



6. 25. 1. 25

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000305655

ENLAGE VON STAUWEHREN IN DEN A...

...

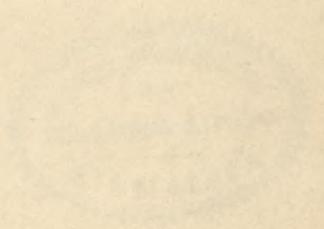
BAU DES STAUWEHRS IM ALTE...

...

...

R. F. W.

BERLIN ...  
VERLAG VON ...





UEBER DIE  
ANLAGE VON STAUWEIHERN IN DEN VOGESEN

INSBESONDERE UEBER DEN  
BAU DES STAUWEIHERS IM ALFELD.

MIT 2 KUPFERTAFELN.

IM AUFTRAGE DES MINISTERIUMS FÜR ELSASS-LOTHRINGEN,  
ABTHEILUNG FÜR FINANZEN, LANDWIRTHSCHAFT UND DOMÄNEN,

BEARBEITET

VON

H. FECHT,  
MINISTERIALRATH IN STRASSBURG.

(SONDERABDRUCK AUS DER ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESEN, JAHRG. 1889.)

*F. Nr. 19318*



BERLIN 1889  
VERLAG VON ERNST & KORN  
WILH. ERNST.  
(GROPIUS'SCHE BUCH- UND KUNSTHANDLUNG.)

*9.45*  
*55*

x  
1567

ÜBER DIE

ANLAGE VON STAUWEHRN IN DEN VOGESEN

INSBESONDERE ÜBER DEN

BAU DES STAUWEHRS IM ALFELD

MIT 2 KUPFERTAFELN

IM AUFTRAG DES MINISTERIUMS FÜR KLASSEN-FÖRDERUNG  
ABTHEILUNG FÜR FINANZEN, LANDWIRTSCHAFT UND DOMÄNEN

BEARBEITET

VON

H. FROST  
BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

33370

SOUDERBROOK VAN DER WERF, ROTTERDAM, 1881



BERLIN 1889

VERLAG VON ERNST & KORN

WILL KRESZT

(GRÖßERES BECH- UND KUPFERSTÄNDLICH)

Akc. Nr.

2039/50

## I. Allgemeines.

Die Frage der Anlage von Stauseen zum Zwecke der Verstärkung der Niederwasserstände der Flüsse im Interesse einer wirksameren Ausnutzung derselben für Gewerbe und Landwirtschaft ist in Deutschland noch verhältnismäßig neu. Die wenigen vorhandenen Anlagen dieser Art sind meist unbedeutende, für örtliche Zwecke ausgeführte Fabrikweiher, welche weder vom technischen, noch vom volkswirtschaftlichen Gesichtspunkte eine außergewöhnliche Beachtung verdienen und nach keiner Richtung hin mit den in Spanien, Frankreich und Belgien ausgeführten Bauten ähnlicher Art verglichen werden können. Warum das so gekommen, läßt sich allgemein wohl kaum beantworten. Es liegen indessen in Deutschland mehrfach Verhältnisse vor, welche eine theilweise Erklärung der Thatsache immerhin gestatten. Zunächst hat sich die Gewerthätigkeit in den gebirgigen Gegenden, also da, wo die Gefällverhältnisse die Anlage von Stauweihern vortheilhaft machen und die Bodenbeschaffenheit dieselbe ermöglichen würde, mehrfach in der Nähe der großen Kohlenbezirke entwickelt, wie dies namentlich in Schlesien, Westfalen und der Rheinprovinz zu finden ist. In solchen Lagen hat die anwachsende Gewerthätigkeit ihre neuen Triebkräfte in erster Reihe durch Ausnutzung der billigen Brennstoffe gewonnen und daher nicht das unbedingt zwingende Interesse an einer Verstärkung der Wasserkraften gehabt, welches anderwärts schon frühzeitig zur Anlage von Stauseen geführt hatte. Was sodann das deutsche Tiefland betrifft, welches in einzelnen Gegenden der Sitz bedeutender gewerblicher Unternehmungen ist, so fehlt es dort zunächst an den zur Anlage von Stauseen erforderlichen Thalbildungen; außerdem ist aber das Gefälle der Wasserläufe so gering, daß nur mit großen Wassermengen eine nennenswerthe mechanische Triebkraft erzeugt werden kann. Hier sind also schon die natürlichen Voraussetzungen für eine nutzbringende Ausführung solcher Anlagen nicht vorhanden. Auch die Interessen der Bewässerung, so wichtig dieselben in einzelnen Landstrichen Deutschlands sind, hängen nicht in dem Maße mit der Ausnutzung der Niederwasserstände der Flüsse zusammen, wie das in wärmeren Ländern der Fall ist, da bekanntermaßen der Werth der Niederwasser für die Bewässerung mit der Wärme des Klimas und des Bodens zunimmt. Nur in wenigen Gegenden Deutschlands sind diese Verhältnisse derart, daß die Anfeuchtung der Wiesen während der Dauer der sommerlichen Niederwasser von entscheidendem Einfluß auf den ganzen Ernteertrag ist und daß man in dieser Zeit mit verhältnismäßig kleinen Wassermengen eine außerordentliche Steigerung des Ertrages erreichen kann. Wo aber solche Bedingungen vorliegen, wie z. B. an manchen Orten des Großherzogthums Baden, sind dann häufig die natürlichen Abflußverhältnisse der Wasserläufe günstig,

sodafs eine Verstärkung der Niederwasser nicht dringend nothwendig ist, da dieselben in normalen Jahren dem Bedürfnifs genügen. Schliesslich ist noch zu beachten, daß infolge der bedeutenden Kosten, welche solche Bauwerke verursachen, ihre Anlage in der Regel nur dann einen reichlichen Nutzen abwerfen wird, wenn sie neben der Landwirtschaft noch einer entsprechend entwickelten Industrie zugute kommen oder zu anderen Zwecken, wie z. B. Wasserversorgung von Städten, Canalspeisungen usw., benutzt werden können. Unter solchen Voraussetzungen scheint in neuester Zeit in verschiedenen Theilen Deutschlands, namentlich am Niederrhein und im Königreich Sachsen, die Ausführung von Stauseen und zwar zu gewerblichen und gesundheitlichen Zwecken in Anregung gebracht worden zu sein.

## II. Wasserverhältnisse im Elsass.

Als im Elsass Untersuchungen über die Zweckmäßigkeit der Anlage von Stauseen seitens der deutschen Verwaltung vorgenommen wurden, fanden sich die erwähnten natürlichen Bedingungen vor, welche solche Unternehmungen nutzbringend machen. Weit abgelegen von den mitteleuropäischen großen Kohlenbezirken hat sich die gewerbliche Thätigkeit des Oberelsafs zuerst da angesiedelt, wo sich die Triebkraft von Bächen und Flüssen mit starkem Gefälle nutzbar machen liefs, nämlich in den Gebirgsthälern der Vogesen und an der Ausmündung derselben in die Rheinebene. Man erwarb einen Theil der bestehenden Triebwerke mit den zugehörigen Nutzungsrechten am Wasser, welche den Wässerungsberechtigten gegenüber durch alte Verordnungen oder durch Ortsgebräuche geregelt waren. Nun ist aber die Wassernoth bei Niederwasser im Elsass immer eine Landplage und von altersher die Ursache gewesen von endlosen Streitigkeiten zwischen Müllern und Landwirthen. Wir besitzen Jahrhunderte alte Verordnungen, welche von verschiedenen Landesherren im Elsass zu dem Zwecke erlassen worden sind, diese Streitigkeiten aus der Welt zu schaffen, was aber immer nur für eine kurze Zeit gelungen ist. Die wirtschaftliche Entwicklung des Landes hat die Ansprüche an die Wassernutzung von Jahr zu Jahr gesteigert, und so ist es gekommen, daß die Schwierigkeit der Vertheilung der Niederwasser in den Vogesenthälern stets zunahm und damit die Streitigkeiten zwischen den verschiedenen Gruppen der Nutzungsberechtigten immer schärfer wurden. Daß diese Schwierigkeiten, deren letzte Ursache in den ungünstigen Wasserverhältnissen der Vogesenflüsse zu suchen ist, so groß wurden und daß sie durch örtliche Mittel nicht beseitigt werden konnten, hat seinen Grund in allgemeinen Verhältnissen, welche zunächst kurz besprochen werden sollen.

Bei den Vogesen zeigt sich die bei allen mitteleuropäischen, von Süden nach Norden streichenden Gebirgsstöcken beobachtete Thatsache, daß die jährlichen Niederschläge auf den Ostabhängen kleiner sind, als auf den Westabhängen. Die vom Westwind zugeführte, wassergesättigte Luft tritt, am Westabhange des Gebirges aufsteigend, unter einen geringeren Luftdruck; sie dehnt sich aus und hierdurch wird ein Theil ihrer Wärme gebunden. Die Folge davon ist eine vermehrte Ausscheidung von Wasser in Gestalt von Regen und Schnee. Beim Herabsteigen des Luftstromes längs der Ostabhänge des Gebirges dagegen tritt wieder eine Verdichtung der Luft ein; die Erwärmung derselben steigert sich und ihre Fähigkeit, Wasserdämpfe aufzunehmen, wird infolge davon vergrößert. Die atmosphärischen Niederschläge erleiden also am Ostabhange eine Verminderung, und hierin liegt ohne Zweifel eine der Ursachen der vergleichsweise ungünstigen Bewässerungsverhältnisse der elsässischen Thäler. Gleichwohl sind bei der bedeutenden Höhe der Vogesen, bei welchen die jährliche Regenmenge mit zunehmender Höhe über dem Meeresspiegel wächst, die Niederschlagsmengen nicht so beträchtlich kleiner, als z. B. am Westabhange des Schwarzwaldes, daß sich aus diesem Unterschiede allein die starke, sofort erkennbare Verschiedenheit der Niederwassermengen der von den beiden Abhängen der Rheinebene zufließenden Wasserläufe erklären ließe. Es wirken hierbei, besonders für die oberelsässischen Zuflüsse, noch andere, wesentlich ins Gewicht fallende Umstände mit. Dies sind namentlich die Kürze und Steilheit der Thäler und die Art, wie sich der Gebirgsstock aufbaut. Letzterer besteht vorzugsweise aus krystallinischen Massengesteinen: Granit, Granitit und Syenit, sowie aus Grauwacke und Schiefer. Die harten, witterungsbeständigen Felsarten sind hier trotz ihrer schiefrigen Beschaffenheit nur wenig von tiefergehenden Spalten durchzogen und im allgemeinen für die Quellenbildung ungünstig. Hierzu kommt, daß der westliche, französische Abhang flach, der östliche, gegen die Rheinebene abfallende dagegen steil und größtentheils felsig ist. Hier ergießen sich deshalb die Niederschläge sehr rasch zu Thal und erzeugen schnell anlaufende, verhältnismäßig bedeutende Hochwasser von kurzer Dauer.

Auch die zwischen dem eigentlichen Gebirgsstock und der Rheinebene gelegenen Vorberge bieten für den Wasserabfluß unvortheilhafte Verhältnisse dar. Diese vorgelagerte Hügelkette besteht aus Lias, Jura, Tertiärgesteinen, Buntsandstein und Muschelkalk. Die Lagerung der Massen ist eine durchaus unregelmäßige und dieselben sind infolge der überaus zahlreichen Verwerfungsspalten in hohem Grade durchlassend. So kommt es, daß das nicht sofort abfließende Wasser der Niederschläge sich sehr rasch in die Tiefe versetzt und erst als Grundwasser in der Rheinebene wieder zum Vorschein gelangt. Eine Quellenbildung in den Vorbergen selbst ist deshalb nur an wenigen Punkten möglich.

Die Rheinebene endlich, welche die Vogesenflüsse in ihrem unteren Laufe durchziehen, besteht hauptsächlich aus diluvialen Ablagerungen von Gerölle, Kies, Sand, Lehm und Löss. In diesen Untergrund haben die Flüsse, welche aus den Gebirgsthälern hervorkommen, ihr Bett eingegraben und das Land innerhalb der von ihnen ausgebildeten Hochgestade und darüber hinaus bis an die Grenzen ihres größten Ueberschwemmungsgebietes mit alluvialen Ablagerungen von Schlamm oder Gerölle bedeckt. Correctionen an diesen unteren Strecken der Flüsse

von ihrem Austritt aus den Vogesen bis zur Vereinigung mit der Ill sind noch wenige ausgeführt. Der Fluß ändert deshalb bei jedem Hochwasser theilweise seinen Lauf und verursacht Verwerfungen der die Ufer begrenzenden Ablagerungen und infolge davon starke Kiesbewegungen. Die natürliche Dichtung, welche ein festliegendes Flußbett auch im durchlässigsten Boden stets nach einiger Zeit ausbildet, kann aus diesem Grunde hier nicht eintreten und die Folge davon ist, daß bei Niederwasser ein Theil des Zuflusses, welcher aus dem Gebirge herabkommt, auf diesen unteren Flußstrecken durch Einsickerung verloren geht.

Die auf den angeführten Eigenthümlichkeiten des Landes beruhende Wasserarmuth der Bäche und Flüsse während des Sommers ist, wie oben erwähnt, schon seit Jahrhunderten empfunden worden, und man hat sich zunächst die Frage vorgelegt, ob nicht durch eine Verstärkung der Bewaldung eine Besserung erreicht werden könnte. Ob und wie weit der Umfang der Bewaldung eines Flußgebietes auf den Verlauf der Hochwasser des Flusses vortheilhaft oder nachtheilig einwirkt, läßt sich nach dem jetzigen Stande der Untersuchungen auf diesem Gebiete noch nicht mit Bestimmtheit sagen. Es scheint indessen, daß die Bewaldung in der Regel eine Verminderung der gewöhnlichen Hochwasser herbeiführt, dagegen, namentlich bei ausgedehnten Flußgebieten, eine Verstärkung der großen Hochwasser zur Folge haben kann. Ganz unzweifelhaft dagegen und unbestritten ist die vortheilhafte Einwirkung der Bewaldung auf die Verstärkung der Niederwasserstände der Flüsse.

In den Vogesen haben sich nun im Laufe der Zeit die Verhältnisse so gestaltet, daß von den Thälern ausgehend das Ackerland und die Wiesen auf Kosten der Wälder sich zum Theil auf beträchtliche Höhe nach den Hängen der Berge zu ausgedehnt haben, deren obere Lagen da, wo eine Erdschicht den Felsen bedeckt, größtentheils als Viehweiden angelegt sind. Der Waldbestand der Vogesen war, soweit frühere Nachweisungen vorliegen, zu Anfang dieses Jahrhunderts am schwächsten. Seit dieser Zeit ist man mit Erfolg thätig gewesen, die vorhandenen Waldbestände zu sichern und an geeigneten Stellen neue Anpflanzungen aufzubringen, und in dieser Richtung kann und wird ohne Zweifel noch manches erreicht werden. Gleichwohl muß die Frage, ob durch solche Wiederaufforstungen die erforderliche Verstärkung der Niederwasserstände der Flüsse erreicht werden könnte, entschieden verneint werden. Die Grenze der Neuanpflanzungen ist für diesen Zweck nach jeder Richtung hin zu eng gezogen. Nach der Seite des angebauten Landes ist eine Ausdehnung der Waldgrenzen ausgeschlossen, denn eine Einschränkung dieser Bodenflächen, von welchen die ansässige Bevölkerung zu leben hat, kann selbstverständlich nicht in Frage kommen. Aber auch vom Weideland selbst wird im besten Falle nur ein verhältnismäßig kleiner Theil in Wald verwandelt werden können und diese Umwandlung wird, wenn sie volkswirtschaftlich richtig durchgeführt werden soll, lange Zeiträume erfordern. Hier wird immer beachtet werden müssen, daß auf der Weidewirtschaft der Wohlstand eines großen Theiles der Bevölkerung der oberen Vogesenthäler beruht. Nun hat aber die Aufforstung von Oedländereien in größerem Umfange unfehlbar eine Beschränkung der Weidflächen zur Folge, und diese Beschränkung ist, wenn eine ernste Schädigung der Landwirtschaft in den betreffenden Gemeinden vermieden werden soll, nur ausführbar in Verbindung

mit einer allmählichen Aenderung des landwirthschaftlichen Betriebes in dem Sinne, daß eine intensive Wirthschaft an Stelle der bisherigen extensiven gesetzt wird. Mit anderen Worten: Da man der Bevölkerung, soweit sie von der Weidewirthschaft lebt, die Mittel zu ihrem Unterhalt nicht entziehen darf, so mußte ihr die Möglichkeit gegeben werden, in dem Maße, als die Weideflächen eingeschränkt werden, das übrig bleibende Land derart zu bewirtschaften, daß sie im Stande wäre, ihr Vieh nach wie vor zu unterhalten. Sie würde daher nach Durchführung der Bewaldung den besser gelegenen Theil des Weidelandes bebauen, düngen und zum Gras- und Futterbau benutzen müssen, d. h. sie würde genöthigt sein, an Stelle der Weidewirthschaft theilweise die Stallfütterung einzuführen.

Das Gefühl der Nothwendigkeit solcher Aenderungen des Wirthschaftsbetriebes als einer Folge der Aufforstung von Weidelandereien in größerem Umfange ist die Hauptursache des Widerstandes der Grundbesitzer gegen derartige Mafsregeln. Sie gehorchen einem richtigen Gefühl, wenn sie Vorschlägen, welche diese Folgen nicht vorgesehen haben, Widerstand leisten. Diese Folgen gehen aber sehr weit. Der Grundbesitzer, welcher an Stelle der Weidewirthschaft theilweise Stallfütterung einführen will, muß nicht nur seiner bisherigen, in Fleisch und Blut übergegangenen Wirthschaftsweise entsagen und sich in eine neue Form des landwirthschaftlichen Betriebes einleben, sondern er muß gleichzeitig seine Stallungen und Futterräume umbauen und erweitern, seine Ackergeräthe und Betriebsmittel vermehren und sein Betriebscapital erhöhen. — Es ist klar, daß alles dieses selbst im besten Falle lange Zeit erfordert und nur ganz allmählich durchgeführt werden kann.

Diese Verhältnisse lassen erkennen, daß die Aufforstung der Berge als Mafsregel zur Herbeiführung einer wirksamen Aenderung der Abflußverhältnisse der Wasserläufe bei den in den Vogesen vorliegenden Wirthschaftsbedingungen nicht in Rechnung gesetzt werden kann.

### III. Gegenwärtige Wassernutzung.

Die Grundlage für die bestehende Wassernutzung bilden, wie erwähnt, in der Regel alte Verordnungen. Dieselben haben meist den Zweck gehabt, den Uebergriffen der Wiesenbesitzer in wasserklemmer Zeit entgegenzutreten. Sie erkennen das Recht der Mühlen, das vorhandene Wasser im ganzen Umfange ihres Bedarfes zur Verfügung zu haben, an und gestatten die Wassernutzung nur insoweit, als dieser Bedarf gedeckt ist. Auf den ersten Blick könnten diese Grundsätze überraschen. Um jedoch zu verstehen, aus welcher Anschauung sie hervorgegangen sind, darf man nicht vergessen, daß diese kleinen Mühlen in jener verkehrsarmen Zeit in landwirthschaftlicher Beziehung eine viel größere Bedeutung hatten als heute. Das Getreide wurde meist da verbraucht, wo es gewachsen war, und, um es verbrauchen zu können, mußte es an Ort und Stelle gemahlen werden. Ein Ersatz aber für das Wasser zum Betrieb der Mühlen war nicht vorhanden, denn die Ausnutzung des Dampfes als Triebkraft hatte noch keine praktische Anwendung gefunden. Auf der andern Seite war der Werth des Fleisches ein viel geringerer, und infolge davon die Futtergewinnung weniger wichtig für die Landwirthschaft als heute. So erklärt es sich ohne Mühe, daß man in jener Zeit den ungestörten Betrieb der Mühlen für die Landwirthschaft viel höher anschlug als die Bewässerung der Wiesen.

In der Zeit, in welcher sie geschaffen worden sind, mögen diese Verordnungen die Frage in befriedigender Weise gelöst haben; seither haben sich aber die Verhältnisse wesentlich geändert. Die an Stelle der Mühlen entstandenen Fabriken benutzten das Wasser in erster Linie als mechanische Triebkraft. Während aber seiner Zeit der Mühlenbetrieb nicht während des ganzen Jahres ununterbrochen fortgesetzt wurde, ist der Fabrikant genöthigt, jede Unterbrechung der Arbeit zu vermeiden. Er kann sich auch in den meisten Fällen nicht mehr, wie das früher bei den Müllern der Fall war, mit einer nur theilweisen Ausnutzung der Mittel- und Niederwasser begnügen, sondern ist auf den vollen Bezug derselben angewiesen, da er sie nicht nur als Triebkraft, sondern außerdem zu verschiedenen anderen Zwecken verwendet. Zunächst wird das Wasser zur Kesselspeisung und Condensation gebraucht und ist als solches bei manchen Werken kaum zu ersetzen. Ferner findet es in den zahlreichen Baumwollspinnereien, Webereien und Färbereien eine anderweitige sehr ausgedehnte und wichtige Verwendung. Die Schlichte des rohen Kattuns muß zur Gährung gebracht und sodann ausgewaschen werden. Vor und nach dem Drucken der Zeuge müssen die Befestigungs- und Aetzbeizen aufgebracht und wieder ausgewaschen werden; andere Zeuge und auch Garne müssen gebleicht werden, wieder andere werden gefärbt. Zu allen diesen Bearbeitungen sind große Mengen weichen Wassers nothwendig und das vielfach kalkhaltige Brunnenwasser ist hierzu häufig nicht minder ungeeignet, als das aus dem Kalkgebirge entspringende Wasser der Ill.

