eine gute Einrichtung; sobald nämlich das Reservoir überzulaufen anfängt, kann der Ueberfallsstrahl hinreichen, um den Bewässerungscanal, dessen Profil zur Aufspeicherung einer gewissen Wasserreserve angelegt ist, reichlich zu speisen. Auf diese Weise benutzt man Wasser, welches in Ermanglung einer solchen Einrichtung ohne irgend welchen Nutzen für die Culturen verloren ginge. Wenn der Maximal-Wasserstand im Bewässerungscanal erreicht ist, so fliesst das Wasser über die Kaute des unteren Ueberfalles ab. Dieser Ergänzungsbau wird wie ein gewöhnlicher Ueberfall hergestellt.

WASSERENTNAHMEN

Bei den Wasserbehältern mit gewöhnlichen Dimensionen sind die Wasserablässe kleine gemauerte Aquäducte, welche die Abschlusswerke ihrer ganzen Breite nach durchlaufen und entweder am unteren Ende des Reservoirs-Beckens, oder an verschiedenen Höhen je nach dem Niveau der zu bewäs-

sernden Ländereien gelegen sind. Diese Aquaducte sind häufig mit Ziegelwölbungen überdeckt, oder sie haben ein rechteckiges Profil mit Wänden aus harten Steinen. Nach unten sind die durch eine Art Brunnen mit rechteckigen Oeffnungen geendigt, welche durch Schützen geschlossen werden; oben wird der Aquäduct durch Schützen oder Bohlen geschlossen, allein die Handhabung der Verschlüsse ist bei etwas höherem Wasserstande schwierig, daher wird die Regulirung des Ablasses häufig mittelst Zapfen oder Klappventilen bewerkstelligt, welche kreisförmige Oeffnungen verschliessen, die in einem flachen, horizontalen, auf die Gurtpfeiler etwas hinter dem Eingange des Aquäductes gelegten Steine durchgebohrt sind (Fig. 11, 12 und 13).

Diese Zapfen sind leicht und bequem zu handhaben. Die kreisförmigen Oeffnungen, welche sie schliessen, besitzen einen Durchmesser von 10 bis 30 Centimeter; ihre Zahl sowie ihre Dimensionen müssen zur Speisung der gesammten durch den Aquäduct bedienten Bewässerung hinreichen.

Die Zapfen sind aus hartem Holz (Fig. 13); sie ruhen auf ihrem Ventil Sitz mittelst Lederstreifen; ihr unterer Theil ist kegelstumpfförmig. Sie werden mittelst eiserner Stangen gehandhabt, welche sie längs ihrer Axe durchziehen und deren oberes Ende sich stets über dem Wasserniveau befindet. Diese Stangen werden durch steinerne oder eiserne, in verschiedenen Höhen angebrachte Führungen senkrecht erhalten. An ihrem oberen Ende sind in gleichen Entfernungen Löcher gebohrt, welche durch Einstecken eines auf eine Stossfläche ruhenden Nagels es ermöglichen, die Zapfen auf mehreren verschiedenen Niveaus zu erhalten, um die Speiseöffnungen je nach dem Bewässerungsbedarfe mehr oder minder öffnen zu können.

Ist das Reservoir tief, so werden die Zapfen mittelst Winden oder anderer Apparate in Bewegung gesetzt.

Bei den grossen Reservoirs werden die Zapfen von einem Thurme aus gehandhabt, der sich über dem Maximal-Wasserstand erhebt und an verschiedenen Höhen von, durch Schützen geschlossenen Ablass-Oeffnungen durchbrochen ist. In diesem Falle werden die Aquäducte bisweilen durch gusseiserne, in's Mauerwerk versenkte Röhren ersetzt, und die Zapfen, welche alsdann grössere Dimensionen aufweisen als die oben angegebenen, sind aus Metall und werden durch Wellbäume oder andere ähnliche Apparate gehandhabt. Ist endlich die Wasserführung der Reservoirs beträchtlich, so werden die Aquäducte durch wirkliche Speiseschleusen ersetzt, ähnlich denjenigen, welche an den Eingängen der Canäle errichtet werden, und deren Regulirung durch eiserne oder hölzerne, in Kerben gleitende Schützen bewerkstelligt wird.

