





Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300006

KULTURTECHNISCHE

# WASSERBAUTEN

NORDITALIEN

VERLAG VON H. W. H. H. H. H. H.



2.201<sup>x</sup>





KULTURTECHNISCHE  
WASSERBAUTEN  
IN  
NORDITALIEN.

MITGETEILT VON

HOFRAT A. FRIEDRICH

O. Ö. PROFESSOR AN DER K. K. HOCHSCHULE FÜR BODENKULTUR IN WIEN.

HIEZU ACHT TAFELN.

*F. Nr. 27053*



WIEN 1906.

DRUCK VON R. v. WALDHEIM.

2.201

KULTURTECHNISCH

WASSERBAUTEN

NORDITALIEN.

SONDERABDRUCK AUS DER „ALLGEMEINEN BAUZEITUNG“, HEFT 2, 1906.

BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

II 31166



504 272 105

Akc. Nr. 2143749



## I. Venetien.

### Entsumpfungsarbeiten im Gebiete der Lagunen von Caorle.

Die Nordwest- und Nordküste der Adria galt zu Zeiten der Römer, ja selbst noch bis in das Mittelalter hinein, als ein vom Klima begünstigter und mit Bodenprodukten aller Art reich gesegneter Landstrich. Eine Reihe blühender Städte bot allein mehr als  $1\frac{1}{2}$  Millionen Bewohnern eine dauernde Wohnstätte und lockte die liebliche und als gesund bekannte Gegend allsommerlich Scharen vor der Hitze Mittelitaliens fliehender Städter zum Landaufenthalte an. Wohl waren einzelne Teile dieses Geländes auch damals schon regelmäßig wiederkehrenden Überschwemmungen ausgesetzt, denn dasselbe ragte nur wenig über das Niveau der Adria empor; aber solange die Flüsse noch nicht mit Leitdämmen versehen waren, blieb den ausgetretenen Wässern die Rückkehr in den Flußschlauch ermöglicht und wurde hiemit auch das Land vor dauernder Versumpfung bewahrt. Gleichzeitig trugen diese Hochwässer aber auch zur energischen Spülung der Mündungsstrecken der Flüsse bei, so daß es in denselben zu keinerlei Anhäufung von Schlamm und der Fäulnis anheimfallenden Substanzen kommen konnte. Zu dieser Zeit war denn auch die ganze Küste der nördlichen Adria der Schifffahrt zugänglich.

Heute hingegen ist das Bild der Gegend ein vollkommen geändertes. Zwischen dem Isonzo und dem Reno (Po di Primaro) haben sich die Lagunen von Grado, Caorle, Venedig und Comacchio gebildet, Lagunen, die durch einen Gürtel von Sümpfen und geschlossenen Süßwasseransammlungen von dem gleichfalls nur wenig höher als der Meeresspiegel gelegenen Hinterlande getrennt sind.

Diese mit dem Untergange einer einstmals blühenden Kultur Hand in Hand gehenden Veränderungen sind jedenfalls

auf das Zusammenwirken mehrerer ungünstiger Erscheinungen zurückzuführen.

Die Hauptursache ist wohl in der mit Sicherheit nachweisbaren Senkung der ganzen Nord- und Nordwestküste der Adria zu erblicken; dieselbe dürfte beispielsweise für Aquileja in historischen Zeiten allein schon den Betrag von 2 m erreicht haben. Zu diesem Moment tritt die außerordentlich mächtige Sinkstoffführung der vom Südabfalle der Alpen und den nordöstlichen Ausläufern der Apenninen dem Meere zueilenden Flüsse, deren Materialablagerungen zuerst eine Erhebung der Flüsse über das Niveau ihres Uferlandes bewirkten und ihre Eindämmung erforderlich machten. Wird hiedurch der freien Abwässerung des Hinterlandes schon eine bedeutende Schwierigkeit entgegengesetzt, so bedingt die Aufführung der Leitdämme auch einen Entzug von Materialablagerungsplätzen und gibt hiemit einen neuen Anlaß zu umso rascherer Vorbauung der Küste und der Entstehung von Lagunen, woraus wiederum eine Verminderung des relativen Gefälles der Wasserläufe und eine neuerliche Erschwerung der Abflußverhältnisse resultiert.

All dies äußert sich in einer zwar allmählich verlaufenden, gleichwohl aber weitgehenden Veränderung des hydrographischen Charakters der Gegend, die übrigens auch durch die geringe Stabilität einzelner Flußläufe selbst nach deren erfolgter Eindämmung manche plötzliche Störung erfuhr.

Neben diesen primären Vorbedingungen für eine stetig fortschreitende Versumpfung mögen auch die kulturhistorischen Ereignisse, die sich in der in Rede stehenden Gegend abspielten — und unter diesen namentlich die kriegerischen Wirren, die deren Bewohner sozusagen Jahrhunderte hindurch in steter Aufregung erhielten — indirekt mit dafür verantwortlich zu machen sein, daß die von der Natur mit dem Untergang bedrohten Ländereien teils sich selbst überlassen blieben, teils durch unvollendet gelassene oder unrichtig angelegte Werke nicht nur nicht entsprechend geschützt, sondern sogar einem umso rascher fortschreitenden Verfall anheimgegeben wurden.

Neben den hauptsächlich im Interesse der Aufrechterhaltung eines Schiffsverkehrs mit der Küste angelegten Kanälen finden sich demnach nur ganz vereinzelte, aus älteren Zeiten stammende,



rationell angelegte Arbeiten zur Trockenlegung hiezu besonders geeigneter, meist auch nur kleiner Gebietsteile. Manche derselben mußten sogar trotz anfänglicher Erfolge wieder preisgegeben werden.

Erst die nach Schaffung des geeinigten Königreiches eingesetzte Staatsverwaltung und ihre auf die Vornahme von Entsumpfungsarbeiten bezugnehmende Gesetzgebung konnte hier die Handhabe zu einem planmäßigen, von dauernden Erfolgen begleiteten Vorgehen bieten, indem den Ländereien, deren Trockenlegung nicht nur vom landwirtschaftlichen Standpunkte aus erwünscht ist, sondern auch aus Rücksichten auf das allgemeine Wohl geradezu gefordert werden muß, ausgiebige Unterstützungen aus Staats- und Provinzmitteln in Aussicht gestellt wurden.

Während im Gebiete von Comacchio die Lagunen und Sümpfe, trotzdem zur Trockenlegung derselben wiederholt Projekte aufgestellt wurden und im Jahre 1900 auch ein Staatsbeitrag von 3,200,000 Lire bewilligt worden ist, noch der Ausführung der diesbezüglichen Arbeiten harren, und im Gebiete der Lagunen von Venedig die Arbeiten bisher mehr mit Rücksicht auf die Anforderungen der Stadt als auf die landwirtschaftliche Erschließung ihres Hinterlandes vorgenommen worden sind, wurde in dem von der Piave Nuove und Livenza Viva abgegrenzten Sumpfbgebiete von Caorle die Melioration energisch in Angriff genommen.

Mitbestimmend hiefür waren die vorzüglichen Erfolge einiger durch private Unternehmungslust geschaffenen kleineren Trockenlegungen, welche das Interesse der Nachbarn soweit wachriefen, daß gegenwärtig in der genannten Sumpfbzone vier große Genossenschaften zur Entwässerung von zusammen 29.200 *ha* zusammengetreten sind. Von diesen hat das Comprensorio Ongaro Superiore e Uniti die Arbeiten bereits vollkommen beendet, während jene der drei anderen teils begonnen sind, teils demnächst in Angriff genommen werden sollen.

Eine der technisch wie wirtschaftlich gelungensten der oben erwähnten selbständig durchgeführten kleineren Anlagen ist die

#### Trockenlegung des Gutes Fiumicino.

Unweit der ehemaligen Stadt Eraclea gelegen, auf deren Ruinen sich die gleichfalls wieder verfallene Citta



nuova erhob, war das Gut bei einer Höhenanlage von zirka  $\frac{1}{2} m$  unter dem Meeresniveau nicht nur fortwährenden Hochwassereinbrüchen von Seiten der Flüsse, sondern auch der Überschwemmung durch die vom Winde angestauten Meeresfluten ausgesetzt.

Das Gut umfaßt 217 *ha* und ging im Jahre 1870 zum Kaufpreise von 30.000 Lire, d. i. pro Hektar zirka 140 Lire, in den Besitz der Familie Stroili über. Die Wasserverhältnisse waren damals geradezu kläglich. Mangels jeglichen Dammschutzes wurden durch die Wassereinbrüche bald die Saaten selbst schon vernichtet, bald die ohnehin geringen Erträge zur Erntezeit von Wasser bedeckt. Die Maisernte soll wiederholt vom Boote aus besorgt worden sein. Von 48 *ha*, die im Kataster als Ackerflächen bezeichnet sind, konnten nur zirka 15 *ha* tatsächlich bebaut werden, und war auch hier in der Hälfte der Anbaujahre ein Ernteausfall zu gewärtigen.

Die Entsumpfungsarbeiten wurden im Jahre 1894 begonnen und können als vollkommen abgeschlossen gelten. Der ganze Gutskomplex wurde mit einem Schutzdamme umgeben, der eine Länge von 6 *km* besitzt und mit im Mittel 3 *m* Höhe und 3 *m* Kronenbreite angelegt ist. Für Dammbauten fanden im ganzen 63.200 *m*<sup>3</sup> Erdbewegung statt. Dieses Material ist dem für die Entwässerung angelegten Grabennetze entnommen und zum größten Teile aus den Grabenzügen, welche diesen Hauptdämmen teils außen, teils innen folgen, gedeckt. Das Netz der Primär- und Sekundärgräben hat eine Längenentwicklung von 21 *km* und sind dieselben mit 1.5 bis 2 *m* Tiefe und 1.5 bis 2.5 Sohlenbreite ausgeführt. An dieselben schließen sich zirka 5.6 *km* Tertiärgräben und 31.5 *km* Gräben vierter Ordnung, welche gleichzeitig die Abgrenzungen zwischen den einzelnen Feldschlägen bilden.

Dieses ganze Grabennetz gravitiert nach einem einzigen Tiefpunkte, an dem das Pumpwerk seine Aufstellung gefunden hat. Dasselbe ist so bemessen, daß ein Regenfall von 150 *mm* auf die 200 *ha* Fläche in der Zeit von 70 Stunden bewältigt werden kann. Eine Dampfmaschine von 36 *PS* treibt zwei Zentrifugalpumpen für ein Förderquantum von 800 beziehungsweise 400 Sekundenliter bei einer Förderhöhe von 3.0 bis 3.5 *m*.



Das Maschinenhaus \*) (Fig. I, Taf. Nr. 1) ist auf einem Pfahlrost gegründet und erscheint dessen Tragfähigkeit dadurch besser ausgenützt, daß über dem Maschinenraume noch zwei Stockwerke, die als Getreidespeicher Verwendung finden, angeordnet sind. Das gehobene Wasser gelangt in einem bereits von früher her bestehenden Kanale, Canale Piavon, zum Abfluß. Auf die Einteilung des Besitzes in einzelne Schläge, sowie deren Zugänglichmachung wurde große Sorgfalt gelegt. Zwei Hauptstraßen von 9 m Breite und 43 Nebenwege mit 4 bis 7 m Breite, sowie die befahrbaren Umfassungsdämme bilden ein Wegenetz von zirka 15 km Länge. Durch zweckmäßige Austeilung der Wege und Gräben war es möglich, mit nur 15 größeren Brücken beziehungsweise Röhrendurchlässen ein Auslangen zu finden und alle übrigen Weg- und Grabenkreuzungen in primitivster Weise herstellen zu können. Das ganze Gut erscheint in 340 fast durchwegs rechteckige Schläge geteilt, die mit Baumpflanzungen — 19.000 Weinstöcke, 11.000 Maulbeerbäume, sowie 6500 Ulmen und Weiden — eingesäumt sind.

Für die Durchführung der Entwässerung und Zugänglichmachung des Besitzes wurden verausgabt:

|  |                              |      |
|--|------------------------------|------|
| Für Dammbauten . . . . .   | 36.360                       | Lire |
| Maschinenhaus . . . . .  | 56.000                       | „    |
| Maschinen . . . . .  | 29.600                       | „    |
| Grabennetz . . . . .   | 17.175                       | „    |
| Hauptstraßen . . . . .   | 6.100                        | „    |
| Umbrechung und Planierung, Bau der Neben-<br>gräben und Wege . . . . . | 56.619.43                    | „    |
|  | <u>Zusammen . 201.854.43</u> | Lire |

Für die Einrichtung der Wirtschaft:

|  |                              |      |
|--|------------------------------|------|
| Baumpflanzungen . . . . .                      | 36.820                       | Lire |
| Hochbauten . . . . .                           | 58.000                       | „    |
| Totes und lebendes Inventar . . . . .          | 49.257.85                    | „    |
|  | <u>Zusammen . 144.077.85</u> | Lire |
| Ursprünglicher Grundwert (1894) . . . . .      | 33.000                       | „    |
| Bauzinsen 1894 bis 1902 . . . . .              | 28.255.63                    | „    |
| <u>Gesamtes investiertes Kapital . . . . .</u> | <u>407.137.91</u>            | Lire |

\*) Sämtliche Bilder nach Originalaufnahmen von Konstrukteur Dr. R. Fischer.

Da sich die Jahresbruttoeinnahme auf 81.700 Lire, die Betriebsausgaben auf 58.287·87 Lire stellen, ergibt sich ein Überschuß von 23.412·13 Lire, welcher zu 4% kapitalisiert einen Wert des Besitzes von 585.303·33 Lire repräsentiert, während nach obigem die Kapitalsinvestition nur 407.000 Lire beträgt, woraus ein Unternehmergeinn von 178.000 Lire hervorgeht.

Auf ein Hektar umgerechnet würde sich ergeben:

|  |              |
|--|--------------|
| Derzeitiger Wert von 1 ha . . . . .          | 2694·39 Lire |
| Anlagekosten . . . . .                       | 1874·22 „    |
| Mehrwert als Unternehmergeinn pro Hektar . . | 820·17 Lire  |

Diese aus den Betriebsergebnissen der letzten Jahre abgeleitete Bilanzaufstellung rechnet mit großer Sicherheit, da in derselben für Ernteverluste große Perzentsätze angenommen sind, obwohl solche bei der Natur des Unternehmens kaum zu erwarten stehen. Außerdem wird sich der Pumpenbetrieb voraussichtlich von Jahr zu Jahr ökonomischer gestalten, indem nicht nur die Menge des durch die Umfassungsdämme zuzusickernden Wassers mit zunehmender Setzung und Verdichtung des Erdreiches geringer, sondern auch der Grundwasserandrang nach Inbetriebsetzung umliegender Entwässerungsanlagen schwächer werden wird. Auch wird die Räumung des Kanales Piavon eine wesentliche Verringerung der Förderhöhe herbeiführen. Endlich dürften dem Besitzer des Gutes gelegentlich der Durchführung der Nachbarentwässerungen, welche aus öffentlichen Mitteln Subventionen erhalten, eine teilweise Entschädigung für die auf eigene Kosten unternommenen Arbeiten zufallen.

Der Besitz Fiumicino bildet heute schon wie ein Blick auf die Fig. 2 und 3, Taf. Nr. 1 deutlich zeigt, einen Garten inmitten ausgedehnter Sümpfe. Beachtet man, daß aus einem Besitze, der ursprünglich einen Rohertrag von kaum 1500 Lire abwarf, jetzt ein solcher von über 80.000 Lire gezogen wird, daß bei der Durchführung der Melioration in Form von Arbeitslöhnen 200.000 Lire zur Ausgabe gelangten und einer Bevölkerung zugute kamen, der sich jetzt Gelegenheit bietet, auf einer früher unproduktiven Fläche im Landwirtschaftsbetriebe



einen dauernden Verdienst zu finden, so wird man über die wirtschaftliche Placierung der für diese Melioration investierten Kapitalien wohl keinen Zweifel hegen können.

Unweit der Ruinen von Eraklea erhebt sich auch das Pumpwerk des Comprensorio Ongaro Superiore e Uniti, der ersten der im Sumpfbiete von Caorle zur Durchführung gelangenden großen genossenschaftlichen Trockenlegungen. Dieselbe umfaßt einen in der Gemeinde San Dona di Piave gelegenen, 3384 *ha* umfassenden Komplex, von dem 2746 *ha* abflußloses Sumpfland war, die restlichen 638 *ha* hingegen natürliche aber unzureichende Vorflut besaßen.

In dieser Pumpstation, welche 1903 in Betrieb gesetzt wurde (Fig. 4, Taf. Nr. 1), sind zwei Expansionsmaschinen mit je 120 *PS* und zwei Zentrifugalpumpen, von denen jede ein Quantum von 2750 *l/sec* auf eine Förderhöhe von 2.5 *m* zu heben vermag, untergebracht. Diese Förderhöhe ist dadurch bedingt, daß die tiefstgelegenen Stellen des zu entwässernden Gebietes selbst schon 0.5 *m* unter dem Meeresspiegel gelegen sind, und auf 1 *m* unter Terrain entwässert werden sollen, während anderseits das Wasser nach einem bereits bestehenden Kanale — Canal Brian — geworfen werden muß, dessen Ausmündung in die See erst in einer Entfernung von 40 *km* vom Pumpwerke erfolgt; für diese Strecke wird somit ein Gefälle von 1 *m* erzielt. Der Kanal selbst ist in einer Distanz von 38 *km* vom Pumpwerke mit einer Flutschleuse ausgestattet.

Die Kosten der Anlage beliefen sich für die auf genossenschaftlichem Wege herzustellenden Erdarbeiten, nämlich die das Gebiet abgrenzenden Dämme, das Graben- und Wegenetz sowie das Pumpwerk auf 870.000 Lire d. i. pro Hektar 313 Lire, zu welchem Betrage nach dem üblichen Beitragsschema von dem Staate 60%, von der Provinz 10%, der Gemeinde 10% und Grundbesitzern 20% beigesteuert wurden (Fig. 5, Taf. Nr. 1). Die landwirtschaftliche Erschließung d. i. Bodenbearbeitung, Anlage von Gräben und Wegen und Baumpflanzungen werden mit 250 Lire pro Hektar, die Kosten der Errichtung von Hochbauten und Beschaffung des toten und lebenden Gutsinventars mit 400 Lire pro Hektar, zusammen also zirka 650 Lire veranschlagt, so daß sich die vollständige Melioration pro Hektar



auf 953 Lire stellt, von denen von seiten des Grundbesitzers 712·6 Lire aufzubringen sind, ein Betrag, der wie nach den Erfahrungen auf dem Gute Fiumicino geurteilt werden kann, eine hohe Verzinsung verspricht.

Weitaus größere Schwierigkeiten dürften sich der Trockenlegung der zum Genossenschaftsbezirke Ongaro Inferiore vereinigten, in den Distrikten San Dona die Piave und Portogruaro gelegenen Ländereien im Ausmaße von zusammen 11.643 *ha* gestalten, da von diesem Gebiete 9660 *ha* zwischen 0·25 *m* und 1 *m* unter dem Meeresspiegel gelegen sind. In diesem Gebiete wird es auch kaum rationell sein, eine einzige Zentralpumpstation zu errichten und trägt man sich deshalb mit dem Plane, ebenso wie dies in Italien bereits bei der Entwässerung der Isola d'Ariano, in Deutschland bei der Entwässerung des Memmeldeltas geschehen ist, eine Zentralkraftanlage, die hier zweckmäßig mit einem der Pumpwerke zu verbinden wäre, einzurichten, und von derselben aus mit Hilfe der zu gewinnenden elektrischen Energie die übrigen, passend verteilten Pumpwerke zu betätigen.\*)

Die Durchführung dieser Trockenlegung ist mit zirka 3·5 Millionen Lire veranschlagt, zu denen die Grundbesitzer rund 700.000 Lire beizusteuern hätten. Einige bereits bestehende Entwässerungsanlagen würden sich mit Vorteil der Hauptanlage anschließen können.

Die zum Comprensorio di Bella Madonna vereinigten, ebenfalls in den Distrikten von San Dona die Piave und Portogruaro gelegenen 5725 *ha* können hingegen wiederum von einem einzigen Pumpwerke aus entwässert werden. Die Kosten der Anlage sind zu 2·5 Millionen Lire veranschlagt, also relativ bedeutend höher als jene des vorgenannten Genossenschaftsbezirkes, nachdem hier zufolge ungünstiger Konfiguration des Terrains weitaus kostspieligere Umfassungsdämme auszuführen wären. Der Beitrag der Grundbesitzer ist mit 20<sup>0</sup>/<sub>100</sub>, d. i. zirka 500.000 Lire angenommen. Auch hier würde der Anschluß

---

\*) Eine nach ähnlichem Prinzipie eingerichtete, hier freilich der Wasserversorgung und zwar der Stadt Reichenberg dienende Pumpenanlage wurde in dem Exkursionsberichte vom Jahre 1903 (erschieden in der «Österr. Wochenschrift», Jahrg. X, Nr. 3 ex 1904) beschrieben.



bestehender, durch Lokomobile betriebener Pumpanlagen für letztere eine Ersparung von Betriebskosten bedeuten.

Die vierte der projektierten genossenschaftlichen Trockenlegungen *Compensorio di Cavazuccherino* mit einem Gebiete von 8452 *ha*, von denen zuerst nur zirka 6000 *ha* in die Entsumpfung einbezogen werden sollen, ist mit 1·05 Millionen Lire veranschlagt.

Wie diese Übersicht zeigt, handelt es sich bei diesen Trockenlegungen in der Provinz Venezien um die Gewinnung ganz bedeutender Landflächen, die derzeit überdies einen gefährdeten Fieberherd bilden.

Die Exkursion besichtigte, begleitet von Herrn Professor Dr. G. Pitotti, dem Vorstande der *Cattedra ambulante di Agricoltura di Venezia* und seinem Assistenten Dr. Galimberti, welche Herren sich sowohl um die Aufstellung des Exkursionsprogrammes wie auch gelegentlich der Besichtigung der Sehenswürdigkeiten Venedigs verdient gemacht hatten, unter Führung der Herren Caval. Dr. del Negro und Cav. Bortolotto, U. Dr. E. Magello, des Projektanten und Erbauers sämtlicher Entwässerungsanlagen, von San Dona di Piave aus in einer Rundfahrt das entwässerte Gebiet und das Pumpwerk des *Compensorio Ongaro superiore*, sowie unter der Führung des Caval. D. Stroili, dessen Besitz Fiumicino. Auf der Rückfahrt nach San Dona wurde noch ein in Aufstellung befindlicher Apparat zur Austrocknung beziehungsweise Tötung der Seidenkokons demonstriert, und bei einem Besuche der Kanzlei der landwirtschaftlichen Genossenschaft ein Einblick in die rege Betriebsamkeit dieses emporblühenden Distriktes gewonnen.

Ein von der Genossenschaft gebotenes Mahl vereinte die Reiseteilnehmer für den Rest des Nachmittags mit ihren Führern im gastlichen San Dona di Piave.

## II. Lombardie.

### Bewässerungsanlagen an der Vettabia.

Der Nachmittag des nächsten Exkursionstages (27. Mai) war der Besichtigung der an den Toren Mailands beginnenden Bewässerungsanlagen an der Vettabia gewidmet,



wobei die Exkursion die Herren Projektanten und Erbauer der neuen Sammelkanäle, Stadtingenieur Poggi und Ingenieur Codara sowie Professor A. Menozzi von der landwirtschaftlichen Hochschule zu Mailand zu Führern hatte.

Professor Menozzi hat als Mitglied einer eigenen Kommission die mit dieser Bewässerung angestrebte Reinigung und landwirtschaftliche Verwertung des mit den Abwässern Mailands beladenen Wassers des Baches Vettabia gemeinsam mit Professor A. Celli vom Standpunkte des Agrikulturchemikers einem eingehenden Studium unterzogen.\*)

Nachdem die Bewässerungsanlagen an der Vettabia in der «Österr. Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst» bereits eine vollständige Darstellung erfahren haben,\*\*) muß hier von einer neuerlichen Behandlung dieses Themas Abstand genommen werden, umsomehr, als in dem nun schon Jahrhundert hindurch geübten Wasserbetriebe insoferne noch keinerlei wesentliche Änderungen eingetreten sind, als die neuen Sammelkanäle Mailands, welche in Hinkunft der Vettabia größere Wassermengen und dies an verschiedenen Einleitungsstellen zuführen werden, noch nicht alle vollständig ausgebaut sind. Einer dieser Hauptkanäle, der Collettore di Gentilino ist in den beigegebenen Abbildungen an der Stelle seines Überganges aus der überwölbten zur offenen Strecke (Fig. 6, Taf. Nr. 1), sowie an einer anderen Strecke, an der eine parallellaufende Straße eine besondere Böschungsversicherung erforderlich machte (Fig. 7, Taf. Nr. 1) zur Darstellung gebracht. In Abbildung Fig. 8, Taf. Nr. 1 ist ein typisches Bild von der üppigen Vegetation auf den mit dem Wasser der Vettabia befruchteten Kunstrückenbauten beigegeben.