Während so auf der einen Seite die gewerbliche Ausnutzung der Niederwasser beständig gesteigert wurde, ist auch auf der andern Seite der Werth derselben für die Bewässerung in dem Maße gewachsen, als die Bewirtschaftung des Bodens, der Zunahme der Bevölkerung und den Fortschritten des landwirthschaftlichen Betriebes entsprechend, mehr und mehr eine intensive wurde. Der Wettbewerb des Auslandes weist heute den Landwirth darauf hin, aus seinem Grund und Boden möglichst viel herauszuziehen, und da die Viehzucht sich als besonders ertragsfähig gezeigt hat, so ist die Ausnutzung der Wiesen immer werthvoller, und das wirksamste Mittel, dieselbe zu fördern, d. i. die Bewässerung, immer wichtiger geworden.

Für den Erfolg der Bewässerung aber sind im Elsaß, abweichend von den Verhältnissen in einem großen Theile des übrigen Deutschlands, gerade die Niederwassermengen der Flüsse von entscheidendem Einfluß. Nach den Erfahrungen der letzten fünfzig Jahre hat sich hier eine feste Norm bezüglich des Wasserbedarfes der Wiesen für die Bewässerung ausgebildet, und diese Norm wird schon seit Jahrzehnten bei Ertheilung von Wasserungermächtigungen der Berechnung der zu bewilligenden Wassermenge zu Grunde gelegt. Hiernach beträgt der Wasserbedarf bei Mittel- und Niederwasser für ein Jahr und Hektar im Mittel 8000 cbm, welche auf drei Wasserungsperioden vertheilt werden, nämlich: eine Frühjahrswässerung im April, eine Sommerwässerung im Juni, Juli und August und eine Herbstwässerung im September, October und November. Für die dritte Wässerung wird außerdem die unbeschränkte Benutzung der Hochwasser gestattet.

Die Frühjahr- und Sommerwässerung haben ausschließlich den Zweck der Anfeuchtung und Belebung der Pflanzenwurzeln, während die Herbstwässerung dem Boden die nöthigen Düngstoffe zuführen muß und deshalb, wenn sie wirksam sein soll,

eine gleichzeitige Ausnutzung der Hochwasser voraussetzt. Im allgemeinen läßt sich sagen, daß die Spätjahrshochwasser fast regelmäfsig eintreten, und daß in dieser Jahreszeit eine Ausnutzung der Mittel- und Niederwasser der Flüsse zur Bewässerung nur selten und dann während einer kurzen Zeit erforderlich ist. Schon ungünstiger steht es mit den Frühjahrswässerungen, welche in trockenen Jahren öfters mangelhaft sind. Weitaus am ungünstigsten aber und in vielen Fällen entscheidend für die Wirkungslosigkeit der ganzen Bewässerung sind die Verhältnisse während der Zeit der Sommerwässerungen. Selbst eine reichliche Düngung durch die Spätjahrshochwasser kann nicht verhindern, daß infolge ungünstiger Witterungsverhältnisse im Frühjahr der Heuertrag gering wird; folgt alsdann noch ein heißer und trockener Sommer, und ist man außer Stande, zwischen Heu- und Grummeternte zu bewässern bezw. anzufeuchten, so geht auch der Grummet verloren, und der ganze Ertrag der Wässerungsanlage ist vernichtet. Kann man dagegen infolge der Verstärkung der Niederwasser während der Zeit zwischen Heu- und Grummeternte unter allen Umständen über eine für die Anfeuchtung genügende Wassermenge verfügen, so ist das gleichbedeutend mit einer Sicherung des ganzen Ernteertrages; denn was am ersten Schnitt ausgeblieben ist, läßt sich alsdann am zweiten nachholen. Das Wohl und Wehe der Landwirtschaft in den Thälern und in der Ebene hängt deshalb zu einem großen Theile ab von der Möglichkeit einer Ausnutzung der Niederwasser.

#### IV. Bisherige Abhülfsmafsregeln.

Es ist begreiflich, daß diese Zustände mit Nothwendigkeit zu Mafsregeln drängten, welche geeignet waren, eine Verstärkung der Niederwasser der Flüsse herbeizuführen.

Die geldkräftige Industrie ist in ihrem Interesse zuerst praktisch vorgegangen und fand hierbei den einzuschlagenden Weg von der Natur vorgezeichnet. In den oberen Thälern der Vogesen giebt es eine Reihe von natürlichen Seebecken, welche nach den neueren geologischen Forschungen nicht durch Auswaschungen, sondern durch die gewaltigen Senkungen entstanden sind, welche bei Bildung der oberen Rheinebene zwischen dem Kamme des Schwarzwaldes und der Vogesen stattgefunden haben. Sie enthalten zum Theil heute noch natürliche Seen, wie der Weifse See, der Schwarze See, der Dareensee, der Sternsee, der Sewensee und andere, zum Theil aber sind sie durch die von den Hochwassern herangeführten Geschiebe und durch erdige Ablagerungen ausgefüllt worden und bilden jetzt Weideland.

In diesen Seebecken hat man, zum Theil schon vor langer Zeit, da und dort künstliche Wasseranstauungen ausgeführt; hierbei hat man in der Regel die noch vorhandenen Seen benutzt, indem man sie weiter ausbaute. Die älteste derartige Anlage ist wahrscheinlich die Anstauung des Belchensees, welche durch den Festungserbauer Vauban ausgeführt wurde. Als derselbe die Festung Neu-Breisach erbaute, legte er, da für die Fortschaffung der Baustoffe aus dem Gebirge geeignete Straßen nicht vorhanden waren, einen Schiffahrtscanal an, und bildete durch Anstauung des Belchensees einen Speisebehälter für diesen Canal. Nachdem ein Hochwasser die durch Vauban in ursprünglicher Form ausgeführte Anlage zu Ende des vorigen Jahrhunderts zerstört hatte, wurde in den fünfziger Jahren durch die Gewerbetreibenden des Lauchthales eine neue Stauanlage hergestellt, welche bis heute von denselben unterhalten wird.

Auch die übrigen Anlagen dieser Art sind von den Gewerbetreibenden der betreffenden Thäler erbaut worden. Dieselben haben durch Staudämme und regulirbare Ablaufvorrichtungen den Weifsen See und den Schwarzen See im Weifsthale, den Dareensee und Forellenweiher im Fechtthale, den Sternsee und die beiden Neuweiher im Dollerthale in Stauweiher umgewandelt, welche zum Theil von beträchtlicher Gröfse sind. Alle diese Anlagen haben sich nicht nur für ihre Erbauer als außerordentlich nutzbringend erwiesen, sondern zum Theil auch in ihren Wirkungen erkennen lassen, daß es möglich sein würde, durch Vermehrung derselben und entsprechende Handhabung des Betriebes eine wirksame Verstärkung der Niederwasserstände und damit eine durchgreifende Verbesserung der Grundlagen des gewerblichen und landwirthschaftlichen Betriebes herbeizuführen. Die Bemühungen, welche zu französischer Zeit gemacht worden sind, um solche Unternehmungen in derjenigen Ausdehnung ins Leben zu rufen, welche ihnen den Charakter eines öffentlichen Landesinteresses in obigem Sinne gegeben hätte, sind mangels einer thatkräftigen Unterstützung durch die damalige Regierung gescheitert.

In dieser Richtung sind namentlich zwei Versuche zu erwähnen. In den vierziger Jahren liefsen Gewerbetreibende des Fechtthales durch den derzeitigen Oberingenieur Baumgarten Entwürfe zur Anlage mehrerer Stauweiher ausarbeiten. Ueber diese Entwürfe, welche übrigens technisch in hohem Grade mangelhaft waren, wurden im Jahre 1851 mit den betreffenden Gemeinden und sonst Beteiligten Verhandlungen gepflogen. Aber die landwirthschaftliche Bevölkerung, welche infolge der fortwährenden Streitigkeiten über die Wasserbenutzung gegen jede von den Gewerbetreibenden angeregte Aenderung der bestehenden Verhältnisse mißtrauisch war, verhielt sich von vornherein ablehnend. Sodann lag eine große Schwierigkeit darin, einen geeigneten Mafsstab für die Vertheilung der Baukosten auf die verschiedenen Theilnehmergruppen zu finden. Es war in Vorschlag gebracht worden, daß von den Gewerbetreibenden des Fechtthales  $\frac{4}{7}$ , von der Stadt Colmar  $\frac{1}{7}$ , von dem Bezirk  $\frac{1}{7}$  und von dem landwirthschaftlichen Ministerium  $\frac{1}{7}$  der Kosten aufgebracht werden sollten. Die betreffenden Verhandlungen zogen sich aber sehr in die Länge und kamen schließlic, wahrscheinlich infolge der eingetretenen politischen Ereignisse (Staatsstreik) ganz ins Stocken. Ein weiterer auf Anregung der Gewerbetreibenden des Thurthales angefertigter Entwurf, welcher die Anlage von Stauweiher in der dortigen Gegend umfasste und der Regierung von dem Oberingenieur im Jahre 1863 vorgelegt worden war, hatte keinen besseren Erfolg, und die Bestrebungen in dieser Richtung waren damit im Lande vollständig ins Stocken gerathen. Erst unter der deutschen Regierung, im Jahre 1875, wurden sie wieder aufgenommen und zwar diesmal auf Anregung der Verwaltung. Die Veranlassung war folgende: Der südlichste der von dem Gebirgsstock der Vogesen herabkommenden Nebenflüsse der Ill, die Doller, hat für die Entwicklung der Mühlhauser Gewerbtätigkeit eine hervorragende Bedeutung. Sie entspringt am Fufse des Elsässer Belchens, durchfließt das Thal von Mafsmünster und vereinigt sich 2 km unterhalb Mühlhausen mit der Ill. Nach ihrem Austritt aus dem Gebirge wird sie in zwei größeren, vor Jahrhunderten zum Zwecke der Bewässerung und des Mühlenbetriebes von Menschenhand angelegten Canälen abgeleitet: dem Steinbächlein bei Burnhaupt und dem Dollerbäch-

lein bei Lutterbach. Von diesen beiden Abzweigungen ist die wichtigste das Steinbächlein. Dasselbe wird 15 km oberhalb der Stadt Mühlhausen auf dem rechten Ufer aus der Doller abgeleitet und durchfließt, gleichlaufend mit dieser, in einer mittleren Entfernung von 1 km ein fruchtbares, von frühen Zeiten her zur Bewässerung eingerichtetes Wiesenthal. Im Mittelalter befanden sich sowohl diese Wiesen als die am Steinbächlein liegenden Triebwerke im Besitze der Feudalherren, der Grafen von Zu-Rhein, und die Vertheilung der Niederwasser zwischen gewerblichen Anlagen und Landwirtschaft konnte daher keine Schwierigkeiten verursachen. Erst im Verlaufe der Zeit, als die Wiesen und die Triebwerke allmählich in andere Hände übergingen, entstanden Streitigkeiten zwischen den Müllern und den Landwirthen über die Ausnutzung der Niederwasser, welche schließlich dahin führten, daß im Jahre 1768 durch eine Ordonnanz des Intendanten des Elsaßs die beiderseitigen Ansprüche geregelt wurden. Die Vorschriften der Ordonnanz, welche im wesentlichen alte Gebrauchsrechte festlegte, waren so allgemein gefasst, daß sie für die Anwendung einen weiten Spielraum ließen und den Wässerungsberechtigten ermöglichten, die Vortheile auszunutzen, welche sich für sie aus den Unterbrechungen des Betriebes der Mühlen ziehen ließen. Auf diese Weise bildete sich ein gewisser Gebrauch aus, welcher, ohne in den Vorschriften der Ordonnanz ausdrücklich begründet zu sein, doch bestehen konnte, ohne dieselben zu verletzen.

Diese Verhältnisse wurden nun vollständig geändert, als zu Ende des vorigen und in den ersten Jahrzehnten dieses Jahrhunderts die Mühlhauser Gewerbtätigkeit ihre gewaltige Entwicklung nahm. An Stelle der alten Mühlen traten Fabriken, welche das Wasser des Steinbächleins nicht nur als Triebkraft, sondern, wie oben dargelegt wurde, in der Regel auch zu chemischen Zwecken ausnutzten und, da dieses Wasser zu solchen Zwecken das einzig brauchbare war, auf den Bezug desselben geradezu ihr Dasein gegründet hatten. Jetzt wurden die auf den Mühlenbetrieb gegründeten Wässerungsgebräuche unhaltbar, die Klagen von beiden Seiten nahmen überhand und eine neue Regelung der Wassernutzung wurde nothwendig. Die zu diesem Zweck eingeleiteten Verhandlungen haben zu französischer Zeit keinen oder vielmehr einen entgegengesetzten Erfolg gehabt. Das einzige Ergebniss derselben ist ein „vorläufiger“ Erlaß des Präfecten vom 8. August 1826, durch welchen „bis zur bevorstehenden endgültigen Neuregelung der beiderseitigen Rechte“ die Wassernutzung in willkürlichster Weise und ohne Berücksichtigung der berechtigten Ansprüche der Wiesenbesitzer zu Gunsten der Gewerbtreibenden geändert, und der Streit infolge davon verschärft und verbittert wurde. Trotz aller Klagen und Eingaben der Landwirthe ist sodann die Angelegenheit bis zum Augenblick der Einverleibung des Landes nicht über die „Erhebungen“ hinausgekommen und in diesem Zustande hat die deutsche Verwaltung dieselbe übernommen.

Im Jahre 1875 machten sodann die Wiesenbesitzer im Dollerthale eine Eingabe, in welcher sie um endliche Aufhebung des Gewaltactes von 1826 baten. Nunmehr wurde der Verfasser dieser Abhandlung beauftragt, die ganze Frage der Wasserrechte am Steinbächlein zu studiren und die zur endgültigen Regelung derselben geeigneten Vorschläge zu machen. Diese Vorschläge fanden ihren Ausdruck in dem Entwurfe einer landesherrlichen Verordnung, welche nach eingehenden Verhand-

lungen mit den Betheiligten im Jahre 1881 vollzogen wurde. Wenn nun auch hiermit eine die Veränderungen in der wirthschaftlichen Entwicklung berücksichtigende Rechtsordnung geschaffen worden ist, so haben doch die durch die Angelegenheit veranlaßten technischen Untersuchungen erkennen lassen, daß eine sachliche Befriedigung der Bedürfnisse der Gewerbe und Landwirtschaft in Beziehung auf die Wassernutzung nur erreicht werden kann, wenn es gelingt, die Niederwasserstände der Doller dauernd erheblich zu verstärken. Diese Erkenntniß hat zunächst Veranlassung gegeben, entsprechende Erhebungen auch für die anderen Vogesenthäler vorzunehmen, und in der Folge dahin geführt, daß unter Leitung des Verfassers im Anschluß an die Bearbeitung des Entwurfes der Illregulierung durch die Meliorationsbauverwaltung in den Thälern der Fecht, der Lauch, der Thur und der Doller Vorarbeiten für die Anlage von Stauseen ausgeführt wurden. Dieselben erstreckten sich auf das Aufsuchen von Punkten, welche für die Anlage von Stauweihern geeignet schienen, auf Untersuchung des Baugrundes, der daselbst vorhandenen Baumaterialien, der Größe des zugehörigen Niederschlagsgebietes und dergl. Auf Grund dieser Vorarbeiten sind sodann Entwürfe über die folgenden Stauweiher ausgearbeitet worden:

1. Alfeldsee im Dollerthal. Inhalt 1100000 cbm, Baukostensumme 440000 *M.*
2. Altenweiher, Schiefsrothried, Dareensee und Forellenweiher im Fechtthal. Inhalt zusammen 2220000 cbm, Anschlags-summe 500000 *M.*
3. Lauchenweiher im Lauchthale. Inhalt 800000 cbm. Anschlags-summe 640000 *M.*
4. Sammelweiher bei Wildenstein im Thurthale.

Von diesen Entwürfen soll der unter 1. genannte, welcher seither zur Ausführung gekommen und heute vollendet ist, im folgenden näher besprochen werden.

#### V. Das Dollerthal, Abflußverhältnisse.

Die Doller weist die oben erörterten ungünstigen Abflußverhältnisse der oberelsässischen Vogesenflüsse in hohem Grade auf. Ganz genaue Erhebungen über diese Verhältnisse konnten selbstverständlich gelegentlich der Vorarbeiten für die Entwürfe der Thalsperren nicht gemacht werden, da sie das Vorhandensein eines hydrographisch verwertbaren Materials an meteorologischen und hydrometrischen Aufnahmen voraussetzen würden, welches nur in einer langen Reihe von Jahren gewonnen werden kann und in vorliegendem Falle nicht zur Verfügung stand. Immerhin aber machen die vorhandenen Erhebungen es möglich, ein allgemeines, für den vorliegenden praktischen Zweck genügendes Bild über die in Frage kommenden Verhältnisse zu gewinnen.

In dieser Richtung sei folgendes erwähnt: Die Hochwasser der Doller können nach den über die Abflußverhältnisse des Flusses wie der übrigen Vogesenflüsse vorliegenden Messungen im unteren Laufe höchstens zu 80 cbm in der Secunde angenommen werden. Was die Niederwasser betrifft, so ist in der oben erwähnten Ordonnanz des Intendanten des Elsaßs vom Jahre 1768 für die obere Grenze derselben ein Durchflußquerschnitt im Steinbächlein von 0,632 qm als Norm gegeben. Die Geschwindigkeit des Wassers beträgt bei

diesem Wasserstande etwa 0,8 m. Hieraus ergibt sich eine Wassermenge von rund 0,500 cbm. Wenn der Wasserstand der Doller unter diese Höhe herabging, war Kleinwasserstand eingetreten und die Ausnutzung zu Wässerungszwecken verboten. Aus langjährigen Beobachtungen wissen wir nun, daß solche Kleinwasserstände fast alljährlich eintreten und in den verschiedenen Jahreszeiten mit Unterbrechungen schon an 90 Tagen im Jahre vorgekommen sind. In diesen Zeitabschnitten ist alsdann der Wasserstand im Steinbächlein öfters bis zu 200 Liter in der Secunde zurückgegangen, welche Zahl als die untere Grenze der Niederwasser der Doller angesehen werden darf.

In Sennthelm, 12 km oberhalb der Abzweigung des Steinbächleins, hat der Fabrikbesitzer Bian in den Jahren 1874, 1875 und 1876 Messungen über die Abflussmengen der Doller vorgenommen und dabei gefunden, daß in den Monaten Juni, Juli, August und September zusammen im Mittel der genannten drei Jahre an je 62 Tagen die oben genannten Kleinwasserstände von unter 500 Liter eintraten. Es sei hierbei bemerkt, daß ganz ähnliche Messungen, welche in den Jahren 1846 bis 1850 an einem benachbarten oberelsässischen Vogesenflusse, der Fecht, vorgenommen worden sind, das Ergebnis hatten, daß entsprechende Niederwasserstände in den Monaten Juni bis September im Mittel der vier Jahre an je 64 Tagen festgestellt wurden. Sennthelm liegt ungefähr an dem Punkte, wo die Doller aus dem Gebirge in die Rheinebene eintritt. Da nun die an der Ill gemachten Beobachtungen gezeigt haben, daß die Sommerregen in der Rheinebene nahezu ohne jeden erkennbaren Einfluß auf die Niederwasserstände im unteren Laufe der Vogesenflüsse sind, so kann das Ergebnis der Beobachtungen in Sennthelm über die Häufigkeit der Kleinwasserstände unter 500 Liter auch für den unteren Lauf der Doller als zutreffend angesehen werden. Diese Ermittlungen lassen erkennen, daß das Verhältnis zwischen Hoch- und Niederwassermengen bei der Doller ein sehr ungünstiges und daß namentlich im Sommer die Wasserführung des Flusses durchaus ungenügend ist.

Um nun die Wirkung von Stauseen für die Regelung des Abflusses beurtheilen zu können, ist es wichtig zu wissen, welcher Bruchtheil des im Sammelbecken eines Stausees niederfallenden Regens in den verschiedenen Jahreszeiten in diesen abfließt. Auch diese Frage kann mit Genauigkeit für jedes Niederschlagsbecken nur auf Grund von langjährigen unmittelbaren Messungen beantwortet werden, welche uns bis jetzt für das Dollerthal nicht zur Verfügung stehen. Dagegen besitzen wir elfjährige genaue Beobachtungen (von 1876 bis 1887) über die Verdunstungsverhältnisse an einem Punkte der Vogesen, welcher in Höhenlage, Gestaltung und Beschaffenheit des Bodens durchaus mit denjenigen Lagen des oberen Dollerthales übereinstimmt, die als Niederschlagsgebiet für Stauweiher in Frage kommen können. An diesem Punkte (Forsthaus Melkerei, 930 m über dem Meere) ergibt sich für die Niederschlags- und Verdunstungsverhältnisse, letztere an einem Orte außerhalb des Waldes beobachtet, folgendes: Im Mittel der 11 Jahre ist das Verhältnis der jährlichen Niederschlagshöhen zu den jährlichen Verdunstungshöhen wie 100:20, für die Monate Juni bis September im Mittel 100:35. Bei der festgelagerten, felsigen Beschaffenheit der oberen Seitenthäler der Doller, welche als Niederschlagsgebiete der Stauweiher in Frage kommen, und der wasserdichten Abschließung bis auf den gewachsenen Felsen, welche durch diese Bauten hergestellt wird, ist es undenkbar,

daß ein nennenswerther Theil der Niederschläge durch Felspalten aus dem Sammelgebiet abgeleitet wird und für den Stauweiher verloren geht. Man darf vielmehr annehmen, daß die dem Weiher zufließende Wassermenge nahezu der im Sammelgebiet gefallenen Regenmenge nach Abzug des Verlustes durch Verdunstung entspricht. Legt man die oben angegebenen Verdunstungshöhen zu Grunde, so erhält man als Zufluß in den Weiher im Mittel folgende Procente der Regenmengen: a) für das ganze Jahr 80 pCt., b) für die Monate Juni bis September einschließlich 65 pCt. Man wird deshalb mit Sicherheit für das ganze Jahr 75 pCt. und für die Sommermonate 60 pCt. der Regenmenge als Zufluß in Rechnung setzen können.