VERSCHLICKUNG DER RESERVOIRS

In Indien, wie in allen anderen Ländern, geschieht die Verschlammung der Reservoirs allmählig, infolge der Ablagerung der vom Wasser geführten Sinkstoffe. Um diese Uebelstände zu beseitigen, hebt man von Zeit zu Zeit

das Niveau der Abschlusswerke und ändert in entsprechender Weise die Speisebauten und Ueberfälle, bis zu einer gewissen Zeit der Grund derart gehoben ist, dass die Stelle für ein Reservoir untauglich wird. Zuweilen entleert man auch, wenn möglich, die Ablagerungen in die Speisekanäle, indem man den Zeitpunkt, wo das Reservoir wenig Wasser enthält, dazu benützt, um den Schlamm aufzuwühlen und in Bewegung zu erhalten, während man die Grund-Ablässe weit öffnet.

GEMAUERTE DÄMME

Die meisten oben mitgetheilten allgemeinen Angaben sind hauptsächlich auf Wasserbehälter von mittleren Dimensionen, mit Abschlusswerken aus Erde, wie sie in der Provinz Madras so häufig vorkommen, bezüglich. Trotz der fast ausschliesslichen Verwendung von Erddämmen, welche in den meisten Fällen durch die Localverhältnisse geboten ist, gibt es dennoch in Indien Reservoirs mit gemauerten Abschlusswerken; hievon sollen im Nachstehenden einige interessante oder bemerkenswerthe Beispiele gegeben werden, sowie die kurze Beschreibung einiger grosser Abdämmungen mit Abschlusswerken aus Erde.

BESONDERE RESERVOIRS CENTRAL-INDIENS

In Central-Indien hat man an manchen Orten kleine Wehren quer durch weniger bedeutende Flüsse gebaut, um stromaufwärts eine gewisse Wasser-Reserve zu erhalten, welche durch Versickerung die zum Zwecke der Bewässerung im Thale gegrabenen Brunnen speist; allein der Nutzen dieser Reservoirs wird von vielen Ingenieuren bestritten. Dahin gehört das Reservoir von Kabra Nadi bei Nya-Nagar; es besteht aus einer 95 Meter langen Mauer welche auf dem Felsen fundirt ist, an der Basis 5 Meter, in der Krone 2,17 Meter breit und 3,96 Meter hoch ist; es ist zu Berg durch Strebepfeiler mit halbkreisförmigem Profil, welche in gewissen Abständen von einander stehen verstärkt, und seine beiden Enden stemmen sich an beiden Ufern fest; es staut das Wasser im Bett des Wildbaches bis auf eine Entfernung von ungefähr 1200 Meter. Das Wasser entleert sich über die Mauern, wenn das Reservoir voll ist.

RESERVOIRS VON OBER-INDIEN

Wie bereits bemerkt, gibt es in Ober-Indien wenig Reservoirs, weil die Flüsse daselbst während des ganzen Jahres Wasser haben; in den Districten von Ajmere und Mairwara, indessen, wo die Eingeborenen den Gebrauch von Reservoirs seit undenklichen Zeiten eingeführt haben, hat man einige

erbaut. In dieser sehr unebenen Gegend verläuft sich das Regenwasser rasch, übt nur eine sehr vorübergehende Wirkung auf die Culturen, und der Munsun-Regen fällt nur während einiger Tage.

Diese Bauwerke haben in landwirthschaftlicher und finanzieller Beziehung sehr günstige Ergebnisse geleistet. Von den sechs Reservoirs, welche Lieutenant Home im Jahre 1868 betrachtete, haben alle, mit Ausnahme eines einzigen, nicht nur die Unterhaltungs- und Betriebskosten eingebracht, sondern auch eine Verzinsung des Baukapitales ergeben; für alle sechs zusammen betrug diese Verzinsung ungefähr 5 Prozent des Anlagekapitales. Hiebei muss allerdings bemerkt werden, dass die Baupreise zur Zeit, als diese Bauten ausgeführt wurden, äusserst niedrig waren, und dass in jener Gegend die Erde bei einer Bewässerung von 15 500 Cubikmetern per Hectar fast jährlich zwei Ernten hervorbringt. Wir geben im Folgenden zwei Beispiele von diesen Reservoirs :

RESERVOIR VON KABRA

(Fig. 14 und 15).