### Bewässerungen am Gute Massalengo bei Lodi.

Zum dritten Studienobjekt der Exkursion (28. Mai), waren die Bewässerungseinrichtungen an der Muzza ausersuchen. An

---

\*) A. Celli und A. Menozzi: La Depurazione Agricola delle acque di Fognatura di Milano. In Modena 1902.

\*\*) Hofrat E. Markus: Die Bewässerungen mit verdünntem städtischen Abfallwasser bei Mailand u. s. w. «Österr. Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst», Jahrg. 1902. Nr. 46.



diesem Tage begleitete Professor Dr. V. Alpe von der landwirtschaftlichen Hochschule zu Mailand, der bewährte Führer und Berater unserer Kulturtechniker auf ihren wiederholten Studienreisen nach Italien, die Exkursionsteilnehmer auf das den Brüdern Caval. G. und J. Premoli gehörige Gut Massalengo bei Lodi, welches sich in ausgedehnter und rationellster Weise mit dem auf Bewässerung angewiesenen Reis- und Futterbau beschäftigt, und das hiezu erforderliche Wasser aus der Muzza bezieht, einem Bewässerungskanal, der zufolge seines hohen Alters ganz das Aussehen eines natürlichen Wasserlaufes angenommen hat (Fig. 9 und 10, Taf. Nr. 4).

Die Anlage der Muzza verliert sich mit ihren ersten Anfängen im Dunkel des vorigen Jahrtausends. Nach 1220 wiederholt verbreitert und verlängert, bildete der Kanal durch Jahrhunderte das Streitobjekt zwischen geistlichen und weltlichen Machthabern des mailändischen und lodigianischen Gebietes. Aus diesen Zeiten stammen auch die unendlich komplizierten Wasserrechtsverhältnisse, welche zusammen mit dem vielgespaltenen Laufe dieses Kanalsystems es unmöglich machen, in der hier erforderlichen Kürze einen klaren und vollständigen Überblick über das Gesehene zu geben.

Von der Adda bei Cassano abzweigend durchzieht die Muzza in zirka 56 *km* langem Laufe fast zwei Drittel des ganzen Circondariums von Lodi und beherrscht mit einer allerdings ziemlich wechselnden, im Mittel wohl zu 61 *m*<sup>3</sup> zu veranschlagenden Wasserführung eine bewässerbare Fläche von zirka 56.000 *ha*. Da der Flußschlauch der Adda zirka 10 bis 15 *m* tiefer gelegen ist, als sein nach Südwest gegen den Lambro sanft abfallendes Uferterrain, kann auf den ersten 17 *km* der Muzza keine Wasserentnahme erfolgen. Von dem unverbrauchten Bewässerungswasser gelangt auch nur ein kleiner Teil in die Adda zurück; das weitaus größere Quantum nimmt seinen Abfluß gegen den Lambro. Die im Oberlaufe der Muzza eingetretenen Auflandungen der Kanalsohle bedingen nicht nur eine stetige Abnahme der Wasserführung, sondern gleichzeitig auch eine Schädigung der unteren Wasserbezugsberechtigten, nachdem die übliche und unantastbare Methode zur Wassermessung mit Hilfe von Ausflußöffnungen bestimmter Dimension und Höhen-



lage bei Veränderungen des Kanalniveaus die Entnahme verschiedener Wasserquantitäten zu dem ebenfalls seit Jahrhunderten unverändert gebliebenen Wasserzins von 22 Lire per Unze mit sich bringt. Solcher Entnahme- beziehungsweise Meßstellen bestehen an der Muzza im ganzen 75 zur Speisung von eben-sovielen Nebenkanälen mit einer Wasserführung, von 150 bis 4000 *l/sek*. Im allgemeinen wird im Gebiete der Muzza eine lodigianische Unze, das ist ein Wasserquantum von 27·55 *l/sek* als ausreichend betrachtet zur Bewässerung von 20 *ha* schweren beziehungsweise 15 *ha* leichten Bodens eines mit normalem Fruchtwechsel arbeitenden Gutsbetriebes, welcher den Anbau von Reis (Fig. 11, Taf. Nr. 4), und Futterpflanzen unter ständiger Bewässerung, sowie von Getreide, Mais und Raps, die nur ausnahmsweise einer Anfeuchtung bedürfen, einschließt.

Die Exkursion hatte Gelegenheit, auf dem Gute Massalengo, das eine Fläche von nur 100 *ha* umfaßt, gleichwohl aber einen Viehstand von 100 Kühen, 24 Pferden und 100 Schweinen, also eine nach unseren Begriffen ganz außergewöhnlich starke Viehhaltung aufweist, die Leistungsfähigkeit klar vor Augen geführt zu sehen, welche der nur unter Bewässerung bei gleichzeitig reicher Düngung und sorgfältiger Bodenpflege mögliche intensive Futterbau in dieser Gegend erlangt hat, wie denn auch dieser ganze, in rationellster Weise geführte Gutsbetrieb den Ruf, den die Umgebung von Lodi als Mittelpunkt der Milchwirtschaft Norditaliens besitzt, in glänzender Weise rechtfertigte.

Am Sonntag (28. Mai) wurde noch die Besichtigung der Einlaßschleuse zum Bewässerungskanal Villorresi und des Triebwerkskanals für die Turbinenanlagen und das Elektrizitätswerk von Vizzola-Ticino

vorgenommen. (Hiezu Taf. Nr. 2 und 3.) Auch an diesem Ausfluge beteiligte sich Professor Dr. V. Alpe.

Der Plan, das nördlich und westlich von Mailand gelegene Gelände, die Heide um Somma-Lombarda und Gallarate durch Errichtung eines aus dem Ticino zu speisenden Bewässerungskanals auf jene Stufe der Produktivität zu bringen,



die die südlich und östlich der Stadt gelegenen Teile des Circondariums von Mailand auf Grund des dieselben überspannenden Netzes von Bewässerungsanlagen schon seit Jahrhunderten erklimmen haben, hat — obwohl bereits im 13. Jahrhundert aufgetaucht — erst im 19. Jahrhundert eine eingehendere Behandlung erfahren und gegen Schluß dieser Epoche mit der Errichtung des Kanals Villoresi wenigstens eine partielle Lösung gefunden. Nachdem die bekannten italienischen Hydrotechniker Diotto und Tadini im Jahre 1824 einen Plan darüber entworfen hatten, vom Ticino kurz unterhalb seines Austrittes aus dem Lago Maggiore bei Sesto Calende einen Bewässerungskanal auszuleiten, gab 1862 Lombardini die Anregung zur Anlage eines Kanals mit  $40 m^3$  Wasserführung, an dessen Einlauf ein die ganze Breite des Ticino überspannendes Schleusenwehr errichtet werden sollte. 1863 tauchten gleichzeitig drei neue Projekte auf, die die Ingenieure Annoni und Duchesse beziehungsweise Tatti-Bossi und Villoresi-Meraviglia zu Urhebern hatten. Letztere beide Projektanten erwarben auch tatsächlich die Konzession für die Entnahme von 40 bis  $70 m^3$  Wasser und zwar zirka  $10 km$  unterhalb Sesto-Calende. Wenngleich das Projekt auch in der ihm von Villoresi gegebenen Form nicht zur Ausführung gelangen konnte, so gebührt doch diesem Ingenieur das hohe Verdienst, daß er bei seinem 1880 erfolgten Tode, zufolge der eingehenden Behandlung, die das Problem während des Zeitraumes 1863 bis 1880 sowohl seitens der Behörden als auch der Techniker erfahren hatte, die Sachlage insoweit geklärt zurückließ, daß die Societa Italiana per Condotte d'Acque, welche die Villoresi erteilte Konzession erwarb, durch ihre Ingenieure A. Filonardi und C. Cipolletti ein Projekt ausarbeiten lassen konnte, das die behördliche Genehmigung fand und zur sofortigen Ausführung gebracht werden konnte. Die Ausdauer, mit der Villoresi die vielfachen natürlichen wie nicht minder künstlich geschaffenen Schwierigkeiten besiegte, die sich der Verwirklichung des von ihm in seinen allgemeinen Zügen entworfenen großartigen Unternehmens entgegenstellten, rechtfertigen es vollkommen, daß das Werk selbst dauernd den Namen Villoresis führt.



Zu dem anfänglich geplanten Bewässerungskanal ist später noch ein Industrialkanal zur Nutzbarmachung einer gewaltigen Wasserkraft getreten, beide haben jedoch Stauwehr und Einlaßschleuse gemeinsam.

Die im Jahre 1868 gegebene Konzession war an die Bedingung geknüpft worden, daß dem Ticino eine Wassermenge von  $44 m^3$  im Sommer und von 25 bis  $30 m^3$  im Winter entnommen werden dürfe und die Sommerentnahme auf  $70 m^3$  gesteigert werden könne, wenn die Erfahrung ergeben sollte, daß hiedurch andere Wasserrechte keine Schädigung erfahren. Zur Befriedigung der letzteren sollten unbedingt  $120 m^3$  Wasser im Ticino zurückbleiben, hauptsächlich auch um den Schiffsverkehr aufrecht erhalten zu können, der vom Lago Maggiore kommend mit den größtenteils aus Marmor und Granitblöcke bestehenden Ladungen zuerst dem Ticino folgt und dann bei Tornavento auf den Naviglio Grande nach Mailand abschwenkt. Dieser Forderung, das im Ticino zu belassende Wasserquantum allzeit genau bemessen zu können, sowie dem Umstande, daß die für die Gewinnung motorischer Kraft verfügbar bleibende Wassermenge erst nach längerer Beobachtung des Flußregimes ermittelt oder gar durch eine Regulierung der Abflußverhältnisse des Lago Maggiore beeinflußt werden sollte und anfangs nur der Bewässerungskanal zum Ausbau gelangte, verdankt das Einlaßwerk seine spezifische Ausgestaltung.

Dasselbe wurde nämlich so disponiert, daß das Wasser des Ticino durch ein festes Wehr angestaut, und daß durch eine Einlaßschleuse aus demselben  $190 m^3$  in ein Bassin abgeleitet werden, welches außerdem durch eine Kammerschleuse mit dem Oberwasser in Kommunikation steht.

Aus diesem Bassin werden dann ein anfangs mit  $112 m^3$  bestimmtes, später aber auf zirka  $40 m^3$  reduziertes Wasserquantum über einen Überfall in den Ticino zurückgeleitet, die restliche Wassermenge durch eigene Einlässe auf den Kanal Villorosi, den Triebwasserkanal und einen mit  $8 m^3$  dotierten Privatkanal, die «Roggia Visconti» verteilt. Eine zweite Kammerschleuse mit anschließendem Stichkanal vermittelt die Rückkehr der Schiffe in das Unterwasser des Ticino.



Das Werk ist zirka  $10,5 \text{ km}$  unterhalb des Lago Maggiore an einer Flußkrümmung nahe der Einmündung des Wildbaches Strona in den Ticino situiert (vergleiche die Situationsskizze Fig. 38, Taf. Nr. 3). Der Fluß bildete dort die Katarakte von Panperduto, Schiffahrtshindernisse, deren Überwindung gleichzeitig wesentlich erleichtert wird. Das Stauwehr besitzt eine Länge von  $289,44 \text{ m}$  und liegt die Krone auf Kote  $185,75$ , das ist  $4,75 \text{ m}$  über der alten auf  $181 \text{ m}$  gelegenen Flußsohle. Das Niederwasser erfährt hiedurch einen Stau von zirka  $3,75 \text{ m}$ . Der Wehrkörper, dessen Querschnittsform in Fig. 41, Taf. Nr. 3 dargestellt ist, wurde in Stampfbeton hergestellt und mit einer Granitverkleidung von  $30 \text{ cm}$  Stärke versehen. Letztere gewinnt dadurch eine besondere Widerstandsfähigkeit, daß dieselbe zwischen  $60 \text{ cm}$  starken, also  $30 \text{ cm}$  tiefer in den Beton eingreifenden Zargen ausgeführt ist und die hiedurch gebildeten quadratischen Felder von  $3,25 \text{ m}$  Seitenlänge im Grundriß unter  $45^\circ$  zur Stromrichtung des Wassers zu liegen kommen, also eine Fugenrichtung besitzen, welche die mechanische Zerstörung des Bindemittels und die Verletzung der Verkleidung vollkommen ausschließt. Das Sturzbett ist durch einen, dem Wehre seiner ganzen Länge nach vorgelegten,  $15 \text{ m}$  breiten Steinwurf aus Granitblöcken von  $0,3$  bis  $1,2 \text{ m}^3$  Inhalt vor Unterspülung gesichert. Die Wehrbacken sind im Kerne mit Verwendung von Geschiebematerial aufgemauert und mit einer Bruchsteinbeziehungsweise Quaderverkleidung versehen. Am rechten, ziemlich flachen Ufer des Ticino war die Errichtung eines zirka  $600 \text{ m}$  flußaufwärts reichenden, teils durch Mörtelpflaster, teils Trockenpflaster befestigten Dammes erforderlich, um einen Durchbruch des Flusses neben der Stauanlage hintanzuhalten. Das steil abfallende konkave linke Ufer, an dem auch der Treidelweg hinzieht, mußte ebenfalls durch Abpflasterung, teilweise sogar durch die Einrammung einer Pfahlwand vor dem Angriff der Strömung geschützt werden. Als Baumaterialien dienten neben dem Sand und Schotter, sowie faust- bis kopfgroßen Geschiebe des Ticino, Granit aus den Brüchen am Lago Maggiore, ferner hydraulischer Kalk von Palazzo sul Oglio und Portlandzement von Casal-Montferato.



Während dieses Überfallwehr unter zirka  $70^{\circ}$  zur Stromrichtung geneigt ist, steht die Einlaßschleuse derselben in dem am linken Ufer gebildeten spitzen Winkel frontal gegenüber.

Dieses Objekt besitzt eine Länge von  $65.60\text{ m}$  und umfaßt 30 mit Schützen verschließbare Durchflußöffnungen von  $3\text{ m}$  Höhe und  $1.5\text{ m}$  Breite. Dieselben reichen auf Cote 283 also  $2.75\text{ m}$  unter die Krone des Überfallwehres herab.

Die Schützöffnungen liegen zwischen Pfeilern, die abwechselnd  $40\text{ cm}$  stark und  $2.10\text{ m}$  lang beziehungsweise  $1\text{ m}$  stark und  $6.8\text{ m}$  lang sind und  $3.55\text{ m}$  beziehungsweise  $3.15\text{ m}$  Höhe besitzen (Fig. 40, Taf. Nr. 3). Die kleinen Pfeiler sind untereinander durch Gurten von  $1.95\text{ m}$  Radius, die großen untereinander durch solche von  $3.45\text{ m}$  Radius verbunden. Diese Gewölbe tragen eine auf der Bergseite geschlossene, auf der Talseite als Bogenstellung ausgeführte Übermauerung, auf der sich ein  $5.75\text{ m}$  hoher, loggienartiger Aufbau zur Unterbringung der Aufzugsmechanismen für die Schütze — nämlich Schraubenspindeln mit einfachem Kegelradvorgelege und Kurbelrad — erhebt. In die ganz aus Quadern hergestellten Pfeiler sind die Nuten für die Schütze eingearbeitet. Die Schütztafeln sind aus Eichenholz,  $12\text{ cm}$  stark und mit eisernen Zugbändern und Gleitschienen ausgestattet. Wie der Querschnitt erkennen läßt, ist dieses Bauwerk gleichfalls auf einem Betonkörper fundiert, der auf der Oberwasserseite tief in das Flußbett eingreift. Über demselben erhebt sich eine Bruchsteinplatte von  $2\text{ m}$  Dicke und  $7\text{ m}$  Breite, die mit einem Belag aus Granitplatten nach oben abschließt; ein sanft ansteigender Vorboden aus einer doppelten Betonplatte mit Lehmzwischenfüllung und Granitabpflasterung vermittelt den Übergang zur Flußsohle. Der Unterbau der Einlaßschleuse ist ganz in Quadern, die Mittel- und Eckkrisalite der Loggia ebenfalls aus Quadern, die rückspringenden Teile in Ziegelmauerwerk ausgeführt. Das ganze Bauwerk bietet einen überaus imposanten Anblick.

An der linken Flanke dieser Einlaßschleuse ist eine Kammerschleuse von  $34\text{ m}$  Länge und  $8\text{ m}$  Breite angeordnet. Um die Einfahrt in die Schleuse zu erleichtern, anderseits auch bei Mittel- und Kleinwasser eine Durchschleusung ganz vermeiden zu können, setzen sich an die Schleuse Sporen, die



100 *m* flußauf- und 400 *m* flußabwärts reichen und so eine Schiffsgasse von 500 *m* Länge bilden.

Dieses Einlaßwerk schließt das Oberwasser von einem zirka 700 *m* langen Bassin ab, das anfänglich 65 *m* breit sich allmählich auf 50 *m* verschmälert und dann mit einer Schwenkung gegen den Fluß wiederum auf 90 *m* erweitert. Der Wasserstand dieses zirka 4·5 *ha* Wasserfläche aufweisenden Bassins wird durch den an seinem untersten Teile situierten Überfall geregelt und kommt demselben, wenn die geforderten 112 *m*<sup>3</sup> zur Rückleitung in den Ticino gelangen, die Kote 285·28, d. i. 0·57 *m* unter dem festen Wehrrücken zu. Nur bei diesem oder einem höheren Wasserstande durften die neben dem Überfalle abzweigenden Kanäle ursprünglich aus dem Bassin Wasser entnehmen.

Die Sohle dieses Beckens ist in der dem Angriffe durch das einströmende Wasser ausgesetzten Anfangsstrecke von 20 *m* durch Pflaster auf einer Betonunterlage, weiterhin durch einfaches Mörtelpflaster gesichert. Die anfangs 3·5 *m* starke Trennungsmauer zwischen dem Becken und dem Ticino wird von einem Schotterablaß durchbrochen und geht weiter unten in einen gegabelten abgepflasterten Damm über.

Der Überfall für das Freiwasser des Ticino ist 73 *m* lang und durch 35 Ständer, die eine Laufbrücke tragen und den Anschlag für eventuell einzusetzende Staubretter abgeben, in 36 Öffnungen von 2·025 *m* Lichtweite geteilt. Bei der normalen Speisung des Bassins mit 190 *m*<sup>3</sup> und der Abgabe von 78 *m*<sup>3</sup> an die Roggia Visconti und den Kanal Villorosi beträgt die Höhe der überstürzenden Wasserschicht 84 *cm*. An diesem Überfalle und dem Stauwehre selbst hat C. Cipolletti seine bekannten Untersuchungen über den Abflußkoeffizienten angestellt.

Links neben diesem Überfalle befindet sich die Kammer-  
schleuse für den zum Ticino zurückführenden Schiffahrtskanal von 850 *m* Länge, der von dem unterhalb des Überfalles zur Vernichtung der Wucht des abstürzenden Wassers angelegten Fallkessel aus durch eine Speiseschleuse mit Wasser versorgt wird.

An diese Kammerschleuse reihen sich dann die Einlaßwerke zu den drei Kanälen Roggia Visconti (Fig. 15, Taf. Nr. 3), Canale Industriale und Canale Villorosi. Alle drei



Schleusenanlagen sind zur Überführung des Treidelweges nach dem Umgehungskanale überbrückt, jene für die Kanäle Industriale und Villoresi, welche auch dem Schiffsverkehre dienen, überdies auch mit Kammerschleusen ausgestattet. Die Regulierung des Wasserzulaufes erfolgt für den Triebwasserkanal durch vier, für den Bewässerungskanal durch sechs mit eisernen Schützen ausgestatteten Schützöffnungen.

Die Errichtung des Einlaßwerkes erforderte den Zeitraum von drei Jahren (1882 bis 1884). Leider ist es hier nicht möglich, auf die Art der Baudurchführung, der sich angesichts der Breite und immerhin beträchtlichen Wasser- und Geschiebeführung des Ticino ganz beträchtliche Schwierigkeiten entgegenstellten, besonders einzugehen. Zur Charakteristik der Größe des Werkes mag hier nur angeführt werden, daß die Erdbewegung für das Einlaßwerk allein  $290.000 m^3$  umfaßte, daß  $34.000 m^3$  Beton- und  $20.000 m^3$  Bruchsteinmauerwerk aufgeführt,  $44.000 m^2$  Mörtelpflaster und  $36.000 m^2$  Trockenpflaster verlegt wurden.

Allein die provisorischen Bauten für die Bauausführung kosteten 452.000 Lire. Hiezu kommen 580.700 Lire für das feste Überfallwehr, 129.000 Lire für die Einlaßschleuse, die ganze Anlage exklusive des erst im Jahre 1898 errichteten Einlasses zum Canal Industriale stellt sich auf 2,191.047 Lire.

Bezüglich des Bewässerungskanals Villoresi selbst mögen hier noch folgende zur allgemeinen Orientierung dienende Daten mitgeteilt sein: Seine Wasserführung wechselt zwischen 44 und  $70 m^3/sec$  und hat derselbe in der Anfangsstrecke eine Wassertiefe von  $3,5 m$  (auf  $33 km$ ), eine Sohlenbreite von  $13,5 m$  und beträgt die Abflußgeschwindigkeit bei einem Gefälle von  $0,25 ‰$   $1,04 m/sec$ . Die Böschungen des Kanals haben dort, wo dieselben nicht in ein festes Konglomerat eingeschnitten sind beziehungsweise an Stellen, die große Wasserverluste befürchten ließen, eine Verkleidung aus Zementplatten oder Pflaster aus zugehauemem Geschiebe erhalten. Diese Kanalstrecken sind mit  $0,25 ‰$  Gefälle und  $10,5 m$  Sohlenbreite angelegt und weisen eine Wassergeschwindigkeit von  $1,4 m/sec$  auf. Der Hauptkanal hat eine Länge von  $86,4 km$  und führt — bis Castel Novate Bord an Bord mit dem Industriekanal hinziehend — über Vizzola und Tornavento — von hier eine Strecke lang in geringer Entfer-



nung parallel zum Naviglio Grande laufend — nach Nosate und dann über Castano Primo, Buscate und Arconate, Butto-Garolfo, Nerviano, Lainate, Garbagnate bis hinter Senago.

Das Netz der Nebenkanäle umfaßt zirka 158 *km*, jenes der Verteilungskanäle zirka 700 *km*, aus denen derzeit zirka 34.000 *ha* bereits regelmäßig bewässert werden, die ganze bewässerbare Fläche umschließt zirka 60.000 *ha*.

Im Zuge dieses Kanalsystems konnten selbst wieder 15 Wasserkraftanlagen errichtet werden. Die Zumessung des Wassers an die Nebenkanäle und die einzelnen Abnehmer erfolgt durch die von Cipolletti eingeführten Moduli mit trapezförmigem Überfall. Der Wasserzins beträgt für die Wasserperiode April-September 15 bis 35 Lire für einen permanenten Zulauf von 1 *l/sec* beziehungsweise die äquivalente nach Maßgabe des Wasserplanes abzugebende Wassermenge. Die Erbauung dieses Kanals erforderte einen Aufwand von 15 Millionen Lire.

Die bereits bei dem Auftauchen des Projektes für die Errichtung eines Kanals zur Bewässerung der nordwestlich von Mailand gelegenen Heiden in Erwägung gezogene Frage der Regelung der Abflußverhältnisse des Lago Maggiore im Sinne der Vergrößerung der Niederwassermenge des Ticino bildet auch derzeit noch den Gegenstand von Studien der Gesellschaft und dürfte wohl in den nächsten Jahren einer Lösung zugeführt werden, nachdem sich mit der im Jahre 1900 erfolgten Eröffnung der Wasserkraftanlage am Industriekanal ein ganz bedeutendes Mehrerfordernis an Wasser geltend macht.