#### VI. Auswahl des Alfeldes für den Stausee.

Bei Beginn der Voruntersuchungen über Anlage einer Thalsperre im Dollerthale waren seitens der Beteiligten namentlich zwei Oertlichkeiten als geeignet vorgeschlagen worden: der Sewensee und die Lerchenmatt. Der Sewensee, am ersten linksseitigen Zufluß der Doller oberhalb Sewen gelegen (vergl. Abbildung 14) ist ein natürlicher See, an dem bis jetzt noch keinerlei künstliche Verbesserungen vorgenommen worden sind. Ausgeführte Aufnahmen ergaben jedoch, daß die natürlichen Bedingungen für die Anlage eines Stausees hier in jeder Beziehung ungünstig sind. Der Felsen liegt so tief unter der Oberfläche, daß die Errichtung einer Staumauer ausgeschlossen ist; für die Anlage eines Dammes aber ist die Durchlässigkeit des Untergrundes und der Mangel an geeigneten Baustoffen gleichfalls sehr ungünstig. Außerdem würde eine solche Anlage, welche nur mit geringer Stauhöhe ausgeführt werden könnte, unverhältnismäßige Grunderwerbskosten verursachen.

In der Lerchenmatt, am oberen Laufe der Doller (bei a in Abbildung 14), führten die Bodenuntersuchungen auch zu ungünstigen Ergebnissen, indem man auf der linken Thalseite mit einem 34 m langen Stollen keinen Felsen erreichte. Da aber bei dieser Oertlichkeit nur mit einer namhaften Stauhöhe, also bei Anwendung einer Mauerconstruction, eine geeignete Anlage hätte geschaffen werden können, so mußte man auch hier von der Anlage eines Stauweihers Abstand nehmen.

Mittlerweile war jedoch 2,5 km oberhalb des Sewensees, in dem sogenannten Alfeld (Abb. 14), ein Platz gefunden worden, welcher den zu stellenden Anforderungen besser entsprach. Am Fuße des elsässer Belchens befand sich nämlich eine ziemlich breite, wenig geneigte Viehweide, welche auf beiden Seiten felsige, schwach bewaldete Thalwände begrenzen, während unterhalb der Weide das Thal durch die vortretenden Thalwände und durch aus der Thalsole vorspringende Felsen kesselartig eingeeengt wird und somit eine für die Anlage einer Thalsperre sehr geeignete Oertlichkeit bildet. Das anstoßende Gebirge besteht in Sohle und Flanken aus granitartigem Gestein, dem sogenannten Granitit, der sich bei den Bodenuntersuchungen überall in leicht erreichbaren Tiefen vorfand, einen festen Baugrund lieferte und aller Wahrscheinlichkeit nach auch wasserdicht war. Ebenso ließen sich die zum Bau erforderlichen Bausteine sowie der Mauersand an Ort und Stelle gewinnen, ein Umstand, der bei der Wahl der Baustelle für einen Stauweiher mit steinerner Abschlussmauer immer von entscheidender Wichtigkeit ist. Schließlich verursachte der Grunderwerb nur geringe Kosten, da der für die Staumauer, den zukünftigen See und die auszuführenden

Wegeverlegungen erforderliche Boden zum Theil aus minderwerthigem Weideland, zum Theil aus ganz werthlosem steinigem und felsigen Gelände bestand. Da sich so alle wesentlichen Vorbedingungen erfüllt zeigten, ging man im Jahre 1880 an die Ausarbeitung eines generellen Entwurfes nebst Kostenanschlag zur Anlage eines Stauweihers im Alfeld. Die Absperrung des Thales sollte hiernach durch eine Mauer erfolgen und die Stauhöhe 21,70 m über dem mittleren Wasserspiegel des Alfeldbaches an der Abschlusstelle betragen, sodafs der Stauweiher den vorhandenen Höhenplänen zufolge einen nutzbaren Inhalt von rund 1100000 cbm erhielt. Der überschlägliche Kostenanschlag betrug 360000 *M*.

#### VII. Einleitende Schritte.

Vor der Beschlussfassung über die Beschaffung der Mittel und die Art der Durchführung des Unternehmens war zunächst die grundsätzliche Frage zu entscheiden, wer als Bauherr aufzutreten habe. Es waren zwei Wege, welche für die Verwaltung in Frage kamen. Entweder man führte eine solche Ergänzung der Gesetzgebung über die Culturgenosenschaften durch, welche es möglich gemacht haben würde, die beteiligten Gewerbetreibenden und die Grundbesitzer für derartige Unternehmungen in Verbände zu vereinigen, welche mit den Rechten der Meliorationsgenossenschaften ausgestattet wären. Diesen Verbänden wäre dann jeweils die Durchführung der Bauten mit Gewährung staatlicher Zuschüsse und unter einer gewissen amtlichen Ueberwachung überlassen geblieben. Oder aber der Staat selbst trat als Bauherr auf und führte die Bauten in dem Falle als Unternehmungen von öffentlichem Nutzen aus, dafs seitens der Beteiligten freiwillige Beiträge in entsprechender Höhe geleistet würden.

Nach genauer Erwägung der obwaltenden Verhältnisse wurde dem letzteren Verfahren namentlich aus folgenden Gründen der Vorzug gegeben. Zunächst ist es bei der Verschiedenheit der in Frage kommenden gewerblichen und landwirtschaftlichen Interessen und bei der Unbestimmtheit der räumlichen Begrenzung der Interessenzonen sehr schwer, eine der Billigkeit entsprechende Vertheilung der Beitragskosten festzustellen, und es mußten in dieser Richtung von vornherein um so mehr Schwierigkeiten erwachsen, als gleichzeitig sowohl das Verständniß für die Bedeutung der zu erreichenden Verbesserungen, als auch die Gewohnheit, sich durch Beteiligung an großen Mafsregeln von öffentlichem Nutzen selbst zu helfen, bei dem kleinen Bauer im Elsass sehr gering sind. Auch liegen für gesetzgeberische Thätigkeit auf diesem Gebiete noch gar keine Erfahrungen vor, und es erschien bei der politischen Stellung, welche die Regierung im Reichslande einnimmt, nicht rätlich, auf einem so unbekanntem Gebiete die erste gesetzgeberische Probe zu machen.

Aufser diesen allgemeinen Erwägungen waren für den Entschluß auch noch technische Rücksichten maßgebend. Der Bau von Thalsperren gehört zu den schwierigsten und verantwortungsvollsten Aufgaben der Technik. Er erfordert nicht nur für den Entwurf die eingehendsten Untersuchungen und Vorarbeiten im einzelnen, sondern namentlich auch eine durchaus sachverständige und höchst gewissenhafte Bauleitung an Ort und Stelle. Berücksichtigt man nun, dafs solche Bauten in größerem Stile in Deutschland bis jetzt noch nicht ausgeführt wurden und dafs

daher die Erfahrungen und unbedingt erforderlichen Kenntnisse aller fachlichen Einzelheiten schwer zu erringen sind, so ist es zweifellos, dafs ein Verband von Betheiligten nur in seltenen Fällen in der Lage sein würde, sich die für solche Unternehmungen befähigten technischen Kräfte zu verschaffen. In der Regel würde die technische Verwaltung genöthigt sein, im Interesse der öffentlichen Sicherheit, welche hierbei von großer Wichtigkeit ist, eine so eingehende örtliche Ueberwachung auszuüben, dafs sie damit eine moralische Verantwortung übernimmt, ohne doch im Stande zu sein in alle Verhältnisse der Bauführung einzudringen und etwaige Nachlässigkeiten mit Sicherheit zu verhindern. Ein solcher Zustand aber, welcher auf keiner Seite das Gefühl der vollen Verantwortlichkeit aufkommen läßt, ist für derartige Bauten bedenklich. Auf der andern Seite giebt die Uebernahme der Bauleitung der Verwaltung die Möglichkeit, Erfahrungen, welche gerade in diesen Fällen besonders werthvoll sind, zu sammeln und für bevorstehende weitere Entwürfe auszunutzen.

Es wurde deshalb beschlossen, die Thalsperre im Alfeld durch den Staat Elsass-Lothringen als ein Unternehmen von öffentlichem Nutzen auszuführen. Dementsprechend wurde die erste Baurate in den Landeshaushalt von 1883/84 eingestellt, nachdem sich die Gewerbetreibenden des Dollerthales bereit erklärt hatten, hierzu einen freiwilligen Beitrag von 100000 *M* zu leisten. Im Sommer des Jahres 1883 wurde sodann mit den Vorbereitungen zum Bau begonnen.

#### VIII. Vorbereitungen für den Bau, Materialprüfungen.

Als erste Vorbereitung zum Bau wurde das gesetzliche Verfahren für den Grunderwerb und für die Regelung der wasserpolizeilichen Verhältnisse der neuen Stauanlage durchgeführt. Gleichzeitig wurden eingehende Untersuchungen über die zu verwendenden Baumaterialien vorgenommen.

Das Gebirge, welches die Bausteine an Ort und Stelle lieferte, besteht, wie erwähnt, aus Granit oder Hornblende-Granit, einem syenitartigen Gesteine in mittelstarker Körnung, zusammengesetzt aus Orthoklas, Oligoklas, Hornblende und Quarz. Der Hauptbestandtheil ist Orthoklas, welcher schwach-röthlich, durchscheinend, in blättrigem Gefüge auf den Hauptbruchflächen auftritt. Demnächst folgt bezüglich der Menge der Oligoklas. Derselbe zeigt eine gelblich weifse Farbe, wenig Glanz und ein wachsartiges Aussehen mit rostbraunen Flecken, welche durch Zersetzung kleiner Theile entstanden sind. Die Hornblende ist in schwarzgrünen Krystallen, der Quarz in farblosen Körnern und Anhäufungen in den Feldspath eingesprengt. Außerdem finden sich in geringen Mengen verschiedene Glimmerarten vor, welche indes nur als zufällige Bestandtheile des Gebirges zu betrachten sind. Der Stein zeigt sich sehr fest und hart, und die Witterungsbeständigkeit desselben war, falls er nur aus gesunden Lagern entnommen wurde, in Anbetracht seiner Zusammensetzung außer Zweifel; er mußte daher als ein für den vorliegenden Zweck vorzüglich geeigneter Baustoff betrachtet werden.

Der vorhandene Sand enthielt in der Grube ziemlich viele thonige Beimengungen und mußte deshalb vor der Verwendung gewaschen werden. Der Alfeldbach, welcher die Baustelle durchfließt, bot hierfür das nothwendige Wasser, sodafs in dieser Hinsicht keine Bedenken bestanden. Eine chemische Unter-

suchung des gewaschenen Sandes zeigte, daß derselbe nur wenige leicht zersetzbare Mineralien enthielt. Er bestand vorwiegend aus Quarz und dem sehr beständigen Kalifeldspath, während die leichter sich verändernden Natron- und Magnesiaverbindungen nur in geringen Mengen darin vorhanden waren. Auch die weitere Bedingung, welche man an einen guten Mauer sand stellen muß, daß die Gesteinstrümmel, aus denen er besteht, nicht abgeschliffen und rund, sondern rau und scharfkantig sind, war erfüllt. Man konnte also mit Sicherheit annehmen, daß sich der Sand zur Mörtelbereitung eignen würde. Andererseits aber war zu erwarten, daß ein mit diesem Sande hergestellter Mörtel infolge seines starken Feldspathgehaltes langsamer abbinden würde, als ein Mörtel, welcher nur reinen Quarzsand enthält.

Demnächst wurden sehr eingehende Versuche ausgeführt, um eine Mörtelmischung zu finden, welche den im gegenwärtigen Falle zu stellenden hohen Anforderungen vollständig genügte und zugleich einen möglichst geringen Kostenaufwand verursachte. Bei der langsam sich vollziehenden Ausführung einer derartigen Anlage muß der zu verwendende Mörtel die Fähigkeit besitzen, an der Luft fortschreitend zu erhärten, und dieser Vorgang darf nicht gestört, sondern muß gefördert werden durch die mit der Anfüllung des Stauweihers beginnende Einwirkung des Wassers. Der Mörtel muß also sowohl ein guter Luft-, als auch ein guter Wassermörtel sein. Er muß ferner, da in dem Mauerwerk starke Druckspannungen auftreten und eine vollständige Sicherheit gegen Zerstörung desselben vorhanden sein muß, einen hohen Grad von Druck- und Zugfestigkeit und Adhäsionskraft erreichen und darf, damit keine dauernden Durchsickerungen stattfinden, nur wenig porig bzw. wasserdurchlassend sein. Die Versuche erstreckten sich hiernach auf folgende Mischungen:

- a) reiner Cement-Sand-Mörtel,
- b) Mörtel aus Wasserkalk und Sand,
- c) Mörtel aus Wasserkalk, Cement und Sand,
- d) Mörtel aus Weiskalk, Cement und Sand,
- e) Mörtel aus Wasserkalk, Trafs und Sand,
- f) Mörtel aus Weiskalk, Trafs und Sand.

Zunächst wurden unter Anwendung von Portlandcementen, Kalken und Trassen verschiedener anerkannt guter Bezugsquellen und zwar mit Normalsand und mit gewaschenem Bausand vom Alfeld (Dollersand) in verschiedenen Mischungsverhältnissen in der üblichen Weise Probekörper angefertigt, im Wasser aufbewahrt und später mit der Michaelischen Zugmaschine zerrissen. Die Untersuchungen auch auf Druckfestigkeit auszudehnen, erlaubten weder die Zeit noch die zur Verfügung stehenden Vorrichtungen. Die Zerreißungsproben sind zunächst mit Probekörpern ausgeführt worden, welche einen Tag an der Luft und 7 bzw. 28 Tage unter Wasser gelegen hatten. Nur für diejenigen Mischungen, welche mit Rücksicht auf das günstige Verhältniß von Festigkeit und Herstellungskosten in die engere Wahl kamen, wurden, um das Fortschreiten der Festigkeit festzustellen, die Zerreißungsproben länger fortgesetzt.

Es sei noch bemerkt, daß die mit gewaschenem Dollersand hergestellten Mörtel geringere Festigkeit und schwankendere Ergebnisse geliefert haben, als die mit Normalsand gemischten. Dies erklärt sich wahrscheinlich daraus, daß der Dollersand, obwohl gesiebt, doch noch bedeutend gröber war, als der Normalsand, und daß infolge dessen die Herstellung der Probekörper

schwieriger und das Gefüge des Mörtels ein ungleichmäßigeres wurde. Das Fortschreiten der Festigkeit der Dollersandmörtel war indessen durch die Ergebnisse der Versuche zur Genüge bewiesen und wurde durch während des Baues ausgeführte Proben bestätigt.

Für die Voruntersuchungen sind im ganzen 1140 Probekörper hergestellt worden. Die der Vergleichung zu Grunde gelegten Mittelzahlen wurden aus der Zerreißung von je zehn Probekörpern gleicher Zusammensetzung bestimmt. Die in dieser Weise gefundenen Zahlenwerthe hat man in der Folge noch dadurch ergänzt, daß auf der Baustelle eine Anzahl von Mauerkörpern mit verschiedenen Mörtelmischungen hergestellt und, nachdem sie während eines Winters der Witterung ausgesetzt gewesen waren, wieder abgebrochen wurden. Hierbei zeigte sich, daß es nicht rathsam sein würde, solche Mörtelmischungen zu verwenden, welche in der Versuchsstelle nach 28tägiger Lagerung im Wasser eine Zugfestigkeit von weniger als 5,5 kg ergeben hatten. Insbesondere schien bei den minderwerthigen Mörteln die Gefahr vorzuliegen, daß sie bei den in der dortigen Gegend sehr früh und oft ganz plötzlich eintretenden Frösten infolge zu langsamen Abbindens Noth leiden könnten.

Weitere Proben wurden später auf der Baustelle in der Weise angestellt, daß man mit den verschiedenen Mörtelarten Ziegel aufeinander kittete und dieselben, nachdem der Mörtel während längerer Zeit den Einwirkungen der Luft ausgesetzt gewesen war, durch Gewichte auseinanderrifs. Hierbei zeigten alle mit Cement oder Trafs gemischten Mörtel eine vollständige Erhärtung bis zum Kern und fast durchweg eine bedeutende Adhäsionskraft. Die aus Wasserkalk und Sand allein gemischten Mörtel waren dagegen nur an dem äußeren, der Luft unmittelbar zugänglichen Rande erhärtet, nach der Mitte zu wurden sie weicher und im Kern waren sie stets ganz pulverig.

Die Ergebnisse der sämtlichen Proben und Kostenberechnungen lassen sich für die einzelnen Mörtelarten in der folgenden Weise zusammenstellen:

a) Die reinen Cementmörtel zeigten hohe Festigkeiten, waren im vorliegenden Falle jedoch zu theuer. Auch hatten sie bei starkem Sandzusatz, z. B. in der Mischung 1 Cement auf 5 Sand, eine ungenügende Adhäsionskraft und eine namhafte Porigkeit.

b) Die Mörtel aus Wasserkalk und Sand erwiesen sich für den gegenwärtigen Zweck infolge ihrer langsamen Erhärtung unter Wasser als unbrauchbar. Es muß indessen bemerkt werden, daß dieses Ergebniß sich nicht auf die besseren deutschen Wasserkalke und die französischen Kalke von Teil bezieht, diese vielmehr ausgeschlossen werden mußten, weil die Anschaffungskosten für dieselben sich so hoch stellten, daß ihre Verwendung unmöglich wurde.

c) Die Mörtel aus Wasserkalk, Cement und Sand entsprachen allen an sie zu stellenden Anforderungen; sie zeigten unter Einwirkung der verschiedenartigsten Einflüsse eine bedeutende Druck- und Zugfestigkeit und ließen sich billig herstellen.

d) Die Mörtel aus Fettkalk, Cement und Sand sind brauchbar. Sie zeigen jedoch eine geringere Festigkeit als die Mörtel unter c), ohne sich billiger zu stellen. Da außerdem die Herbeischaffung und das Löschen von Stückkalk kostspieliger

und unbequemer ist, als bei Wasserkalken in Pulverform, so wurde von der Verwendung derartiger Mörtel abgesehen.

e) Die Mörtel aus Wasserkalk, Trafs und Sand zeigten sich ebenso gut, wie diejenigen unter c), und stellen sich gleichfalls billig.

f) Mörtel aus Fettkalk, Trafs und Sand konnten aus denselben Gründen, wie diejenigen unter d), nicht zur Verwendung kommen.

Es kamen demnach nur die Mörtel unter c) und e) in Betracht. Nachdem mit den betr. Lieferanten Unterhandlungen bezüglich des genauesten Preises stattgefunden hatten, wurde die Verwendung eines Mörtels beschlossen, welcher bestand aus:

- 1 Gewichtstheil Cement von Dyckerhoff u. Söhne in Biebrich,
- 2 Gewichtstheilen Wasserkalk von Archeret und Fürst in Rupprechtsau, und
- 10 Gewichtstheilen gewaschenem Dollersand.

Auf Raumtheile berechnet, ergibt sich das Verhältniß von 1:4:10.

#### IX. Fundamentaushub.

Mit der Ausschachtung der Baugrube und der Freilegung des gesunden, tragfähigen und hinreichend wasserdichten Felsens wurde Anfang September des Jahres 1883 begonnen und gleichzeitig das Baubureau in Sewen engültig eingerichtet. Die Bauleitung wurde Herrn Baumeister von Cloedt übertragen, welcher schon bei den Vorarbeiten zur Ausarbeitung des generellen Entwurfs beschäftigt gewesen war. Die Oberleitung verblieb, wie das bei den großen Meliorationsbauten in Elsaß-Lothringen stets der Fall ist, im Ministerium und wurde durch den Verfasser als technischen Referenten wahrgenommen.