Das Reservoir von Kabra wird durch eine Mauer geschlossen, welche in einer zwischen zwei Höhenzügen gelegenen natürlichen Schlucht errichtet ist; diese Mauer ist 190 Meter lang; sie wird durch drei Strebepfeiler mit halbkreisförmigem Profil befestigt, welche gegen die obere Wand gelehnt sind; ihre Erhebung über den Boden beträgt 6 Meter; ihr Fundierungsmassiv ist 8,10 Meter breit und reicht bis zum Felsen in einer Tiefe von 2,70 Meter; die Gesammthöhe der Mauer beträgt somit 8,70 Meter; ihre obere Breite 3 Meter. Gegen die äussere Wand ist ein Damm aus Erde gelehnt, der eine Basisausdehnung von 21 Metern, eine Maximalhöhe von 8,50 Meter und eine obere Breite von 6 Meter besitzt. Eine Stützmauer von 1,20 bis 1,80 Meter Höhe stützt den unteren Fuss dieses Abschlusswerkes. An den beiden Enden des Damms sind Ueberfälle in den Berg gegraben; ihre Kaute befindet sich 1,20 Meter unterhalb der Wehrkrone. Die Vertheilung des Wassers geschieht mittelst Oeffnungen welche in der Mauer der Reservoirs angebracht sind. Dieses im Jahre 1857 erbaute Reservoir besitzt eine Oberfläche von 740 000 Quadratmetern und fasst 1 600 000 Cubikmeter Wasser. Es hat nur 14 500 Fr. gekostet. Der Ueberlauf dient zur Füllung der unterhalb gelegenen Reservoirs.

RESERVOIR VON ROOPANA

(Fig. 16, 17 und 18).

Der Damm von Roopana schneidet eine zwischen zwei Hügelketten gehöhlte Thalsperre; er ist auf den Felsen gegründet, ist an der Basis 3,15 Meter breit, und seine Dicke, die mit zunehmender Höhe allmählig abnimmt, beträgt in der Krone nur noch 1 Meter; seine Höhe beträgt 5,50 Meter. Dieses

Wehr, welches zu Berg durch fünf halbkreisförmige Strebepfeiler verstärkt ist, wird an einem Ende durch eine Mauer fortgesetzt, welche an der Basis 1,80 Meter oben, 1,20 Meter breit ist und sich rückwärts an einen Damm aus Erde mit 9 Meter Grund Breite und von 5,55 Meter Höhe lehnt. Die Gesamtlänge des Baues beträgt 159 Meter. Die Mauer des Wehres dient als Ueberfall und fungirt als solcher fast während des ganzen Jahres. Dieses Reservoir ist 1845 erbaut worden; es hat ungefähr 5000 Fr. gekostet.

RESERVOIR VON BETWA

(Fig. 20).

Auf dem Laufe der Betwa, eines Nebenflusses der Jumna, ist neulich ein grosses Reservoir erbaut worden; es besteht aus einem gemauerten Abschlusswerk, welches seiner ganzen Breite nach das Thal der Betwa durchquert, deren Wasserführung während der Hochwässer 20 000 Cubikmeter per Sekunde erreicht.

Dieses prachtvolle Werk ist auf den Granitfelsen gegründet, welcher das Flussbett bildet, und ist vollständig aus Granitsteinen mit Cement-Mörtel hergestellt; es übersteigt von über 15 Meter die tiefst gelegenen Punkte des Thales; die Krone ist 4,50 Meter breit; die äussere Wand, welche von der Oberkante bis zu einer gewissen Höhe senkrecht geht, ist nachher geneigt mit einer Verjüngung von 24 Centimetern per Meter; die innere Wand besitzt ein curves Profil. Für 15 Meter Mauerhöhe ist die Breite an der Basis von 18,60 Meter.

Nach Vollendung des Baues hat man beschlossen, denselben mit einem beweglichen zur Steigerung der Stauhöhe dienenden Theile zu überhöhen.

Das Wasserablasswerk besteht aus mehreren, mit metallischen Schützen verschlossenen Bogengewölben während der Hochwässer, wenn das Reservoir voll ist, entleert sich das Wasser über die Kante des Wehres, in einem Strahl, der mitunter eine Dicke von 5 Metern erreichen kann. Ein kleiner gemauerter Strebepfeiler, der längs des ganzen Dammes am äusseren Böschungsfusse errichtet ist, schützt die felsige Oberfläche gegen die Unterwühlungen, welche der Fall einer so enormen Wassermenge erzeugen könnte.

RESERVOIR VON CHEMBRAMBANKUM

(Fig. 19).

Das Reservoir von Chembrambankum ist ein interessantes Beispiel der in der Statthalterschaft Madras vorkommenden Reservoirs mit Abschlusswerken aus Erde. Es liegt 25 Kilometern von der Stadt Madras entfernt und stellt einen grossen, vollständig künstlichen See vor, der früher von den Eingeborenen geschaffen und durch die englischen Ingenieure vergrössert worden ist. Vor den Vergrösserungsarbeiten hatte er einen Fassungsraum von unge-

fähr 60 Millionen Cubikmetern und eine Oberfläche von 2000 Hectaren; diese Wassermenge wurde durch ein 5 Kilometer langes und bis 8 Meter hohes Abschlusswerk gestaut. Das Vertheilungs-System besteht aus 10 Speise-Aquäducten, und das Ueberlaufwasser entleert sich durch sechs Ueberfälle, die eine Gesamtlänge von etwa 200 Metern darstellen, und deren Gefälle zwischen 1,80 und 4 Meter schwanken, je nach ihrer Lage. Dieses Reservoir diente zur Bewässerung von 4000 Hectaren Reisfelder und brachte der Regierung ein Erträgniss von etwa 100 000 Fr.; die jährlichen Unterhaltungs- und Ausbesserungskosten überstiegen nicht 70 Procent dieses Erträgnisses.