Dieser Industriekanal, mit dessen Erbauung von der Società Lombarda per Distribuzione di Energia elettrica, welche mit der Società Italiana per Condotte d'Acqua liiert ist, im Jahre 1898 auf Grund der vom leitenden Ingenieur und Vizedirektor der letztgenannten Gesellschaft, Giovanni Schiavoni, ausgearbeiteten Pläne begonnen wurde, besitzt eine Länge von 6853 *m* und bei einem Gefälle von 0.15‰ eine mittlere Geschwindigkeit von 1.37 *m*, so daß in dem mit 1.5 *m* Sohlenbreite angelegten Profile bei den verschiedenen Wasserständen zwischen 63 und 75 *m*<sup>3</sup> Wasser bei einer Maximaltiefe von 3.50 *m* pro Sekunde zum Abfluß gelangen. Auch auf eine eingehendere Behandlung der in den Jahren 1898 bis 1900 nach dem Projekte



des Ingenieurs A. Scotti ausgeführten Kraftanlage von Vizzola-Ticino, zu deren Betrieb dieser Kanal dient, kann hier angesichts der reichen Fülle hydrotechnisch interessanter Details dieses großartigen Werkes nicht eingegangen werden, und mag nur zur Erläuterung der beigegebenen Abbildungen Fig. 16, 17 und 18, Taf. Nr. 2, sowie des Schnittes durch die Turbinenanlage Fig. 39, Taf. Nr. 3 bemerkt werden, daß sich die, wie bemerkt, anfänglich parallel laufenden Kanäle Villaresi und Industriale kurz vor der Kraftanlage von Vizzola nach gemeinschaftlicher Durchsetzung des Höhenrückens von Castel Novate in dem auf Abb. 16 im Hintergrunde sichtbaren tiefen Einschnitte, der die Abschneidung einer Serpentine des Ticino und hiemit einen bedeutenden Gewinn an Nutzgefälle gestattet, trennen, und zwar schwenkt der Kanal Villaresi nach links ab, während sich der Canale Industriale in zwei Arme spaltet, von denen der linke als Schleusentreppe mit vier zu je zwei und zwei gekuppelten Schleusen (Fig. 16, Taf. Nr. 2) mit je 7 *m* Schleusengefälle in die Talsohle des Ticino hinabsteigt, während der zweite Arm auf einer fast 300 *m* langen Kanalbrücke (Fig. 17, Taf. Nr. 2 rechts) zu der Turbinenanlage geführt wird. Diese Turbinenanlage umfaßt ein großes Vorbassin, aus dessen einer Längsseite die Druckrohre nach den Turbinen abzweigen, während die andere Längsseite zu einem Überfall ausgebildet ist, über den das Freiwasser durch Vermittlung einer Kaskade von fünf zirka 5 *m* hohen Absätzen zu dem Unterwasser der Turbinen gelangt und sich dann auch unterhalb der Schleusentreppe wieder mit dem Schiffahrtskanale vereint. (Nachdem die Besichtigung an einem Sonntage stattfand, an dem die größere Zahl der Turbinen ruhte, zeigen die Abbildungen den Überfall und die Kaskaden in vollster Tätigkeit.) Von dem Vorbassin führen zehn Druckrohre mit je 2000 *mm* und zwei mit 500 *mm* Lichtweite zu dem Maschinenhause (Fig. 18, Taf. Nr. 2). Nachdem der durch die Überfallkante fixierte Höchstwasserstand im Vorbassin die Kote 183·70 besitzt, das Unterwasser hingegen bei Niederwasser auf Kote 155·60, bei Hochwasser zufolge des Rückstaus aus dem Ticino auf Kote 159·70 rückt, wechselt das Nutzgefälle zwischen 28 und 24 *m*, während die Aufschlagwassermenge sich zwischen 63 und 75 *m*<sup>3</sup>/*sek* bewegt, so daß im



Minimum zirka 23.000 Bruttoferdestärken nutzbar gemacht werden können, welche an der Turbinenwelle zirka 18.000 *PS* entsprechen. Die Turbinenanlage umfaßt 10 Turbinen zu je 2000 *PS* von Riva Monnert & Co. in Mailand und 2 Turbinen zu 200 *PS* von Voith in Heidenheim konstruiert, sämtliche mit horizontaler Achse. Erstere sind mit Wechselstromdynamos — Dreiphasenstrom mit 11.000 Volt Spannung und 50 Perioden pro 1" — letztere mit den Stromerregern für erstere direkt gekuppelt. Die ganze elektrische Einrichtung ist von der Aktiengesellschaft Schuckert & Co. in Nürnberg geliefert. Die Fernleitung der elektrischen Energie erfolgt auf zirka 130 *km* Leitung mit der Primärspannung von 11.000 Volt und auf weiteren 20 *km* mit auf 3600 Volt reduzierten Spannung. Der Betrieb wurde 1900 aufgenommen.

Leider stand der Exkursion, die, wie bereits bemerkt, sich erst auf der Reise entschlossen hatte, die Besichtigung der Einlaßschleuse zum Kanal Villoresi in ihr Programm aufzunehmen, viel zu wenig Zeit für ein eingehendes Studium sämtlicher Teile dieses Anlagenkomplexes zur Verfügung. Nahm doch die naturgemäß im Vordergrunde des Interesses stehende Besichtigung der Einlaßschleuse und ihrer Nebenobjekte den ganzen Vormittag in Anspruch, so daß nach Zurücklegung der 5 *km* langen Strecke bis Vizzola auf einem Kanalboote nur ein zeitlich äußerst beschränkter Aufenthalt bei der Turbinenanlage genommen werden konnte. Sicherlich wird keiner von den Reiseteilnehmern bereut haben, den anfangs der Erholung von der bisherigen immerhin strapaziösen Fahrt zgedachten Sonntag diesem Besuche geopfert und hiedurch ein mit mustergültiger Präzision ausgeführtes Riesenunternehmen, das in mehr als einer Richtung einen Triumph der Technik bedeutet, aus eigener Anschauung kennen gelernt zu haben.

### III. Provinz Genua.

Noch am selben Tage erfolgte die Weiterreise nach Genua, woselbst am 29. Mai der Acquedotto De Ferrari Galliera zur Wasserversorgung von Genua und dessen Nebenanlagen studiert wurden.



Vor 1889 wurde die Wasserversorgung Genuas einzig durch den *Acquedotto Civico* und jenen der *Compagnia Nicolay* besorgt. Ersterer stammt aus dem Jahre 1293 und erreichte nach Vornahme verschiedener Erweiterungsbauten im Jahre 1635 die definitive Länge von rund 28 *km*. Er wird aus Quellen und Quellbächen im Tale des Wildbaches *Bisogno* gespeist, und hat eine zwischen 180 und 420 *l/sec* wechselnde, in außerordentlichen Trockenperioden selbst bis auf kaum 60 *l/sec* herabgehende Wasserführung. Die Wasserleitung der *Compagnia Nicolay* sammelt ihr Wasser in einer Stollenanlage im Tale des Wildbaches *Scriva* und liefert im Mittel 120 bis 175, im Minimum 90 *l/sec* Wasser. Mit dem normalen Minimum von nur 300 *l/sec* konnten schon vom Jahre 1871 ab die Anforderungen des angeschlossenen Versorgungsgebietes, welches neben Genua auch *Sampierdarena* und einige kleinere von den Zuleitungen berührte Ortschaften umfaßt und eine Einwohnerzahl von 180.000 Köpfen aufweist, nicht voll befriedigt werden, indem den Forderungen des südlichen Klimas und den bei der Wasserabgabe und Wasserverwendung herrschenden Gewohnheiten gemäß auf eine Wassermenge von 250 *l* pro Kopf und Tag Anspruch erhoben wurde.

Bei dem Scheitern der Versuche, das Defizit durch Rekonstruktionsarbeiten und Erweiterungsbauten der bestehenden Anlagen zu beschaffen, mußte man sich mit dem Gedanken vertraut machen, in Gebirgsreservoirien zu magazinierendes Oberflächenwasser zur Deckung des fehlenden Wasserquantums heranzuziehen.

Diesen Plan verwirklicht der *Acquedotto De Ferrari Galliera*, welcher derzeit neben drei großen Stauweihern und mehreren Ausgleichsreservoirien Anlagen zur Nutzbarmachung einer gewaltigen Wasserkraft umfaßt, nachdem er in dem 25 jährigen Zeitraume, der seit Inangriffnahme des Werkes verflossen ist, mannigfache Erweiterungen und dem Fortschritte der Nutzbarmachung der Wasserkräfte sowie dem steigenden Wasser- und Energiebedarfe Rechnung tragende Umbauten erfahren hat.

Den Ausgangspunkt der ganzen von einer Privatgesellschaft der «*Società dell' Acquedotto De Ferrari Galliera*» nach



den Plänen der Ingenieure St. Grillo und der Brüder N. und S. Bruno geschaffenen Anlage bildet der Stauweiher von Lavezze im Wildbachtale des Gorzente, mit dessen Errichtung vorerst nur die Gewinnung eines permanenten Wasserzulaufes von 250 *l/sec* angestrebt wurde.

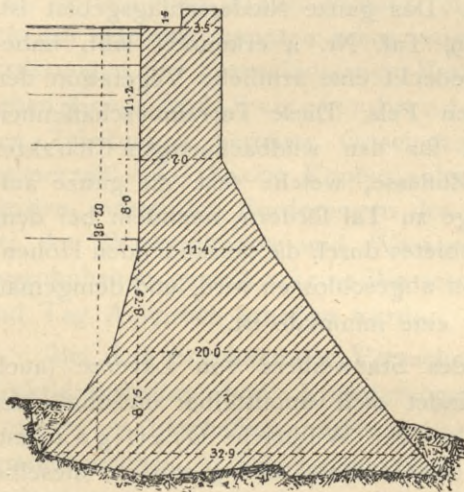
Das oberhalb der gewählten Abschlußstelle gelegene Einzugsgebiet des Gorzente umfaßt 17·87 *km*<sup>2</sup> und liegt auf dem Nordabhange der Apenninen, gehört demnach hydrographisch bereits zum Flußgebiete des Po. Seine Wasserscheide verläuft in einer Seehöhe von 850 bis 950 *m*. Die jährliche Niederschlagshöhe variiert zwischen 1600 und 2450 *mm* und dürfte das Mittel bei 1900 *mm* liegen. Das ganze Niederschlagsgebiet ist, wie die Abbildung Fig. 19, Taf. Nr. 4 erkennen läßt, unbewaldet; nur stellenweise bedeckt eine ärmliche Vegetation den nackten, wenig verwitterten Fels. Diese Terrainbeschaffenheit bildet ja auch den Grund für den wildbachartigen Charakter des Gorzente und seiner Zuflüsse, welche fast die ganze auffallende Niederschlagsmenge zu Tal fördern, nachdem bei dem allseitigen Abschluß des Gebietes durch die umrandenden Höhenzüge der Wind vollkommen abgeschlossen wird, und demgemäß auch die Verdunstung nur eine minimale ist.

Die Abschlußstelle des Stauweihers von Lavezze (auch Lago Bruno genannt) befindet sich unmittelbar unterhalb der Einmündung der Nebentäler der Wildbäche Graffigna und Badana in das Haupttal des Gorzente, und gestattete dieselbe durch eine Staumauer von 37 *m* Höhe (Fig. 20, 21 und 22, Taf. Nr. 4) ein Becken mit einem Inhalte von 2,400.000 *m*<sup>3</sup> abzuschließen. Die Mauerkrone von 7 *m* Breite wird von einem 1·5 *m* wasserseits angeordneten hohen und 3·5 *m* starken Parapett überragt. An der Basis ist die Mauer 33 *m* stark. Die Kronenlänge beträgt zirka 130 *m* und ist die Mauer im Grundriß bogenförmig mit einem Krümmungsradius von 200 *m* angelegt. Der Mauerkörper ruht auf dem in geringer Tiefe unter der Terrainoberfläche anstehenden unverwitterten Serpentinfels und ist auch aus Serpentin aufgebaut. Die Mauerwerkskubatur beträgt 31.800 *m*<sup>3</sup>; zur Mörtelsbereitung diente hydraulischer Kalk von Casale und Sand aus dem Bette des Gorzente. Dieses Bindemittel hat sich jedoch nicht bewährt. Die Mauer zeigte zufolge schlechter Abbindung



des Mörtels anfangs sehr große Wasserverluste, die nur langsam zurückgingen. Auf der Wasserseite tritt ein Pfeiler von  $3/3 m$  oberem Querschnitt und vertikaler Vorderfläche und unter  $50:1$  geneigten Seitenflächen aus der Mauerflucht heraus. Derselbe dient zur Führung der Spindelstangen für einen Flachschieber, der im Vereine mit einem auf der Luftseite der Mauer angebrachten Gegenschieber ein den Mauerkörper in einer Tiefe von  $30 m$  unter der Krone durchsetzendes genietetes Rohr von  $800 mm$  schließt. Dieser Grundablaß dient zur vollständigen Ent-

Figur 1.



PROFIL DER STAUMAUER VON LAVEZZE.

leerung beziehungsweise der Rückleitung einer bestimmten Wassermenge für den unteren Lauf des Gorzente, während die Wasserentnahme für den Acquedotto durch einen im Becken in einiger Entfernung von der Mauer ausmündenden Stollen erfolgt. (Fig. 22, Taf. Nr. 4). Am rechten Mauerflügel ist ein Hochwasserüberfall von  $7.5 m$  Breite mit seiner Sohle  $1.5 m$  unter der Mauerkrone angeordnet. An denselben schließt sich ein Absturzgerinne von  $40 m$  Länge und  $5.5 m$  Gefälle, und endet dasselbe auf dem felsigen Gehänge, ohne bis auf die Bachsohle herabgeführt zu sein. Nachdem kurz nach Vollendung der Mauer ein im Niederschlagsgebiete des Beckens niedergegangener Wolkenbruch die Unzulänglichkeit dieses Überfalles erwies und die eingetretene Überflutung der Mauer, die eine Höhe von mehr als  $1 m$  über die Mauerkrone erreicht haben soll, das Bauwerk selbst durch das Herausreißen von Steinen aus der Luftseite arg beschädigt und in seinem Bestande bedroht hatte, wurde noch ein zweiter Hochwasserentlastungskanal geschaffen, der mit Umgehung eines Felsvorsprungs eine direkte Verbindung des Seitentales des

beziehungsweise der Rückleitung einer bestimmten Wassermenge für den unteren Lauf des Gorzente, während die Wasserentnahme für den Acquedotto durch einen im Becken in einiger Entfernung von der Mauer ausmündenden Stollen erfolgt. (Fig. 22, Taf. Nr. 4). Am rechten Mauerflügel ist ein Hochwasserüberfall von  $7.5 m$  Breite mit seiner Sohle  $1.5 m$  unter der Mauerkrone angeordnet. An denselben schließt sich ein Absturzgerinne von



Baches Badana mit jenem des Gorzente herstellt. Derselbe beginnt mit einem Überfall von 40 *m* Breite, dessen Unterkante 1 *m* unter der Mauerkrone gelegen ist. Tatsächlich reichten beide Überfälle zusammen aus, bei einem am 23. Juni 1889 niedergegangenen Wolkenbruch, der eine Niederschlagshöhe von 397.4 *mm* erreichte, eine neuerliche Überflutung der Mauer hintanzuhalten.

Die Überführung des im Stauweiher von Lavezze magazinierten Wassers in das Genueser Gebiet erfolgt in einem die Apenninen durchfahrenden Stollen. (Fig. 42 und 43, Taf. Nr. 5.) Da sich der Einlauf nur 16 *m* unter der Mauerkrone befindet, können von dem Reservoirinhalte nur 2,264.000 *m*<sup>3</sup> nutzbar gemacht werden. Das ungenutzt bleibende Wasserquantum beträgt aber bloß 140.000 *m*<sup>3</sup>. Der Stollen selbst ist an seiner Anfangsstrecke auf 8 *m* vermauert, und wird dieser Verschluss von zwei Rohrsträngen von 500 *mm* durchsetzt. Diese Rohrleitungen münden in einem 130 *m* vom Rohranfang in den Stollen eingebauten Brunnen, von dem aus der Abfluss des Wassers in den Stollen selbst über zwei Überfälle hinweg erfolgt. Zwei Garnituren von Schiebern, die von einem über dem Brunnen aufgemauerten Schieberschachte aus bedient werden, gestatten die Regulierung und Messung der über die Überfälle zum Abflusse gelangenden Wassermengen.

Der Apenninenstollen wurde auf eine Länge von 2271 *m* bergmännisch ausgeführt und zwar von drei Angriffspunkten aus mit einer Ausbruchfläche von 6.4 *m*<sup>2</sup>, die sich nach Anbringung einer Verkleidung auf 4.4 *m*<sup>2</sup> (1.7 *m* Sohlenbreite, 1.9 *m* Kämpferbreite, 2.6 *m* Höhe) reduzierte. Der Vortrieb war durch die Härte des zu durchfahrenden Serpentinegesteins, sowie durch Anschneidung mächtiger Wasseradern recht schwierig gestaltet worden; hingegen bedeutete letzterer Umstand auch den dauernden Gewinn einer Wassermenge von 30 *l/sec*. Der Stollenbau erforderte 14.534 *m*<sup>3</sup> Felsausbruch und die Einbringung von 4565 *m*<sup>3</sup> Mauerwerk. Die Stollenachse verläuft vollkommen geradlinig mit einem gleichmäßigen Gefälle von 5<sup>0</sup>/<sub>100</sub>. Der Vortrieb erforderte eine Arbeitszeit von fast drei vollen Jahren (1880 bis 1883), der monatliche Baufortschritt wechselte hierbei zwischen 4 *m* im Minimum und 38 *m* im Maximum. An den Stollenaustritt schließt



sich eine 32 *m* lange in Bruchsteinmauerwerk ausgeführte Galerie und ein kleines Reservoir, aus dem die Druckrohrleitung auf Kote 620.60 ihren Ausgang nimmt und ein Entlastungskanal nach dem Wildbache Montefoga abzweigt.

Die erst während der Erbauung des Stauweihers Lavezze genauer bekannt gewordenen Niederschlagsverhältnisse des Einzugsgebietes, welche die Nutzbarmachung einer die Kapazität dieses Reservoirs weit überschreitenden Wassermenge möglich und zweckmäßig erscheinen ließen, führte zur Anlage eines zweiten Stauweihers, dessen Abschlußmauer oberhalb und hart an der Staugrenze des Lago Lavezze gelegen ist. Ungünstige Fundamentbeschaffenheit zwangen dazu, diese Mauer nicht in den engsten Teil des Tales einzubauen, sondern den rechten Mauerflügel wesentlich zurückzulegen, wodurch sich eine Vergrößerung der Mauerlänge auf mehr als das doppelte ergab (Fig. 23 und 24, Taf. Nr. 4).

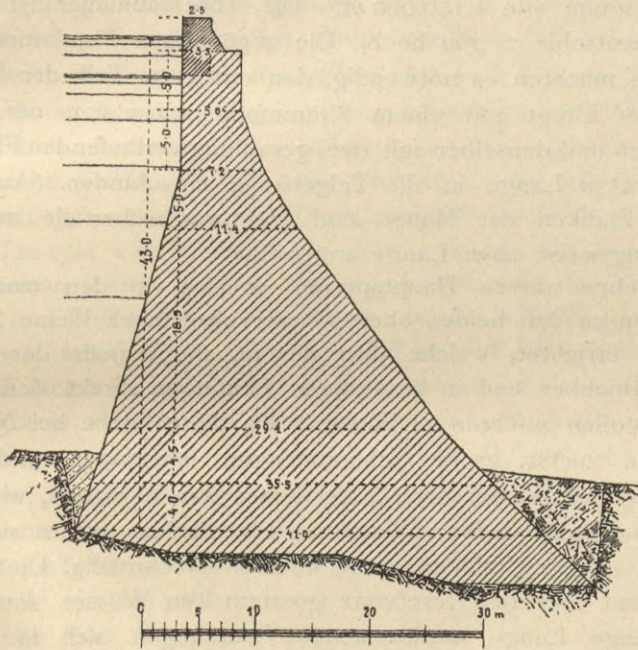
Bei einer Wassertiefe von 32.8 *m* ergab sich für das Becken ein Fassungsraum von 3,638.040 *m*<sup>3</sup>. Die Jahresregenhöhe zu 1600 *mm* — also geringer als das beobachtete Minimum — gerechnet, ergibt unter Anrechnung von 40% Verlusten eine nutzbare Wassermenge von 17.000.000 *m*<sup>3</sup>, das ist bei einem konstanten Wasserbezug von 500 *l/sec* pro Jahr noch einen Überschuß von 1,200.000 *m*<sup>3</sup>. Dem für eine niederschlagslose Periode von 100 Tagen zu schaffenden Vorrat von 4,320.000 *m*<sup>3</sup> gegenüber, boten die Reservoirs mit 2.26 beziehungsweise 3.64 Millionen Kubikmeter zusammen 5,900.000 *m*<sup>3</sup> selbst unter Anrechnung einer Verdunstung von 4 *mm* pro Tag bei 45 *ha* Wasserfläche, das ist 814.000 *m*<sup>3</sup>, eine den erforderlichen Vorrat um 760.000 *m*<sup>3</sup> überschreitende Reserve. Die nach den auf Textfigur 2 skizzierten Dimensionen angelegte Mauer wurde im Jahre 1891 bei 35 *m* über Terrain abgeschlossen. Die 5 *m* breite Mauerkrone wird von einem hier luftseitig angeordneten Parapet von 2 *m* Höhe überragt; die Mauerbasis erreicht 41 *m* Breite.

Als Baumaterial dienten auch hier der an der Baustelle selbst gebrochene Serpentin und Sand von Gorzente sowie Mörtel aus Weißkalk von Sesti-Ponente, Voltaggio und San Martino-Paravanico mit einem Zusatz von Puzzuolanerde aus den Gruben von San Paolo bei Rom. Das Mauerwerk wurde



mit großer Sorgfalt versetzt, die Außenflächen mit großen ebenflächigen Steinen hergestellt und die Wasserseite mit einem Verputz aus langsam bindenden Zement von Casale überzogen. Bei dieser Mauer trat kein solcher Wasserdurchtritt auf wie bei der Sperre von Lavezze. Dieselbe zeigte vielmehr von Anfang an nur geringfügige Ausschwitzungen. Der Hochwasserüberfall wurde — ebenso wie jener der unterhalb gelegenen Sperre

Figur 2.



PROFIL DER STAUMAUER DES LAGO LUNGO.

von Lavezze nach der Erweiterung — für einen Maximalabfluß von  $110 \text{ m}^3/\text{sec}$  dimensioniert. Die Überfallkante erhielt eine Länge von  $30 \text{ m}$  und war im Niveau der Mauerkrone selbst beziehungsweise  $2 \text{ m}$  unter der Parapetkrone angelegt. Für die Wasserentnahme sind vier Rohrleitungen durch die Mauer geführt und zwar in  $5$ ,  $10$  und  $20 \text{ m}$  unter der Mauerkrone mit  $400 \text{ mm}$  und in der Tiefe von  $32.8 \text{ m}$  mit  $500 \text{ mm}$  Lichtweite. Diese Rohre sind an der Luftseite der Mauer mit in kleinen Häuschen unter-

gebrachten Schiebern abgeschlossen und stehen mit einer direkten Zuleitung zum Entnahmestollen für den Lago Lavezze in Verbindung.

Der dritte Stauweiher Serbatoio della Lavagnina wurde über behördlichen Auftrag angelegt, um die Ansprüche der Wasserbezugsberechtigten auf eine konstante Mindestwassermenge im Gorzente jederzeit voll befriedigen zu können. Derselbe liegt in einer Entfernung von 13,5 *m* unterhalb der beiden genannten Sperren, hat ein Einzugsgebiet von 24 *km*<sup>2</sup>, einen Fassungsraum von 1,100.000 *m*<sup>3</sup>. Die Abschlußmauer ist über Fundamentsohle 21,7 *m* hoch. Die ungünstigen Fundamentverhältnisse machten es notwendig, den mittleren Teil der Mauer auf 40 *m* Länge mit einem Krümmungsradius von nur 30 *m* anzulegen und denselben mit zwei geradlinig verlaufenden Flügeln von je 45 *m* Länge in die Talgehänge einzubinden. An den beiden Flanken der Mauer sind Hochwasserüberfälle mit 10 beziehungsweise 20 *m* Länge angeordnet.

Neben diesen Hauptsperren wurden in den einzelnen Zuflüssen zu den beiden oberen Reservoirien noch kleine Sperrmauern errichtet, welche dazu dienen, die Wässer der Wildbäche ablenken und in besonderen Leitungen direkt dem Entnahmestollen zuführen zu können. Da diese Bäche bei Niederschlägen zuerst große Schlammengen mitbringen und eine Trübung des Wasservorrates der Reservoirie bewirken, während sie selbst bald wieder vollkommen klar fließen, erwies sich die Anlage solcher Umleitungen als überaus zweckmäßig. Die derart am linken Ufer der Reservoirie gesammelten Wässer sowie die dem Lago Lungo entnommenen, vereinigen sich in einem Akkumulator, um dann gemeinsam auf einer Rohrbrücke über den obersten Teil des Lago Lavezze nach dem Entnahmestollen geleitet zu werden.

In der Nähe des Stolleneinganges befindet sich ein Wärterhaus. Für die größtenteils von Pontedecimo und Isoverde aus zu bewerkstelligende Materialzufuhr für den Bau war die Anlage von über 10 *km* Straßen und Wegen, welche die Apenninen in einer Paßhöhe von über 800 *m* überschreiten, erforderlich.

Der bedeutende Höhenunterschied zwischen dem Austritte des Apenninestollens auf der Genueser Seite auf Kote 620,6



und dem Beginn der eigentlichen Zuleitung nach Genua auf Kote 250 gab Gelegenheit zur Nutzbarmachung einer ganz bedeutenden Wasserkraft, indem hier auf einem Horizontalabstand von kaum  $1.7 \text{ km}$  ein Gefälle von  $370.6 \text{ m}$  vorhanden ist.

