DIE ENTWICKLUNG

DES

CULTURINGENIEURWESENS

VON DEN ÄLTESTEN ZEITEN BIS ZUR GEGENWART.

INAUGURATIONSREDE

DES NEUANTRETENDEN RECTORS

PROF. ADOLF FRIEDRICH

GEHALTEN AM 27. OCTOBER 1900

IM FESTSAALE DER K. K. HOCHSCHULE FÜR BODENCULTUR

IN WIEN.

Hochansehnliche Versammlung!

Durch das mich hochehrende Vertrauen meiner Collegen als Rector unserer Hochschule berufen, übernehme ich diese akademische Würde aus den Händen meines sehr geehrten Vorgängers im Amte, Herrn Prorector Dr. Zeisel, welchem ich in erster Linie im Namen des Professorencollegiums den wärmsten Dank ausspreche für seine thatkräftige, zielbewusste Leitung der Hochschule im verflossenen Studienjahre, wie für die bei allen Gelegenheiten stets beobachtete Unparteilichkeit in Ausübung seines Amtes. Nicht minder herzlichst schließe ich dieser officiellen Anerkennung der hervorragenden Verdienste des früheren Rectors meinen persönlichen Dank an für die freundlichen Worte, mit welchen ich bei Übergabe des Amtes von ihm begrüßt wurde. Mit wesentlich verschiedenen Gefühlen, dem Gefühle des Stolzes, des Dankes und des Bangens, trete ich heute das mir übertragene Ehrenamt an.

Einem Gefühle des Stolzes: Ist es doch das erstemal, dass ich überhaupt diese höchste akademische Würde bekleide und speciell der erste Rector als

Vertreter der culturtechnischen Abtheilung seit dem 17jährigen Bestande derselben an unserer Hochschule bin. Zwanzig Jahre sind bereits verflossen, seitdem das culturtechnische Fach überhaupt durch meinen hochgeschätzten Fachcollegen, den leider so früh dahingeschiedenen Prof. Dr. Perels, in der Person des Rectors vertreten wurde. Ohne Rücksicht auf die Divergenz in der Frage des Zeitpunktes des Jahrhundertbeginnes repräsentiert das vorliegende Studienjahr 1900/1901 unter allen Umständen den Beginn des neuen Jahrhunderts, welches Zusammentreffen mit dem Umstande, der erste Fachrector zu sein, welcher die Schwelle des neuen Jahrhunderts überschreitet, als eine günstige Prognose für die Entwicklung des culturtechnischen Studiums an unserer Hochschule anzunehmen, mir gewiss gestattet sein dürfte.

Jedenfalls fühle ich mich veranlasst, den Wunsch und die Hoffnung zum Ausdrucke zu bringen, es möge mit der Wende des alten Jahrhunderts auch eine Wende in jenen vereinzelten Ansichten eintreten, welche dahin gehen, dem Culturtechniker, über dessen Aufgaben ich später sprechen will, die akademische Gleichstellung mit den anderen Collegen der gleichen Hochschulen vorenthalten zu wollen.

Durch Einführung der vierjährigen Studiendauer für alle drei an unserer Hochschule vertretenen Fachrichtungen würden auch jene letzten Bedenken besei-

tigt werden, welche vom gegnerischen Standpunkte etwa noch vorgebracht werden könnten.

Die Gefühle des Dankes, gleichzeitig mit jenem des Bangens, sind es ferner, welche mich heute beherrschen.

Ihnen, hochverehrte Herren Collegen, sei aufs innigste gedankt für das hohe ehrende Vertrauen, welches Sie mir durch die einstimmige Wahl zum Rector dieser Hochschule entgegengebracht haben.

Der verantwortungsvollen Stellung, welche mit Übernahme dieses Ehrenamtes verbunden ist, vollkommen bewusst, trete ich dasselbe wohl auch mit dem Gefühle des Bangens an, welches zu bannen nur in dem Bewusstsein möglich sein wird, auf die werkthätige Unterstützung des geehrten Herrn Prorectors, sowie des gesammten hochgeschätzten Professorencollegiums rechnen zu können.