Dieses Reservoir bezog beinahe all sein Wasser von den in seinem Niederschlagsbecken fallenden Regengüssen. Die neuen Vergrößerungsbauten haben einen Fassungsraum auf 77 000 000 Cubikmeter und seine Oberfläche auf nahezu 2500 Hectare gebracht; gleichzeitig hat man den Querschnitt und den Wassereinfluss des zu seiner Speisung dienenden Kanals verbreitert.

RESERVOIR DER MUTHA

Die im oberen Becken der Kistna fließende Mutha entspringt in den westlichen Shats in einer Entfernung von 48 Kilometern von der Stadt Poona; das Reservoir, dessen Erbauung 1868 begonnen wurde, liegt 16 Kilometer weit von dieser Stadt; es besteht aus einem gemauerten Abschlusswerk, das auf den Felsen gegründet ist und, ohne den 440 Meter langen Ueberfall eine Länge von etwa 1120 Meter besitzt. Die Maximal-Höhe des Wehres beträgt 30 Meter oberhalb des Mutha-Bettes und 32,10 Meter oberhalb des Baugrundes. Der Querschnitt der Mauer ist Trapezförmig, die Krone ist 4,35 Meter breit und befindet sich 3,55 Meter oberhalb der Ueberfallskaute. Die Maximalhöhe des aufgespeicherten Wassers beträgt mithin 26,50 Meter, da jedoch die Schwelle der Speiseschleusen 8,70 Meter unterhalb des Stau-Niveau's liegt, so ergibt sich hieraus, dass eine unnützbare Wasserschicht von 17,80 Meter existirt.

Das Becken, das seine Gewässer in dieses Reservoir ergießt, umfasst 50 800 Hectare; die in diesen Gegenden fallende Jahres-Regenhöhe ist beträchtlich, sie erreicht nahezu 5 Meter. Die Oberfläche des Reservoirs beträgt 1400 Hectare und sein Gesamt-Fassungsraum 146 000 000 Cubikmeter; allein der nutzbare Raum oberhalb des Niveau's der Ablasswerke beträgt nur 90 000 000 Cubikmeter. Rechnet man für die Verdunstung eine Höhe von 1,20 Meter, welche 1 200 000 Cubikmetern entspricht, so beträgt das Quantum, welches thatsächlich abgenommen werden kann, 78 000 000 Cubikmeter.

Da sich die gesammten Baukosten auf 6 200 000 Fr. beliefen, so kommt der nutzbare Fassungsraum des Reservoirs auf 70 Fr. per 1000 Cubikmeter zu stehen.

Das Wasser vertheilt sich in zwei Kanäle, von denen der eine auf dem rechten, der andere auf dem linken Mutha Ufer gelegen ist.

Der Kanal am rechten Ufer ist 115 Kilometer lang; er berührt Poonah und ist bis dahin, somit auf einer Länge von 16 Kilometern schiffbar; er versorgt die Stadt Poonah und die zahlreichen an seinem Laufe gelegenen Dörfer mit Trinkwasser, und bewässert die anbaufähigen Gegenden, die in einer sehr trockenen, eine jährliche Regenmenge von nicht mehr als 50 Centimeter besitzenden Zone der Hochebene Decan gelegen sind.

Der Kanal am linken Ufer ist nur 22 Kilometer lang.

Die gesammte, die Gewässer des Reservoirs benutzende Fläche beträgt 36 000 Hectare, die wirklich bewässerte Netto-Fläche 27 000 Hectare.

RESERVOIR VON EKUK

Das Reservoir von Ekuk ist in derselben Gegend gelegen, wie das vorhergehende, 8 Kilometer nordöstlich von Sholapur, am Flusse Adhila. Sein Speisegebiet, das eine Oberfläche von 36 000 Hectaren besitzt, empfängt im Durchschnitt eine jährliche Regenmenge von 80 Centimetern, und man nimmt an, dass ein Vierteltheil bis zur Stelle des Reservoirs gelangt.