Der technischen Lösung dieses Problems stellten sich zur Zeit der Anlage des ersten Stauweihers und des Stollens noch ganz beträchtliche Schwierigkeiten gegenüber. Denn anfangs der Achtziger-Jahre war der Bau von Wassermotoren und Druckrohren noch nicht auf so hoher Stufe der Vollkommenheit angelangt, daß man gewagt hätte, die ganze verfügbare Druckhöhe auf eine einzige Turbinenanlage zu konzentrieren. Andererseits war es auch unmöglich, für eine Wasserkraft von  $2000 \text{ PS}$  in den abseits gelegenen und infolge ihrer Enge und Steilheit zur Ansiedlung von Industrie wenig geeigneten Tälern der Bäche Verde, Chiappa und Motefoga eine entsprechende Verwertung zu finden. Die Erzeugung und Fernleitung elektrischer Energie war damals auch noch wenig erprobt. Demgemäß schritt man (1885) vorerst nur zur Ausnutzung der untersten Stufe des Nutzgefälles mit  $146 \text{ m}$  durch Aufstellung zweier Turbinen mit je  $300 \text{ PS}$ , deren Effekt mit Hilfe einer über zwei Kabeltürme geleiteten Drahtseiltransmission nach einer zirka  $500 \text{ m}$  entfernt gelegenen Jutespinnerei übertragen wurde. Sukzessive gelangten dann eine mittlere ( $112 \text{ m}$ ) und obere ( $104.6 \text{ m}$ ) Druckstufe zur Ausnutzung (1890 bis 1891), indem auf den Koten 402 und  $515.6$  Zwischenstationen errichtet und mit je fünf Turbinen zu  $140 \text{ PS}$  und zwei Turbinen zu  $15 \text{ PS}$ , von denen die ersteren mit je zwei Gleichstromdynamos, die letzteren mit einer Erregermaschine gekuppelt waren, ausgerüstet wurden. Auch die unterste Kraftstation erhielt eine Komplettierung durch drei Turbinen zum Antriebe von Dynamos. Es standen somit in Summe  $1760 \text{ PS}$  zur Verfügung, von denen zirka 400 durch Seiltransmission, die übrigen 1360 durch elektrische Fernleitung auf drei Leitern mit zusammen  $95 \text{ km}$  Länge auf eine Maximalentfernung von  $46 \text{ km}$  (bis über Genua hinaus) nutzbar gemacht waren.

Die Hochdruckleitungen für das Aufschlagwasser bestanden aus zwei Muffenrohrsträngen von  $500 \text{ mm}$  Lichtweite für die beiden oberen und  $600 \text{ mm}$  Durchmesser für die untere Druckstufe. Das tatsächlich zur Ausnutzung gelangende Gefälle be-



trug 362 m, während 8 m durch die Ableitungen des Unterwassers zur nächsten Druckleitung verloren gingen.

Die hinter der untersten Turbinenanlage beginnenden Hauptzuleitungsrohre der Wasserversorgung, von denen das eine über Sampierdarena, das andere über Salita della Pietra nach Genua führt, haben je 600 mm Lichtweite und 17 beziehungsweise 15,5 km Längenentwicklung, und mündet der zweitgenannte Strang in ein bei der Porta Angeli in Genua auf Kote 144,15 angelegtes Ausgleichsreservoir von 11.281 m<sup>3</sup> Inhalt. Zufolge räumlicher Beschränkung mußte dieses in drei Kammern von je 4 m Tiefe geteilte Reservoir mit 146 m Länge auf nur 20 m Breite angelegt werden. Außerdem finden sich in Genua noch zwei für die Versorgung der Hochzonen bestimmte kleinere Reservoirs mit 1020 m<sup>3</sup> auf Kote 180 und 510 m<sup>3</sup> auf Kote 225. Dieselben werden aus einem auf Kote 105 angelegten Zwischenbehälter mit 1315 m<sup>3</sup> Inhalt durch ein elektrisch betriebenes Pumpwerk gespeist. Das zum Acquedotto De Ferrari Galliera gehörige Leitungsnetz umfaßt 78 km Rohre mit Durchmessern von 400 bis auf 50 mm herab.

Die Hauptausgabsposten für diesen älteren 1891 fertiggestellten Teil der Anlage lassen sich wie folgt gruppieren:

|  | Lire                    |
|--|-------------------------|
| a) Erwerbung des Wasserrechtes am Gorzente . . . . .                                     | 550.000—                |
| b) Erwerbung des generellen Projektes . . . . .  | 50.000—                 |
| c) Baukosten der Staumauer von Lavezzo einschließlich Wärterhaus und Weganlage . . . . . | 716.322·89              |
| Sonach entfällt:   |                         |
| pro 1 m <sup>3</sup> Talsperrenmauerwerk . . . . .                                       | 22·3 Lire               |
| „ 1 m <sup>3</sup> Wasserinhalt . . . . .  | 0·31 „                  |
| d) Reservoir Lago Lungo . . . . .  | 1,945·570 <sup>32</sup> |
| Sonach:  |                         |
| pro 1 m <sup>3</sup> Talsperrenmauerwerk . . . . .                                       | 19·3 Lire               |
| „ 1 m <sup>3</sup> Wasserinhalt . . . . .  | 0·53 „                  |
| e) Reservoir Lavagnina Baukosten . . . . .   | 249·293 <sup>76</sup>   |
| Sonach:  |                         |
| pro 1 m <sup>3</sup> Talsperrenmauerwerk . . . . .                                       | 20·8 Lire               |
| „ 1 m <sup>3</sup> Wasserinhalt . . . . .  | 0·226 „                 |
| Detailsumme c)–e) . . . . .  | <u>2,911.186·97</u>     |



|   | Lire                    |
|---|-------------------------|
|   | Übertrag . 2,911.186'97 |
| f) Stollen durch die Apenninen . . . . .  | 649.537'43              |
| Sonach pro laufenden Meter . . . . .  | 286 Lire                |
| g) Fassung und Zuleitung der Wässer der einzelnen Wildbäche und des Lago Lungo zum Stollen . . . . .                                    | 143.479'03              |
| h) Diverse Auslagen inklusive Bauleitung . . .  | 137.258'59              |
| Gesamtsumme c)—h) . . .   | <u>3,841.462'02</u>     |
| i) Die bis 1891 verlegten Hauptzuleitungsrohre mit 500 und 600 mm Durchmesser umfaßten zusammen 31'1 km mit einem Kostenbetrage von     | 2,926.388'22            |
| k) Das Verteilungsnetz 78 km . . . . .  | 1,042.768'—             |
| l) Akzessorien zum Rohrnetz (670 Schieber) . .  | 284.689'57              |
| Gesamtkosten des Rohrnetzes i)—l) . .   | <u>4,491.805'64</u>     |
| m) Unterste Kraftstation und Drahtseiltransmission  | 155.498'37              |
| n) mittlere und obere Kraftstation und Elektrizitätsleitungen . . . . .   | 646.342'63              |
| o) Reservoir bei der Porta Angeli . . . . .   | 68.667'79               |
| p) Terrainerwerbungen, Servitute etc. . . . .   | 420.191'04              |
| q) Allgemeine Auslagen bei der Finanzierung des Unternehmens, Bildung der Gesellschaft, Emission der Anteilscheine, Bauzinsen . . . . . | <u>2,169.867'23</u>     |
| Gesamtsumme a)—q) . . .   | <u>12,393.834'72</u>    |
| und unter Hinzurechnung einiger kleinerer 1892 erfolgter Vollendungsarbeiten . . . . .  | 12,800.000'—            |

Der Preis des Wassers aus dem Acquedotto De Ferrari Galliera schwankt je nach dem Orte (Entfernung und Höhenlage) der Entnahme, der Menge und Dauer des Wasserbezuges zwischen 5 und 45 Centesimi pro 1 m<sup>3</sup>.

Die elektrische Energie wird mit 400 bis 160 Lire pro Pferdestärke und Jahr berechnet.

Die vorbeschriebene Ausgestaltung hatte das Werk mit Ende 1892 erreicht. Gar bald zeigte sich, daß dasselbe einer weiteren Ausgestaltung bedürfe, um sowohl den steigenden An-

sprüchen hinsichtlich der Wasserversorgung als auch der größeren Nachfrage nach motorischer Kraft genügen zu können. Diesen wachsenden Anforderungen konnte durch neuerliche Vergrößerung des Wasservorrates der Reservoirs, wie auch eine rationellere Ausnützung der Wasserkraft, namentlich aber auch durch Einschaltung eines geräumigen Zwischenbehälters zwischen die Motoranlage und die Zuleitung zur Stadt Rechnung getragen werden.

Die mehr als zwanzig Jahre hindurch fortgesetzten Beobachtungen der Niederschlagsverhältnisse im Einzugsgebiete des Gorzente hatten ergeben, daß man mit Sicherheit auf einen Mindestabfluß von  $1,000.000 m^3$  Wasser pro  $1 km^2$  Niederschlagsgebiet rechnen könne. Dies ermöglichte — die Schaffung eines hinreichenden Reservoirraumes vorausgesetzt — den Wasserbezug auf  $600 l/sec$ , das ist  $52.000 m^3$  pro Tag zu erhöhen. Zur Vergrößerung des Wasservorrates boten sich zwei Möglichkeiten: die Schaffung eines neuen Reservoirs im Tale des Wildbaches Badana oder die schon früher in Aussicht genommene Erhöhung der Sperre des Lago Lungo. Man entschied sich für letztere.

Nachdem man bei dem Bau dieser Staumauer durch die üblen Erfahrungen an der Mauer von Lavezze gewitzigt, einen besseren Mörtel verwendet und auf sorgfältigste Ausführung der Arbeit gesehen hatte und Probebelastungen die vorzügliche Beschaffenheit des Mauerwerkes ergeben hatten, hielt man es für zulässig, die Mauer so weit zu erhöhen, daß die früher zu  $6.18 kg/cm^2$  berechnete Maximalkantenpressung auf  $8 kg/cm^2$  gesteigert werde. Diese Voraussetzung gestattete die Anbringung einer Aufmauerung von  $5 m$  (beziehungsweise  $3 m$  über Parapetkronen). Indem auch der Hochwasserüberfall um  $3 m$  gehoben wurde und auf demselben noch die Anbringung von automatisch wirkenden Wehraufsätzen von  $60 cm$  Höhe in Aussicht genommen wurde, konnte die Kapazität des Beckens auf  $4,638.000 m^3$  gesteigert werden (vergleiche Textfigur 2, Seite 29).

Durch Anbringung eines zweiten Hochwasserüberfalles mit anschließendem Absturzgerinne auf dem linken Mauerflügel wurde die Gesamtüberfallslänge auf  $40 m$  vergrößert, so daß die Abfuhr des beobachteten Maximalzufflusses von  $110 m^3/sec$  bei um-



gelegten Aufsätzen immer noch bei einer geringeren als der maximalen Stauhöhe von  $1.4\text{ m}$  unter der Parapetkrone, welche jetzt gegen die Wasserseite gerückt wurde, stattfinden kann.

Zwischen dem Stollenaustritt und dem Beginne der Druckrohrleitung nach Genua war ein Höhenunterschied von  $620.60$  bis  $250$ , das ist  $370.6\text{ m}$  vorhanden, von dem durch die bestehenden Kraftstationen  $362\text{ m}$  ausgenützt waren. Konnte mit dieser Anordnung ohnehin nicht das Maximum des Effektes erzielt werden, so war namentlich der Umstand als Nachteil empfunden worden, daß angesichts der geringen Kapazität der städtischen Reservoirs die Menge des Aufschlagwassers nicht nach dem Kraftbedarfe, sondern nach dem Wasserbedarfe im Versorgungsgebiete reguliert werden mußte. Gegen diese Beschränkung sollte durch Errichtung einer Zentralkraftanlage für das ganze Nutzgefälle und eines großen Ausgleichsreservoirs am Unterwasser der Turbinenanlage vor Beginn der Zuleitung nach Genua Abhilfe geschaffen werden. Diese neue Turbinenanlage ist so dimensioniert, daß in derselben  $350\text{ m}$  Gefälle und ein Maximal-Aufschlagwasserquantum von  $1800\text{ l/sec}$  ausgenützt werden können. Das Ausgleichsreservoir vermag die Differenz des durchschnittlichen Abflusses von  $600\text{ l/sec}$  nach Genua und des Maximalzuflusses von  $1800\text{ l/sec}$  von den Motoren für eine Zeit von fünf Stunden aufzuspeichern. Da es ferner wünschenswert war, den wechselnden Bedarf an Aufschlagwasser nicht stets durch eine Regulierung des Zulaufes zum Apenninenstollen regeln zu müssen, wurde letzterer angesichts der kompakten Beschaffenheit des durchfahrenen Gebirges durch Vermauerung seiner Endstrecke in die Druckleitung mit einbezogen. Dieser Verschuß wird von zwei Rohrsträngen von  $750\text{ mm}$  Lichtweite durchsetzt, die mit Handschiebern sowie automatisch wirkenden Sicherheitschiebern ausgestattet sind. Diese Rohrleitungen finden ihre Fortsetzung bis zu der auf Kote  $270$  angelegten Kraftstation. Die Rohre sind aus Martin-Siemensstahl und wurden von der Gesellschaft Ferrum in Kattowitz geliefert. Die Wandstärke wechselt von  $8$  bis  $25\text{ mm}$ ; für die Schweißnaht ist eine Festigkeit von  $90\%$  der Festigkeit des Bleches garantiert. Die Baulänge der Rohre beträgt  $6\text{ m}$  und erfolgt deren Verbindung mit Hilfe aufgenieteter, aus einem Ringblech gepreßter Flanschen. Die

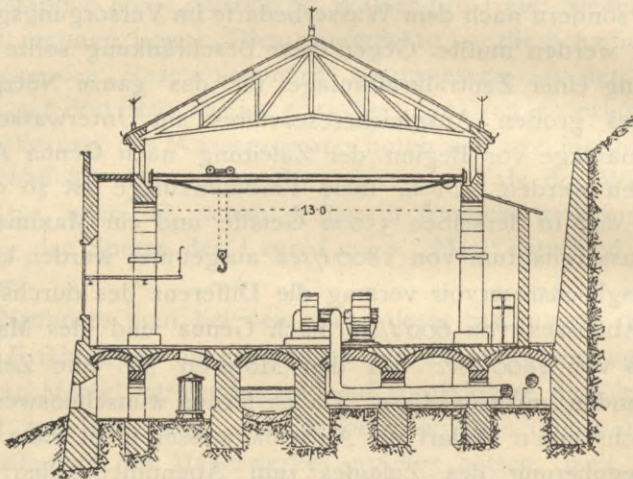


Verlegung der mit doppelter Teerung versehenen Stränge erfolgt 70 *cm* unter Terrain. Dilatationsrohre sind nicht vorgesehen.

Vorerst gelangte nur einer der beiden Stränge zur Verlegung und mußte zur Beförderung der Rohrstücke längs des Rohrgrabens eine eigene Drahtseilbahn angelegt werden.

Bei der Steilheit und Enge des Tales des Wildbaches Chiappa, an dessen rechtem Ufer die neue Turbinenanlage situiert ist (Fig. 44, Taf. Nr. 5), mußten deren Baulichkeiten teilweise in das Gehänge selbst hineingerückt werden und durch Anlage von 1 *km* Straße mit 2 Brücken in Betoneisenkon-

Figur 3.



SCHNITT DURCH DEN MASCHINENSAAL.

struktion ein Zugang geschaffen werden. Das Turbinenhaus bedeckt eine Fläche von 49 *m* Länge und 16 *m* Breite, an dasselbe schließt sich ein Personalwohnhaus mit Werkstatt und Magazin mit 9,5 auf 14,5 *m*.

Durch das Untergeschoß des Maschinenhauses zieht sich nach der Längsachse der 2,5 *m* breite Unterwasserkanal der Turbinenanlage. Bergseits dieses Gerinnes liegen die Druckrohrleitungen nach den Turbinen und ein nach dem Chiappa führender Umlauf, talseits die Hochspannungstransformatoren. Die Überdachung des Maschinensaales besteht aus einer Pitchepine-Verschalung mit Schiefereindeckung auf einer eisernen Tragkonstruktion (Textfigur 3).



Die maschinelle Ausrüstung umfaßt vier Peltonräder mit horizontaler Achse für 300 PS bei 500 Umdrehungen und 350 m Überdruck, von denen jede vier in Serien geschaltete, zu zwei und zwei beiderseits der Turbine aufgestellte Gleichstromdynamos (50 Ampère, 4000 Volt) System Thury antreibt. Diese Maschinengruppe liefert somit einen Strom von 50 Ampère bei 16.000 Volt Spannung, welcher auf einem 16 km langen Leiter aus Kupferdraht mit 65 mm<sup>2</sup> Querschnitt im Tale des Polcevera nach Sampierdarena geleitet wird; weiters sind vorhanden eine Turbine, Type ruota' pesante, mit innerer Partialbeaufschlagung für 1000 PS, sowie zwei ebensolche für je 500 PS von denen erstere zwei, die letzteren beiden je einen Wechselstromgenerator für Dreiphasenstrom von 350 KW bei 5500 Volt Spannung betätigten, endlich zwei Turbinen à 400 PS, von denen jede an zwei Wechselstromdynamos je 150 KW bei gleicher Spannung produziert. Diese Maschinengruppe liefert sonach bei 2800 PS einen Drehstrom von 2000 KW bei 5500 Volt Spannung, der zum Teil direkt auf 20 km und zwar parallel mit der früher genannten Leitung fortgeführt wird, teils auf 25.000 Volt Spannung transformiert und zuerst auf einer separaten Leitung mit drei Kupferdrähten von 5 mm Durchmesser bis nach dem 12 km entfernten Rivarolo übertragen, dann auf 5500 Volt reduziert nach Genua—Porta Angeli beziehungsweise Sampierdarena und Sestri Ponente geführt wird. Mit Ausführung der neuen Kraftstation am Chiappa stehen der Gesellschaft im ganzen 18.000.000 Pferdekraftstunden pro Jahr zur Verfügung, von denen 2.000.000 an die Jutespinnerei in Isoverde zur Abgabe gelangen und von dem Rest abzüglich der Übertragungsverluste 10.000.000 Pferdekraftstunden von der Fernleitung zur Verteilung gelangen. Gegenwärtig werden somit erst 4000 PS der Wasserkraft ausgenützt. Die restlichen 2000 PS können erst nach Verlegung des zweiten Druckrohrstranges nutzbar gemacht werden.

Gegenüber der alten Anlage mit zusammen 1760 PS ist also jetzt schon mehr als eine Verdoppelung der zeitweise disponiblen Energiemenge erzielt.

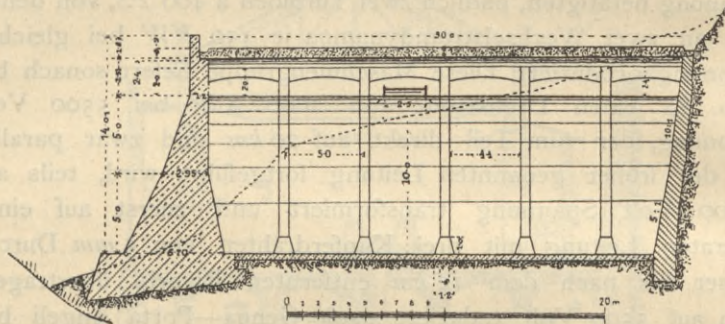
Das neue Ausgleichsreservoir (Textfigur 4) unterhalb der Maschinenanlage erhält eine Kapazität von 22.000 m<sup>3</sup>.



Dasselbe ist in zwei Kammern geteilt, deren Sohlen auf den Koten 257·00 beziehungsweise 253·00 der Wasserspiegel auf 267·00 beziehungsweise 265·00 zu liegen kommt; die Wassertiefen betragen sonach 10 beziehungsweise 12 *m*.

Der Platz für die Anlage des Reservoirs ist durch Abtragung der Berglehne geschaffen und wurde der angeschnittene kompakte Fels nach Anbringung einer Verkleidung als Reservoirrückwand benützt, während die Vorderwand ganz frei steht und für eine Maximalkantenpressung des Mauerwerkes von 8 *kg/cm*<sup>2</sup> berechnet ist. Die Umfassungsmauern (Fig. 25 und 26, Taf. Nr. 6) sind in Stampfbeton mit 1 Teil Steinschlag, 1 Teil Sand und

Figur 4.



SCHNITT DURCH DAS AUSGLEICHSRESERVOIR.

1 Teil Portlandzement ausgeführt. Die Felsverkleidung ist in Bruchstein mit Mörtel aus Weißkalk und Puzzuolanerde hergestellt. Die Sohle des Reservoirs besteht aus einer durchwegs auf dem Fels aufruhenden Betonplatte von 50 *cm* Stärke, unter der eine Drainage angebracht ist. Der ganze Innenraum des Reservoirs ist mit langsam bindendem Zement sorgfältig verputzt und verschliffen.

Die Überdachung des Reservoirs ist durch die Società anonima cementi armati di Genova mit Gewölben aus armiertem Beton hergestellt. Dieselben werden von gleichfalls in armiertem Beton ausgeführten Pfeilern getragen, letztere stehen in Achsenabständen von 5·00 *m* und sind im Sockel 1·2/1·2, im Schaft 0·6/0·6 *m* stark. Die Gewölbe haben 40 *cm* Pfeilhöhe und sind



im Scheitel 11 *cm*, im Kämpfer 14 *cm* stark. Diese Überwölbung trägt eine 0,6 *m* starke Erdüberschüttung. Der Unterwasserkanal der Turbinenanlage durchzieht die ganze obere Reservoirkammer der Länge nach und ist auch hier 2,5 *m* breit und 75 *cm* tief (für 0,6 *m* Wassertiefe), vollständig in armiertem Beton hergestellt und wird von Querträgern aus armiertem Beton, die sich auf zwei parallele Pfeilerreihen stützen, getragen. Der Boden dieses Gerinnes ist 15 *cm*, die Seitenwände 10 *cm* stark. Durch diese Anordnung wird eine von der oberen Kammer unabhängige Speisung der unteren Reservoirabteilung ermöglicht.

Über dem Wasser bleibt ein Luftraum von 2,0 *m* frei, der durch in der Vorderwand angebrachte Luftzüge mit der Außenluft in Kommunikation steht. An die untere Reservoirkammer lehnt sich eine Schieberkammer; die Druckrohre nach Genua übersetzen den Chiappa unmittelbar hinter dem Reservoir auf einer mit eisernen Gitterträgern ausgeführten Rohrbrücke.

Der Acquedotto de Ferrari Galliera war die erste Wasserversorgungsanlage Italiens, die eine Sammlung und Aufspeicherung von Oberflächenwasser in Gebirgsreservoiren durchführte und gleichzeitig eine der ersten größeren Anlagen, welche die Ausnützung der Wasserkraft durch Umsetzung in elektrische Energie und deren Fernleitung vornahm. Hat dieses Unternehmen schon hiedurch eine besondere Bedeutung gewonnen, so erhöht sich dieselbe noch dadurch ganz wesentlich, daß dasselbe nicht auf seiner ursprünglichen Gestalt stehen geblieben ist, sondern im Laufe von mehr als 20 Jahren eine Reihe von Umänderungen, von einschneidender Bedeutung erfahren hat, die ebenso viele Fortschritte der Technik bedeuten. In diesem Sinne ist die Anlage auch zum Studienobjekt ganz besonders geeignet. Die Exkursion besuchte unter Führung des Herrn Ingenieurs G. Anfossi, des Elektrotechnikers der Kompagnie, den Bau des Ausgleichsbehälters und der neuen Kraftanlage am Chiappa, sowie die beiden alten oberen Kraftstationen, «Pacinotti» und «Volta», um dann an der Ausmündung des Stollens vorüber, im glühenden Sonnenbrande den Apenninen-Berggrücken zu überschreiten und in das Gebiet des Gorzente zur Besichtigung der Stauweiher Lago Lungo und Lavezze herabzusteigen.



#### IV. Provinz Toskana.

Die Lösung einer wasserwirtschaftlichen Aufgabe vollkommen entgegengesetzter Art wurde mit der am 1. Juni von Pisa aus vorgenommenen Besichtigung der folgenden Anlage vor Augen geführt.

##### Kolmationsanlagen der Fattoria Meleto bei Granajolo.

Hier handelt es sich um die Vernichtung der Wucht des zu Tal schießenden Niederschlagwassers zur Hintanhaltung der weiteren Denudation der Berglehnen, sowie der Zurückhaltung der Schwemmstoffe in den Runsen und Mulden eines Hügellandes, dessen Waldbestände fast vollständig einer planlosen Devastation zum Opfer gefallen sind. Das zentrale Toskana ist zum größten Teile aus tertiären Ablagerungen aufgebaut und neigt in seinen bis zu Höhen von 600 bis 1000 *m* ragenden Bodenerhebungen zur Bildung kleiner Plateaus, welche bei dem Vorherrschen westlicher, direkt vom Meere herüberkommender Winde immerhin schon ganz bedeutende Niederschläge aufweisen. Die Berglehnen unterliegen demnach auch einer recht bedeutenden Erosion, die ihrerseits sich wieder in der starken Sinkstoffführung jener zahlreichen Wasserläufe äußert, die fast alle mit großem Anfangsgefälle nach dem Tyrrhenischen Meere abfließen und durch ihre mächtigen Schlammablagerungen längs der Küste den Anlaß zur Bildung des Sumpfgürtels der toskanischen Maremmen gegeben haben.\*)

Das System der Zurückhaltung der vom Wasser mitgeführten Sinkstoffe, das zur Kolmation der Sumpfniederungen der Maremmen so ausgedehnte Anwendung findet, hat sich auch der Landwirt im toskanischen Hügellande — wenngleich in einer den geänderten Bedingungen Rechnung tragender Weise — nutzbar zu machen verstanden, um durch die Zurückhaltung der an Pflanzennährstoffen reichen Schlammassen eine weitere Vertiefung im Entstehen begriffener oder schon eingeschnittener Runsen und Mulden hintanzuhalten und dort Ackerland zu schaffen, wo

---

\*) Vergleiche hiezu den Exkursionsbericht von 1901 in der «Wochenschrift für den öffentlichen Baudienst». 1902, Jahrg. VIII, Nr. 3.



früher Pflugarbeit und Anbau vollständig ausgeschlossen waren (Colmata a monte), endlich um die entstehenden Ackerflächen so regelmäßig auszugestalten, daß auf denselben ein systematisch angelegtes Netz von Wasserfurchen und Abzugsgräben Platz finden kann, das einerseits die Bodenabschwemmung selbst in steileren Lagen auf ein Minimum beschränkt und auch den Feuchtigkeitsgehalt des Bodens dem Bedürfnisse der Pflanzen entsprechend zu regeln gestattet. Letzteres Moment ist insofern von besonderer Wichtigkeit, als ja neben dem Anbau der eigentlichen Feldfrüchten auch wertvolle Baumpflanzungen — Wein, Oliven und Maulbeeren — angelegt werden, deren regelmäßige Verteilung längs der Gräben und Raine der toskanischen Hügel- und Tallandschaft einen für unser an die Gemengelage unregelmäßig begrenzter Parzellen gewohntes Auge vollständig fremdartigen Blick verleiht (Fig. 27, Taf. Nr. 6).