Diese Hilfe wird umsomehr nothwendig werden, als in diesem Studienjahre auch eine Reihe wichtiger, auf das Gedeihen der Hochschule wesentlich Einfluss nehmender Fragen ihrer endgiltigen Erledigung zugeführt werden dürften. Außer der Lösung der Frage des Quadrienniums, deren Durchführung mit einer umfangreichen Änderung der gesammten Prüfungsnormen und anderer einschlägigen Verordnungen verbunden ist, wollen wir uns der Hoffnung hingeben, dass es uns in diesem Studienjahre gelingen dürfte, auch die Angelegenheit der Gründung einer eigenen

Mensa academica und der Schaffung eines Heimes für diese wohlthätige Institution, wie solche aus Anlass des 70jährigen Geburtsfestes unseres allerhöchsten Schutzherrn und Förderers der Wissenschaften, Seiner Majestät Franz Josef I., durch das Professorencollegium der Hochschule beschlossen wurde, einem gedeihlichen Fortgange entgegenführen zu können.

Unser verehrter Herr Prorector, Dr. Zeisel, welcher dem Gedanken der Schaffung einer *Mensa academica* nähergetreten ist, förderte dessen Realisierung dadurch wesentlich, indem es seinen Bemühungen als Rector gelang, durch die Munificenz eines ungenannt sein wollenden Freundes der Hochschule den für den Bau nothwendigen Platz in unmittelbarer Nähe der Hochschule unentgeltlich zu beschaffen.

Für diese hervorragenden Verdienste erlaube ich mir namens des Professorencollegiums und der interessierten Hörerschaft dem Herrn Prorector den verbindlichsten Dank schon heute auszusprechen und ihn zu bitten, auch bei der weiteren Durchführung dieses Projectes, wie auch bei allen anderen die Hochschule betreffenden Angelegenheiten, unter welchen ich neben den bereits erwähnten Fragen jene der Schaffung eines Versuchsgutes, welches neben seinem Hauptzwecke auch die Durchführung wissenschaftlicher und praktischer Versuche auf dem Gebiete der Culturtechnik ermöglichen wird, sowie die Museums-

und die Ingenieurtitel-Frage hervorhebe, seine bewährte Kraft nicht entziehen zu wollen.

Indem es mir nunmehr zur hohen Ehre gereicht, vor allem die Vertreter des hohen k. k. Ministeriums für Cultus und Unterricht, des hohen k. k. Ackerbauministeriums, der hohen k. k. niederösterreichischen Statthalterei, der Marinesection des k. u. k. Reichskriegsministeriums und den Vertreter der Reichshaupt- und Residenzstadt Wien auf das ergebenste zu begrüßen, sei es mir auch erlaubt, bei diesem feierlichen Anlasse den tiefgefühltesten Dank abzustatten allen hohen Behörden für das der Hochschule bewiesene Wohlwollen und daran die ergebenste Bitte zu knüpfen, die in diesem Studienjahre zur hohen Approbation vorzulegenden oder bereits vorliegenden Beschlüsse des Professorencollegiums einer wohlwollenden günstigen Erledigung zuführen zu wollen.

Ich begrüße ferner mit aufrichtiger Freude die anwesenden Vertreter der anderen Wiener Hochschulen: Seine Magnificenz den Herrn Rector der Universität, den Herrn Rector der technischen Hochschule und den Herrn Rector der thierärztlichen Hochschule, endlich begrüße ich alle erschienenen hochgeehrten Gäste und Collegen auf das freundlichste. Seien auch Sie, meine Herren Studierenden, als akademische Bürger und Commilitonen herzlich willkommen geheißen.

Sie haben die Hochschule bezogen, um sich ein den Anforderungen der exacten Wissenschaft wie der

praktischen Anwendung entsprechendes solides Fundament zu schaffen, auf welchem Sie, in die Praxis übergetreten, sodann mit Sicherheit weiterzubauen im Stande sind.

Mit der Inscription an der Hochschule haben Sie die scheinbar lästigen Fesseln des Mittelschulstudiums abgeworfen, sind akademische Bürger geworden und haben damit die akademische Freiheit erlangt.