Man legte zur Ableitung des Wassers aus der Baugrube drei Schlitzgräben von 2 bis 3,5 m Tiefe und 40 bis 100 m Länge an und führte das Wasser des Alfeldbaches in einem hölzernen Gerinne über die Baugrube hinweg. Nur aus den tieferen Theilen der Baugrube mußte das Wasser ausgepumpt werden. Die auszuhebenden Massen bestanden zum Theil aus nassem, weichem Lehm, zum Theil aus festgelagertem, sandig-lehmigem, mit Gerölle und Felsstücken untermischtem Moränenmaterial, zum geringeren Theile aus Mauer sand und endlich aus gewachsenem Felsen. In der Baugrube erwies sich der Felsen, auf den man zuerst stiefs, nur stellenweise als verwittert, zum größeren Theile als fest und gesund. Als aber in die vielfach glatte Oberfläche des gesunden Felsens die zur Sicherung der Gründung der Mauer nöthigen Auszackungen eingehauen wurden, zeigte sich, daß derselbe an einzelnen Stellen unterwaschen war und in Art einer Schale auf einer Schicht kranken Gesteines von mehreren Meter Stärke auflagerte. Erst darunter fand sich der gesunde, zur Bildung eines sicheren und wasserdichten Fundaments geeignete Fels. Man mußte deshalb an mehreren Punkten den Aushub bis zu einer beträchtlich größeren Tiefe ausdehnen, als man auf Grund der früheren Bodenuntersuchungen angenommen hatte. So kam es, daß der im Voranschlage für diese Arbeiten vorgesehene Betrag bei der Ausführung namhaft überschritten und infolge der tieferen Ausschachtung auch die Cubikmasse des auszuführenden Mauerwerks eine größere wurde. Aehnliche Erfahrungen, zum Theil in sehr bedeutendem Mafse, sind jedoch bei den meisten derartigen Bauten bisher gemacht. Der endgültige Kostenanschlag für eine Thalsperre im Granitgebirge sollte niemals auf Grund einer Fest-

stellung des Untergrundes vermittelt Probegruben, und seien sie noch so zahlreich, selbst nicht vermittelt eines Längsschlitzes gemacht werden, weil die Abschnitte in der Beschaffenheit des Felsens oft unvermittelt nebeneinander liegen und die geringste Verschlechterung denselben ungeeignet für die strengen Anforderungen macht, welche an die Gründung solcher Bauwerke gestellt werden müssen. Ein genauer Kostenanschlag läßt sich in solchen Fällen immer erst aufstellen, nachdem das Fundament ausgehoben, der brauchbare Felsen bloßgelegt und hergerichtet ist. Immer aber empfiehlt es sich, in den Ansätzen zum überschläglichen Entwurfe einen namhaften Betrag für Fundamentaushub vorzusehen und außerdem die Annahmen bezüglich der Tiefe desselben auf Grund der Probegruben so ungünstig als möglich zu machen.

#### X. Zufahrtswege.

Der für die Heranschaffung der Baustoffe aus der Thalsohle auf die Höhe der Mauerkrone erforderliche Zufahrtsweg (vergl. Abb. 14) wurde im Winter 1884/85 hergestellt. Derselbe sollte gleichzeitig für die künftige Verbindung zwischen dem Thale oberhalb und unterhalb des Sees dienen und wurde deshalb von der Mauerkrone ab längs der Südseite des Sees weitergeführt. Die Länge des Zufahrtsweges beträgt 450 m und das mittlere Gefälle desselben ist 1:17.

#### XI. Bestimmung des Mauerquerschnittes.

Es seien an dieser Stelle vorerst noch einige Betrachtungen über die bei Stauanlagen in Frage kommenden Bauweisen vorgebracht. Man bedient sich bei derartigen Anlagen der Erddämme, der Staumauern und der Vereinigung von Erdschüttungen mit Mauerwerk.

Erddämme haben vor Staumauern den Vorzug, daß sie sich auf jedem festen und wasserdichten Untergrunde erbauen lassen, während Staumauern unbedingt das Vorhandensein eines felsigen Untergrundes zur Voraussetzung haben. Auch ist bei geringen Stauhöhen die Herstellung von Dämmen in der Regel billiger als diejenige von Mauern. Ist ein wasserdichter Untergrund nicht vorhanden, so muß auch die Anlage eines Dammes unterbleiben; liegt derselbe tief, so müssen in jedem Falle künstliche Dichtungen aus Mauerwerk, Beton, Letten usw. angebracht werden, welche bis in den wasserdichten Untergrund hinabreichen. Der Dammkörper selbst muß in sorgfältig ausgesuchtem, oder durch künstliche Mischung vorhandener Erdarten hergestelltem sandigen Lehm angeschüttet werden. Die Verwendung von fettem Boden ist ebenso bedenklich wie diejenige von allzu leichtem Boden, da dieser beim Austrocknen rissig wird und sodann beim Wiedereintritt des Wasserdruckes leicht in Bewegung geräth. Auch die Anschüttung selbst hat mit größter Sorgfalt zu geschehen und muß, um ein kräftiges Einstampfen zu ermöglichen, in Schichten von etwa 10 cm Stärke erfolgen. Wenn Steine vorhanden sind, so wird es sich stets empfehlen, beide Böschungen und die Krone des Dammes abzupflastern. In jedem Falle aber ist die dem Stauweiher zugekehrte Böschung zum Schutz gegen Angriffe des Wassers mit einer soliden, gut gegründeten Abpflasterung zu versehen. Die Dammkrone muß so hoch liegen und mit einem so großen Ueberfall versehen sein, daß der größte mögliche Wasserstand, verbunden mit

dem stärksten Wellenschlage und mit Eisgang, dieselbe nicht erreichen kann, denn „ein überschlagener Damm ist ein verlorener Damm“. Da nun mit zunehmender Höhe die für einen Damm erforderlichen Erdmassen außerordentlich stark anwachsen, so bedingen es die besprochenen Umstände, daß schon bei mittleren Stauhöhen der Preisunterschied zwischen Erddämmen und Staumauern meist sehr gering wird oder verschwindet.

Die Vortheile nun, welche Staumauern gegenüber den Erddämmen darbieten, sind sehr bedeutend. Zunächst ergeben sie bei richtiger Gestaltung und kunstgerechter Ausführung eine Sicherheit, welche sich durch keine andere Bauart auch nur annähernd erreichen läßt, da man die in dem Mauerwerk auftretenden Spannungen berechnen und sonach jenem solche Abmessungen geben kann, daß eine Ueberlastung des Materials ausgeschlossen bleibt. Dieser Umstand ist angesichts des ungeheuern Schadens, welchen die plötzliche Zerstörung derartiger Anlagen hervorbringt, von der größten Bedeutung. Während ferner ein Erddamm im allergünstigsten Falle seinen ursprünglichen Zustand behält, wird bei einer Mauer im Laufe der Zeit der Mörtel und damit das ganze Bauwerk immer fester. Durchsickerungen können bei richtiger Bauweise nur infolge von Porigkeit des Mörtels oder der Steine stattfinden; dieselben gefährden die Sicherheit des Bauwerkes nicht und vermindern sich im Laufe der Zeit oder hören ganz auf. Sickerungen dagegen, welche bei Erddämmen auftreten, sind immer bedenklich, nehmen mit der Zeit nicht ab, sondern zu, und bedrohen schließlich den Bestand des Baues. Auch ein Ueberschlagen der Wellen, wie es bei ungenügender Aufsicht infolge von Eisstopfungen am Ueberlauf eintreten kann, ist für das Mauerwerk an sich nicht so bedenklich wie für einen Erddamm. Letzterer wird deshalb immer mehr Unterhaltungskosten verursachen und eine sorgfältigere Ueberwachung erfordern, als eine Staumauer.

Es wird demnach da, wo gesunder und dichter Felsen in nicht allzugroßer Tiefe sich vorfindet, wo man ferner Mauersteine und Sand an Ort und Stelle hat, die Stauhöhe beträchtlich und die Länge der Absperrung nicht allzugroß ist, eine Staumauer immer mit Vortheil ausgeführt werden können. Die Anlage von Erddämmen dagegen ist da gerechtfertigt, wo sich zwar kein felsiger, aber ein guter und wasserdichter, bezw. leicht zu dichtender Baugrund findet, wo der zur Dammschüttung nothwendige sandige Lehm entweder vorhanden ist oder aus den vorhandenen Erdarten sich leicht mischen läßt, und wo die Stauhöhe bei kurzen Dämmen 15 m, bei langen Dämmen 12 m nicht übersteigt.

Eine Vereinigung von Mauerwerk und Erdschüttung ist nur dann zweckmäßig, wenn das Mauerwerk so stark gemacht und im Querschnitt so gestaltet wird, daß es für sich allein den Wasserdruck aushält. Diese Bauweise wird demnach nur in einzelnen ganz besonderen Fällen zu empfehlen sein. Sie kann z. B. zweckmäßig werden, wenn die Krone einer Staumauer von geringer Höhe als Fahrweg ausgebildet werden soll und dies dadurch erreicht werden kann, daß gegen eine dem Wasserdruck entsprechende Mauer von geringer Kronenbreite ein Damm angeschüttet wird.

Die Anwendung von hohen, schmalen Mauerwerkskörpern als Dichtung bei Dämmen, welche aus einem ungenügend dichten Material angeschüttet wurden, hat sich fast stets schlecht bewährt. Das Mauerwerk bekommt infolge von Senkungen im

Damm und infolge des von den Erdmassen ausgeübten ungleichen Druckes Risse, welche seine Wirksamkeit aufheben; der Damm wird undicht und baufällig. Von derartigen Anlagen muß daher entschieden abgerathen werden.

In dem gegenwärtigen Falle, wo das Wasser zu einer beträchtlichen Höhe angestaut werden sollte, wo ferner alle Grundbedingungen für den Bau einer Staumauer sich erfüllen, war es selbstverständlich, daß der Abschluß des Thales ( $AB$  in Abb. 1) durch eine solche zu erfolgen hatte.

Die zweckmäßigsten Querschnittsformen derartiger Mauern sind bekannt und in den Beschreibungen der neueren in Frankreich ausgeführten Anlagen genügsam erörtert worden. Der Staumauer des Alfeldsees hat man den in Abb. 2 dargestellten Querschnitt gegeben, welchen man zunächst auf zeichnerischem Wege bestimmte; sodann wurden die mit diesem Verfahren sehr annähernd ermittelten Druckverhältnisse auf rechnerischem Wege genau festgestellt. Die Mauerkrone, deren Breite sonach 4 m beträgt, überragt die Oberkante des Ueberfalles, welcher zwei Oeffnungen von verschiedener Höhe hat, um 1,72 m bezw. 1,60 m, und ist außerdem durch eine Brustwehr von 1 m Höhe gegen das Ueberschlagen der Wellen geschützt. Diese Ueberhöhung entspricht ungefähr den von Krantz auf Grund zahlreicher Beobachtungen aufgestellten Regeln.

Das Niederschlagsgebiet des Beckens, welches seinen natürlichen Abfluß in den Alfeldsee findet, beträgt 420 ha. Die Hochwassermengen, welche die einzelnen Flußgebiete in den Vogesen liefern, können nach den vorhandenen Aufnahmen zu 14 Liter in der Secunde und auf ein Hektar Niederschlagsgebiet angenommen werden. Dies würde für das Niederschlagsgebiet des Alfeldes 5,880 cbm in der Secunde ergeben. Sollte ein solches Hochwasser bei gefülltem Becken eintreten, so würde dasselbe, um über den Ueberfall abzulaufen, wenn nach dem Betriebsplane gleichzeitig der Normalabfluß der drei Ablässe 2 cbm betrüge, nach der Formel  $a = \frac{2}{3} \cdot 0,632 \cdot bh \sqrt{2gh}$  eine Ueberfallhöhe von 0,43 bezw. 0,31 m, also eine Stauhöhe von 21,71 m, rund 21,70 m, erfordern. Diese Stauhöhe wurde als gewöhnliche größte Höhe des Wasserstandes der statischen Berechnung zu Grunde gelegt. Hiernach sind alsdann die Abmessungen des Querschnittes so berechnet, daß bei leerem Stauweiher an der Wasserseite an keinem Punkte Druckspannungen von mehr als 6 kg für ein Quadratcentimeter eintreten, daß bei vollem Stauweiher an der Thalseite dieselbe Grenze der Druckspannungen nicht überschritten wird, an der Wasserseite aber an keinem Punkte Zugspannungen auftreten.

Der diesen Bedingungen entsprechende Querschnitt fällt an der Wasserseite auf 10 m Höhe senkrecht ab und springt dann in einem flachen Kreisbogen von 70 m Halbmesser vor; auf der Thalseite fällt er auf 2,60 m senkrecht ab und springt von hier in einer stark gekrümmten Linie, welche sich aus einzelnen Kreisbögen und Geraden zusammensetzt, vor. Die größte Höhe der Mauer über dem felsigen Untergrunde ist 28 m, die entsprechende Grundflächenbreite 18,33 m.

## XII. Berechnung der Standsicherheit.

Die wesentliche Grundlage für die Berechnung des Mauerquerschnittes bildet die Ermittlung des Einheitsgewichtes des Mauerwerks. Es wurde deshalb eine Anzahl Mauerklötze in

der Weise hergestellt, wie später die Stauwand ausgeführt werden sollte. Hierbei ergab sich ein Mörtelverbrauch von 25 pCt. des Mauerinhaltes. Später wurde bei Ausführung der großen Mauer der Mörtelverbrauch in den unteren Schichten zu 23 pCt. festgestellt; er stieg aber mit der Höhe der Mauer infolge der Verwendung von kleineren Mauersteinen in den oberen Schichten bis zu etwa 30 pCt. Demnächst wurde das Einheitsgewicht der einzelnen Baustoffe unter Verwendung verschiedener Bestimmungsarten möglichst genau ermittelt. Man erhielt für den Stein (bei acht Versuchen)

- als größtes Einheitsgewicht . . . 2,750,
- als kleinstes „ . . . 2,666,
- als mittleres „ . . . 2,704;

für den trockenen Mörtel (bei zehn Versuchen)

- als größtes Einheitsgewicht . . . 1,903,
- als kleinstes „ . . . 1,809,
- als mittleres „ . . . 1,868;

für den nassen Mörtel (bei zehn Versuchen)

- als größtes Einheitsgewicht . . . 2,126,
- als kleinstes „ . . . 2,029,
- als mittleres „ . . . 2,081.

Da für eine Mauer mit dem gewählten Querschnitt der

größte Druck mit zunehmendem Einheitsgewicht der Mauer kleiner und die Lage der Stütze eine günstigere wird, so mußten bei Ermittlung des in Rechnung zu setzenden Einheitsgewichtes möglichst ungünstige Voraussetzungen angenommen werden. Demnach wurde gesetzt: für das Einheitsgewicht des Steines der ermittelte geringste Werth mit 2,666, für den Mörtelverbrauch der ermittelte höchste Werth mit 30 pCt. und für das Einheitsgewicht des Mörtels das Mittel der für den trockenen und den nassen Mörtel gefundenen kleinsten Gewichte mit 1,919. Auch diese Annahmen blieben beträchtlich unter der Wirklichkeit, da während des Betriebes des Sees der Mörtel in der Mauer infolge seiner Porigkeit immer feucht sein wird.

Unter diesen Voraussetzungen ergab sich das Einheitsgewicht des Mauerwerks zu  $2,666 \cdot 0,7 + 1,919 \cdot 0,3 = 2,44$ , wofür in der Berechnung der Sicherheit halber 2,42 gesetzt worden ist.

Die Ergebnisse der statischen Bestimmung der Druckverhältnisse der Mauer bei vollem und bei leerem Stauweiher, welche in der üblichen Weise durchgeführt wurde, sind in Abb. 2 dargestellt. Für volle Belastung durch den Wasserdruck ergaben sich die in folgender Tabelle zusammengestellten Druckspannungen auf das Quadratcentimeter.

Tabelle der Druckspannungen.

Nr. der Fuge von oben gezählt	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Druckspannung an der Wasserseite in kg auf 1 qcm	0,24	0,48	0,69	0,86	0,99	1,01	1,04	0,95	0,90	0,80	0,67	0,53	0,38	0,30	0,24	0,20	0,10	0,05	0,03	0,06	0,17	0,26	0,36	0,43	0,54	0,62	0,70	0,79
Druckspannung an der Thalseite in kg auf 1 qcm	0,24	0,48	0,77	1,06	1,37	1,75	2,06	2,45	2,76	3,08	3,41	3,75	4,08	4,32	4,52	4,70	4,96	5,19	5,37	5,48	5,49	5,54	5,60	5,69	5,76	5,88	5,98	6,09

Eine zuverlässige rechnerische Untersuchung der Standsicherheit für den Fall, daß sich in der Mauer eine Fuge öffnen sollte, ist nicht möglich, weil die in der Fuge zur Wirkung kommenden Auftriebskräfte nicht bekannt sind. Unter der Annahme, daß dieselben am Anfang der Fuge gleich dem vollen Wasserdruck, am Ende der Fuge gleich Null seien, und zwischen diesen beiden Punkten gleichmäßig zu- bzw. abnehmen, würde sich folgendes ergeben. Es sei angenommen, daß die Fuge Nr. 19, in welcher die Standsicherheit am geringsten ist, weil sich in ihr bei voller Belastung die Stütze am meisten dem äußeren Fugendrittel nähert, um ein wenig geöffnet sei. Alsdann würde an der Kante B (Abb. 3) der Auftrieb auf das Quadratmeter sein  $= 17,70 \cdot 1000 = 17700$  kg. Nach dem Innern der Fuge zu würde der Druck abnehmen und könnte an der Kante C gleich Null gesetzt werden. Der in der ganzen Fuge wirkende Auftrieb A würde alsdann durch ein Dreieck dargestellt werden.

Auf das Mauerwerk über Fuge 19 wirkt außerdem noch: die wagerechte Seitenkraft des Wasserdruckes H und die senkrechte Seitenkraft des Wasserdruckes V nebst dem Gewicht des Mauerwerks G.  $V + G = N$ .

Das Moment der Kräfte, welche sich bestreben würden, die Mauer um den Punkt C zu drehen, ist

$$Aa + Hh,$$

diese Drehung wird verhindert durch das Moment

$$Nn.$$

Betrachtet man ein Stück der Mauer von 1 m Länge, so würde sich die Sicherheit gegen ein Kippen des über Fuge 19 befindlichen Mauertheils um den Punkt C ausdrücken lassen durch die Zahl

$$\frac{Nn}{Aa + Hh} = \frac{280347 \cdot 6,67}{91952 \cdot 6,93 + 156645 \cdot 5,71} = 1,22.$$

Ein fernerer Beweis für die Standsicherheit des gewählten Querschnittes liegt darin, daß der Winkel der Drucklinie mit der Lothrechten zur Fuge überall kleiner ist als der Reibungswinkel von Stein auf Stein.

Die obigen Berechnungen wurden, wie bemerkt, durchgeführt für die Stauhöhe, welche sich ergeben kann, wenn bei vollem Weiher ein Hochwasser eintritt, während derselbe im Betrieb steht. Bei dieser oberen Grenze der normalen Hochwasserstände treten in der Mauer keine Zugspannungen auf.

Es soll nun untersucht werden, welche Zugspannungen im denkbar ungünstigsten Falle eintreten könnten, d. h., wenn die Mauer, außer Betrieb gesetzt, sich selbst überlassen wäre, und alsdann bei vollem Stauweiher und geschlossenen Ablassen ein außerordentliches, größtes Hochwasser einträte. Die Stärke eines solchen Hochwassers, welches einen höchsten Tagesniederschlag mit gleichzeitigem Abgang frischgefallenen Schnees voraussetzt, kann annähernd in folgender Weise ermittelt werden. Der größte bekannte Tagesregenfall ist beobachtet worden am 26. December 1882 auf der Station Sewen mit 83,2 mm. Unter der Annahme, daß von diesem Nieder-

*Prüf die mitgegebenen geg. Winkel mit der Neigung der Drucklinie im Vergleich.*

schlage 90 pCt. sofort abgeflossen seien, erhält man eine Abflusshöhe von rund 76 mm. Diese Abflusshöhe soll durch gleichzeitigen Abgang frischgefallenen Schnees um 24 mm verstärkt worden sein. Es ergibt sich alsdann eine gesamtetagesabflusshöhe von 100 mm oder eine Abflussmenge von 420 000 cbm in 24 Stunden. Nimmt man ferner an, daß hiervon in acht Stunden zwei Drittel zum Abflufs gelangen, so ergibt das in dieser Zeit einen Zuflufs von 280 000 cbm in den Weiher. Dies entspricht einer Wassermenge von 9,70 cbm in einer Secunde, d. h. 23 Liter auf ein Hektar Niederschlagsgebiet. Ein solches außergewöhnliches Hochwasser würde nun, um über den Ueberfall allein abzufliessen, eine Höhe von 75 bzw. 63 cm erfordern und somit im Weiher einen Wasserstand von ungefähr 22 m hervorrufen. Bei dieser Stauhöhe ergibt die analytische Berechnung die grösste Zugspannung in der Mauer (in Fuge 19) zu 0,26 kg auf 1 qcm, d. h. eine Inanspruchnahme, welche ganz unbedenklich ist.

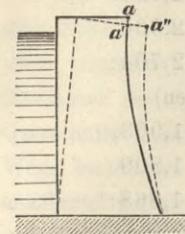
Eine Vergleichung des Querschnittes der Alfeldmauer mit den Mauern von Furens, Ternay und der Habra, sowie mit dem von Krantz als Muster aufgestellten Querschnitt ist in Abb. 15 bis 18 gegeben. Dieselbe zeigt, daß die Alfeldmauer infolge einer richtigeren Vertheilung der Massen im Querschnitt ökonomischer ausgeführt ist als die genannten Anlagen, obgleich sie ebenso günstige statische Verhältnisse aufweist als diese.

### XIII. Grundrifsform der grossen Mauer.

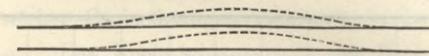
Der Grundrifs der Mauer stellt sich, wie aus Abb. 1 ersichtlich ist, zum Theil als Curve dar, deren ausbuchtende Seite thalauwärts gerichtet ist. Diese Anordnung wurde bei verschiedenen ausgeführten Mauern gewählt, namentlich bei allen spanischen, deren Bestand nunmehr ein Jahrtausend umfaßt. Man hat sie gemacht, weil man sich eine Mauer mit solchem Grundrifs wie ein Gewölbe wirkend dachte, dessen Widerlager die Thalwände bilden, und weil man dadurch die Standsicherheit beträchtlich zu erhöhen glaubte. Eine nähere theoretische Untersuchung zeigt indessen, daß die in dieser Richtung zu gewinnenden Vortheile wenig ins Gewicht fallen, weil die Krümmungen in der Regel viel zu schwach sind, um eine Verstärkung der Widerstandskraft des Querschnittes der Mauer durch die Gewölbewirkung der Bogenform des Grundrisses zu ermöglichen. Krümmungen aber, welche diesen Zweck erfüllen würden, aus praktischen Gründen nicht ausgeführt werden können.