Der sukzessive Übergang von der unregelmäßig konturierten ursprünglichen Terrainoberfläche — sei es, daß dieselbe überhaupt noch nicht in Kultur gestanden, oder nach der landesüblichen Methode beackert wurde, nach der die Pflugfurche in der Richtung des stärksten Gefälles gezogen und die Bodenabschwemmung sehr begünstigt wird — zur definitiven Ausbildung einzelner, durch beraste Böschungen oder Stützmauern getrennter Terrassen, ist in den schematischen Figuren 45—47, Taf. Nr. 7 zur Darstellung gebracht\*) und nach diesen sowie den photographischen Abbildungen wohl unmittelbar verständlich. Von letzteren zeigen Fig. 28 und 29, Taf. Nr. 6 einen Querdamm über eine flache Mulde — gleichzeitig Wirtschaftsweg — hinter dem auf einer im Maximum zirka 2 m starken aufgelandeten Schichte Weizen angebaut ist, während Fig. 29 den Blick in die Mulde selbst festhält, und im Vordergrund die durch Anlandung gebildete Tafel, im Hintergrunde die denudierten Höhenzüge und links einige zum Abfangen des Schlammwassers gezogene Wasserfurchen sichtbar macht. Solche Wasserfanggräben werden mit 0,5 bis 1‰ Gefälle und 30 bis 40 cm Sohlenbreite und

---

\*) Nach M. Conti: La sistemazione e lo scuolo delle acque nei terreni in coina, Casale 1903, beziehungsweise

Marchese Luigi Ridolfi: La coltivazione in poggio, le colmate agrarie in pianura e in collina e lo scasso del terreno sui monti. Firenze 1896.



Tiefe in Entfernungen von zirka 20 *m* und nicht über 3 bis 4 *m* Vertikalabstand angelegt. Charakteristisch für die Verlandung tieferer Mulden ist, daß der dieselbe durchziehende Wasserlauf aus dem Talwege verdrängt und abwechselnd bald an das rechte, bald an das linke Gehänge verlegt wird. Hiedurch wird bewirkt, daß sich nach Vollendung der Kolmation nach der Mitte der Tafel eine leichte Einsenkung erhält, welche die Oberflächenentwässerung erleichtert. Die anfangs nur ganz niedrig gehaltenen Dämme werden mit fortschreitender Verlandung erhöht. Dieselben erhalten keinerlei Durchlässe, sondern nur einen Entwässerungsgraben am oberen Dammfuße, der an einer der Einbindungen des Dammes in den Hang aus dem Becken austritt und als Zubringer für ein tiefer gelegenes Becken dient. Zur Ermöglichung einer vollständigen Entwässerung des abgelagerten Bodens sind an einzelnen Stellen quer durch den Damm an dessen Sohle Faschinenbündel gelegt. Eine Gefahr für einen Dammsriß ist hiemit wohl kaum verbunden, da ja die Wasserfüllung kaum einige Dezimeter erreicht, indem das Einzugsgebiet derartiger Mulden nur ganz minimal ist. Übrigens wird der äußere Dammfuß gewöhnlich auch durch Weiden oder Birkenanpflanzungen, die während der Zeit der Kolmation einen Ertrag liefern, einigermaßen befestigt. Selbstverständlich ist es nicht möglich, die Kosten und Rentabilität derartiger Meliorationen, für deren Vollendung die Zeit fast den einzigen Faktor bildet, zahlenmäßig zu veranschlagen. Conti schätzt die Kosten der Gewinnung von 1 *ha* Landes bei zirka 12jähriger Kolmationsdauer auf weniger als 200 Lire, einen wohl ganz minimalen Betrag in Anbetracht des Umstandes, daß der anfängliche Bodenwert fast immer gleich Null zu setzen ist.

Auf der von der Exkursion besuchten Fattoria Meletto des Marchese Luigi Ridolfi, der Stätte, an der diese Art der Kolmation durch Testaferata und Cosimo Ridolfi zuerst eine methodische Anwendung fand, sind mit diesen kleinen Mitteln im Zeitraume von 110 Jahren 80 *ha* Ackerland gewonnen und hiedurch die Anbauflächen des Besitzes verdoppelt worden. Dabei erreichen die stärksten Anlandungen eine Mächtigkeit von 4 *m* und steigen die gebildeten Tafeln terrassenförmig derzeit schon 36 *m* talaufwärts, ein früher ertragloses Land



selbst für den Anbau von Zuckerrüben, also für ein sowohl an die Tiefgründigkeit als auch den Nährstoffreichtum und die physikalischen Bodeneigenschaften bedeutende Anforderungen stellendes Kulturgewächs erschließend.

#### V. Provinz Ravenna.

Von Granajola begab sich die Exkursion über Florenz nach Ravenna, woselbst die

##### Kolmationsanlagen am Lamone

das letzte Studienobjekt dieser Lehrreise bildeten (3. Juni). (Hiezu Fig. 48 und 49, Taf. Nr. 7 und Fig. 30 bis 37, Taf. Nr. 8.)

Ravenna war einstmals von einer vom Po di Primaro (Reno) bis zum Savio reichenden Lagune umgeben, die dieser Residenz der letzten Beherrscher des Römerreiches ihren festen Schutz bot. In diese Lagune ergossen sich die Flüsse Santerno, Senio, Lamone, Montone und Ronco, deren Lauf im Hingange der Zeiten manche gewaltige Veränderung erlitt. Der Lamone hat sich beispielsweise seit dem 15. Jahrhundert zufolge verschiedener namentlich auf Veranlassung der Päpste hin unternommener Regulierungsarbeiten bald in den Po di Primaro, bald in die Niederung von Ravenna ergossen und sich im 18. Jahrhundert einen direkten Zugang zum Meere eröffnet. Aber auch dieser Lauf sollte noch keinen dauernden Bestand haben. Am 1. Dezember 1839 durchbrach der Fluß in der Nähe des Ortes Santerno bei einem außerordentlich mächtigen Hochwasser den rechten Leitdamm seines viel zu eng bemessenen Hochwasserprofils in einer Länge von 250 m, um sich aus seinem bereits über das Niveau des Nachbarlandes emporgewachsenen Bette in die Niederung zu ergießen. Die hiebei angerichteten Verwüstungen waren so groß, daß an eine Wiederherstellung des ehemals vorhandenen Zustandes nicht mehr gedacht werden konnte. Hingegen lieferte die Katastrophe gleichzeitig auch den Fingerzeig dafür, wie der entfesselte Fluß nicht nur gebändigt, sondern sogar für seine Niederung nutzbar gemacht werden könnte, wenn derselbe zur vollständigen Kolmation des die ehemalige Lagune größtenteils bedeckenden Sumpf-



landes herangezogen würde. Die diesbezüglich im Jahre 1840 eingeleiteten Arbeiten begannen damit, durch Aufführung zweier an die Durchbruchstelle anschließenden 2 *m* hohen und zirka 200 *m* voneinander entfernten 4 *km* langen Leitdämme dem Wasser eine bestimmte Strömungsrichtung gegen die Niederung anzuweisen. Letztere wurde außerdem mit Umfassungsdämmen umgeben, die sich einerseits vom rechtsuferigen neuen Leitdamm ausgehend, zuerst auf zirka 2 *km* gegen Süden, dann auf 7 *km* nach Nordost und schließlich auf 10 *km* längs des berühmten Pinienhaines von San Vitale in rein nördlicher Richtung bis gegen den Lamone streichend, hier mit dem linken Umfassungsdamm des Beckens, der sich in einer Entfernung von 1 bis 4 *km* parallel zum alten verlassenen Bett des Lamone mit nördlicher und nordöstlicher Richtung auf 17 *km* erstreckte, zu vereinen. Der östliche Damm wurde von vier Ausleitungen für das geklärte Wasser durchbrochen. Die in dieses über 70 *km*<sup>2</sup> umfassende Gebiet eingelassenen Schlammwässer des Lamone bewirkten, sich selbst überlassen, vorerst ganz unregelmäßige Anlandungen, deren planmäßiger Zusammenschluß erst durch spätere Um- und Zubauten ermöglicht wurde. So mußte namentlich die Einmündungsstelle des Zuleiters, in deren Nähe naturgemäß die stärksten Terrain erhöhungen auftraten, nach und nach verschoben und durch Aufführung von Zwischendämmen und Konzentrierung des Wasserzufflusses auf einzelne Schläge deren Emporwachsen beschleunigt werden. Im Jahre 1869 konnten bereits 1745 *ha* als vollkommen aufgelandet von der weiteren Überstauung ausgeschaltet werden. Aber schon damals wurde man sich klar, daß die nördlichen Beckenteile mit der erstmaligen Anlage des Zubringers nicht bedient werden können, da eine allzuweite Verschiebung der Einmündungsstelle seiner nach Norden führenden Abzweigung (Diversivo Fratta) die Schaffung eines Rückens herbeigeführt hätte, der der späteren Entwässerung des Geländes ein großes Hindernis in den Weg gestellt hätte. Deshalb wurde, nachdem im Jahre 1898 der ganze südliche 4026 *ha* umfassende Beckenteil als fertiggestellt abgeschlossen worden war, die Ausleitung des Wassers an der Durchbruchstelle des Lamone geschlossen und aus dessen altem Bette 4 *km*



weiter nördlich eine neue Einleitungsstelle eröffnet, von der aus die Anlandung des ganzen nördlichen Gebietes ermöglicht sein wird. Auch in diesem Abschnitte sind bereits 800 *ha* so hoch angelandet, daß dieselben nur von außerordentlichen Hochwässern des Lamone eine Überflutung zu befürchten haben, und demgemäß schon jetzt trocken bewirtschaftet werden können.

Trotzdem sich neuerdings zirka 640 *ha* Landes, die außerhalb der alten Umfassungsdämme gelegen waren, an die Kolmation angeschlossen haben, wird die eingedämmte Niederung nicht mehr lange Zeit den erforderlichen Raum zur Aufnahme der Hochfluten des Lamone darbieten können und rückt demnach die Aufgabe näher, diesen Wässern anderwärts einen Abfluß zu sichern. Ob man hiezu das alte Bett des Lamone gegen den Reno (Po di Primaro) verwenden, oder einen für die Entlastung des Reno geplanten Parallelkanal schaffen wird, ist derzeit noch unentschieden. Neben dem im aufgelandeten Gebiete selbst angelegten Entwässerungszügen war auch die Eröffnung von Vorflutgräben für das umliegende Gelände, dem durch die Umfassungsdämme die Möglichkeit der Abwässerung entzogen worden war, notwendig. So führt außerhalb des linken Umfassungsdammes ein Entwässerungsgraben unter teilweiser Benützung des alten Bettes des Lamone nach dem Reno.

Die Sinkstoffe des Lamone zeichnen sich durch große Fruchtbarkeit aus. Zwar ist ihr Gehalt an Stickstoff, Kali und Phosphorsäure im Durchschnitt nicht höher als der normaler Böden, aber der Reichtum an Feinerde und die Tiefgründigkeit der Anlandungen, welche 1·4 bis 2·5 *m* Stärke erreichen, bietet den Pflanzen ein leicht zugängliches, fast unerschöpfliches Nährstoffreservoir. Allerdings kommen auch hier ganz erhebliche Unterschiede in der Bodenzusammensetzung vor, indem ja die Abschwemmungsgebiete, denen diese Sinkstoffe entstammen, bei verschiedenem geologischen Aufbau bald die Verwitterungsprodukte von Mergeln, bald jene von Sandsteinen zu Tal senden. Aus der Kombination beider Arten ergeben sich die fruchtbarsten Böden.

18 bis 22 *hl* Getreide, 400 bis 500 *q* Zuckerrübe, 70 *q* Reis und 90 bis 100 *q* Heu können als Mittelserträge gelten. Namentlich dem Reisbau kommt eine ganz besondere Bedeutung



zu, da derselbe während der ganzen Dauer der Kolmation geübt werden kann. Abweichend von dem in der Lombardei geübten Verfahren der Reiskultur, woselbst der Bezug von Bewässerungswasser durch das Kanalsystem allzeit gesichert ist, ist der Reisbau auf den noch in Kolmation stehenden Flächen, die oftmals an Wassernot, dann aber auch wieder durch den unzeitgemäßen Eintritt von Hochwässern zu leiden haben, einer gewissen Unsicherheit ausgesetzt, die nur dadurch ihr Äquivalent findet, daß die Kulturkosten auf diesen Flächen wesentlich niedrigere sind, da letztere keiner Bodenbearbeitung bedürfen und namentlich die anderwärts so kostspielige Vertilgung der hier unter einer neuen Schlammschicht begrabenen Unkräuter des Vorjahres meist ganz überflüssig wird. Den Übergang von dem Reisbau zur normalen Trockenwirtschaft bildet der Futterbau. Oftmals zwingt die starke Setzung des Bodens nochmals zur Kolmation und zum Reisbau zurückzukehren.

Um über die wirtschaftliche Bedeutung der Kolmationsanlagen am Lamone eine Orientierung zu gewinnen, seien hier einige Angaben über die Kosten dieser Anlage gemacht. Hiebei dürfen selbstverständlich die zur Bändigung des ausgebrochenen Lamone aufgelaufenen Kosten nicht mit in Anrechnung gebracht werden.

Für die Kolmation selbst entfallen:

|                  |                         |                              |
|------------------|-------------------------|------------------------------|
| für den Zeitraum | 1840 bis 1848 . . . . . | 577.366 <sup>36</sup> Lire   |
| " " "            | 1849 bis 1871 . . . . . | 1,803.690 <sup>59</sup> "    |
| " " "            | 1872 bis 1903 . . . . . | 3,124.650 <sup>52</sup> "    |
|                  | Zusammen . . . . .      | 5.505.707 <sup>47</sup> Lire |

Die in den einzelnen Jahren verausgabten Beträge variieren hiebei ganz beträchtlich und zwar von 35.000 Lire in normalen Jahren bis zu 400.000 Lire in Jahren mit größerer Bautätigkeit Terrainwerbungen und Expropriationen. Eine bedeutende Ausgabenpost bilden stets die Unterhaltungsarbeiten an den Lamonedämmen, welche auch der Kolmation nicht zur Last geschrieben werden sollten. Dieselben erforderten im Zeitraume 1840 bis 1903 — Zinsen nicht eingerechnet — 1,790 518 Lire. Zieht man diese Summe von den oben zu 5,505.707<sup>47</sup> Lire angegebenen Gesamtauslagen ab, so ergeben die restlichen 3,715.189<sup>47</sup> Lire auf die derzeit vollendeten 4826 *ha* bezogen,



als Kosten der Gewinnung von 1 *ha* kolmatierten Landes 770 Lire. Dieser Einheitspreis wird ein wesentlich geringerer werden, wenn die Kosten auf die restlichen 3300 *ha*, die sich derzeit immerhin schon in einem vorgeschrittenen Verlandungszustande befinden, mit verteilt werden. Vor der Kolmation betrug der Bodenwert im günstigsten Falle 300 bis 350 Lire pro Hektar, nach derselben je nach der Lage, Zugänglichkeit und Entwässerungsfähigkeit 1000 bis 1700 Lire. Da die Grundbesitzer während der Zeit der Durchführung der Kolmation Reisbau betreiben konnten, haben dieselben in dieser Zeitperiode sicher keinen Verdienstentgang zu verzeichnen. Beachtet man, daß gleichzeitig ein gefürchteter Fieberherd zerstört wurde, daß in einer Gegend, in der die Arbeitslosigkeit die größten Dimensionen angenommen und zur Bildung der durch ihre hohen Lohnforderungen bei gleichzeitig weitgehender Herabsetzung der Arbeitszeit gefürchteten Arbeitervereinigungen geführt hat, doch immerhin eine größere Anzahl von Tagelöhnern Jahrzehnte hindurch Beschäftigung gefunden hat und bei der fortschreitenden Gewinnung neuer Landflächen von Jahr zu Jahr mehr Hilfskräfte für den Landwirtschaftsbetrieb erforderlich werden, so wird man dem Unternehmen auch eine hohe nationalökonomische Bedeutung zuerkennen müssen. Dasselbe hat überdies auch direkten Anlaß zur Bildung von Arbeiterkolonien gegeben, die nicht nur hier auf eigene Rechnung Landwirtschaft treiben, sondern auch als Kolonisten an der wirtschaftlichen Erschließung anderer Sumpfsgebiete Italiens mitgearbeitet haben. (Vergl. den Exkursionsbericht aus dem Jahre 1901 in der «Wochenschrift für den öffentl. Baudienst», Jahrg. 1902, Heft 3.)

Die Begehung der Kolmationsanlagen am Lamone gab noch Gelegenheit zur Besichtigung einer Teilstrecke eines im Baue befindlichen Entwässerungskanals, der von Zaniola bis zum Meere geführt wird und zur Beschaffung einer besseren Vorflut für eine südlich des Reno gelegene, im Westen vom Sillaro, im Osten vom Lamone begrenzte und südlich bis zur Via Emilia reichende Fläche von 62.000 *ha* dient, zu deren Entwässerung bereits seit längerer Zeit die Genossenschaften von Zaniolo, Buon Acquisto, Canal Vela und Fosso Vecchio bestehen. Die in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts



durchgeführte Eindämmung des Reno und die seither wiederholt vorgenommene Erhöhung seiner Leitdämme, die nun schon auf fast 10 m über das Nachbarland emporgewachsen sind, sowie die gleichzeitig notwendig gewordene Eindämmung der das oben umschriebene Gebiet in süd-nördlicher Richtung durchziehenden Nebenflüsse des Reno, welche zum Teil sogar mit gegen diesen Fluß kehrenden Schutzschleusen ausgestattet werden mußten, hat dem zwischen diesen Wasserläufen situierten Gelände fast alle Möglichkeit zu einer natürlichen Entwässerung genommen. Da das Hauptgefälle gegen den Reno — dasselbe beträgt nur zirka  $0,5\%$  — ein äußerst minimales ist und überdies die eingedämmten Zuflüsse nicht in der Talmulde, sondern auf durch die eigenen Alluvionen gebildeten Rücken fließen, erwies sich auch eine Trennung dieser Gebiete in Hoch- und Niederzonen undurchführbar, und durchziehen deshalb die von den obengenannten Genossenschaften zur Ausführung gebrachten Hauptkanäle das ganze Gebiet in ebenfalls süd-nördlicher Richtung der ganzen Länge nach. Auch diese Kanäle mußten eingedämmt und mit Schutzschleusen gegen den Reno versehen werden, wodurch aber anderseits nicht gehindert werden kann, daß bei größeren Hochwässern dieses Flusses, die oftmals eine längere Zeit hindurch die Öffnung der Schutzschleusen verbieten, die angrenzenden tieferen Lagen von den aus den höher gelegenen Gebietsteilen herabkommenden Wasser überflutet werden. Die Genossenschaft des Canal Vela zum Beispiel hat aus diesem Grunde einen Teil ihrer Niederzone als Sammelbassin niedergelegt, das zirka  $\frac{1}{56}$  des ganzen Genossenschaftsbezirkes umfaßt und denselben mit der Zahlung von Entschädigungssummen stark belastet. Derartige Übelstände zeigen sich übrigens nicht nur in der Provinz Ravenna, sondern auch in der benachbarten, gleichfalls am rechten Ufer des Reno gelegenen Provinz Bologna, und wurde zu deren Behebung anfänglich die Ausführung eines gemeinsamen, beide Provinzen längs des rechten Ufers des Reno durchziehenden Abfangkanals mit direkter Ausmündung in das Meer geplant. Nachdem eine Einigung zwischen den beiden Provinzen nicht erzielt werden konnte, schritt Ravenna selbständig zur Anlage eines Kanals, der seinen Anfang kurz oberhalb des Flusses Zaniolo



nimmt, diesen sowie den Fluß Santerno, den Kanal von Fusignano, den Senio und den verlassenen Lauf des Lamone kreuzt, um dann, auf dessen rechtem Ufer bis zum Meere hinziehend, eine Einmündungsstelle zu erreichen, an der eine kräftige Strömung eine tiefe Lagune offen hält und hiedurch die Gefahr der Versandung der Mündungsstrecke ausschließt (vergleiche Fig. 49, Taf. Nr. 7).

Diese Trasse besitzt eine Länge von  $36\cdot35$  km. Als abzuleitendes Wasserquantum wurde für die obere Kanalstrecke  $0\cdot100$ , für die untere, in der sich bereits eine Verzögerung des Zuflusses durch die große Ausdehnung des Niederschlagsgebietes geltend macht,  $0\cdot080$   $m^3/sec$  pro  $1$   $km^2$  angenommen, wonach sich das Gesamtwasserquantum zu  $53\cdot8$   $m^3/sec$  für  $672\cdot53$   $km^2$  Einzugsgebiet ergibt. Der Kanal erhält auf den ersten  $20$  km ein Sohlengefälle von  $0\cdot12\frac{0}{100}$ , sodann auf  $13\cdot2$  km  $0\cdot10\frac{0}{100}$ , das Endstück erhält horizontale Sohle und kommt dieselbe auf  $1\cdot7$  m unter Null zu liegen. Das Gesamtgefälle beträgt sonach  $3\cdot73$  m, und ist bei einer von  $6$  auf  $30$  m anwachsenden Sohlenbreite eine Wassertiefe von  $2\cdot5$  bis  $2\cdot8$  m in Rechnung gestellt.  $3$  km vor der Ausmündung gelangt eine gegen das Meer kehrende Schutzschleuse zur Ausführung. Die Reinhaltung der Endstrecke wird durch Anlage eines  $156$  ha umfassenden Spülbeckens unterstützt.

Der Kanal erforderte die Einlösung von  $203$  ha Land. Von Kunstbauten an diesem Kanale sind neben  $12$  Brücken mit Spannweiten von  $9$  bis  $25$  m sowie den Objekten an den Einmündungen der Nebengraben recht schwierige Bauwerke für die Kreuzungen mit den Nebenflüssen des Reno durchzuführen. Die erwähnte Schutzschleuse mit sechs hölzernen Stemmtoren wird mit einer steinernen Straßenbrücke für die Überführung der Strada Romea verbunden.

Die Unterfahung des Kanals von Conselice erfolgt in einem gemauerten Objekte mit über  $10$   $m^2$  Durchflußweite. Zur Kreuzung des Santerno ist ein  $153$  m langer Syphon vorgesehen. Derselbe soll aus Eisentübbings mit  $20$  mm Wandstärke und Innenflanschenverbindung hergestellt werden. Nach Anbringung einer Zementauskleidung wird derselbe einen kreisförmigen Durchflußquerschnitt mit  $3\cdot6$  m Durchmesser darbieten. Für die Unterfahung des Canal dei Mollini di Fusignano ist ein ge-



mauerter Düker mit elliptischem Querschnitte von  $4\frac{2}{3} \times 2$  m und 107 m Länge, für die Unterfahrung des Senio wiederum ein Düker mit vier Eisenrohren von 3·6 m Lichtweite projektiert. An der Kreuzung des Kanals von Faenze wird eine eiserne Kanalbrücke zu errichten sein. In den photographischen Abbildungen Fig. 36 und 37, Taf. Nr. 8 kommen die bedeutenden Dimensionen dieses Kanals, sowie der Charakter des durchzogenen Geländes zirka 6 km vor der Mündung zum Ausdruck.

Die Anlagekosten sind (abgerundet) wie folgt zu veranschlagen:

|  | Lire      |
|--|-----------|
| Grunderwerb . . . . .                    | 2,870.000 |
| Erdarbeiten für den Kanal . . . . .      | 1,700.000 |
| Brücken und Unterleitungen . . . . .     | 4,000.000 |
| Ausbildung der Mündungsstrecke . . . . . | 550.000   |
| Nebenarbeiten . . . . .                  | 400.000   |
| Summe . . . . .                          | 9,520.000 |

Von diesem Betrage steuert der Staat die Hälfte, die Provinz und die Gemeinden — letztere nach Maßgabe der beteiligten Flächen — zusammen ein Viertel bei. Das letzte Viertel wird von den Genossenschaften selbst beigetragen und auf deren Mitglieder im Verhältnisse des zu gewärtigenden Nutzens umgelegt.