Nach dem genehmigten Projekte sollte das die Abdämmung schliessende Abschlusswerk 2200 Meter lang sein und im mittleren Theile aus Erde, an den beiden Enden dagegen auf einer Länge von 426 beziehungsweise 396 Meter aus Mauerwerk hergestellt werden. Der Bau wurde 1866 begonnen und das Abschlusswerk wurde 1867 geschlossen; es ist 2084 Meter lang und auf dem grössten Theile dieser Länge aus Erde hergestellt. Die Maximalhöhe dieses Abschlusswerkes beträgt 25 Meter; es ist 1,80 Meter an der Krone breit, die sich 5 Meter über das normale Stau-Niveau, d. i. die Schwelle der Ueberfälle erhebt. Sein Querschnitt besitzt, den Zeichnungen des Projectes gemäss, eine Böschung mit einer Neigung von 1 : 3 an der Wasserseite, und 1 : 2 an der Aussenseite, mit einer Schutzsteinpackung von 60 Centimeter Stärke an der Wasserseite.

Die an den beiden Enden des Wehrs in den Felsen gehauenen Ueberfälle haben zusammen eine Oeffnung von 225 Metern und liefern nach den Rechnungen 1200 Cubikmeter per Secunde mit einem Ueberfallsstrahl von 3 Meter Dicke.

Das Reservoir hat eine Oberfläche von 1650 Hectaren und einen Gesamt-Fassungsraum von 94 000 000 Cubikmetern; da die Schwelle des Ablasswerkes 11,50 Meter unterhalb des Stau-Niveau's gelegen ist, so bleibt der nutzbare Fassungsraum hinter jener Ziffer um 500 000 Cubikmeter zurück. Man schätzt die jährlich verdunstende Wassermenge auf etwa 2,10 Meter gleich 22 000 000 Cubikmetern; die abzulassende Wassermenge beträgt mithin in Wirklichkeit etwa 71 500 000 Cubikmeter.

Die Baukosten dieses Reservoirs betragen 1 795 000 Francs; mithin kommen je 1000 Cubikmeter des Fassungsraumes des Reservoirs auf ungefähr 19 Fr. zu stehen.

Dieses Reservoir bedient eine Bewässerungsfläche von 6 700 Hectaren mittelst dreier Canälen; nach dem ursprünglichen Projecte sollte es 8 500 Hectare bedienen.

Der eine Canal, am rechten Ufer gelegen, 29 Kilometer lang, führt 1,680 Cubikmeter per Sekunde; seine Wasserentnahme ist 4,20 Meter unterhalb des Stau-Niveau's gelegen.

Der zweite, am linken Ufer gelegen, ist 42 Kilometer lang und liefert 1,960 Cubikmeter per Secunde; seine Wasserentnahme ist 11,50 Meter unterhalb des Stau-Niveau's gelegen; es ist dies mithin ein Canal mit niedrigem Niveau.

Der dritte, gleichfalls am linken Ufer gelegen, hat seine Speiseschleuse auf gleichem Niveau wie der erste; seine Länge beträgt nur 6 500 Kilometer und seine Wasserführung nur 700 Cubik-Decimeter per Sekunde.

Der erste und dritte Canal geben nur während vier Monaten Wasser an die Ländereien ab, während der zweite das ganze Jahr hindurch bewässert.

VERSCHIEDENE RESERVOIRS DER PROVINZ BOMBAY

In der Provinz Bombay gibt es eine Anzahl von Reservoirs von der gleichen Gattung, wie die eben beschriebenen. Sie sind im Allgemeinen weniger bedeutend als die letzteren, doch sind immerhin einige durch ihre Dimensionen bemerkenswerth. Die Abschlusswerke fast aller dieser Bauten sind aus Erde aufgeführt.

Das Reservoir von Muthi, District Kaudesh, besitzt ein Becken von 15 000 Hectaren, welches eine jährliche Regenmenge von 52 Centimetern auffängt; es bildet eine Reserve für die Bewässerungszwecke auf dem Unterlauf des Flusses Panjhra. Der nutzbare Fassungsraum über den Wasserablässen beträgt 9 700 000 Cubikmeter. Dieses Wasserquantum wird durch ein Abschlusswerk aus Erde von 900 Meter Länge gestaut, welches an der Krone eine Breite von 3 Metern und eine Maximalhöhe von 19,50 Meter besitzt; der Ueberfall ist 477 Meter lang. Die Baukosten für dieses Reservoir betragen 550 000 Fr., d. ist 57 Fr. per 1000 Cubikmeter nutzbaren Fassungsraumes.