Im gegenwärtigen Falle waren für die Wahl der Bogenform folgende Erwägungen maßgebend. Der Mörtel, welcher verhältnismäßig nur schwache Zugspannungen erträgt, widersteht bekanntlich in viel höherem Grade der Inanspruchnahme auf Druck. Er erleidet unter der Einwirkung von Druckkräften eine Zusammendrückung, welche eine Raumverminderung des Mauerkörpers zur Folge hat. Vergegenwärtigt man sich nun die Druckverhältnisse im Innern einer Mauer vom Beginne der Aufmauerung bis zur Anfüllung der Stauweihers, so ergibt sich folgendes Bild. In dem Maße, als die Mauer in die Höhe wächst, nehmen die Druckspannungen im Innern zu und zwar in der Weise, daß die nach der Wasserseite, also aufwärts gelegenen Mauertheile allmählich unter den grössten Druck treten, der ihnen überhaupt zugemuthet wird, während die nach der Landseite liegenden Mauertheile nach Vollendung der Mauer erst etwa ein Drittel dieses Druckes auszuhalten haben. Die

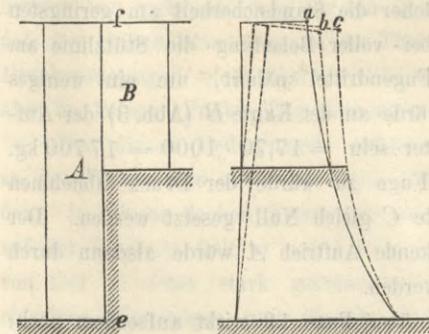
Zusammenpressung des Mörtels der wasserseitigen Mauertheile wird deshalb vor der Anfüllung des Stauweihers fertig sein, und Raumänderungen des Mauerwerks werden hier nicht mehr eintreten. Bei den landseitigen Mauertheilen dagegen treten die grossen Druckspannungen erst ein infolge des Einstauens des Weihers. Sie wachsen vom Beginne der Anfüllung bis zum Eintritt der höchsten Stauhöhe allmählich an und erreichen bei vollem Weiher das grösste Maass. Auf dieser Seite muß also nach Fertigstellung der Mauer eine Raumverminderung eintreten, welche eine Verschiebung der abwärts liegenden Kante



der Mauerkrone von  $a$  nach  $a'$  zur Folge haben muß. Gleichzeitig mit diesem Setzen in lothrechter Richtung tritt nun infolge der Elasticität des Mauerwerks unter der Wirkung des wagerechten Wasserdruckes eine Ausbiegung des Mauerkörpers nach rückwärts ein, welche eine Verschiebung der Kante  $a'$  nach  $a''$  zur Folge hat. Die Grösse beider Verschiebungen ist von der Höhe der Mauer abhängig; sie nimmt zu mit wachsender Höhe. Indem sich nun die einzelnen Theile einer geraden Mauer je nach ihrer Höhe mehr oder weniger durchbiegen, wird die Mauerkrone im Grundrifs die in beistehender Zeichnung punktirt eingetragene



Form annehmen. Die hierbei eintretende Verlängerung in der Richtung ihrer Achse muß Zugspannungen zur Folge haben, denen, wie erwähnt, das Mauerwerk sehr wenig zu widerstehen vermag. Die aus den wagerechten Verschiebungen hervorgehenden Zugspannungen werden aber ganz oder zum grössten Theile verschwinden oder in Druckspannungen verwandelt werden, wenn der Grundrifs der Mauer in einem schwach gekrümmten Bogen angelegt wird. — Diese Grundrifsform hat ferner den Vorzug, daß senkrechte Schwindrisse, welche bei der grossen Länge der Mauer durch Zusammenziehung des Mauerwerks infolge von Wärmeänderungen eintreten können, durch die bei Anfüllung des Sees stattfindende elastische Bewegung der Mauer zusammengepreßt werden und somit weniger bedenklich sind. — Ausser diesem Gesichtspunkte war für die Wahl der Grundrifslinie noch die zweckmäßige Gestaltung der Fundamentsohle maßgebend. Betrachtet man z. B. den in nachstehender Abbildung angedeuteten Fall, daß in der Fundamentsohle ein plötzlicher bedeutender Höhenunterschied eintritt, und nimmt man an, daß die beiden senkrechten Mauerstreifen  $A$  und  $B$  sich unabhängig von einander bewegen können, so ist leicht einzusehen, daß die Formänderung der



beiden Streifen eine verschiedene sein müßte. Es würde eine Verschiebung der Kante  $a$  nach  $b$  bzw.  $c$  stattfinden. In Wirklichkeit aber wird die bezügliche Bewegung der Streifen gegen einander verhindert, weil dieselben sich nicht selbständig bewegen können, sondern mit einander in Verband stehen. Es werden durch diesen Vorgang in dem Querschnitt  $ef$  der Mauer Schubspannungen hervorgerufen. Derartige Schubspannungen treten

mit jeder Höhenänderung im Längenschnitt der Mauer ein; sie sind um so geringer, je langsamer die Fundamentlinie ansteigt. Man wird daher ein zu rasches Ansteigen derselben und unvermittelte, treppenförmige Absätze in ihr nach Möglichkeit vermeiden müssen. Die Nichtbefolgung dieser Regel hat bei vielen ausgeführten Staumauern, und zwar vorzugsweise in der Nähe ihrer Widerlager, die Bildung von Rissen verursacht.

Die Länge der in solcher Weise gestalteten Mauer betrug 255 m. Sie ist demnach eine der längsten Staumauern, die bis jetzt gebaut worden sind.

#### XIV. Die kleine Mauer.

Rechts von der großen Mauer und von ihr durch eine aus der Thalsohle vorspringende, felsige Erhöhung getrennt, befand sich eine weitere Bodensenkung, deren Abschluss nur eine Mauer von höchstens 12,08 m Höhe erforderte. Da auf der Krone des Abschlusswerkes ein Fahrweg entlang führen sollte, so schien es hier zweckmäßig, die früher besprochene Verbindung von Mauerwerk und Erdschüttung anzuwenden. Es wurde eine Mauer entworfen, welche stark genug ist, den auf sie einwirkenden Wasserdruck selbständig auszuhalten, und zur Erreichung der für den Fahrweg erforderlichen Breite eine gegen die Mauer sich anlehrende Dammschüttung vorgesehen. Den Querschnitt dieser Construction zeigt Abb. 3. Die größte Höhe der kleinen Mauer beträgt, wie erwähnt, 12,08 m, ihre Länge 73 m. Die statische Berechnung ihres Querschnittes ist in der Weise durchgeführt, daß bei leerem Stauweiher der Erddruck, und zwar mit einem Reibungswinkel von 33 Grad, bei vollem Stauweiher nur der Wasserdruck ohne Berücksichtigung des Gegendruckes der Erde in Rechnung gesetzt ist. Die Druckspannungen überschreiten an keinem Punkte 6 kg auf 1 qcm, und Zugspannungen treten in der Mauer nicht auf.

#### XV. Vergebung der Arbeiten und Lieferungen.

Im April des Jahres 1884 war der Entwurf soweit festgestellt, daß zur Vergebung der Maurerarbeiten geschritten werden konnte. Die Firma Ziegler u. Bosshard in Zürich war mit einem Abgebot von 18 pCt. mindestfordernd und erhielt den Zuschlag. Die Herrichtung der Grundmauern wurde in Regie ausgeführt, die Maurer- und Steinhauerarbeiten sowie die Dammschüttungen dagegen wurden im Großverding vergeben. Ausgeschlossen davon war indessen die Lieferung des Kalkes und Cementes, deren Verwendung auf Grund der obenerwähnten Versuche für die Herstellung des Mauerwerks vorgesehen worden war, da dieselbe bei Bauausführungen vorliegender Art eine ganz besondere Sorgfalt erfordert. Hier hat man es mit den gewaltigsten Druckkräften, welche bei Bauten aus Stein und Mörtel auftreten, und mit der die feinsten Poren durchdringenden Einwirkung des unter hohem Druck stehenden Wassers zu thun. Jeder Fehler, jede Vernachlässigung bei der Ausführung hat sofort sichtbare und unter Umständen für den Bestand des Baues verderbliche Folgen, und kein Fehler, keine Vernachlässigung kann nach Vollendung des Baues mehr gutgemacht werden. Dies bedingt auch die äußerste Vorsicht und Gewissenhaftigkeit bei der Auswahl des Materials. Es schien hier vor allem von Wichtigkeit, dem Unternehmer der Maurerarbeiten jeden Einfluß auf

die Güte und Menge des zu verwendenden Kalkes und Cementes zu entziehen, da die Verwendung dieses Materials durchaus genau unter den Voraussetzungen erfolgen mußte, welche für die Berechnung der Widerstandskraft des Mauerwerks maßgebend gewesen waren, und jeder Versuch einer Ersparnis auf Kosten der Güte und Menge der Ware gefährlich werden konnte. Deshalb wurde die Lieferung des Kalkes und Cementes durch die Verwaltung an die betreffenden Fabriken selbst vergeben und von dem Unternehmer der Maurerarbeiten nur die Anfuhr von der Eisenbahnstation Mafsmünster bis zur Baustelle besorgt. Auf der Baustelle wurden die Materialien in einem vom Unternehmer hergestellten Lagerhause nach Anordnung der Bauleitung untergebracht, unter Verschluss genommen und dem Unternehmer sodann nach Bedarf für die Mörtelbereitung übergeben.

Kalk und Cement wurden in Pulverform, in Säcken verpackt, angeliefert, und bei jeder Wagenlieferung auf ihre vertragsmäßige Beschaffenheit geprüft. Zu diesem Zwecke wurden von der Bauleitung ununterbrochen Festigkeitsproben nach den vom Königl. preussischen Ministerium für Handel, Gewerbe usw. in dem Erlaß vom 10. November 1878 vorgeschriebenen Normen vorgenommen. Die hiernach angefertigten Probekörper wurden mit dem Michaelischen Apparate auf Zugfestigkeit geprüft und es mußten hierbei Körper, die aus 10 Gewichtstheilen Normsand, zwei Gewichtstheilen Wasserkalk und einem Gewichtstheile Portlandcement gemischt waren, nachdem sie einen Tag an der Luft und 27 Tage unter Wasser gelegen hatten, eine Durchschnittsfestigkeit der 5 höchsten Zahlen von 10 gezogenen Probekörpern von mindestens 7,5 kg auf 1 qcm aufweisen, wobei für den verwendeten Cement nach vorher vorgenommener Normenprobe in der Mischung von 1 zu 3 eine Durchschnittsfestigkeit auf Zug der 5 höchsten aus 10 Probekörpern von mindestens 16 kg auf 1 qcm vorher festgestellt sein mußte. Die Ergebnisse dieser während der ganzen Dauer des Baues fortgesetzten Versuche können als zufriedenstellend bezeichnet werden. Namentlich hat der durch die Firma Dyckerhoff u. Söhne in Amöneburg gelieferte Cement bei den Proben sehr gleichmäßige und gute Eigenschaften gezeigt.

#### XVI. Gewinnung der Bausteine und des Mauersandes.

Zur Gewinnung der Bausteine wurden durch die Unternehmer nach und nach an drei verschiedenen Stellen der den Stauweiher einschließenden Thalwände (siehe den Uebersichtsplan) Steinbrüche angelegt. Das Sprengen erfolgte mit Pulver. Die Anwendung von Dynamit war vertragsmäßig ausgeschlossen, um die Gefahr einer Verwendung von Steinen zu vermeiden, deren Gefüge erschüttert und mit Haarrissen durchsetzt sein konnte. Gleich beim Beginne des Betriebes erwies sich der zum Bau zu verwendende Stein (Syenitgranit) als so fest und so wenig von durchgehenden Spalten durchzogen, daß das Abkeilen und Abschleifen kleinerer Felsstücke schwierig und kostspielig wurde. Die Unternehmer wählten deshalb das Verfahren der Minensprengung im großen, welches sich auch bewährt hat. Es wurde in die zu sprengende Felswand ein Stollen vorgetrieben, an dessen Ende ungefähr rechtwinklig nach beiden Seiten Querstellen abgingen, sodas die Minengänge ein T bildeten. An den Endpunkten der Querstellen wurden alsdann die Pulverkammern angebracht, mit starken Ladungen (bis zu 75 Ctr.

Pulver) versehen und samt den Minen ganz zugemauert. Die Entzündung der Ladung erfolgte durch Elektrizität. Jede dieser Sprengungen hatte den Einsturz einer ganzen Felswand zur Folge und lieferte Tausende von Cubikmetern brauchbarer Bausteine, welche nach Beseitigung des Schuttes entweder unmittelbar zum Bau verwendet oder aus den losgesprengten Felsstücken durch Zerkleinern mittels Keile oder Pulversprengung gewonnen werden konnten. Nach den Vorschriften des Vertrages mußten die zur Verwendung kommenden Bausteine einen Inhalt von mindestens  $1/50$  cbm haben. Dieses kleinste Cubikmaß ist aber kaum jemals zur Verwendung gekommen, vielmehr ist die Mauer im Durchschnitt aus sehr viel größeren Steinen hergestellt, deren mittlerer Inhalt etwa 0,15 bis 0,2 cbm und deren größter Inhalt 0,5 cbm betragen haben mag. Die Vermauerung großer Steine lag bei den geschilderten Eigenschaften des Felsens im Vortheil des Unternehmers, weil sie eine namhafte Ersparnis an Arbeitskräften durch Verminderung der mühsamen Bearbeitung der durch die Minensprengung gewonnenen Steine ermöglichte. Andererseits konnte auch die Bauleitung die Verwendung großer Steine nur wünschen, sobald die nöthigen Einrichtungen für das Heranschaffen und sichere Versetzen derselben einmal vorhanden waren, da die Mauer hierdurch fester und specifisch schwerer, auch gleichzeitig der Mörtelverbrauch ein geringerer wurde.

Die Steine wurden schon im Steinbruche von den daselbst befindlichen Aufsichtsbeamten genau besichtigt. Sie mußten durchaus gesund sein, durften weder Haarrisse noch Nester, Löcher oder sonst irgend welche Fehler erkennen lassen, oder schaligen, kugeligen Bruch und rundliche Aufsenflächen aufweisen, und mußten dann, ehe sie nach der Baustelle gefahren wurden, von allen etwa anhaftenden fremden Bestandtheilen mittels Draht- oder Wurzelbürsten und durch Bespritzen mit Wasser auf das sorgfältigste gereinigt werden. Der Transport geschah durch eine Dienstbahn mit schwachem Gefälle von dem Gewinnungsorte nach der Baustelle, sodafs die beladenen Wagen von selbst zu Thale gingen, die leeren dagegen ohne Mühe von Hand wieder nach den Steinbrüchen zurück geschoben werden konnten.

Der Bausand fand sich in der Sohle des erweiterten Thalkessels unmittelbar oberhalb der Stelle, welche für die Abschlussmauer bestimmt war, zu beiden Seiten des Alfelbaches in großer Menge vor. Bei seiner angegebenen Beschaffenheit sind nachtheilige Veränderungen eines Mörtels, welcher aus diesem Sande mit Cement und Wasserkalk bereitet wird, in keiner Weise vor auszusehen. Dagegen mußte der langsamen Erhärtung des feldspathhaltigen Mörtels bei Anfüllung des Stauweihers Rechnung getragen werden.

Das Waschen des Sandes erfolgte unter Benutzung des Wassers des Alfelbaches, welcher die Baustelle durchfließt. Der Bach wurde durch eine 1 m breite Holzrinne mit starkem Gefälle geführt und vor derselben angestaut (siehe den Uebersichtsplan). Der zu waschende Sand wurde alsdann in feuchtem Zustande in die Rinne eingebracht und nach geöffneter Stauvorrichtung in dem ihn überströmenden Wasser so lange geschwemmt und umgeschaufelt, bis das Wasser vollständig klar abfloß. Schließlichs wurde der so gewaschene Sand oberhalb der Baugrube in großen Haufen seitwärts abgelagert. Für die Gewinnung, das Anfahren und Waschen eines Cubikmeters Sand war im Durchschnitt ein Tagewerk erforderlich.

## XVII. Die Mörtelbereitung.

Da es zweckmäfsig erschien, die Mörtelbereitung auf derselben Seite der Mauer vorzunehmen, so mußte der von der Thalseite angefahrne Cement und Kalk nach der Verwendungsstelle in der Weise geschafft werden, dafs die Baustelle, bezw. die Mauer umgangen wurde. Man legte deshalb das Hauptmaterialienlager auf der rechten Thalseite, in der Höhe der künftigen Mauerkrone (s. den Uebersichtsplan) an und förderte das in Wagen vom Bahnhofe Mafsmünster bis an den Fuß des Berges herangeführte Material auf die Höhe des Magazins und von diesem zu der Mörtelmühle vermittelst Drahtseilbahnen, welche auf hölzernen Gerüsten angelegt und in der üblichen Weise mit Gegengewichten betrieben wurden. Als Gegengewicht für die Förderung zu Berg wurden Wasserkasten verwendet. Das hierfür, sowie auch für die Mörtelbereitung und andere Zwecke erforderliche Wasser lieferte ein auf der linken Thalseite angelegtes Hochsammelbecken, welches durch einen kleinen Bach gespeist wurde, der hier von bedeutender Höhe in das Thal abstürzt. Wenn dieser versiegt, was bei trockener Zeit der Fall war, so wurde mittels einer im Alfelbach unterhalb der Baugrube aufgestellten Turbine das nothwendige Wasser aus diesem nach dem Hochsammelbecken hinaufgepumpt. Zur Unterbringung und vorläufigen Aufbewahrung derjenigen Kalk- und Cementfuhren, welche bei schlechtem Wetter ankamen, oder aus anderen Gründen nicht sofort ins Hauptlager geschafft werden konnten, wurde unten im Thal ein weiteres kleineres Hüflslager angelegt.

Zur Mörtelbereitung diente eine Mörtelmaschine mit liegender Achse, welche durch eine Locomobile getrieben wurde. Die Mischung erfolgte auf einer oberhalb der Mörtelmaschine befindlichen und mit dieser in Verbindung stehenden gedeckten Plattform. Kalk und Cement wurden durch die oben erwähnte Drahtseilbahn auf die Höhe der Plattform angefahren und in einem kleinen Lagerraum bis zum Gebrauch seitlich untergebracht, während der Sand von Hand vor der Mörtelmaschine abgelagert und sodann durch ein Paternosterwerk auf die Höhe der Plattform gehoben wurde. Die Materialien wurden in eigens angefertigten Rahmen, welche dem gewählten Mischungsverhältnifs entsprachen, zugemessen, zunächst trocken gemischt, sodann angefeuchtet und unter Zusatz des nöthigen Wassers durch einen Trichter im Boden der Plattform in die Mörtelmaschine eingeschüttet. Beim Verlassen der Maschine wurde der Mörtel in Kasten aufgefangen, auf einer Dienstbahn an die Mauer angefahren und sodann durch Laufkrahne auf die Verwendungsstelle befördert. An der Mörtelmaschine waren bei vollem Betrieb 12 bis 15 Mann beschäftigt und es konnten erforderlichenfalls 25 cbm Mörtel an einem Tage hergestellt werden.

## XVIII. Herstellung des Mauerwerks.

Was nun die Art des angewandten Steinverbandes betrifft, so kann das Mauerwerk, wie erwähnt, als „Cyklopenmauerwerk“ bezeichnet werden. Auf diese Art von Verband war man in dem vorliegenden Falle durch die Verhältnisse hingewiesen, denn derselbe ergibt mit dem zur Verfügung stehenden Gestein jedem andern Mauerwerk, namentlich aber dem Schichtmauerwerk gegenüber sowohl hinsichtlich der Festigkeit, als hinsichtlich des Kostenaufwandes namhafte Vortheile.

Das Versetzen der großen Felsblöcke wurde mit Sorgfalt bei möglichst unregelmäßiger Lagerung in der Weise bewirkt, daß die Steine nach allen Richtungen hin unter sich verspannt und verbunden waren. Um jede abgegliche Schichtung zu vermeiden, wurden dabei Steine verschiedener Größe verwendet und jeweils von Zeit zu Zeit langgeformte Felsstücke in der Art von aufrecht stehenden Bindern, auf die hohe Kante gestellt, eingemauert. Bei jedem einzelnen Steine mußte das Mörtelbett des Auflagers so lange mit kleinen Steinen ausgeschlagen werden, als sich noch solche eintreiben ließen. In dieser Weise ist ein Mauerklotz entstanden, welcher die wesentlichste Eigenschaft einer derartigen Mauer, nämlich die vollständige Gleichartigkeit und gleiche Widerstandsfähigkeit gegen Verschiebung nach allen denkbaren Schnittebenen in hohem Grade besitzt. Die Aufmauerung erfolgte nun in der Weise, daß immer eine wagerechte Mauerlage von etwa 1 m Dicke auf die ganze Länge der Mauer, und zwar entweder von beiden Flanken aus nach der Mitte, oder von einer Flanke zur andern durchgeführt wurde. In der Mauerschicht selbst wurden zuerst die beiden Brüstungen aus Steinen versetzt, welche wegen der notwendigen Gleichartigkeit der Aufsenfugen besonders ausgesucht werden mußten; demnächst wurde die zwischen den Brüstungen liegende Schicht selbst ausgemauert. Auf diese Weise erreichte man ein gleichmäßiges Ansteigen des Mauerkörpers und damit ein gleichmäßiges Setzen desselben. Zur Durchführung einer solchen Mauerlage von 1 m Höhe waren im Durchschnitt bei der großen Mauer 14 Tage erforderlich, und der Mörtel hatte deshalb an jeder Stelle bis zum Aufsetzen einer neuen Schicht schon eine gewisse Erhärtung erreicht.