Der Besuch dieser hervorragenden Meliorationsanlagen, bei dem sich die Herren Professor Dr. A. Bellucci, Ingenieur L. Distretti und Farini sowie Chefingenieur Caval. Perilli als Führer beteiligten, fand — nach einem von der Kommune gebotenen Mahle — durch Besichtigung der eben zu Ravenna stattfindenden Regionalausstellung einen Abschluß, der den vorteilhaftesten Eindruck von der Entwicklung hinterließ, den Landwirtschaft, Industrie und Künste auf diesem historisch so bedeutungsvollen Landstrich genommen haben.

Von Ravenna aus erfolgte die Rückreise nach Wien über Venedig und Triest.

\* \* \*

Diese Studienreise — die zehnte in der Reihe der vom Berichterstatter mit den Studierenden der kulturtechnischen Abteilung der k. k. Hochschule für Bodenkultur unternommenen



großen Pfingstexkursionen — hatte den Reiseteilnehmern eine Fülle von Sehenswürdigkeiten vor Augen geführt, wie dies keine ihrer Vorgängerinnen auch nur annähernd erreicht hat.

Die Möglichkeit, in der kurzen Spanne von zwölf Tagen eine so große Zahl der lehrreichsten Besichtigungen durchzuführen und nebenbei auch noch die Kunstschätze Norditaliens genießen zu können, ist in erster Linie der überaus wertvollen Unterstützung zu danken, die die Herren Professoren Dr. V. Alpe (Mailand), Dr. G. Pitotti (Venedig) und Dr. A. Bellucci (Ravenna) sowohl bei der Zusammenstellung des Exkursionsprogrammes als auch durch persönliche Anteilnahme an den einzelnen Besichtigungen der Reisegesellschaft zuteil werden ließen. Ihnen, wie nicht minder jener großen Zahl von Herren, welche die Reisenden auf die einzelnen Etappen, sei es als Besucher und Gäste empfangen oder als auskunftsbereite Führer begleiteten, sei hier der wärmste Dank zum Ausdruck gebracht.

Die hohen k. k. Ministerien für Kultus und Unterricht und des Ackerbaues sowie der Unterstützungsverein für dürftige und würdige Hörer der k. k. Hochschule für Bodenkultur in Wien hatten auch für diese Reise größere Unterstützungen gewährt und hiemit einzelnen Studierenden die Anteilnahme an der Fahrt ermöglicht oder doch wesentlich erleichtert. Mögen alle die genannten Faktoren bei der Entgegennahme des vorstehenden Berichtes die Überzeugung erlangen, ein Unternehmen gefördert zu haben, das nicht nur den einzelnen Teilnehmern eine hohe intellektuelle Befriedigung brachte, sondern auch die Sammlung eines Schatzes von Erfahrungen ermöglichte, dessen Nutzbarmachung für die Allgemeinheit die zukünftige Aufgabe der heranwachsenden Generation von Kulturtechnikern bilden wird.

#### Anmerkung.

Diese Besprechung bildet eine Fortsetzung der in der österreichischen Monats- beziehungsweise Wochenschrift, für den öffentlichen Baudienst und zwar in den Jahrgängen: V (1899) Nr. 9, VII (1901) Nr. 25, VIII (1902) Nr. 3, 50, 51, 52, X (1904) Nr. 3 zur Veröffentlichung gelangten Einzelabhandlungen über hervorragende Meliorationsanlagen, welche gelegentlich der alljährlich in den Pfingstferien mit den Hörern der kulturtechnischen Abteilung der k. k. Hochschule für Bodenkultur vom Berichterstatter unternommenen Exkursionen besichtigt wurden. Gegenstand der vorliegenden Besprechung ist die Exkursion vom 24. Mai bis 5. Juni 1904.





Mitgeteilt von A. Friedrich, o. ö. Professor an der k. k. Hochschule für Bodenkultur in Wien.

Fig. 1. — Pumpwerk, zugleich Getreidespeicher in Fiumicino.



Fig. 2. — Sumpfland bei Fiumicino (im ursprünglichen Zustande).



Fig. 3. — Entwässertes Gelände des Gutes Fiumicino.



Fig. 4. — Pumpwerk des «Consorzio Ongaro Superiore e Uniti».



Fig. 5. — Trockengelegtes Land im Genossenschaftsbezirke Ongaro Superiore e Uniti.

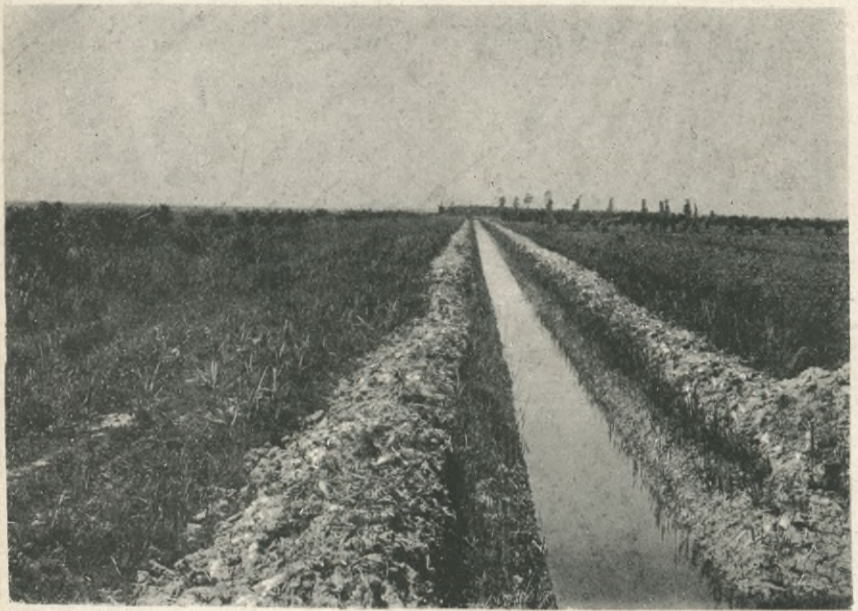


Fig. 6. — Hauptsammelkanal «Gentilino» (Entwässerung von Mailand). Übergang aus der unterirdischen in die offene Kanalstrecke.



Fig. 7. — Hauptsammelkanal «Gentilino» (Entwässerung von Mailand). Offene Kanalstrecke mit Böschungsversicherung.

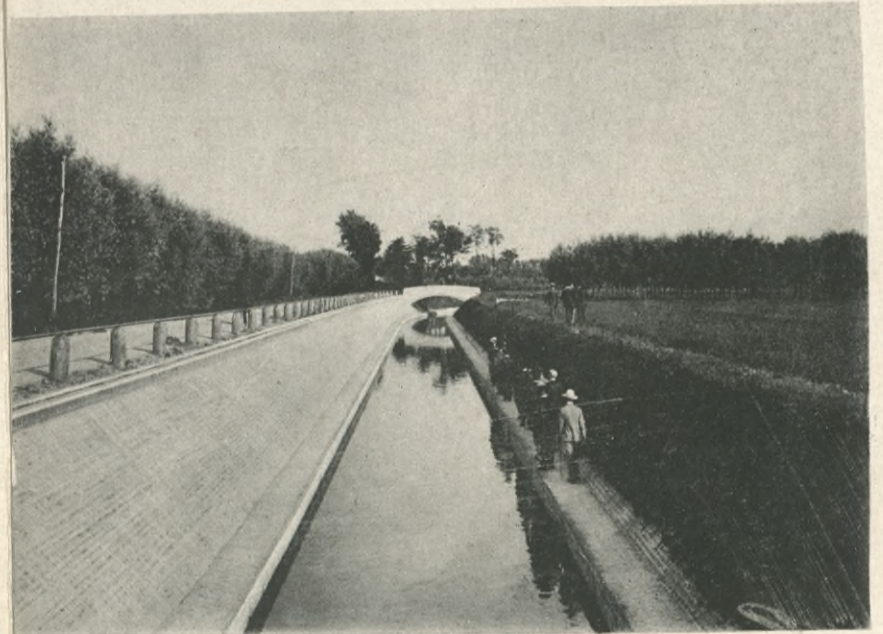


Fig. 8. — Bewässerte Wiesen (Rückenbauten) an der Vettabia.





BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

*[Faint handwritten text, possibly a signature or date, including the number 15]*



## KULTURTECHNISCHE WASSERBAUTEN IN NORDITALIEN.

Mitgeteilt von A. Friedrich, o. ö. Professor an der k. k. Hochschule für Bodenkultur in Wien.

Fig. 12. — Stauwehr und Einlaßschleuse zum Kanal Villoresi. Ansicht von der Oberwasserseite.

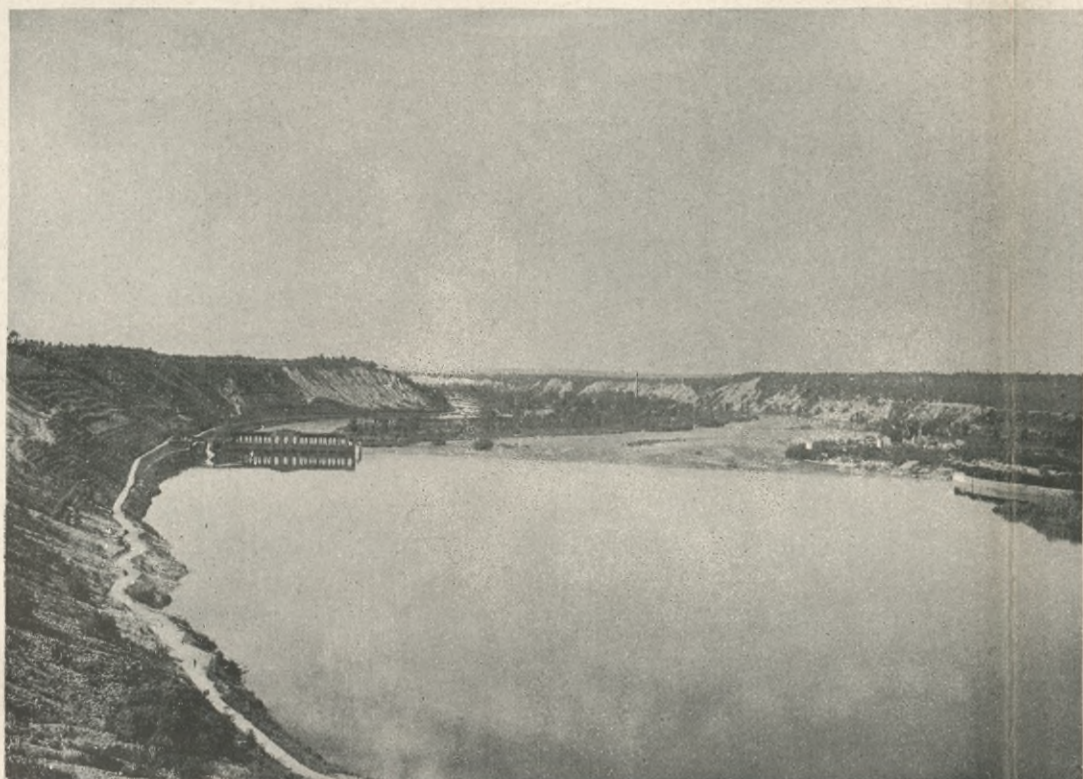


Fig. 13. — Einlaßschleuse zum Kanal Villoresi. Ansicht von der Unterwasserseite.

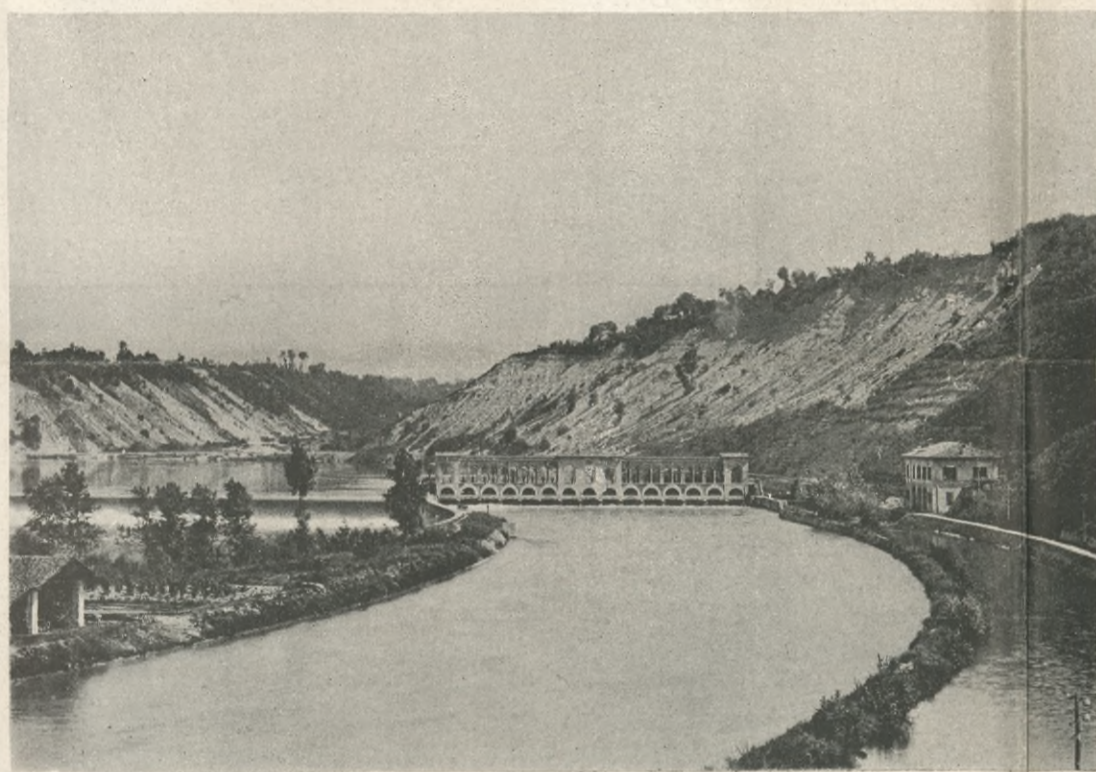


Fig. 14. — Einlaßschleuse zum Kanal Villoresi. Ansicht von der Oberwasserseite.

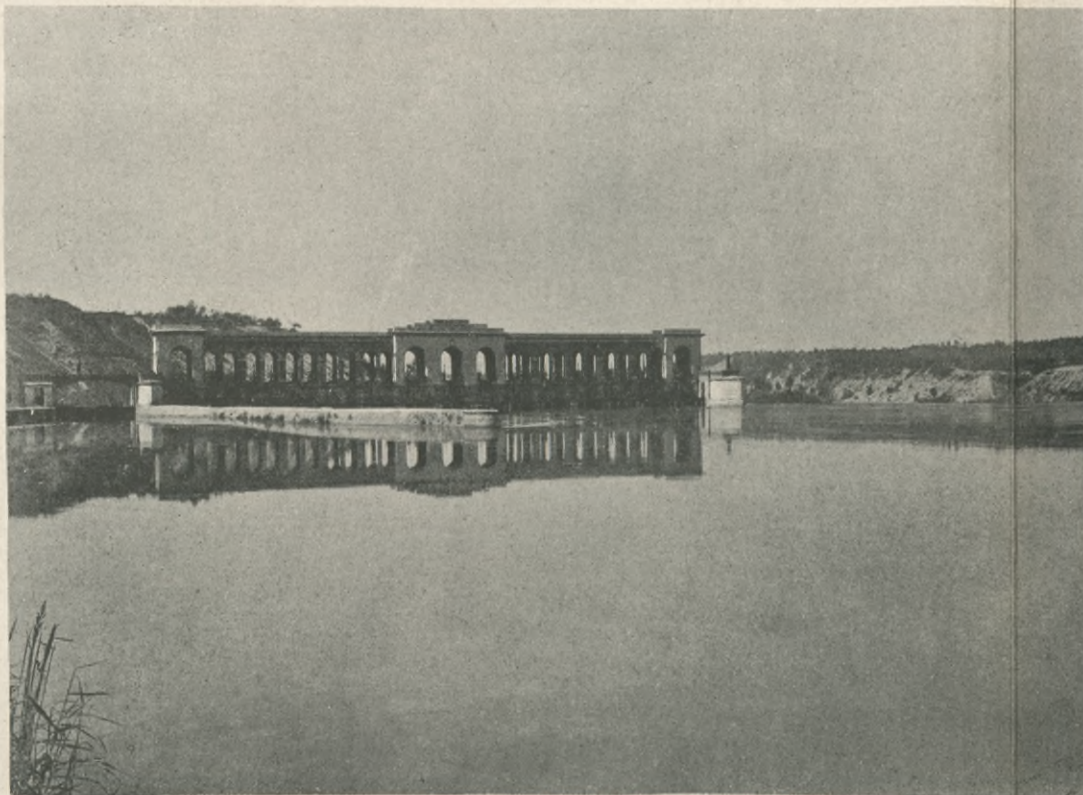


Fig. 15. — Einlaßschleuse zur Roggia Visconti.

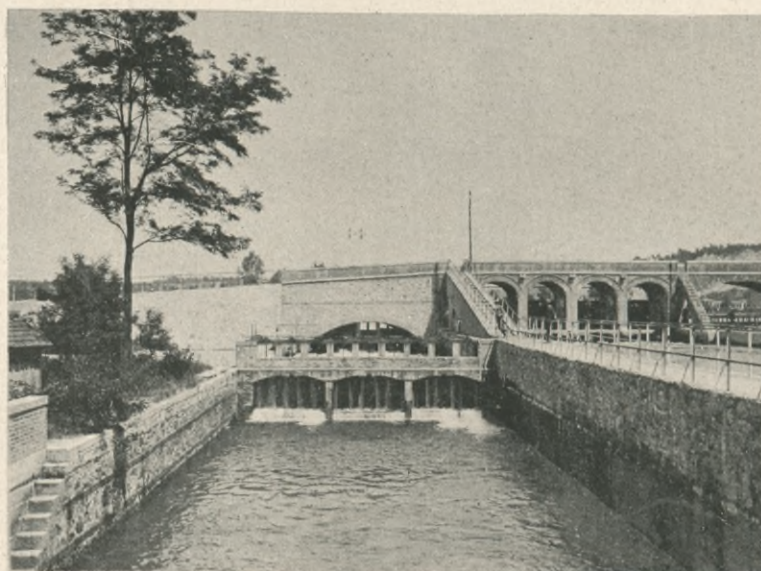


Fig. 16. — Oberhaupt der Kammerschleuse am Anfang der Schleusentreppe am Industriekanal von Vizzola-Ticino.

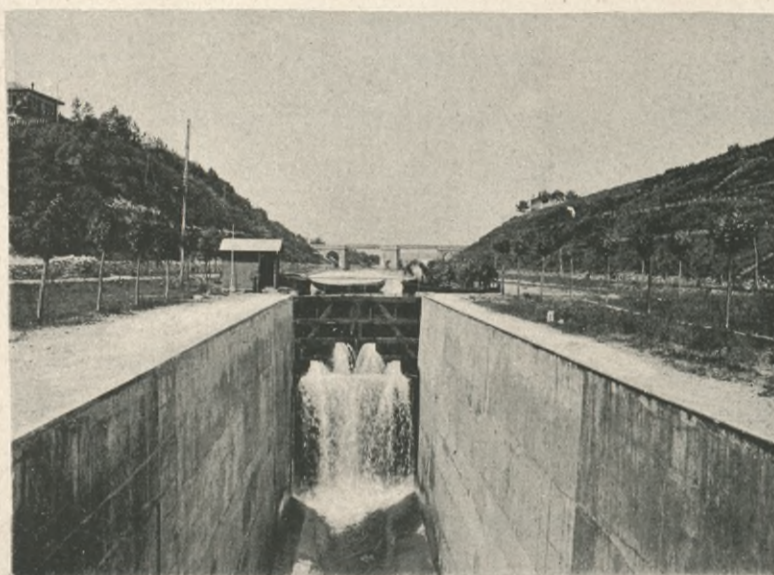
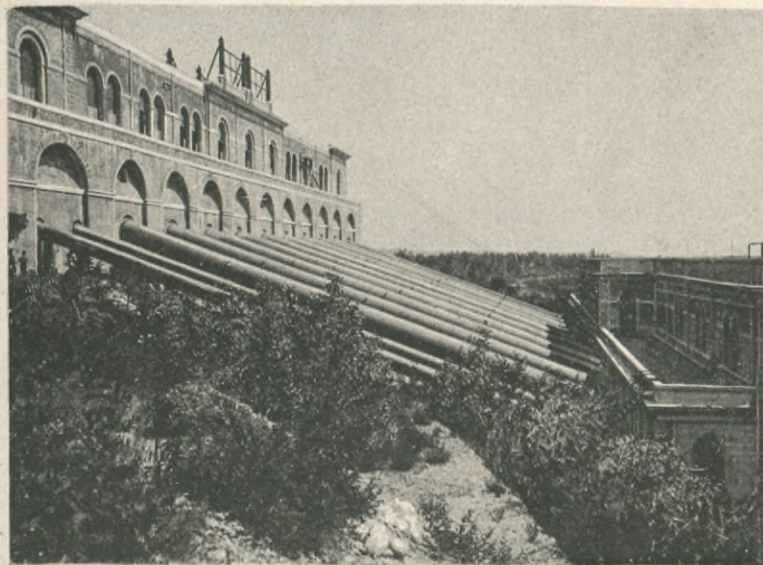


Fig. 17. — Turbinenanlage und Elektrizitätswerk am Industriekanal von Vizzola-Ticino.



Fig. 18. — 2000 mm Druckrohre zwischen Vorbassin und Turbinenanlage am Industriekanal von Vizzola-Ticino.





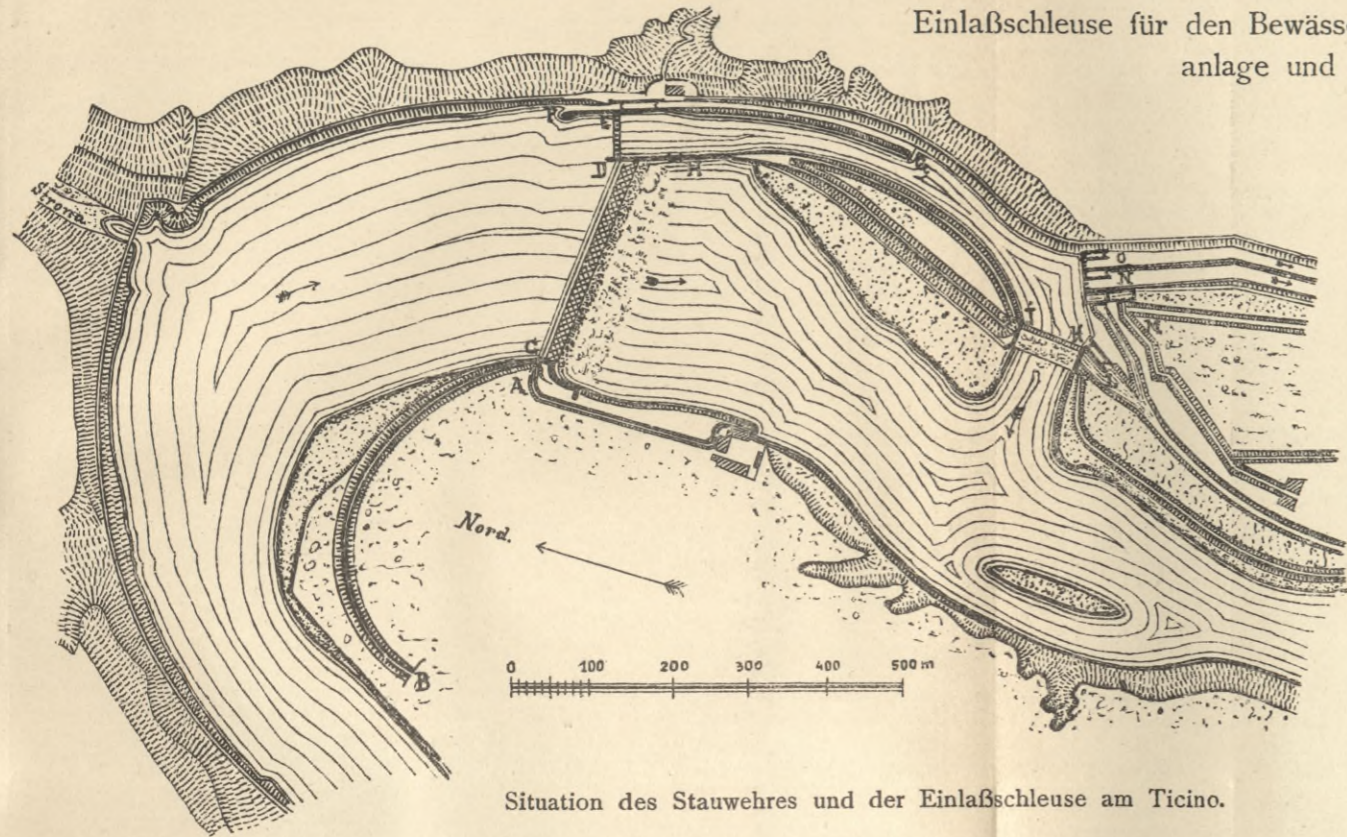
BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW



Fig. 38. — Kanal Villoresi.