Das Reservoir von Ashti, District Sholapur, ist weit beträchtlicher; sein nutzbarer Fassungsraum beträgt 38 000 000 Cubikmeter und es bedient eine Bewässerungsfläche von 6 000 Hectaren; es besitzt ein Niederschlagsbecken von 33 800 Hectaren, das jährlich eine Regenmenge von 95 Centimetern empfängt. Es wird durch ein Abschlusswerk aus Erde von 1,80 Meter Kronenbreite, 17,40 Meter Maximalhöhe und 3 810 Meter Länge geschlossen.

Der Ueberfall ist 240 Meter lang.

Die Baukosten betragen 950 000 Fr., was einen Herstellungspreis von 25 Fr. per 1000 Cubikmeter Fassungsraumes ergibt.

Ein anderes grosses Reservoir derselben Gegend ist noch das von Nehr,

District Sattara, das ein Aufnahmsbecken von 15 500 Hectaren mit einer jährlichen Regenmenge von 70 Centimetern besitzt. Die Oberfläche des Reservoirs beträgt 265 Hectare; es bildet eine Wasser-Reserve für die Canäle Yerla. Das den Wasserbehälter schliessende Abschlusswerk aus Erde ist 1 446 Meter lang, an der Krone 2,40 Meter breit und hat eine Maximalhöhe von 22,20 Meter; der Ueberfall ist 510 Meter lang. Die Baukosten betragen 752 000 Fr. Da der nutzbare Fassungsraum 13 900 Cubikmeter beträgt, so beläuft sich der Herstellungspreis per je 1000 Cubikmeter Fassungsraumes auf 54 Fr.

KOSTENPREIS DER RESERVOIRS

Die oben angeführten Ziffern lehren, dass in der Provinz Bombay der Herstellungspreis von 1000 Cubikmetern Fassungsraumes sehr veränderlich ist. Bei dem Reservoir von Patas, das einen Fassungsraum von nur 400 000 Cubikmetern besitzt, erreicht er die Höhe von 197 Fr., während er bei dem grossen Reservoir von Ekruk bis auf 19 Fr. sinkt, mithin zehnmal geringer ist. Es ist übrigens nicht vollkommen genau, bei Vergleich des Nutzens der gemachten Auslagen den Preis von 1000 Cubikmetern Fassungsraumes als Basis anzunehmen; denn manche Reservoirs können sich während der Bewässerungsperiode, theilweise, oder sogar ein- oder mehrere Male ganz füllen.

Für 16 Reservoirs der Provinz Bombay, die vor 1882 unter den verschiedenartigsten Verhältnissen gebaut wurden, mit Fassungsräumen, die zwischen 400 000 Cubikmetern und 94 000 000 Cubikmetern schwanken; mit Abschlusswerken, deren Längen zwischen den Grenzen 450 Meter und 3 810 Meter eingeschlossen sind, und deren Maximalhöhen bei den einzelnen Wasserbehältern zwischen 9,50 und 29,50 Meter schwanken; für diese Reservoirs, deren nutzbarer Gesamt-Fassungsraum 291 000 000 Cubikmeter und deren Gesamtkosten 12 950 000 Fr. betragen, beläuft sich der durchschnittliche Herstellungspreis von 1000 Cubikmetern Fassungsraumes auf 44 Fr.

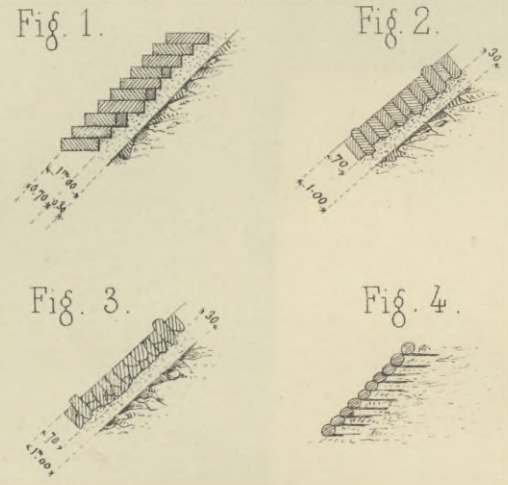
General-Lieutenant Mullins nimmt an, dass in der Provinz Madras, damit ein Reservoir das zu seiner Erbauung verwendete Capital mit 5 Prozent verzinse, der Herstellungspreis von 1000 Cubikmetern Fassungsraumes 26 Fr. nicht übersteigen darf.

Cairo, am 15. Februar 1892.

(Von Herrn FLAISSIERE übersetzt.)