Eine ganz besondere Sorgfalt hat man auf Herstellung eines festen Verbandes des Mauerkörpers mit dem Felsen, auf den er sich aufsetzt, und der beiden Flanken verwendet. Zunächst wurde vor Beginn der Aufmauerung der gesunde, feste und dichte Fels im ganzen Umfange bloßgelegt und die Oberfläche desselben, da, wo sie nicht von Natur die nöthige Unebenheit darbot, durch Einhauen von Stufen und Treppen ausgezackt. Dies fand namentlich an solchen Punkten statt, an denen der felsige Untergrund thalabwärts abfiel, oder die Widerlager nach den Flanken zu glatt anstiegen. In der so hergestellten, zackigen Oberfläche wurden alsdann die Risse und Spalten ausgefügt und, wo erforderlich, mit Beton ausgegossen. Auf diese Weise war der Mauerklotz, welcher den Charakter eines Monoliths erhalten mußte, mit dem Untergrunde fest verbunden, und in der Art gesichert, daß Sickerungen, welche sich in tieferliegenden Felsspalten späterhin etwa bilden mochten, die Sicherheit der Mauer und die Verbindung derselben mit dem Felsen nicht berühren konnten.

Wenn hinsichtlich der Festigkeit eines in dieser Weise mit gutem Mörtel ausgeführten Mauerkörpers kein Zweifel bestehen konnte, so schien es dagegen fraglich, ob eine vollständige Wasserdichtigkeit erreicht werden könnte. Der Charakter des Cyclopmauerwerks, bei welchem die Felsstücke allenthalben in einander verspannt sind, bringt es mit sich, daß die Zusammenpressung des eingebrachten Mörtels je nach der zufälligen Lage der Steine eine ziemlich verschiedene, im ganzen aber nicht so groß ist, wie dies bei einem regelmäßigen, wagerechten Schichtenmauerwerk der Fall wäre. Ein Theil des Mörtels wird deshalb, mindestens in der ersten Zeit, eine größere Durchlässigkeit zeigen. Dieselbe wird erst allmählich und zwar in dem Maße

abnehmen, als die Erhärtung des im Mörtel befindlichen Wasserkalks, welche eine Raumvermehrung desselben zur Folge hat, fortschreitet. Auch die Bausteine, welche wir zu solchen Anlagen verwenden können, enthalten immer einzelne Lagen von porigem Gefüge, und diese Durchlässigkeit verschwindet erst allmählich unter der Einwirkung des eindringenden Wassers, indem die Poren wie bei einem sehr feinen Filter nach und nach durch die im Wasser mitgeführten Sinkstoffe verstopft werden. Es kann deshalb bei derartigen Bauten in den ersten Jahren auf vollständige Wasserdichtigkeit in der Regel nicht gerechnet werden, und die Erfahrung an ausgeführten Bauten zeigt auch, daß eine solche fast niemals erreicht worden ist. Um nun die erwarteten Durchsickerungen in den ersten Jahren möglichst zu beschränken, wurde auf die Dichtung der Fugen der Maueroberfläche nach der Wasserseite die größte Sorgfalt verwendet. Es wurden zunächst die betreffenden Fugen auf eine Tiefe von im Mittel 7 cm ausgehauen und mit einem Mörtel, bestehend aus 2 Theilen feinem Sand und 1 Theil Portlandcement, sorgfältig ausgestrichen. Soweit die Arbeit bei trockenem, windigem Wetter ausgeführt wurde, hat man dem Mörtel, um ihn geschmeidiger zu machen, einen kleinen Zusatz von etwa  $\frac{1}{8}$  bis  $\frac{1}{10}$  Wasserkalk beigefügt. Auch die landseitige Oberfläche der Mauer wurde mit dem gleichen Material ausgefügt.

Bei Beginn des Baues machten die Arbeiten nur langsame Fortschritte. Es dauerte längere Zeit, bis die maschinellen Anlagen, die Fördervorrichtungen fertig waren, und ein geregelter Steinbruchbetrieb eingeleitet war. Als sodann mit den eigentlichen Maurerarbeiten begonnen wurde, machte die Ausführung des eigenartigen Mauerverbandes Schwierigkeiten, da die Maurer mit derartigen Arbeiten nicht vertraut waren und erst angelernt werden mußten. Auch erwiesen sich die von den Unternehmern für die Förderung der Materialien getroffenen Einrichtungen anfänglich als ungenügend; sie waren darauf gegründet, daß der Transport jeweils auf dem fertigen Mauerwerk zu erfolgen hatte und die Geleise dementsprechend mit dem Fortschreiten der Arbeit zu verlegen waren. Hierbei mußten die großen Steine von den Förderwagen mittels Gleitbalken und Rollen auf die Verwendungsstelle geschafft und von Hand versetzt werden. Diese Anordnung, welche vom Unternehmer entgegen den Vorschlägen der Bauleitung getroffen worden war, bewährte sich nicht. Sie erforderte umständliche Vorkehrungen, um Erschütterungen des fertigen Mauerwerks zu verhindern, erschwerte dadurch den planmäßigen Betrieb des Baues und verlangsamte die Ausführung wesentlich. Es zeigte sich schließlich, daß bei einem derartigen Betriebe die Maurerarbeiten weder in der vertragsmäßigen Zeit vollendet, noch zu dem vertragsmäßigen Preise hergestellt werden konnten. Die Unternehmer entschlossen sich daher im zweiten Baujahre, diejenigen Einrichtungen für das Heranschaffen und das Versetzen der Steine zu treffen, welche bei Beginn der Arbeiten von der Bauleitung verlangt worden waren. Sie legten zunächst über der Mauer ein Fördergerüste mit fahrbaren Krähnen (Abb. 5) an. Die Laufkrähne waren in der Längsrichtung der Mauer beweglich, während die auf denselben befindlichen Windeböcke die Bewegung rechtwinklig zur Mauerachse ermöglichten. Das Anfahrgeleise für die Steine war, da die Gestalt der Mauer es so am bequemsten machte, auf der Thalseite der Mauer angebracht. Es wurde in dem Maße, wie die Mauer anwuchs, gehoben, und dabei wurde der Höhenunterschied mit dem auf Mauerhöhe lie-

genden Zufahrtsgeleise aus dem Steinbruch durch eine geneigte Ebene vermittelt, auf welcher die von der Mauer abfahrenden leeren Wagen durch das Gewicht der beladenen Wagen gehoben wurden. Die Steine wurden von den Wagen auf dem Anfuhrgeleise durch die Windeböcke gehoben und mittelst der Krähne unmittelbar in das für sie bestimmte Mörtelbett versetzt. Das Mörtelgeleise lief auch nach Ausführung der Gerüste auf der Wasserseite der Mauer und zwar am Fusse derselben.

Zur Herstellung der beiden Staumauern waren im ganzen 28333 cbm Mauerwerk erforderlich. Diese Mauermaße sind in vier Jahren vollendet worden und hat einschl. Lieferung sämtlicher Materialien 334429  $\mathcal{M}$  gekostet. Die Gesamtkosten der Anlage belaufen sich auf rund 440000  $\mathcal{M}$ . Da der nutzbare Inhalt des Sees 1100000 cbm beträgt, stellt sich demnach ein cbm dieses Raumes auf 40 Pf. Bei den unter ähnlichen Verhältnissen in neuerer Zeit erbauten Stauweihern sind im allgemeinen die Anlagekosten bedeutender. So kostet z. B. das Cubikmeter nutzbaren Raumes bei den neueren französischen Stauweihern von Saint Etienne (Fürens) 92 Pf., Pas des Riot 76 Pf., Saint Chamond 43 Pf. und Bouzey 58 Pf. Bei dem Stausee der Gileppe in Belgien kommt das Cubikmeter nutzbaren Inhaltes auf 32 Pf. zu stehen.

#### XIX. Vorrichtungen zur Regelung des Wasserablaufes.

Zur Regelung des Wasserablaufes aus dem Weiher sind folgende Anlagen gemacht:

1. ein Ueberfallwehr,
2. ein Grundablaß,
3. ein Abflaß für die Entleerung des oberen Theiles des Stauweihers.

Das Ueberfallwehr hat den Zweck, den Ablauf derjenigen Hochwasser, welche bei vollem Weiher eintreten könnten, in der Weise selbstthätig zu regeln, daß eine Ueberstauung des höchsten Wasserstandes von 22 m über der Sohle des Grundablasses in jedem Falle vermieden wird. Die Bauart und die Abmessungen des Wehres sind aus Abb. 6 ersichtlich. Es besteht aus zwei Oeffnungen, in welchen die Wehrkrone verschieden hoch, nämlich auf 21,28 m bzw. 21,40 m liegt. Die Einstauung der Füllungshöhe mit 21,7 m erfolgt durch Einsetzen von Staubalken (Abb. 6 b). Das Wehr ist auf der linken Thalseite an einer Stelle angebracht, von wo das überfließende Wasser von einer Höhe von 2,0 m unmittelbar auf den gewachsenen Felsen abstürzt und auf diesem bis in das Bett des Isenbaches ablaufen kann. Eine Befestigung des Absturzbodens oder eine Sicherung des Mauerfusses war deshalb nicht erforderlich.

Der auf der Mauerkrone angelegte Fahrweg überschreitet das Ueberfallwehr mittels einer eisernen Brücke, welche in der Mitte durch einen Steinpfeiler gestützt ist und deren Fahrbahn durch einen Bohlenbelag gebildet wird.

Der Grundablaß ist an dem tiefsten Punkte des Alfeldbeckens, d. h. in der Höhe der Bachsohle des Alfeldbaches, und zwar in der Mauer selbst, angebracht worden. Es ist zweifellos, daß eine derartige Anlage des Abflaßstollens im Mauerkörper selbst unter Umständen Anordnungen nöthig machen kann, durch welche der feste Zusammenhang des Mauerwerks beeinträchtigt und damit eine schwache Stelle im Bau erzeugt wird; man hat deshalb in vielen Fällen vorgezogen, den Stollen mit Umgehung des Mauerkörpers durch den Fels zu treiben. Im vorliegenden

Falle lagen solche Umstände nicht vor. Die Ausmauerung der Wände des Abflaßdohlens konnte mit dem Fortschreiten des Mauerwerkes endgültig erfolgen, da man im Stande war, das zufließende Wasser während dieser Bauzeit über die Mauer hinweg zu leiten, ohne den regelmässigen Fortgang der Arbeiten zu stören. Der fertiggestellte Dohlen genügte sodann vollständig zur Aufnahme des während der Bauzeit eintretenden Wasserzuflusses. Es wurde somit weder eine Unregelmässigkeit in der Aufmauerung, noch ein Aussparen einzelner Mauertheile zum Zwecke der Ableitung des Hochwassers während des Baues erforderlich, und lag deshalb um so weniger ein Grund vor, von der gewählten, einfachen Anordnung abzugehen, als die Herstellung eines Stollens durch den Fels infolge der ungünstigen Gestaltung der Thalwände und der außerordentlichen Härte des Steines über Gebühr theuer geworden wäre.

Die Bauart des Grundablasses ist aus Abb. 7 bis 10 ersichtlich. Auf der Wasserseite besteht derselbe in einer Länge von 4,00 m aus zwei gewölbten Durchlässen von 0,95 m lichter Höhe und 0,50 m Weite. Diese beiden kleinen Durchlässe münden in einen gröfseren von 1,40 m lichter Weite und Höhe, welcher die Mauer bis zu der Thalseite durchdringt. Das Mauerwerk des Grundablasses ist durchweg aus grofsen und meist regelmässig bearbeiteten Steinen hergestellt. Die Durchlaßsohle liegt 23,00 m unter der Mauerkrone und in ihrer ganzen Länge wagerecht. Der Verschlufs ist durch zwei eiserne Schützen bewerkstelligt, welche mittels zweier Zahnstangen mit Vorgelege von der Mauerkrone aus bewegt werden (Abb. 7 und 11), wobei die Windeböcke auf einem aus der gekrümmten Mauerfläche vorspringenden Mauerpfeiler mit senkrechten Seitenflächen aufstehen (Abb. 7). Die eisernen Schützen haben eine Stärke von 40 mm und laufen in eisernen Rahmen, welche mit starken Stein-schrauben auf dem Mauerwerk befestigt sind. Die Gestänge bestehen aus schmiedeeisernen Röhren von 105 mm äufserem Durchmesser und aus 50 mm starken Rundeisen, welche von den Röhren umgeben sind. In Abständen von je 3,00 m sind die Gestänge durch eiserne Führungen gehalten. Beim Aufziehen der Schützen werden nur die Rundeisen beansprucht, beim Schliefsen dagegen treten auch die Röhren in Thätigkeit und verhindern ein Ausbiegen der Gestänge. Die Uebersetzung der Vorgelege ist so gewählt, daß beim stärksten Wasserdruck ein Mann die Schützen bewegen kann. Um bei normaler Wasserentnahme die Geschwindigkeit des austretenden Wassers zu mindern, ist am Auslauf des Grundablasses eine Kammer von 2,60 m Weite, 2,00 m Länge und 0,75 m Höhe (Abb. 8) angebracht, welche auf der Thalseite durch aufeinanderliegende Dammbalken geschlossen werden kann. Durch diese Einrichtung wird der unter hohem Druck austretende Wasserstrahl in einen stehenden Wasserkörper eingeleitet und dadurch der Stofs des Wassers theilweise gebrochen. Dasselbe breitet sich aus und stürzt über die Ränder der Kammer in das Flußbett ab.

Für die Wahl dieser Gestaltung der Grundablässe waren folgende Erwägungen maßgebend. Der Zweck des Stauweihers ist, eine Verstärkung der Niederwasser der Doller in möglichst ausgiebigem Mafse zu erreichen. Deshalb muß auf Grund der nach Vollendung des Baues fortlaufend vorzunehmenden Messungen seiner Zeit ein Betriebsplan aufgestellt werden, bei welchem für die verschiedenen Jahreszeiten gewisse mittlere Normal-Abflussmengen als Unterlage dienen. Wie grofs diese Abflussmengen werden müssen, um eine möglichst günstige Ausnutzung zu

erreichen, läßt sich von vornherein nicht genau angeben, und es war deshalb angezeigt, zunächst die Ablaufeinrichtungen so anzuordnen, daß jederzeit, selbst bei kleiner Stauhöhe, eine beträchtliche Wassermenge abgelassen werden kann. Wenn die angeordneten Messungen erkennen lassen, daß sich die Ableitung durch die Mauer zweckmäßig vermittelt eiserner Röhren bewirken läßt, so können solche jederzeit ohne Schwierigkeiten eingebracht werden. Sie wären in diesem Falle auf eine Länge von etwa 4 m in den großen Dohlen vom oberen Ende desselben ab einzumauern und im übrigen frei zu verlegen. Dieses Einmauern der Röhren in einem für sich abgeschlossenen Dohlen ist außerdem mit Rücksicht auf die Unterhaltung der Anlage dem Einsetzen derselben in den Mauerkörper selbst vorzuziehen. Wenn sich im Laufe der Zeit längs der eisernen Röhren Wasseradern bilden sollten, was immer erwartet werden muß, da die Verbindung zwischen Mauerwerk und Eisen nie eine innige und dauerhafte sein kann, oder wenn die Röhren mit der Zeit durch Rost zerstört werden sollten, so wären Ausbesserungen an den unmittelbar in die Mauer eingesetzten Röhren mit den größten Schwierigkeiten verbunden, wenn nicht unmöglich, während eine Beseitigung der in den Dohlen eingesetzten Röhren jederzeit bewirkt werden kann, ohne den Mauerkörper selbst zu berühren.

Bei den meisten spanischen und auch bei einigen französischen Stauweihern hat der Grundablaß besonders auch die Bestimmung, zur Entfernung der Schlammassen zu dienen, welche durch die Hochwasser abgelagert werden und häufig sehr bedeutend sind; sie betragen z. B. bei dem spanischen Stausee von Alikante, welcher einen nutzbaren Inhalt von ungefähr 3 700 000 cbm hat, jährlich i. M. 55 000 cbm, also  $\frac{1}{70}$  des ganzen Inhaltes, sodaß der See, wenn keine Reinigung stattfände, nach etwa 70 Jahren vollständig versumpft sein würde. Bei dem Stauweiher der Sig in Algier sollen die jährlichen Ablagerungen sogar  $\frac{1}{35}$  des ganzen nutzbaren Raumes betragen. Man entfernt diese Sinkstoffe dadurch, daß man die großen Grundablässe der Mauer bei genügendem Wasserdruck öffnet und damit einen Strom von solcher Heftigkeit erzeugt, daß die leicht beweglichen Schlamm-Massen mitfortgerissen werden.

Das Niederschlagsgebiet des Alfeldsees besteht nun fast ganz aus felsigem, sterilem Boden und seine Hochwasser führen daher außerordentlich wenige Sinkstoffe mit sich, wie das auch bei den in den Vogesen unter ähnlichen Verhältnissen bereits vorhandenen Anlagen beobachtet worden ist. Eine Vorrichtung zur Entschlammung des Sees war daher hier nicht notwendig und bei der Bestimmung der Abmessungen des Grundablasses ist auf diesen Gesichtspunkt keine Rücksicht genommen worden.

Der dritte Abflaß, welcher zur Entleerung des oberen Theiles des Weihers dient, ist 5,9 m unter der Mauerkrone angebracht. Er ist als Plattendurchlaß hergestellt und hat einen lichten Querschnitt von 0,60 m Höhe bei 0,35 m Weite. An ihn schließt sich, wie an das Ueberfallwehr auf der linken Thalseite, ein Ablaufgerinne an. Der Verschluss ist, wie bei dem Grundablaß, durch ein eisernes Schütz mit Zahnstange und Vorgelege bewirkt.

Der obere Theil des Weihers ist bestimmt, die im Winter und Frühjahr mit dem Schneeabgange rasch ankommenden Wassermassen aufzunehmen und demnächst zur gewerblichen Verwerthung langsam abzugeben. Die Regelung des Ablasses dieser bedeutenden Wassermassen, welche im Verlauf eines Winters mehrmals nöthig werden wird, kann durch den in

Frage stehenden Abflaß unter verhältnißmäßig geringem Wasserdruck bewirkt werden.

## XX. Nebenanlagen.

Die Mauerkrone ist zur Bildung einer bequemen Fahrbahn für den über die ganze Thalsperre weglaufenden Fahrweg mit großen, glattflächigen Steinen verblendet. Auf dem gegen die kleine Mauer angeschütteten Damm befindet sich eine Fahrbahn aus Steinschlag. Auf der Wasserseite ist der Fahrweg durch die zum Schutze gegen das Ueberschlagen der Wellen errichtete Brüstungsmauer begrenzt und auf der Thalseite der großen Mauer durch ein eisernes Geländer geschützt. Letzteres ist auf Steinplatten aufgesetzt, welche 40 cm über die Mauer hinausragen und zugleich mit den sie unterstützenden Kragsteinen einen architektonischen Schmuck des Bauwerkes bilden. Zur Ableitung des Wasserstandes im See ist an dem Mauerpfeiler, auf welchem die Windeböcke für die Schützen des Grundablasses stehen, ein eiserner Pegel angebracht. Der Nullpunkt desselben liegt in Höhe der Sohle des Grundablasses.

Auf Betreiben der Bauverwaltung wurden ferner Maßmünster und Sewen durch einen Posttelegraphen verbunden, zu dessen Herstellung aus dem Baufond ein Beitrag von 800  $\mathcal{M}$ . geleistet wurde. Hierdurch ist man in der Lage, von Mühlhausen, bezw. Colmar, dem Sitze der zuständigen Meliorationsbauinspektion, dem Wärter über die Regelung des Wasserabflusses umgehende Weisung zugehen lassen zu können.

## XXI. Zuleitung des Wassers aus dem Isenbach.

Einige hundert Meter unterhalb des Standortes der Stau-mauer mündet links ein Seitenthal ein, dessen Zufluss, der Isenbach, sich mit dem Alfeldbache vereinigt. Um das Niederschlagsgebiet dieses Wasserlaufes, welches eine vom Kamme der Vogesen steil abfallende Fläche von 200 ha umfaßt, für die Speisung des Alfeldsees nutzbar zu machen, wurde ein Canal vom Bette des Isenbaches bis zum Stauweiher angelegt, welcher über Mauerhöhe in demselben einmündet. Zur Speisung dieses Canals ist im Isenbach, ungefähr 440 m oberhalb seiner Mündung in den Alfeldbach, ein massives Wehr (Abb. 12) so angelegt, daß es die Vertheilung des Wassers bei verschiedenen Wasserständen den vorhandenen Berechtigungen entsprechend selbstthätig, d. h. ohne Bedienung regelt. Die Vertheilung selbst erfolgt in der Art, daß die Niederwasser dem Isenbach verbleiben, die Mittel- und Hochwasser zwischen Bach und Zuleitungscanal nach dem Verhältniß von 3:5 mit der Beschränkung vertheilt werden, daß die dem Canal zufließende Wassermenge 1,2 cbm in der Secunde niemals überschreiten kann. Die Anlage ist aus Abb. 12 ersichtlich.