Mitgeteilt von A. Friedrich, o. ö. Professor an der k. k. Hochschule für Bodenkultur in Wien.

Einlaßschleuse für den Bewässerungskanal Villoresi und den Werkskanal für die Turbinenanlage und das Elektrizitätswerk von Vizzola-Ticino.



Situation des Stauwehres und der Einlaßschleuse am Ticino.

Buchstabenerklärung:

- A—B = Hochwasserschutzdamm.
- C—D = Festes Überfallswehr.
- D—E = Einlaßschleuse zum Vorbecken.
- F—G = Schiffsdurchlaß mit Kammer-  
schleuse.
- H = Schotterablaß.
- J—K = Überfall für 112 m<sup>3</sup>.
- L = Schiffahrtskanal mit Kammer-  
schleuse.
- M = Einlaßschleuse zur Roggia Visconti.
- N = Einlaßschleuse und Kammer-  
schleuse für den Industriekanal.
- O = Einlaßschleuse und Kammer-  
schleuse für den Bewässerungs-  
kanal Villoresi.

Fig. 40. — Kanal Villoresi.  
Schnitt durch die Einlaßschleuse.

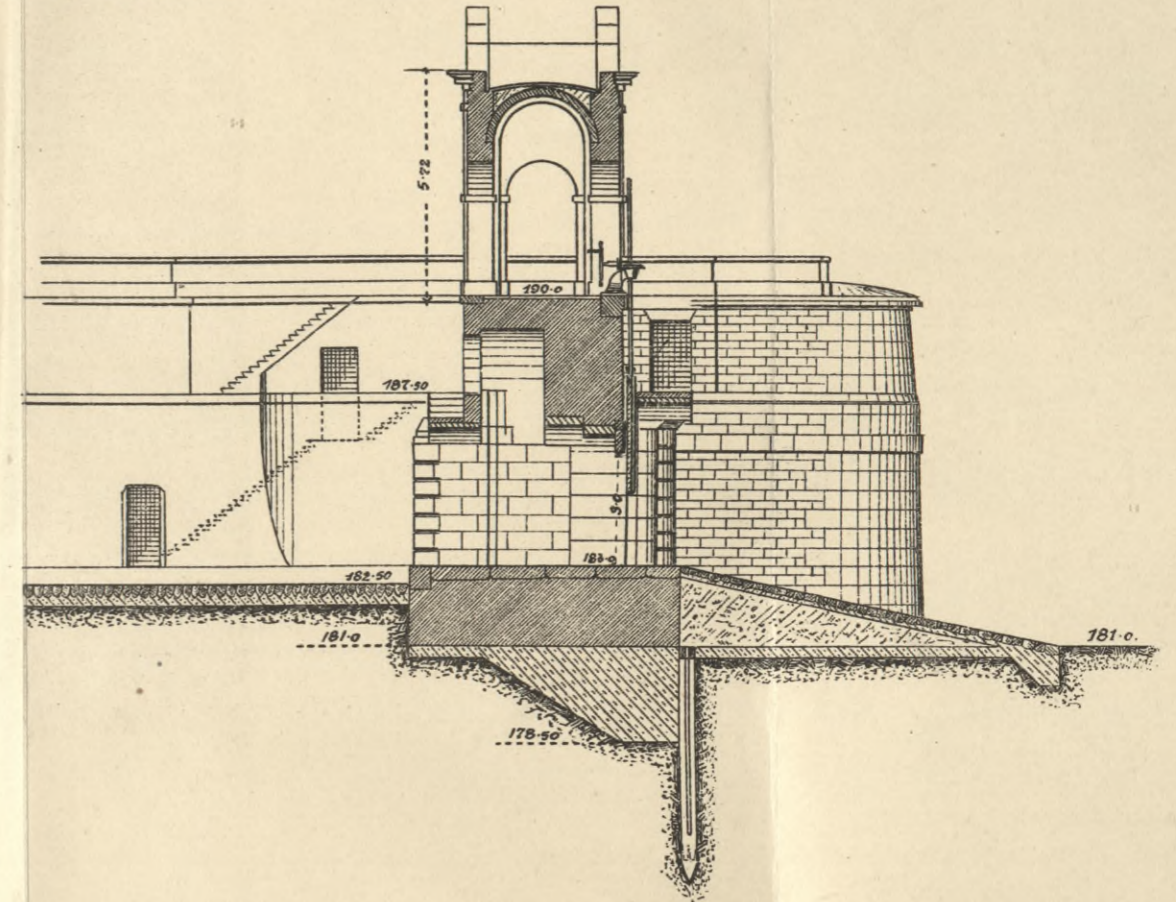


Fig. 41. — Kanal Villoresi.  
Schnitt durch das Überfallswehr im Ticino.

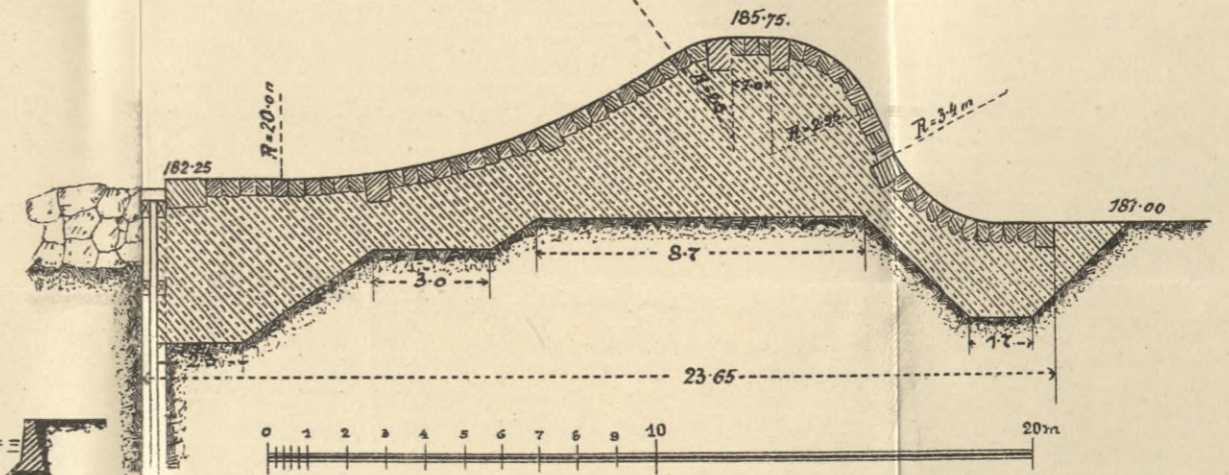
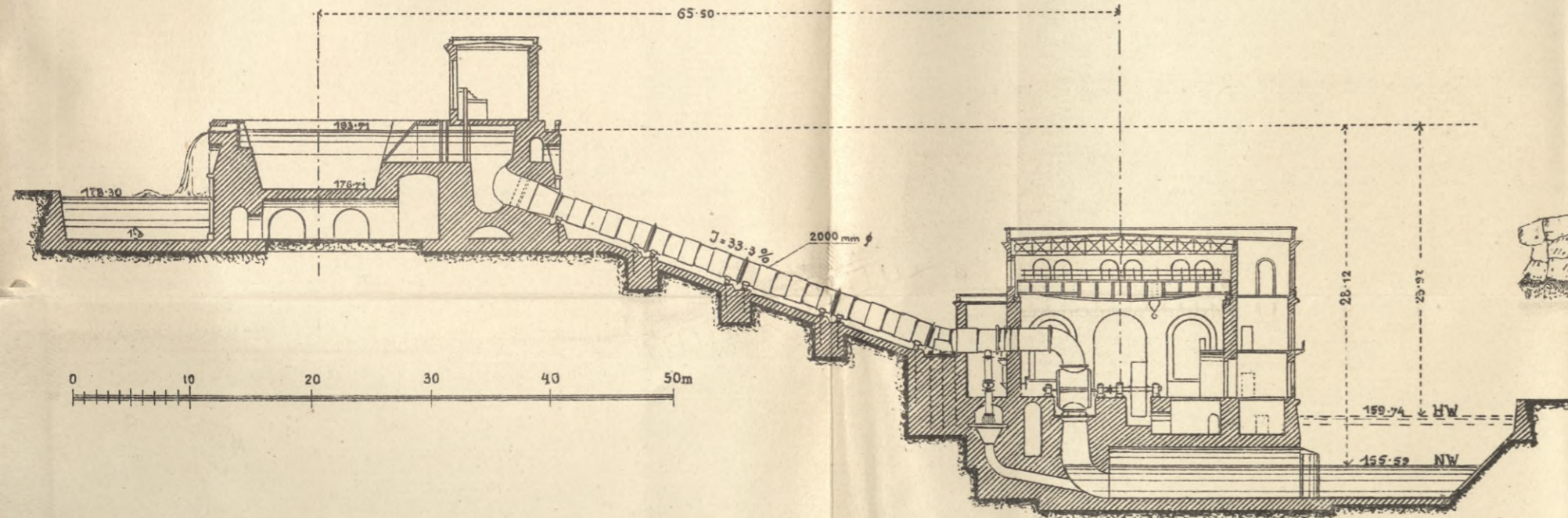


Fig. 39. — Kanal Villoresi. Turbinenanlage und Elektrizitätswerk von Vizzola-Ticino.

Schnitt durch das Vorbassin, die Druckrohre und den Maschinensaal.





BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW



Mitgeteilt von A. Friedrich, o. ö. Professor an der k. k. Hochschule für Bodenkultur in Wien.

Fig. 19. — Acquedotto de Ferrari Galliera. Blick auf die Talsperren Lago Lungo (im Vordergrund) und Lago Lavezze (im Hintergrunde) am Gorzente.



Fig. 20. — Talsperre am Lago Lavezze. Ansicht von der Talseite.



Fig. 21. — Talsperre am Lago Lavezze. Ansicht von der Wasserseite.



Fig. 9. — Arm des Kanal Muzza (Muzza San Angelo).

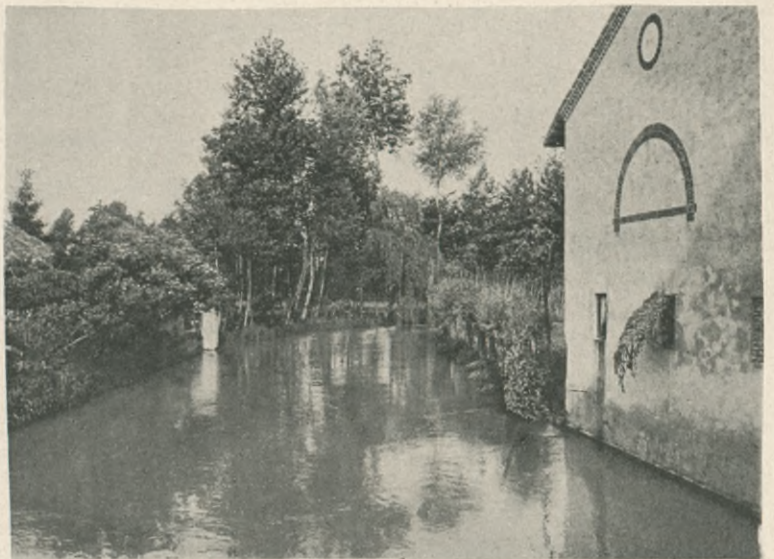


Fig. 10. — Arm des Kanal Muzza (Muzza San Angelo) mit altem steinernen Aquädukt.



Fig. 11. — Reiskulturen am Kanal Muzza (Tenuta Massalengo).



Fig. 22. — Stauweiher Lago Lavezze mit dem Entnahmeturme und der Sperrmauer des Lago Lungo im Hintergrunde.





BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW



# KULTURTECHNISCHE WASSERBAUTEN IN NORDITALIEN.

Mitgeteilt von A. Friedrich, o. ö. Professor an der k. k. Hochschule für Bodenkultur in Wien.

## Acquedotto di Ferrari Galliera (Wasserversorgung von Genua).

Fig. 42. — Situation.

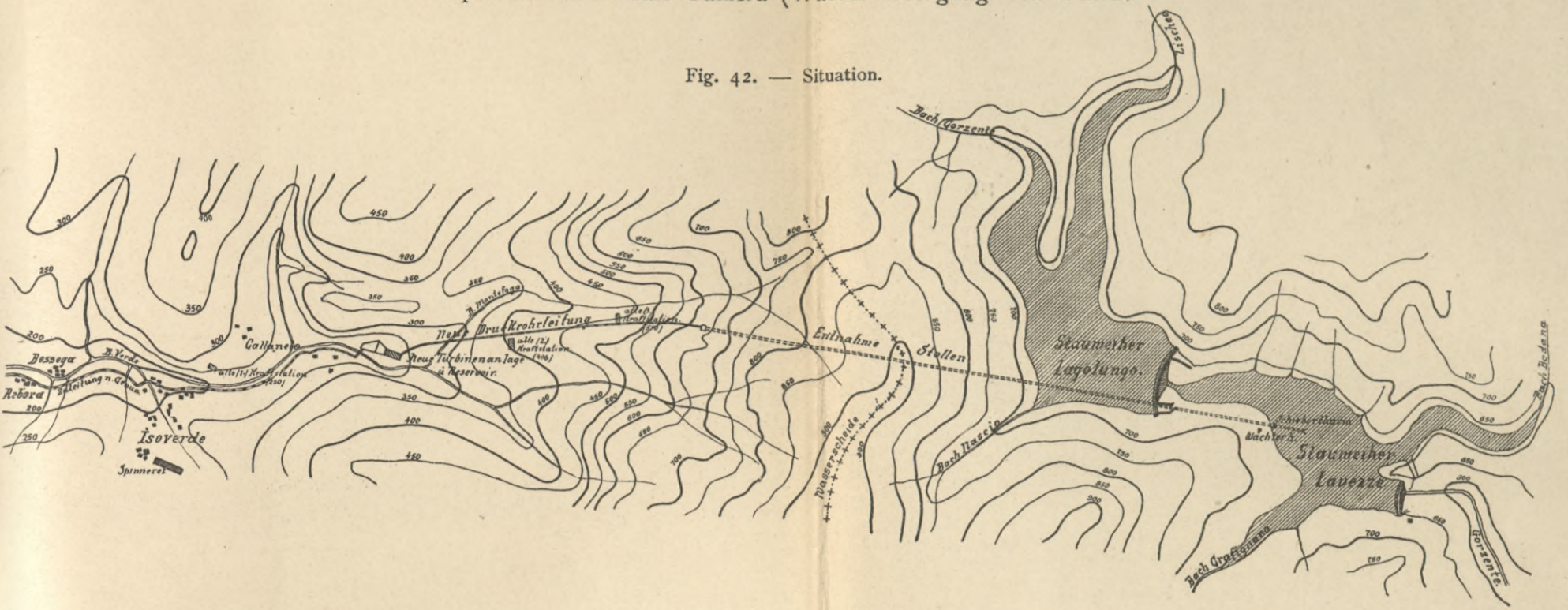


Fig. 43. — Längenprofil der Hochdruckleitung.

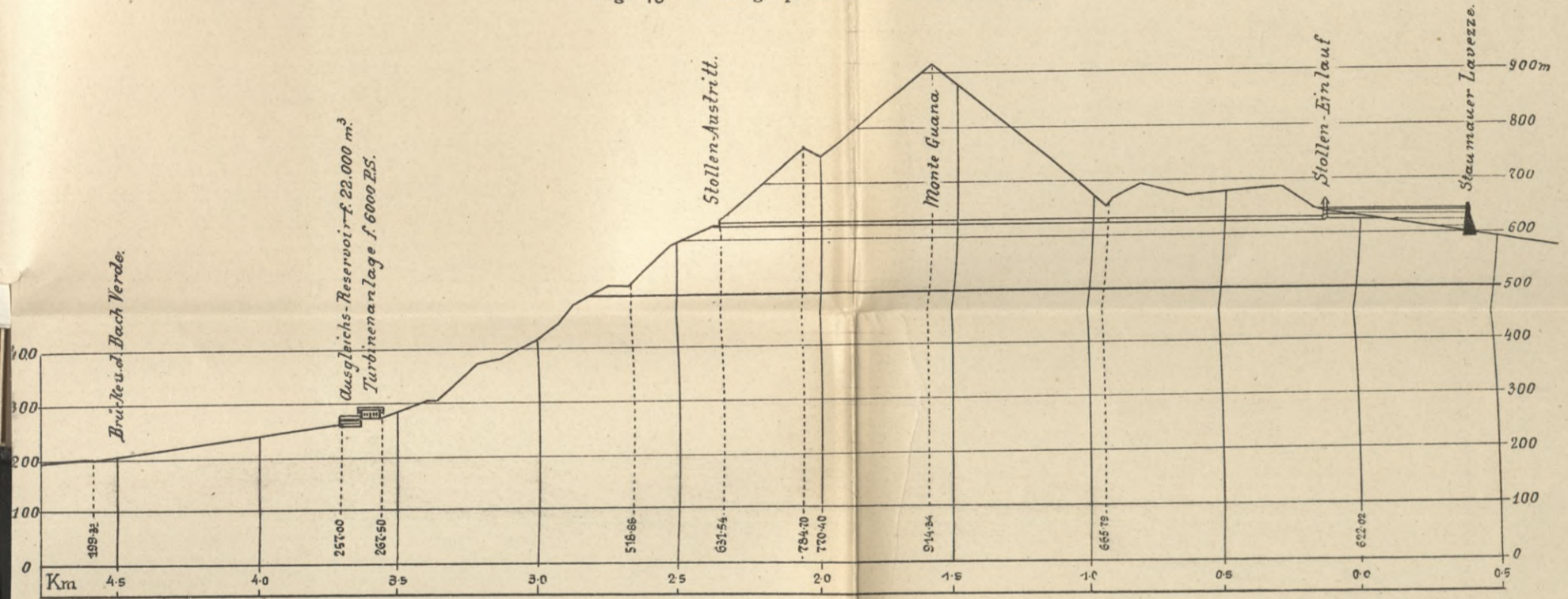
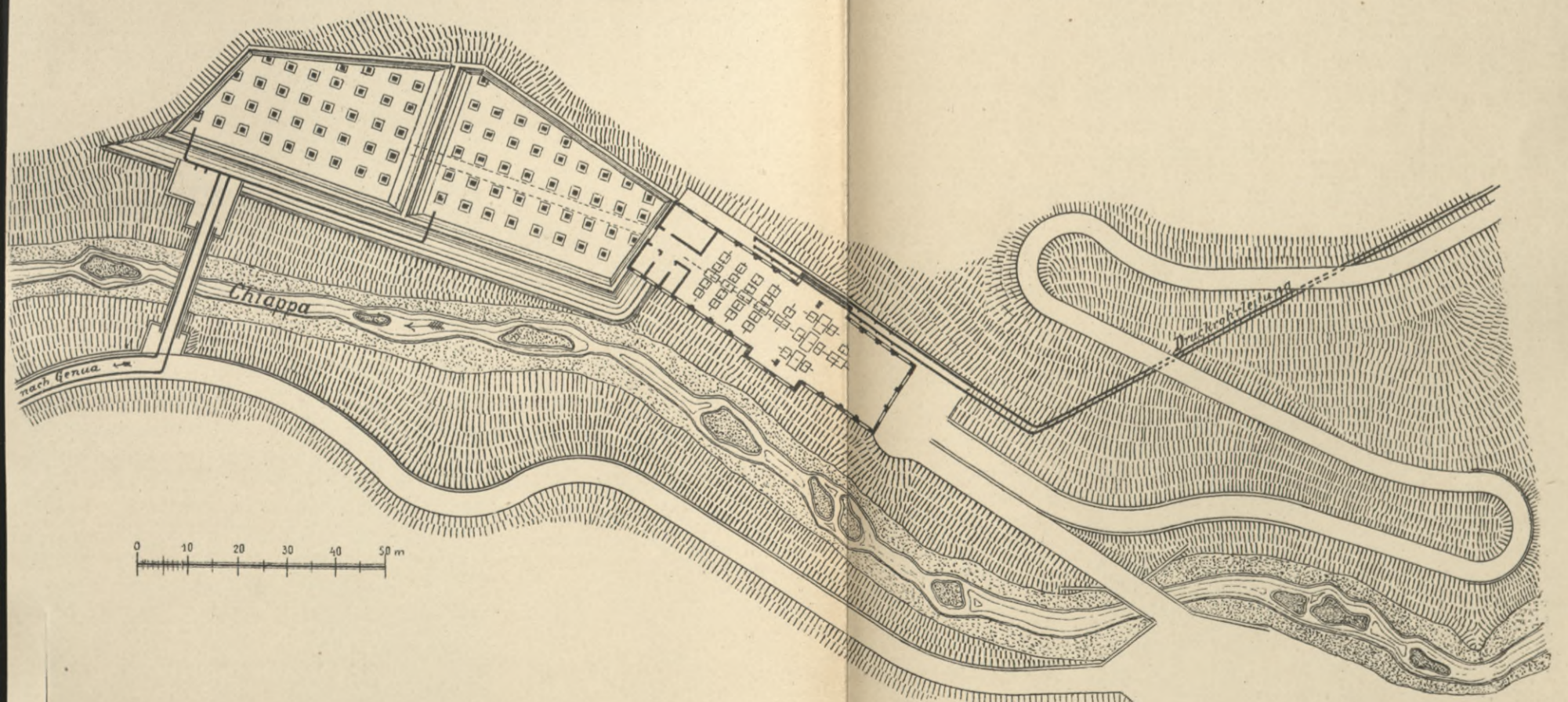


Fig. 44. — Situation der neuen Turbinenanlage und des Ausgleichsreservoirs.





BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW



Mitgeteilt von A. Friedrich, o. ö. Professor an der k. k. Hochschule für Bodenkultur in Wien.

Fig. 23. — Talsperre des Lago Lungo vom linken Talgehänge aus.

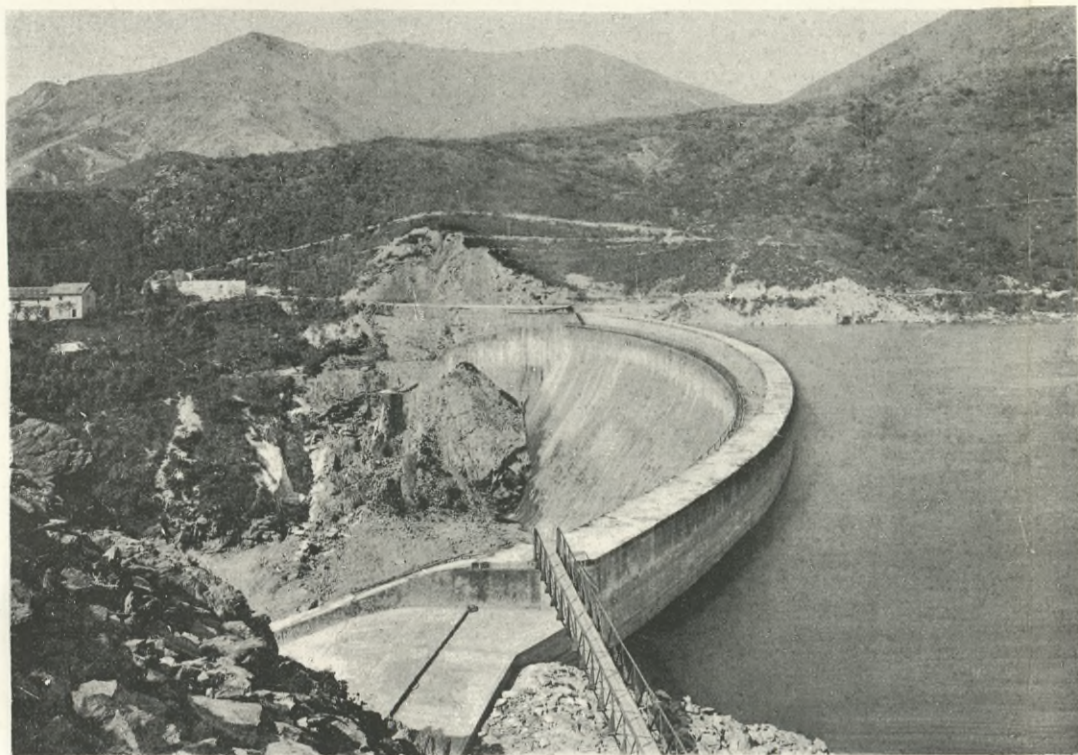


Fig. 24. — Talsperre des Lago Lungo. Ansicht der Talseite mit dem Überfall am rechten Talgehänge.