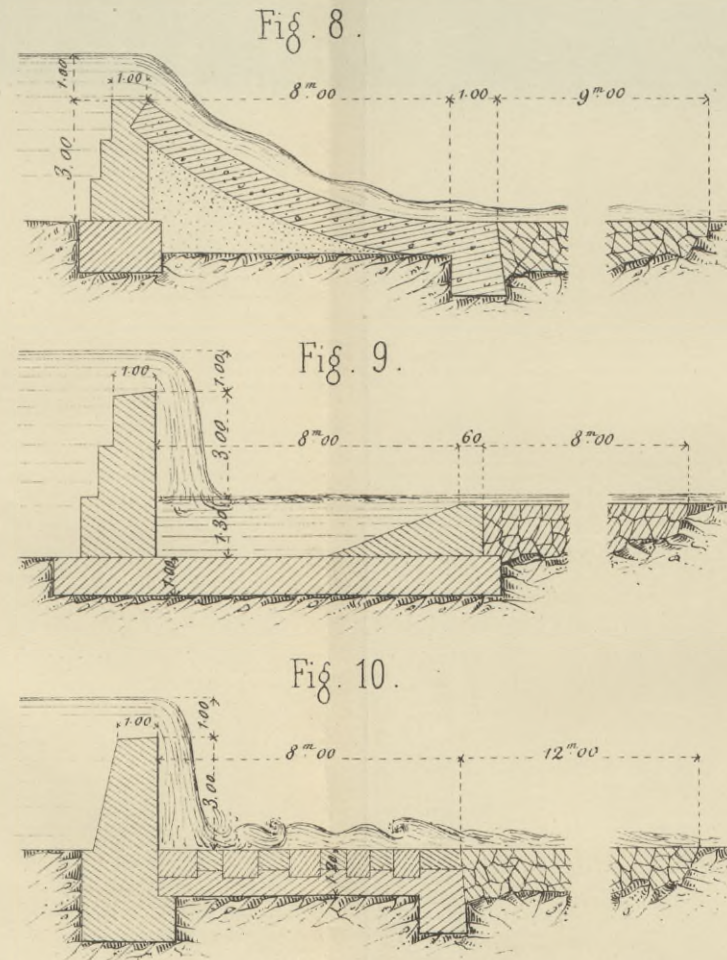
Types de revêtements de digues.

Echelle de 0^m.005 p. 1^m.



Types de déversoirs.

Echelle de 0^m.005 p. 1^m.



Barrage du Kabra.

Fig. 14. Plan.
Echelle de 0^m.00025 p. 1^m.

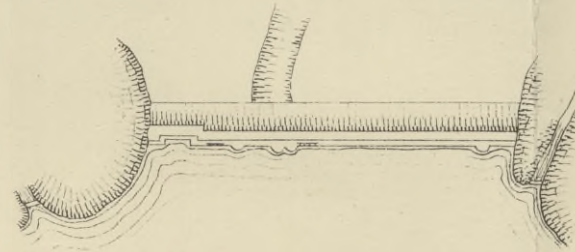
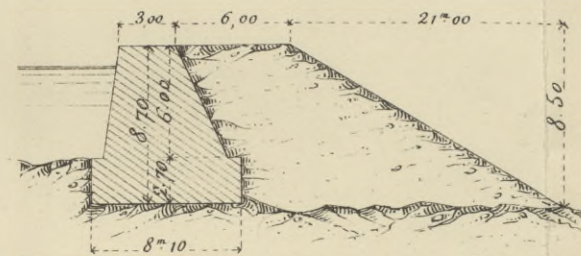


Fig. 15. Coupe du barrage.
Echelle de 0^m.0025 p. 1^m.



Barrage de Roopana.

Fig. 16. Plan.
Echelle de 0^m.00025 p. 1^m.

Fig. 17. Coupe CD.
Echelle de 0^m.0025 p. 1^m.

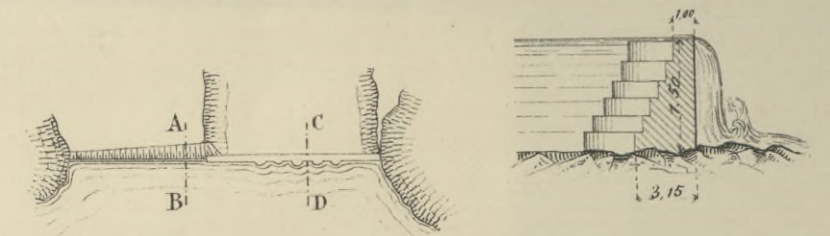
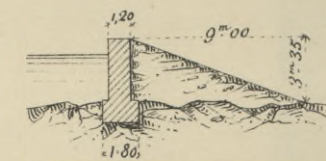


Fig. 18. Coupe AB.
Echelle de 0^m.0025 p. 1^m.