Für den Durchfluß des Niederwassers wurde in der Wehrkrone eine Oeffnung von 20 cm Weite und 10 cm Tiefe ausgespart. Der Abfluß der Mittel- und Hochwasser erfolgt über zwei Wehre von gleicher Kronenhöhe: das Stauwehr selbst in der Richtung des Flußbettes und ein seitliches Ueberfallwehr (a, Abb. 12), über welches das dem See zuzuführende Wasser in den Zuleitungscanal abstürzt. In diesem letztern ist unterhalb des Wehres ein seitlicher Ueberfall nach dem Bachbette angebracht (b, Abb. 12), durch welchen das Hochwasser abgeworfen wird, welches dem Canal über das höchste Maß von 1,2 cbm zugeführt worden ist.

Schließlich befindet sich unmittelbar oberhalb der Einmündung des Zuleitungscanals in dem Stauweiher ein Schütz zur Absperrung des Einlaufes und damit verbunden ein seitliches Ablaufschütz, wodurch es dem Wärter ermöglicht ist, jederzeit den Zufluss aus dem Isenbach in den Alfeldsee zu unterbrechen und das zufließende Wasser seitwärts in das Ueberfallgerinne abzuleiten. Der Zuleitungsgraben ist 350 m lang und besteht je nach der Beschaffenheit des Bodens zum Theil aus einem gemauerten Gerinne von 1,00 m Weite und 0,60 m Tiefe, zum Theil aus einem in den erdigen Grund eingeschnittenen Graben, dessen Sohle und Böschungen mit Pflaster befestigt sind.

**XXII. Die Ausnutzung des Weihers.**

Einen ins einzelne gehenden Betriebsplan für einen Stausee wird man niemals aufstellen können, weil die Niederschläge für die verschiedenen Zeiten des Jahres von Jahrgang zu Jahrgang sich wesentlich ändern. Dagegen lassen sich von vornherein gewisse allgemeine Grundsätze bestimmen, nach denen der Betrieb einer derartigen Anlage zu regeln ist. Bei der Aufstellung dieser Grundsätze für den gegenwärtigen Fall ist in erster Linie die Verstärkung des Abflusses der Doller für die Zeitabschnitte der regelmässigen jährlichen Niederwassermafsgebend. Diese Zeitabschnitte umfassen die Sommermonate Juni, Juli, August und September und die Wintermonate Januar und Februar. Die Wassermenge, welche in Jahren von mittlerem Wasserreichthum während dieser beiden Zeiträume aus dem See abgegeben werden kann, ist bestimmend für den Betriebsplan und lässt sich nach dem oben über die Abflussverhältnisse der Doller gesagten annähernd bestimmen. Wir besitzen achtjährige Regenmessungen (von 1879 bis 1888) an der meteorologischen Station Sewen, 4 km von dem Alfeldweiher entfernt und 500 m über Meereshöhe, d. h. 100 m tiefer als der Weiher selbst gelegen. Sie ergaben im Mittel folgende Regenhöhen:

für den Monat Januar . . . . .	107 mm
„ „ „ Februar . . . . .	110 „
„ „ „ März . . . . .	114 „
„ „ „ April . . . . .	83 „
„ „ „ Mai . . . . .	109 „
„ „ „ Juni . . . . .	124 „
„ „ „ Juli . . . . .	151 „
„ „ „ August . . . . .	114 „
„ „ „ September . . . . .	126 „
„ „ „ October . . . . .	214 „
„ „ „ November . . . . .	180 „
„ „ „ December . . . . .	278 „

Diese Regenhöhen sind jedenfalls beträchtlich kleiner als diejenigen in dem angrenzenden, im Mittel 450 m höher liegenden Niederschlagsgebiet des Stauweihers, und es ist deshalb eine für die Ausnutzung des letzteren ungünstige Annahme, wenn wir sie dem Betriebsplane zu Grunde legen. Das Niederschlagsgebiet des Alfeldweihers setzt sich nun zusammen aus demjenigen des Alfeldbaches und dem Niederschlagsgebiet des Isenbaches. Ersteres umfasst eine Fläche von 420 ha und entwässert unmittelbar in den See. Das Niederschlagsgebiet des Isenbaches hat eine Gröfse von 200 ha. Da diesem Bache etwa die Hälfte seines gesamten Wasserzufflusses entnommen wird, so ist die Hälfte seines Niederschlagsgebietes für den Alfeldweiher in Rech-

nung zu setzen. Demnach umfasst das gesamte Niederschlagsgebiet des Weihers eine Fläche von 520 ha. Die in diesem Gebiete niederfallende monatliche bezw. jährliche Regenmenge berechnet sich unter Zugrundelegung der Regenhöhen von Sewen:

für den Monat Januar . . . . .	zu 556 400 cbm
„ „ „ Februar . . . . .	572 000 „
„ „ „ März . . . . .	592 800 „
„ „ „ April . . . . .	431 600 „
„ „ „ Mai . . . . .	566 800 „
„ „ „ Juni . . . . .	644 800 „
„ „ „ Juli . . . . .	785 200 „
„ „ „ August . . . . .	592 800 „
„ „ „ September . . . . .	655 200 „
„ „ „ October . . . . .	1112 800 „
„ „ „ November . . . . .	936 000 „
„ „ „ December . . . . .	1445 600 „

Das oben aus 11jährigen Beobachtungen an der Vogesen-Station Melkerei (920 m über Meer) ermittelte Verhältnifs der Verdunstungshöhen zu den Niederschlagshöhen kann ohne Bedenken auf das Niederschlagsgebiet des Alfeldes (im Mittel 950 m über Meer) übertragen werden. Wir erhalten alsdann für die Sommermonate vom 1. Juni bis 30. September den Zufluss in den Weiher zu 1606800 cbm. Von dieser Wassermenge mögen für die Ausnutzung zur Niederwasserverstärkung noch 10 pCt. dadurch verloren gehen, dafs während der Zeit der Sommerentleerung bei vollem Weiher Niederschläge eintreten können, welche alsdann ungenutzt abfliefsen müssen. Es bleiben also verfügbar 1446120 cbm. Der Betrieb wird nun selbstverständlich so eingerichtet werden, dafs zu Beginn der Zeit der Sommerniederwasser eine volle Seefüllung von 1100000 cbm vorhanden ist, und man wird daher für die Verstärkung der Niederwasser während dieser Zeit bei mittleren Witterungsverhältnissen ungefähr 2600000 cbm Wasser zur Verfügung haben. Die Anzahl der Sommertage mit Niederwasser wurde oben aus den angestellten Messungen an der Doller und Fecht zu 62, bezw. 64 ermittelt. Bemerkt hierzu sei, dafs in Uebereinstimmung mit diesen Messungen die Station Sewen für die gleiche Jahreszeit im Mittel ihrer 8jährigen Beobachtungen 64 regenlose Tage aufweist. Setzt man hiernach 65 Sommertage mit Niederwasser in Rechnung, so ergibt das eine Verstärkung des Niederwasserstandes der Doller in diesem Zeitraum um im Mittel etwa 470 Liter in der Secunde, d. h. eine Erhöhung des Niederwasserabflusses auf 700 bis 1000 Liter in der Secunde.

In der Niederwasserzeit während des Winters dauern die kleinen Wasserstände durchschnittlich etwa 15 Tage. Eine Seefüllung, welche in der vorhergehenden, wassereichen Zeit leicht gesammelt werden kann, wird daher zu einer erheblichen Vergröfserung dieser Niederwasserstände genügen. Ausser der Verstärkung der regelmässigen Niederwasserstände können die von Zeit zu Zeit im Früh- und Spätjahr ausnahmsweise eintretenden Kleinwasser durch entsprechende Regelung der Abflüsse aus dem See aufgehoben und der gröfste Theil der in dieser Zeit stattfindenden Regengüsse durch Herbeiführung eines gleichmäfsigen Abflusses des dem See zuströmenden Wassers ausgenützt werden.

Entsprechend den vorstehenden Betrachtungen sind die folgenden Grundsätze für die Regelung des Betriebes des Alfeldsees aufgestellt worden: Während der beiden regelmässigen Niederwasserzeiten (1. Juni bis 30. September und 1. Januar bis

Ende Februar) wird das Niederwasser der Doller in Mühlhausen (Steinbächlein) auf 700 bis 1000 Liter in der Secunde erhöht. Der secundliche Abfluß aus dem Stauweiher muß also etwa 500 Liter betragen, da der natürliche Niederwasserstand der Doller zu 200 bis 500 Liter angenommen werden kann. Uebersteigt das Niederwasser in Mühlhausen 1000 Liter, so ist der Abfluß aus dem Stauweiher entsprechend zu verringern. Die gleiche Verstärkung ist vorzunehmen, wenn eine ausnahmsweise Niederwasserperiode in den Früh- oder Spätjahrsmonaten eintritt. Im allgemeinen aber hat in dieser Jahreszeit der Betrieb außer der Anfüllung des Stauweihers die Ausnutzung der kleinen Anschwellungen, d. h. einen möglichst gleichmäßigen Ablauf aus dem Weiher zu erstreben. Da während des Winterhalbjahres die Niederschläge nicht sofort dem Weiher zufießen, sondern als Schnee im Gebirge aufgespeichert werden, und der letztere in der Regel in einzelnen Hochwasserergüssen abfließt, so ist während dieser Betriebszeit der obere Theil des Weihers für die Aufnahme dieser Wassermassen vorzubehalten, um deren Ausnutzung zur Verstärkung der Niederwasser zu ermöglichen.

### XXIII. Nutzen der Anlage.

Die Zahl der gewerblichen Anlagen, welche die Verstärkung der Niederwasserstände der Doller ausnutzen können, beträgt 41. Neben einigen Mahl- und Sägemühlen sind es vorwiegend Fabriken, darunter sehr umfangreiche Werke, welche das Wasser als mechanische Triebkraft mit einem Gefälle von ungefähr 100 m ausnutzen. Wie oben gezeigt wurde, kann der Weiher in der Zeit vom 1. Juni bis 30. Septemr 2 600 000 cbm Wasser zur Verstärkung der Niederwasserstände abgeben. Ferner kann mit Sicherheit angenommen werden, daß in den übrigen 8 Monaten für die Verstärkung der Niederwasserstände noch etwa eine Million Cubikmeter abgelassen werden können. Dies ergibt also für das ganze Jahr eine nutzbare Verstärkung um 3 600 000 cbm. Würde diese Wassermenge von den gewerblichen Anlagen allein ausgenutzt werden, so würden durch dieselbe, bei einem Wirkungsgrade der hydraulischen Motoren von 0,60 (für gut gebaute Turbinen ist der Wirkungsgrad 0,75)

$$\frac{3\,600\,000 \cdot 1000 \cdot 100 \cdot 0,60}{75 \cdot 60 \cdot 60} = 800\,000 \text{ Pferdekraftstunden}$$

geleistet werden, von welchen die gewerblichen Anlagen, da bei ihnen nur während des Tages gearbeitet wird, die Hälfte, also 400 000 Pferdekraftstunden verwerthen können. Diese Arbeit ist seither durch Dampfmaschinen geleistet worden. Nun ist der mittlere Kohlenverbrauch für eine Stunde und eine Pferdekraft bei Maschinen mit Expansion 4,0 bis 5,8 kg, bei solchen mit Expansion und Condensation 2,5 bis 3,5 kg. Nimmt man einen mittleren Kohlenverbrauch von 4,0 kg an, so würden demnach durch die Anlage des Alfeldsees jährlich 1 600 000 kg Kohlen erspart werden können. Bei einem mittleren Preise der Kohlen an Ort und Stelle von 14,00  $\mathcal{M}$  für 1000 kg entspricht dieser Kohlenersparnis ein Betrag von 22 400  $\mathcal{M}$ .

Wie bereits besprochen worden ist, benutzt aber das Gewerbe des Dollerthales und insbesondere das Baumwollengewerbe das Dollerwasser zu wichtigen chemischen Processen. Der Vortheil, welchen dasselbe in dieser Hinsicht aus der Verstärkung der Niederwasserstände ziehen kann, läßt sich zahlenmäßig schwer nachweisen; derselbe ist wahrscheinlich ebenso groß, als der aus der Vermehrung der Triebkraft entspringende Nutzen.

Jedenfalls würde bei einer ausschließlichen Benutzung des Wassers durch das Gewerbe der verwertbare Gewinn für das letztere auf wenigstens 40 000  $\mathcal{M}$  im Jahre zu schätzen sein.

Der Nutzen, welchen die Landwirthschaft aus der Anlage des Alfeldsees ziehen kann, läßt sich gleichfalls annähernd ermitteln. Die Zeit der Sommerwässerung erstreckt sich auf die Sommermonate Juni, Juli und August während welcher, wie oben gezeigt, der Niederwasserstand der Doller auf 700 bis 1000 Liter, im Mittel 850 Liter in der Secunde erhöht wird. Diese Zeit umfaßt im Mittel 50 Tage mit Niederwasser und 40 Tage mit Wasserständen von über 1000 Liter in der Secunde und dieser Zufluß genügt, um die anfeuchtende Sommerbewässerung der ganzen aus der Doller bewässerten Wiesenfläche mit etwas über 1000 ha unbedingt sicherzustellen. In gleicher Weise ist die Kleinwasserbewässerung im Früh- und Spätjahr durch den Stauweiher gesichert. Eine solche Sicherstellung muß unter den vorliegenden Verhältnissen einer jährlichen Ertragssteigerung von mindestens 50  $\mathcal{M}$  auf 1 Hektar gleichgestellt werden. Der Gewinn, welcher sich für die Landwirthschaft aus der Ausnutzung des Stauweihers ziehen läßt, kann daher zu 50 000  $\mathcal{M}$  jährlich angenommen werden.

Bei obigen Berechnungen ist der Vortheil nicht in Rechnung gesetzt, welcher dem Gewerbe aus der zeitweisen Ausgleichung der Abflusmengen der Doller während des Früh- und Spätjahrbetriebes erwachsen wird. Und doch stellt die Verlangsamung des Ablaufes der kleinen Hochwasser in dieser Zeit einen namhaften Gewinn an Betriebskraft dar. Auf der andern Seite ist zu beachten, daß der getrennt berechnete Gewinn für Landwirthschaft und Industrie nicht ohne weiteres addirt werden darf, um den Gesamtgewinn zu bekommen, da die landwirthschaftliche Ausnutzung des Wassers einen gewissen Verlust für die gewerbliche Ausnutzung zur Folge hat.

Mit Berücksichtigung dieser Verhältnisse darf der Gesamtgewinn, welcher für ein Jahr aus der Ausnutzung des Stauweihers gezogen werden kann, zu mindestens 75 000  $\mathcal{M}$  angenommen werden. Demnach wird die Verzinsung der Anlagekosten von 440 000  $\mathcal{M}$  sich auf 17 pCt. belaufen. Rechnet man den jährlichen Gewinn von 75 000  $\mathcal{M}$  als Rente eines zu üblichem Zinsfuß angelegten Vermögens, so ergibt sich eine Vermehrung desselben von  $\frac{75\,000}{0,04} - 440\,000 = \text{rund } 1\,435\,000 \mathcal{M}$ .

### XXIV. Inbetriebsetzung.

Im Spätjahr 1887 wurde das Mauerwerk vollendet und im Winter 1887 auf 1888 der Stauweiher angelassen. Die Einstauung der unteren Theile des Mauerwerks erfolgte ohne Unterbrechung, und am 1. Januar 1888 war die Stauhöhe von 13 m erreicht. Von dieser Höhe an wurde mit der weiteren Einstauung langsam vorgegangen. Hier beginnen nämlich mit zunehmendem Stau die Verschiebungen der Druckverhältnisse im Innern der Mauer wesentlich zu werden und eine veränderte Zusammenpressung einzelner Theile der in verschiedenen Zuständen der Erhärtung befindlichen Mörtelmassen zu verursachen. Unter solchen Verhältnissen ist es immer rätlich, die unvermeidlichen Druckveränderungen zum ersten Male langsam eintreten zu lassen, und dies um so mehr, als gleichzeitig mit dem Einstauen des Mauerwerks die Erhärtungsbedingungen des Mörtels in der Mauer sich ändern. Der Wassermörtel im Innern

eines solchen Mauerkörpers ist vor dem Anfüllen des Weiher sowohl vom Zutritt der Luft, als vom Zutritt der Wassers abgesperrt und es fehlen also die unerläßlichen Voraussetzungen zur Erhärtung. Wenn man ihn uneingestaut liefse, so würde wohl die Luft im Verlauf der Jahre infolge der Ausdehnung und Zusammenziehung des Mauerwerks durch Hitze und Kälte in kleinen Mengen von aufsen her langsam eindringen und damit eine allmählich vorschreitende Erhärtung zunächst der äußeren Mauertheile herbeiführen. Dieser Vorgang wurde beobachtet an der zu diesem Zwecke bei Beginn des Baues an Ort und Stelle ausgeführten Probemauer von etwa 4 cbm, welche nach vierjährigem Bestande ohne Wasserdruck etwa 50 cm tief erhärtet war, während sich die Festigkeit des Mörtels im Innern noch sehr im Rückstande befand. Es ist indessen klar, daß die Erhärtungsbedingungen an der Luft für einen großen Mauerkörper noch ungünstiger sein müssen und daß deshalb nach Fertigstellung einer solchen Mauer der Mörtel im Innern in der Regel noch wenig erhärtet sein wird. Mit dem Einstauen des Weiher tritt nun infolge der Porigkeit des Mörtels und des Steines und infolge der noch unfertigen Anhaftungskraft dieser beiden Baustoffe an einander Wasser in den Mauerkörper ein. Dasselbe durchdringt ihn langsam und schwitzt an der unteren Seite wieder aus. Diese Wasserbewegung durch die Mauer, welche bei allen Staumauern in der ersten Zeit beobachtet worden ist, hat eine Beschleunigung der Erhärtung des Wassermörtels im Innern und, da sich die Kalk- und Cementtheile des Mörtels bei der Erhärtung ausdehnen, ein Zusammenpressen der einzelnen Mörteltheile und damit eine natürliche Dichtung des Mörtels zur Folge. Die Ausschwitzungen sind deshalb unter normalen Verhältnissen unmittelbar nach dem Einstauen der Mauer am stärksten, nehmen dann sehr rasch ab und verschwinden in der Regel nach einiger Zeit ganz. Diese Vorgänge sind in analoger Weise bei der Anfüllung des Alfeldweiher beobachtet worden und rechtfertigen ohne Zweifel den Grundsatz einer langsamen Einstauung solcher Bauwerke.

Man hat im Frühjahr 1888 unter allmählichem Anlassen des Weiher die Mauer von 13 m bis zu 19 m, d. h. bis zu der Höhe eingestaut, bis zu welcher das Mauerwerk schon im Frühjahr 1887 fertig gewesen war, sodafs kein Mauertheil von weniger als einjährigem Bestande unter Wasser gesetzt wurde. Bei dem gewaltigen Drucke von 550 000 Ctr. hat sich der Bau in allen Theilen fest, und sowohl im Mauerkörper selbst als in den Grundmauern unbeweglich gezeigt.