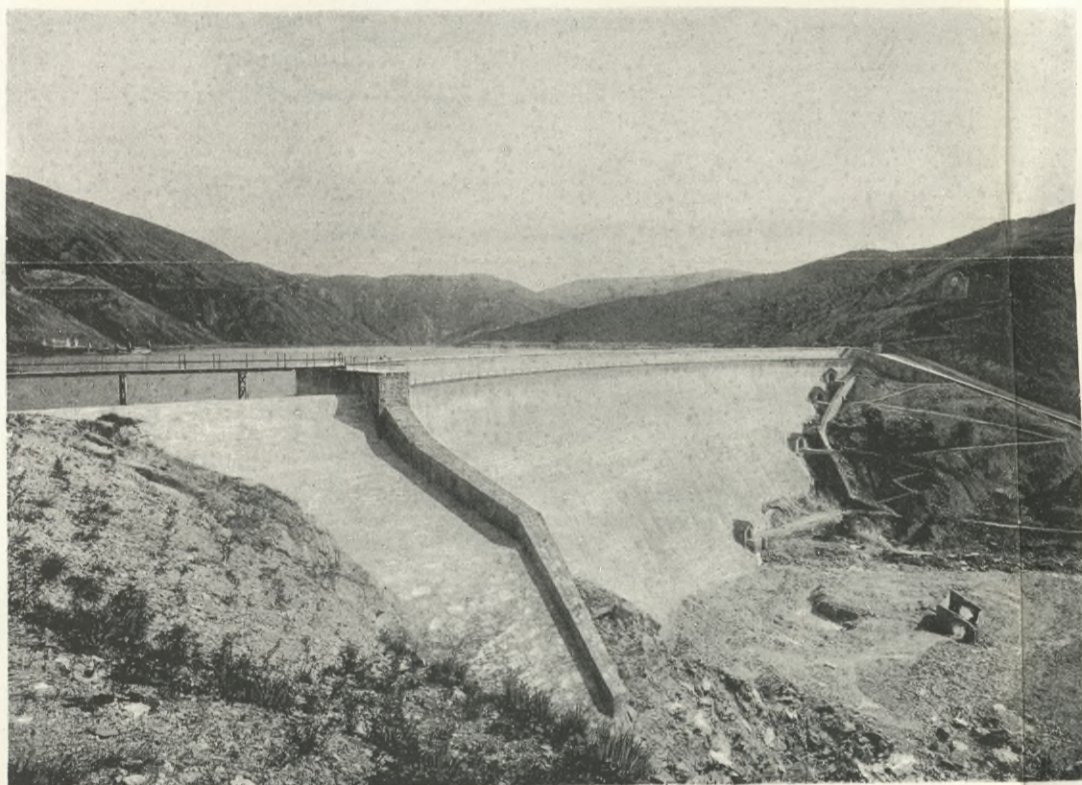


Fig. 27. — Ausblick von der Fattoria Meleto auf das zum Teil kolmatierte Tal.



Fig. 25. — Ausgleichsreservoir am Chiappa. Mittelmauer zwischen den beiden Reservoirkammern.

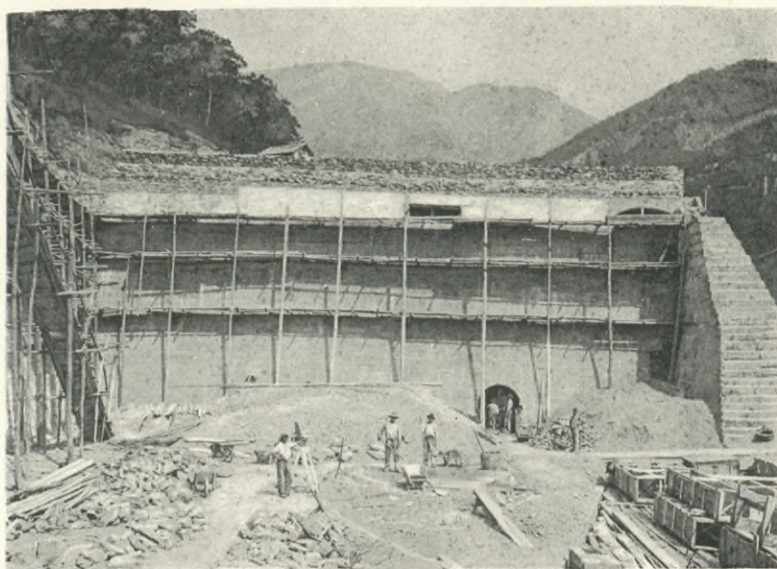


Fig. 26. — Ausgleichsreservoir am Chiappa. Ansicht der Vordermauer der vorderen Reservoirkammer.

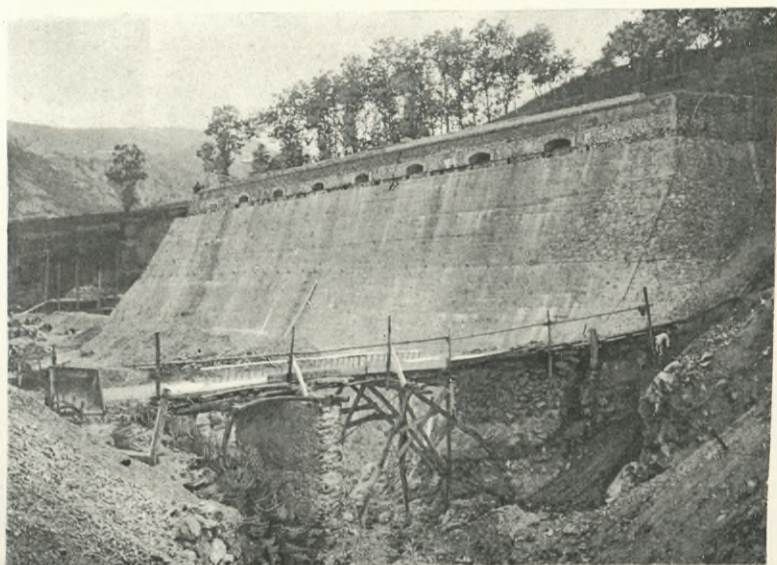


Fig. 28. — Durch Kolmation gewonnene Feldtafel im Hügellande.

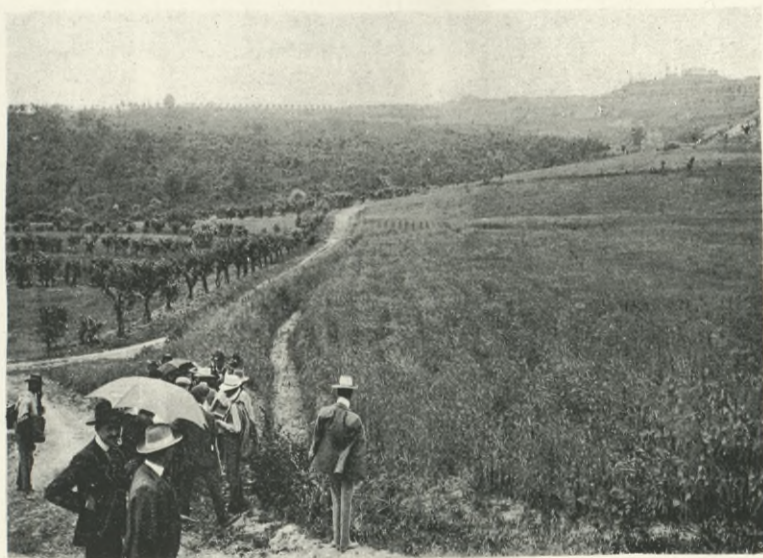


Fig. 29. — Dieselbe Feldtafel mit den denudierten Hügeln im Hintergrunde.





BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW



Mitgeteilt von A. Friedrich, o. ö. Professor an der k. k. Hochschule für Bodenkultur in Wien.

Durchführung von Kolmationen im Hügellande.

Situationsplan der Kolmationsanlagen von Ravenna.

Fig. 45. — Ursprünglicher Zustand, Ackerfurchen im stärksten Gefälle.

Fig. 48. — Zustand im Jahre 1840.

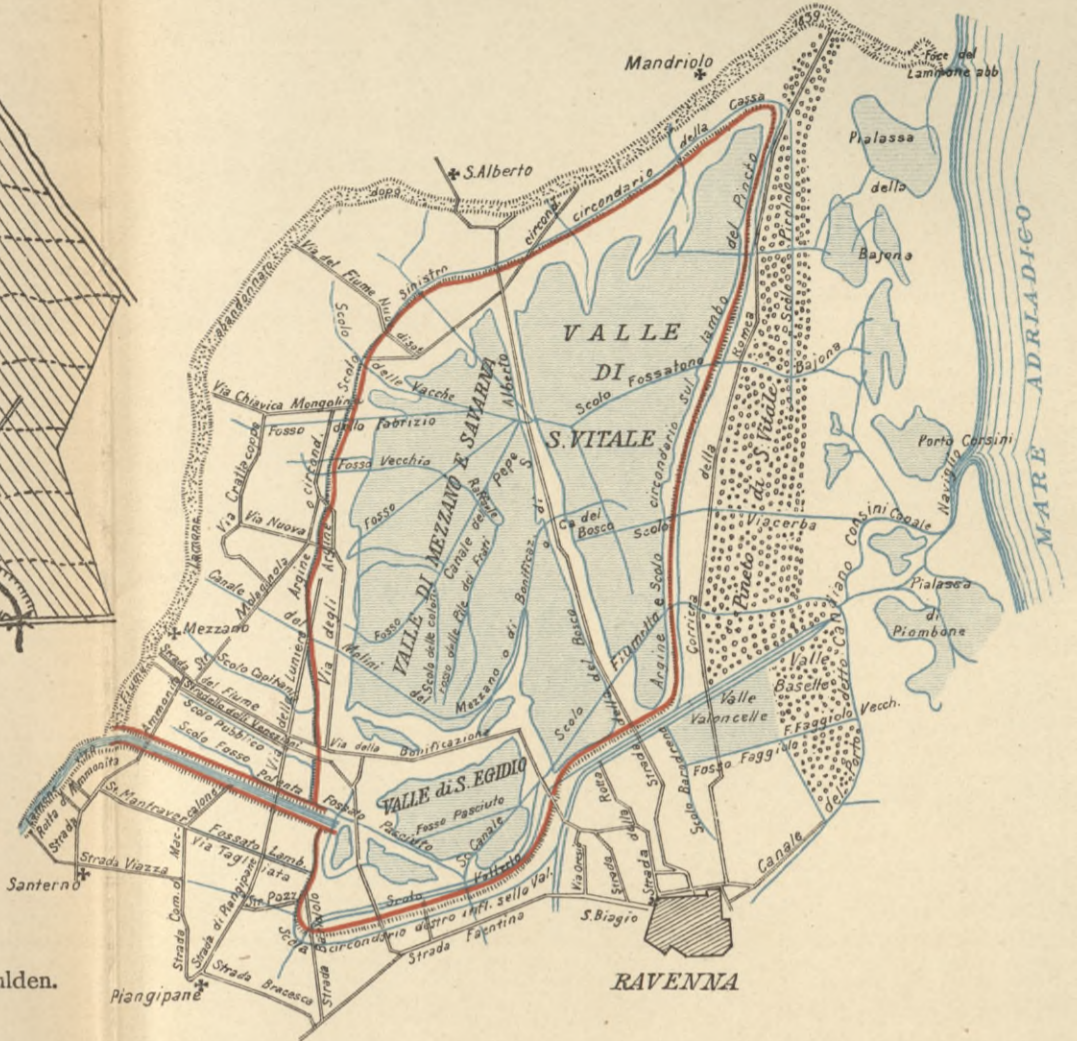
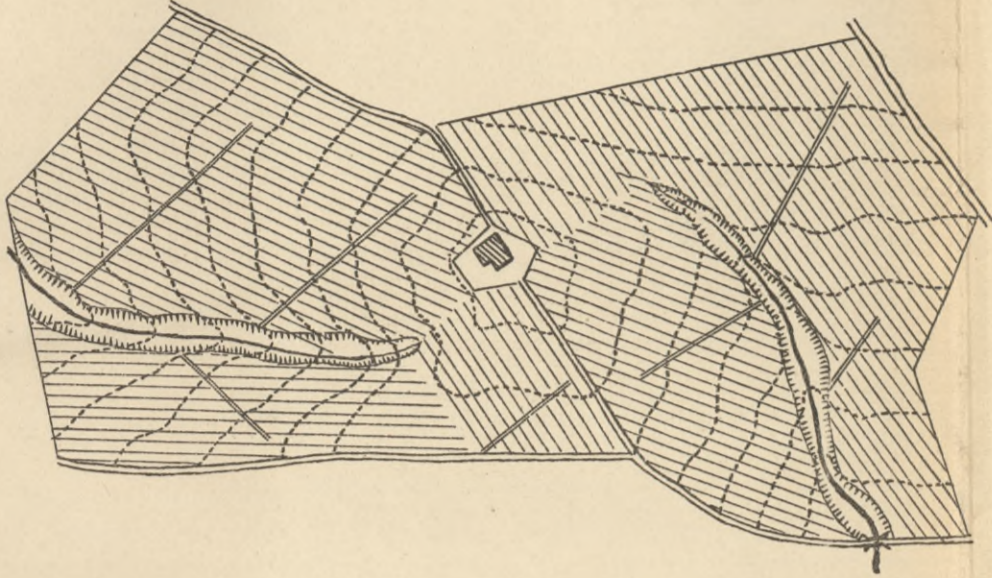


Fig. 46. — Einleitung der Kolmation durch Abdämmung der Mulden.

Fig. 49. — Zustand im Jahre 1904.

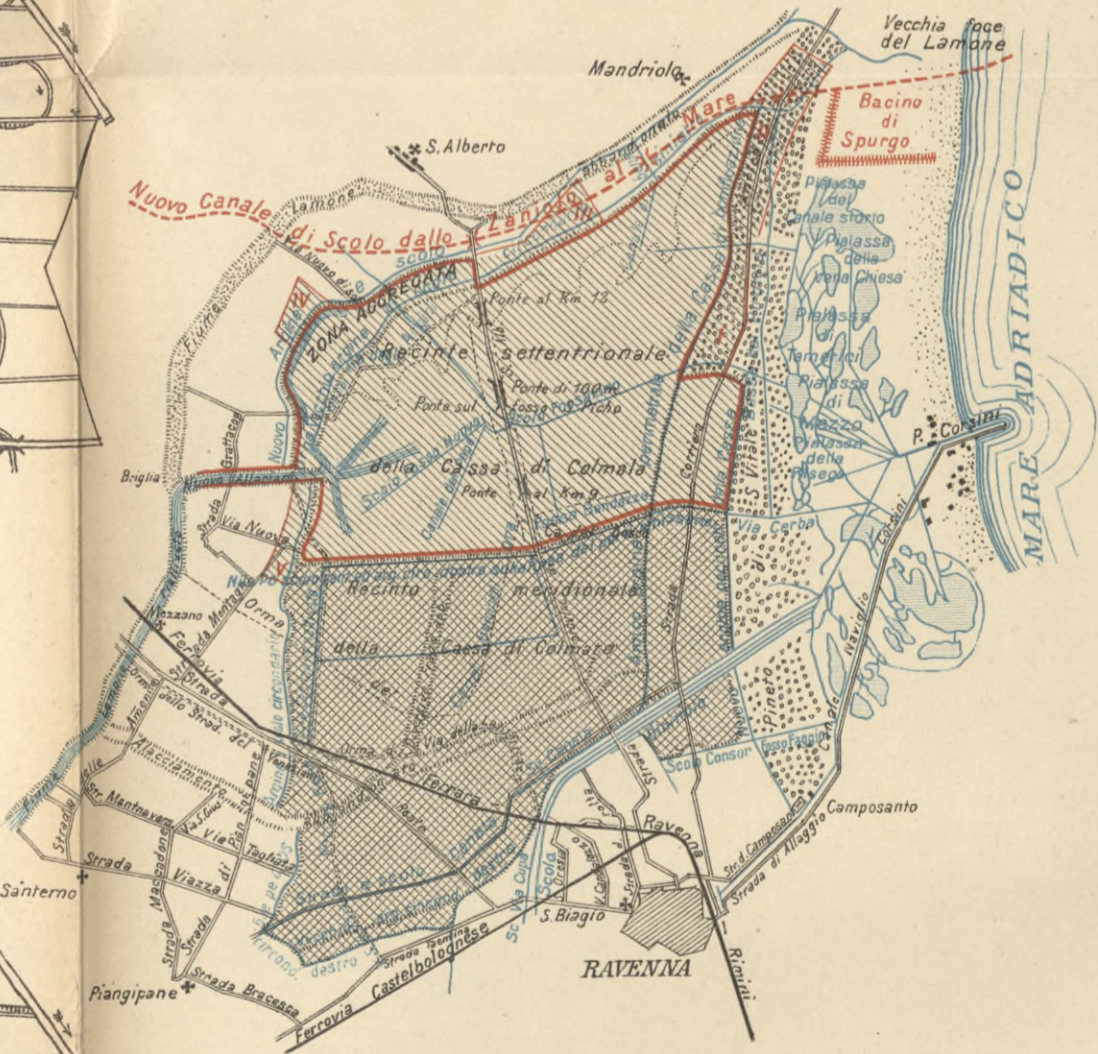
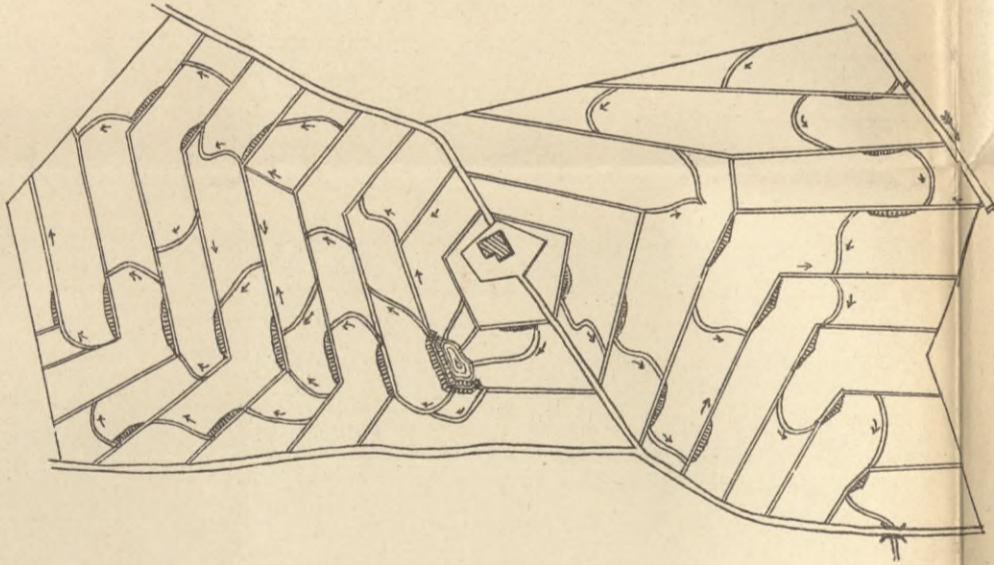
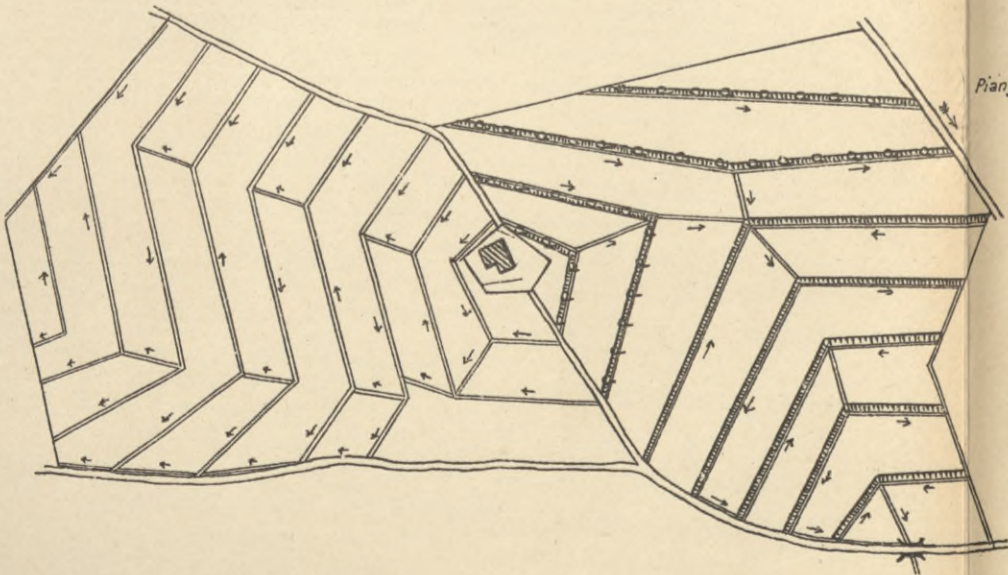


Fig. 47. — Zustand nach vollendeter Kolmation, links ebene Tafeln, rechts Terrassen.



- Farbenerklärung:**
- Fertig aufgelandete Flächen
  - Unter Kolmation stehende Flächen
  - Umfassungsdämme
  - Wasseransammlungen



BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW



## KULTURTECHNISCHE WASSERBAUTEN IN NORDITALIEN.

Mitgeteilt von A. Friedrich, o. ö. Professor an der k. k. Hochschule für Bodenkultur in Wien.

Fig. 30. — Kolmationsanlagen von Ravenna. Sumpflandschaft.



Fig. 31. — Kolmationsanlagen von Ravenna. Begonnene Kolmation.



Fig. 32. — Kolmationsanlagen von Ravenna. Vorgeschrittene Kolmation.



Fig. 33. — Kolmationsanlagen von Ravenna. Vollendete Kolmation mit dem Umfassungsdamm.



Fig. 34. — Kolmationsanlagen von Ravenna. Zuleitungskanal für das Schlammwasser des Lamone.

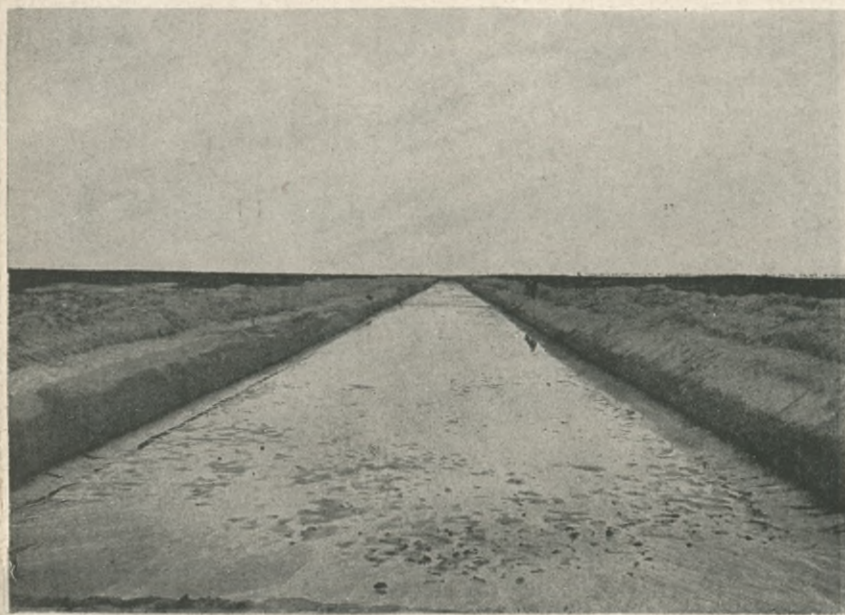


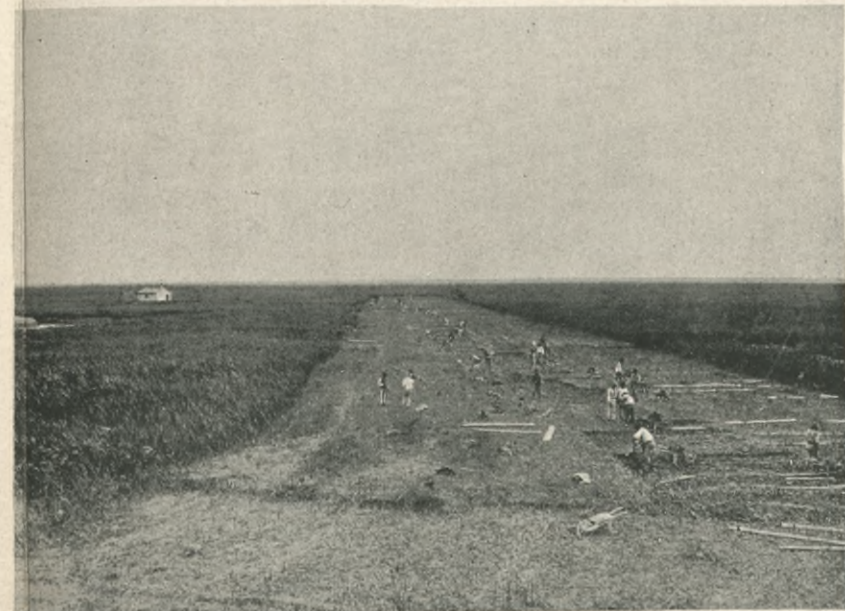
Fig. 35. — Kolmationsanlagen von Ravenna. Reisbau auf den noch unter Kolmation stehenden Flächen.



Fig. 36. — Entwässerungskanal von Zaniola nach dem Meere. Vollendete Strecke.



Fig. 37. — Entwässerungskanal von Zaniola nach dem Meere. Strecke beim Neubeginne.





BIBLIOTEKA POLITECHNICZNA  
KRAKÓW

















WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

31166

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



10000300006