Déversoir de Carangooly.

Fig. 5. Plan.
Echelle de 0^m.00025 p. 1^m.

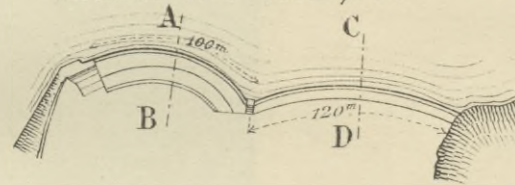


Fig. 6. Coupe suivant AB.
Echelle de 0^m.002 p. 1^m.

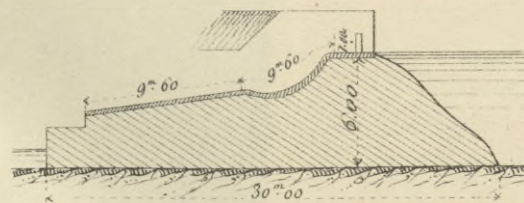


Fig. 7. Coupe suivant CD.
Echelle de 0^m.002 p. 1^m.

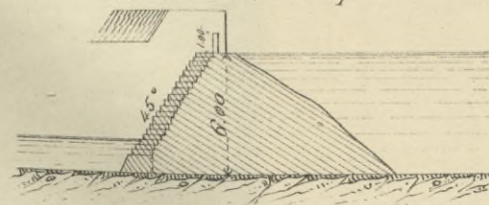
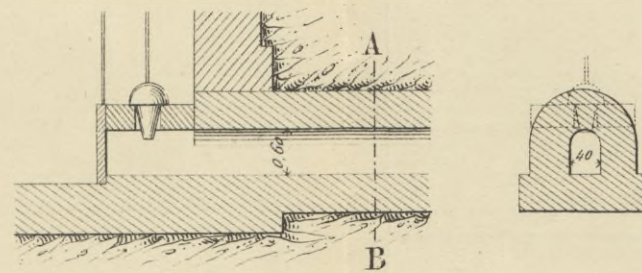


Fig. 11. Coupe en long. Fig. 12. Coupe AB.
Echelle de 0^m.01 p. 1^m.



Prise d'eau.

Fig. 13. Bonde.
Echelle de 0^m.005 p. 1^m.

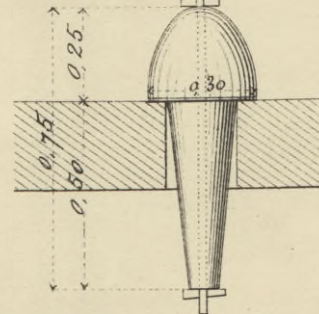
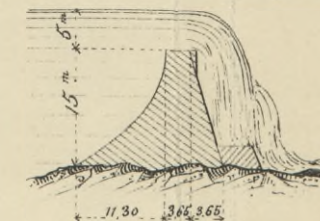
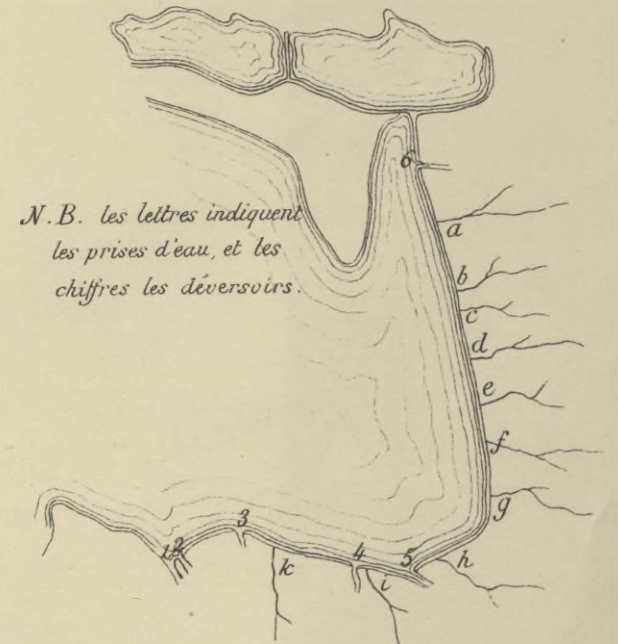


Fig. 20.
Barrage de la Betwa.
Echelle de 0^m.001 p. 1^m.



Réservoir de Chembrambaukum.

Fig. 19. Carte d'ensemble.
Echelle de 0^m.02 p. 1 Kilomètre.



N.B. les lettres indiquent les prises d'eau, et les chiffres les déversoirs.