#### XXV. Einweihung.

Am 10. Juli 1888, vor dem erstmaligen Ablassen des Alfeldsees, erhielt die grofsartige Anlage ihre Weihe durch den

Besuch Sr. Durchlaucht des Kaiserlichen Statthalters, Fürsten Hohenlohe, welcher mit den Spitzen der Behörden und den Vertretern des Landesausschusses sowie der beteiligten Gewerbetreibenden und Gemeinden des Dollerthales die Bauten einer Besichtigung unterzog. Derselbe nahm hierbei wiederholt Veranlassung, allen denjenigen, welche durch materielle Förderung des Unternehmens oder in dienstlicher Eigenschaft das Gelingen des Werkes gesichert hatten, seine volle Anerkennung auszusprechen. Nachdem Herr Theodor Schlumberger als Vertreter des Mülhauser Grofsgrundbesitzes dem Dank der Beteiligten für die Thätigkeit der Verwaltung und die Unterstützung der Volksvertretung in einer begeisterten Ansprache Ausdruck gegeben hatte, welche mit einem Hoch auf den Herrn Statthalter schlofs, erwiderte Namens der Regierung Herr Unterstaatssecretär von Schraut, der Vorstand der Ministerialabtheilung für Finanzen, Landwirtschaft und Domänen, das folgende: „Namens der Kaiserlichen Regierung danke ich für die freundlichen Worte der Anerkennung, welche der Herr Vorredner an die Verwaltung gerichtet hat. Das grofse Werk, dessen Einzelheiten wir soeben bewunderten, ist ein Glied in der Kette der mächtigen Unternehmungen auf dem Gebiete der Landesmelioration. Während dieser Stauweiher in den Betrieb gesetzt wird, werden die Grundmauern zu gleich mächtigen Anlagen für das benachbarte Fechththal gelegt und die Entwürfe für den Lauchenweiher ausgearbeitet. Und während wir diese Cyklopenmauern im Gebirge erbauen, werden in der Ebene mächtige Flufscorrectionen ausgeführt — ich erinnere an die Regulirung der Ill, Breusch, Moder usw. — und Hunderte von Bewässerungsunternehmungen und Wasserleitungen in allen Theilen des Landes hergestellt. Kurz, überall auf diesem Gebiete eine hocheifrigste Thätigkeit zum Nutzen für Landwirtschaft und Gewerbebetrieb! Welche Lehren können wir hieraus ziehen? Zunächst: Einigkeit macht stark. Daher Dank den Technikern, welche diesen herrlichen Bau ausgeführt, den Industriellen, den Behörden und dem Landesausschufs, welche ihn einmüthig gefördert. Weiter sehen wir, daß die materielle Arbeit der Boden ist, auf welchem wir uns unbeirrt von Tagesleidenschaften finden, und endlich erkennen wir die Segnungen des Friedens, unter dem solche Werke entstehen können. Jahrhunderte lang wird dieser stolze Bau in das Land hineinragen. Möge er stets ein glückliches Volk sehen, das arbeitet im Frieden, geschützt von Kaiser und Reich. Ohnmächtig werden die Stürme diesen Bau umtosen. Möge auch das herrliche Elsass unbeirrt seinen Weg gehen im Vertrauen auf Kaiser und Reich. Die Kraft der Zeit wird diese Mauer immer mehr befestigen. Möge mit ihr erstarken in diesem Lande die Treue zu Kaiser und Reich. Frieden, Vertrauen und Treue, das sei der Segenswunsch für dieses Land, das walte Gott!“

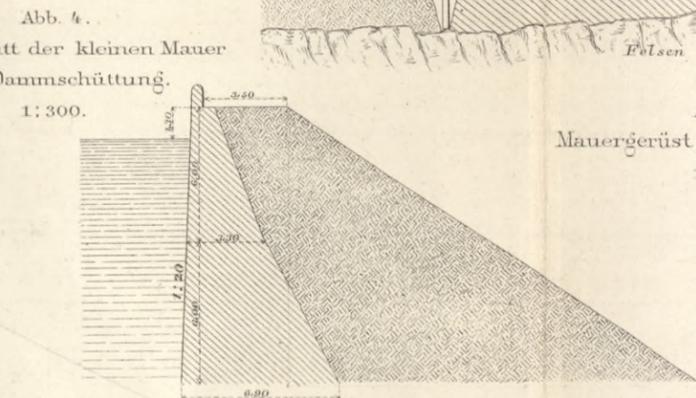
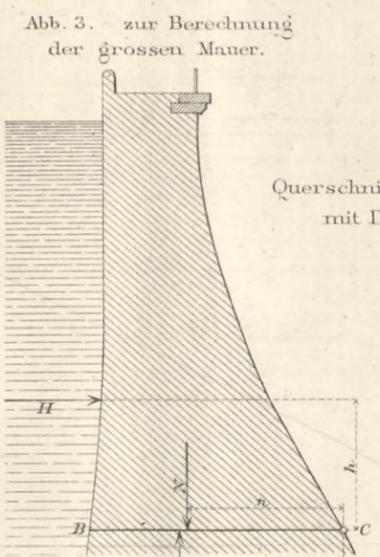
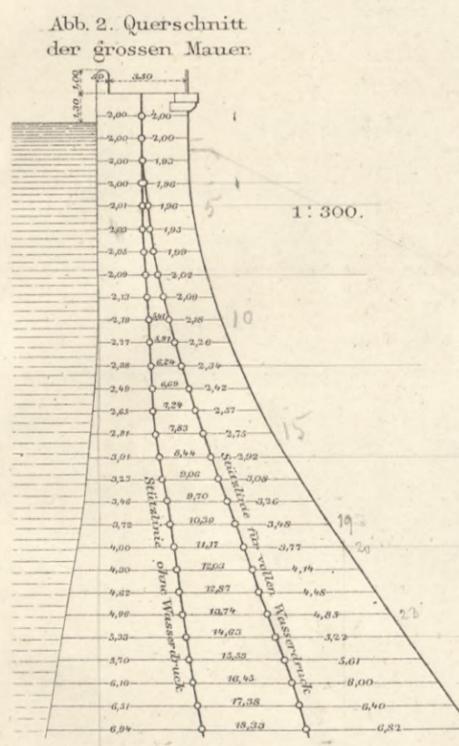
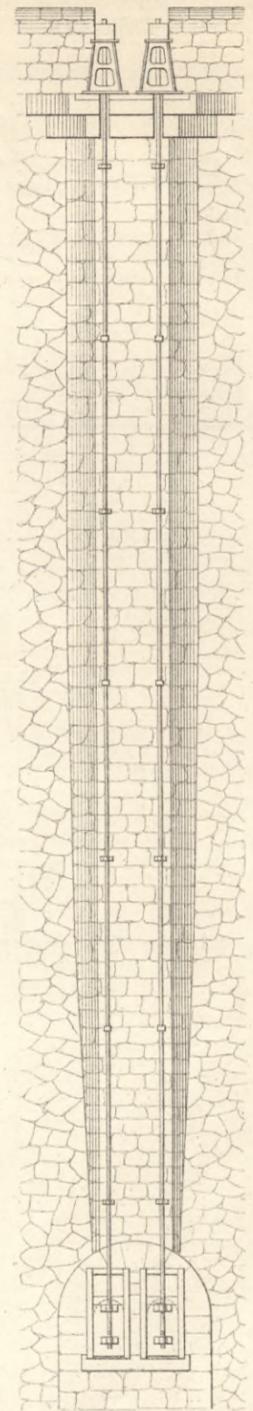
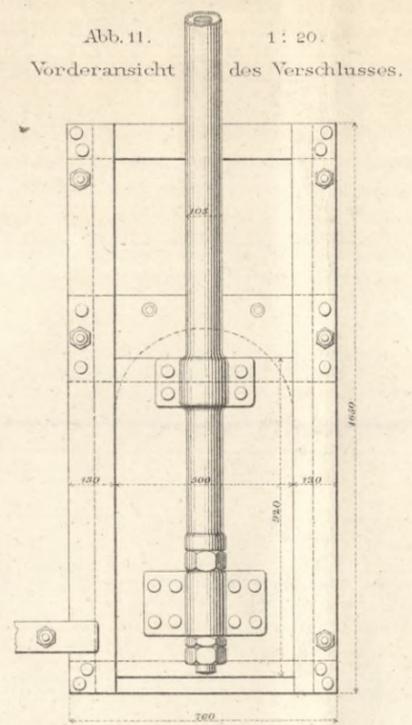
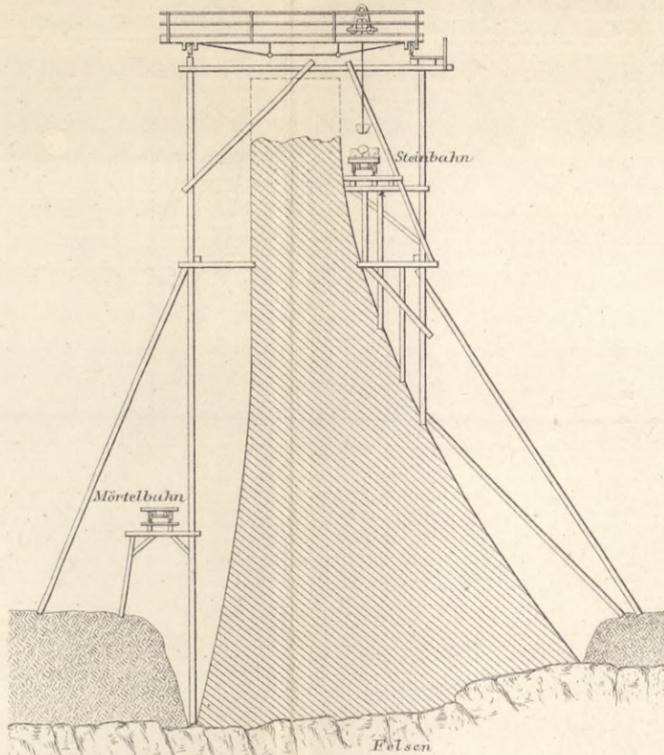
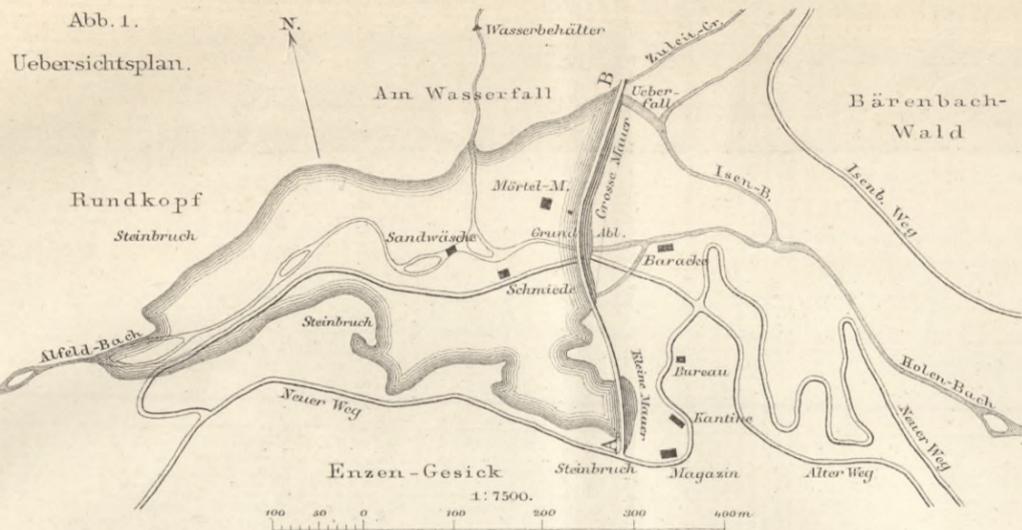


Abb. 5. Mauergerüst mit Laufkranen. 1:300.

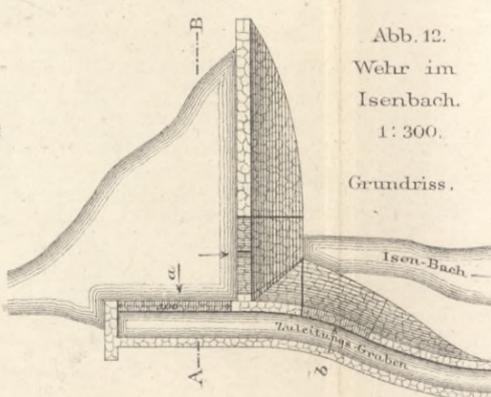
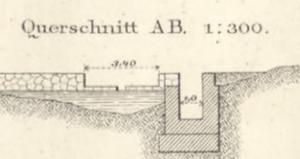
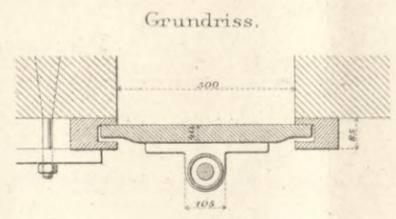
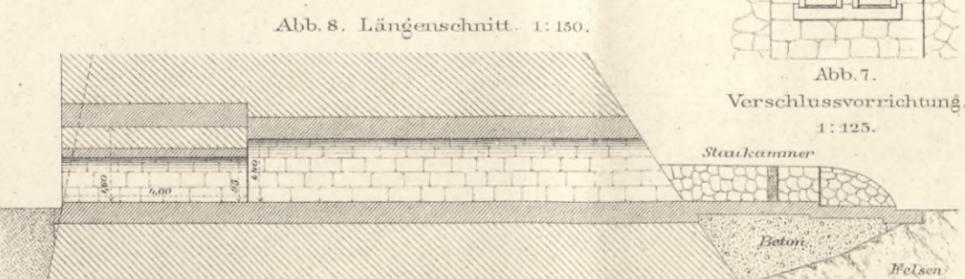
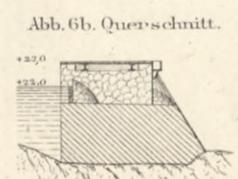
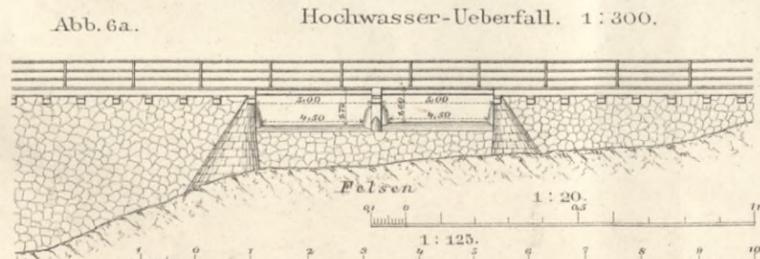
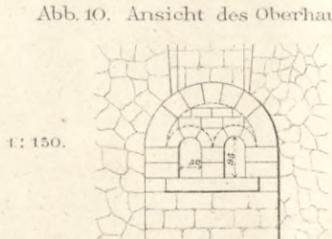
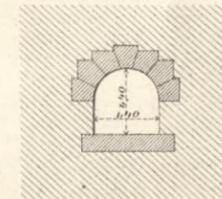
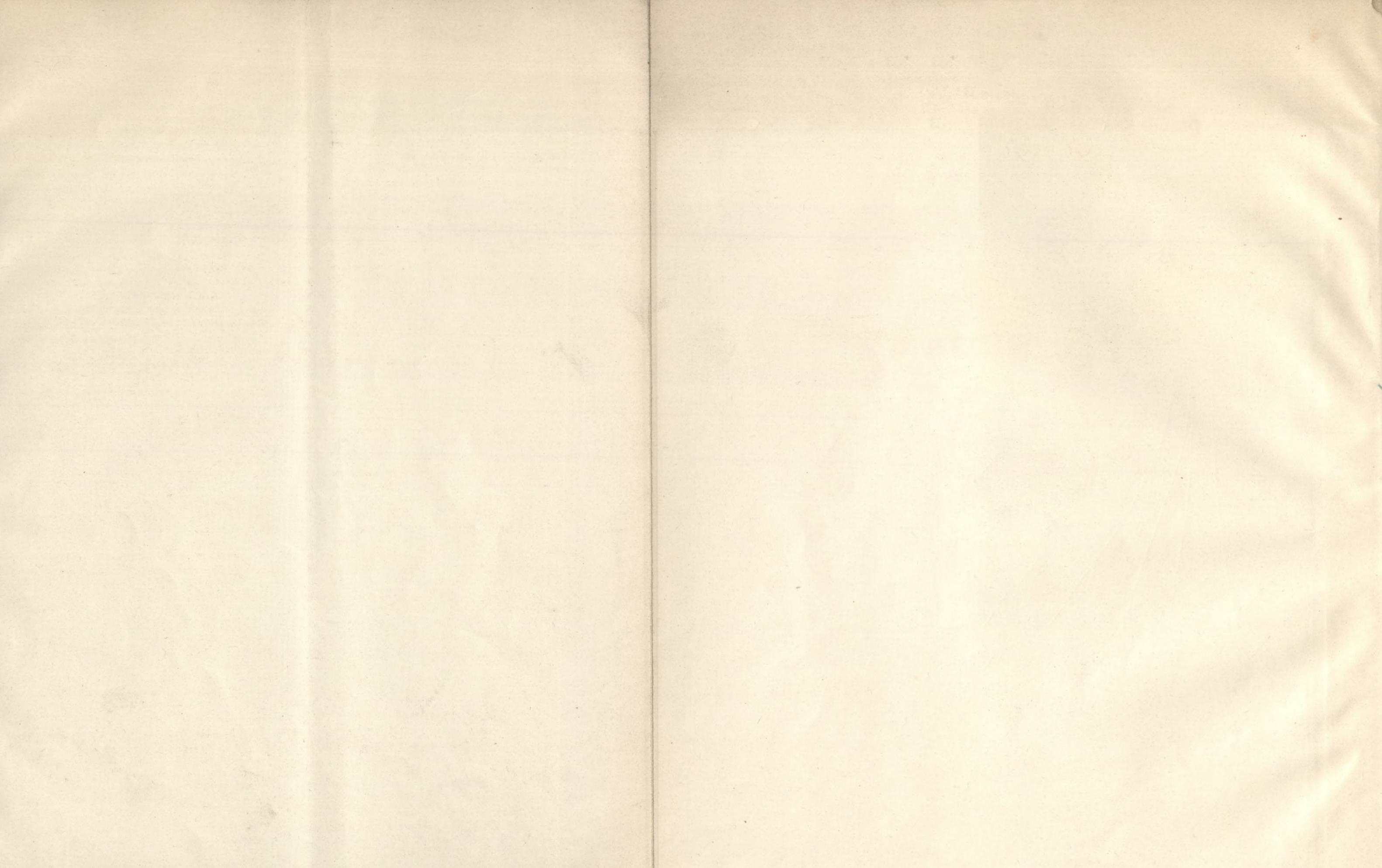


Abb. 12. Wehr im Isenbach. 1:300. Grundriss.





# Anlage von Stauweihern in den Vogesen, bzw. im Alfeld.

Vorrichtung zum Messen der aus dem See abfließenden Wassermengen.

$$Q = 0,42 \cdot b \cdot h \sqrt{2,981 h} = 0,42 \cdot 2,69 \cdot h \sqrt{2,981 h} = 5h \sqrt{h}$$

Abb. 13 a. Querschnitt.

1:100.

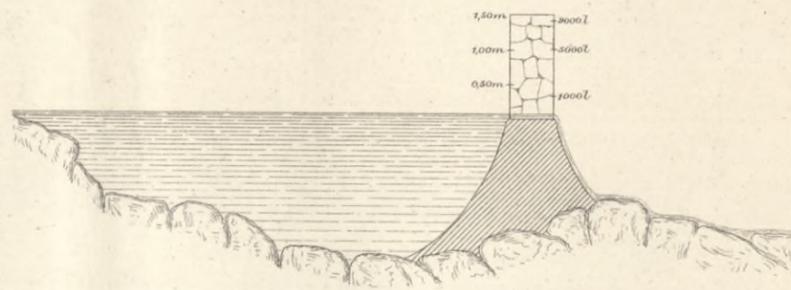


Abb. 13 b. Ansicht.

1:100.

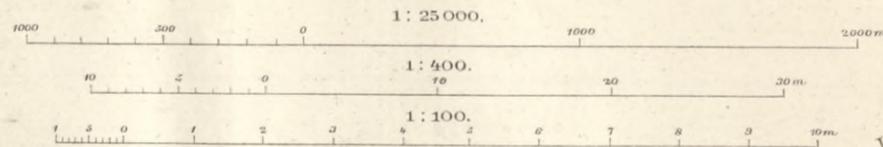


Abb. 15.  
Normalprofil  
von Krantz.  
Q.S.=260 qm  
1:400.

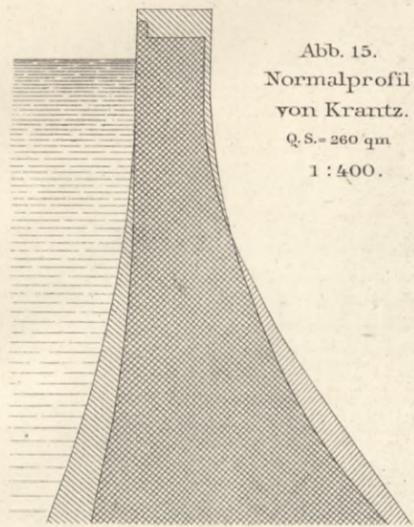


Abb. 16.  
Furens.  
Q.S.=270 qm  
1:400.

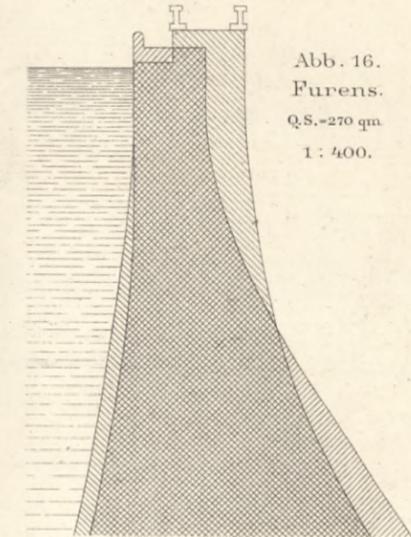


Abb. 14.  
Karte des Alfeldsees u.  
seines Niederschlagsgebietes.  
1:25000.



Alfeldmauer     andere Mauer  
 beiden gemein  
 Querschnitt der Alfeldmauer=240 qm

Abb. 15-18. Vergleichung des Querschnittes  
der Alfeldmauer mit den Querschnitten  
anderer Staumauern.

Abb. 17.  
Ternay.  
Q.S.=270 qm  
1:400.

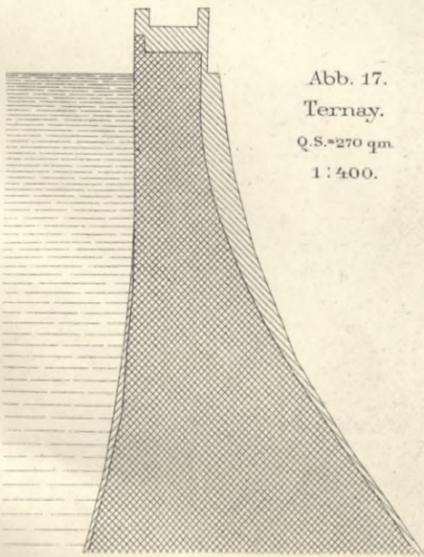
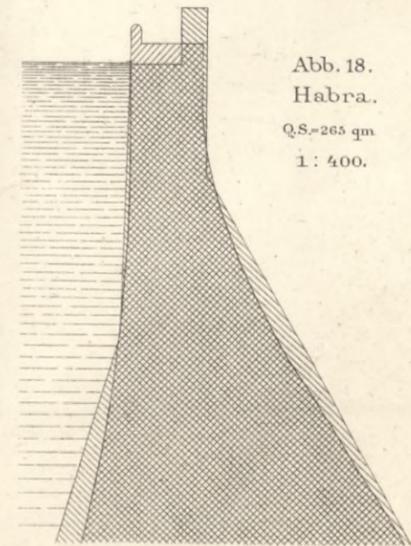


Abb. 18.  
Habra.  
Q.S.=265 qm  
1:400.







Biblioteka Politechniki Krakowskiej  
  
**IV-301162**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej  
  
**10000318698**

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW  
BIBLIOTEKA GŁÓWNA  
 **33370**  
L. inw.  
Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej  
  
**10000305655**