Freiheit! Selbständigkeit! Wie herrlichen Wiederhall finden diese Worte in der Brust des jungen Musensohnes; wie plötzlich, unvermittelt tritt der Übergang vom Zwangsstudium der Mittelschule zum freien Bestimmungsrechte der Hochschule an ihn heran.

Lassen Sie sich von den auf Sie heranbrausenden Lichtwellen der akademischen Freiheit nicht blenden, sehen Sie denselben willensstark entgegen, dann werden Sie nicht, durch dieselben betäubt, Ihr Ziel verfehlen, sondern werden dieselben zur Leuchte werden, in deren Glanze Sie muthig vorwärtsschreiten werden zu jener Pforte, welche Ihnen den Eintritt in die Praxis des Lebens eröffnet.

Sie werden später finden, dass hinter dieser Pforte die Intensität dieses Lichtes stark abnimmt, ja dass Sie gezwungen sind, anfangs im Schlagschatten dieser Pforte zu wandeln, und dass Ihnen dann nur die Fluorescenz der aufgespeicherten Wissenschaft den bescheidenen dunklen Weg erhellt, bis Sie selbst wie-

der in hellere Regionen einzutreten in die Lage kommen, die jedoch von anderem Lichte bestrahlt werden, das aber nie wieder jenen Glanz erreicht, von welchem die akademische Freiheit umgeben ist.

Dem Frühling der akademischen Freiheit folgt zumeist und nur zu schnell und unvermittelt der schwüle, oft drückende Sommer der praktischen Berufsthätigkeit.

Je früher Sie dem Ernst des Lebens neben dem Idealismus der Hochschulzeit einen, wenn auch nur bescheidenen Platz einräumen, desto gewisser werden Ihnen Enttäuschungen erspart bleiben, denen Sie sonst in den meisten Fällen entgegensehen können; die Anforderungen des praktischen Dienstes werden Ihnen dann nicht zur Qual, sondern zur Quelle eigener Befriedigung werden. Wenn ich mich bei dem heutigen feierlichen Anlasse als Ihr Lehrer und Freund verpflichtet fühle, diese ernsten, auf die Erfahrungen der eigenen langjährigen praktischen Thätigkeit basierenden Worte an Sie zu richten, so will ich damit durchaus nicht jene Pflege des Frohsinnes und der Freundschaft, wie solche im potenzierten Maße der akademischen Jugend eigen ist, irgendwie unterdrückt wissen. Nein! Aufschäumende Jugendkraft, gepaart mit dem sittlichen Ernste des heranreifenden Mannes, Pflichtbewusstsein im Besitze der akademischen Freiheit, Pflege der Wissenschaften, Stählung des Mannesmuthes, Wahrheitsliebe und männliche Charakterfestig-

keit — das seien die Leitsterne, welche Sie zunächst während Ihrer Studienzeit, aber auch späterhin führen mögen!

Anknüpfend an meine früheren Ausführungen, betreffend die akademische Stellung der Culturtechniker, sei es mir gestattet, nunmehr in ausführlicherer Weise auf die Besprechung der Bedeutung der Culturtechnik und des gewaltigen Einflusses zu kommen, welchen dieser Zweig der Wasserbautechnik auf die Culturentwicklung der Völker bereits genommen hat und noch mehr künftig zu nehmen berechtigt erscheint.

Wenn ich sonach im Interesse der Hebung des culturtechnischen Studiums in Form der folgenden Ausführungen eine Lanze einzulegen beabsichtige, so will ich mir diese Waffe aus jener Rüstkammer entlehnen, aus welcher die Bausteine zur Schaffung der Fundamente unserer staatlichen Rechtspflege geholt wurden — aus der Geschichte des Alterthums.

Als Thema meines heutigen Vortrages habe ich daher

«die Entwicklung des Culturingenieurwesens von den ältesten Zeiten bis zur Gegenwart»

gewählt.

Ich beginne mit dem **Alterthum:**

Die Frage, wann und wohin wir den Ausgangspunkt hervorragender culturtechnischer Arbeiten im Alterthume zu verlegen haben, ist — wie bei allen Festsetzungen historischer Momente — natürlich mit vollkommener Sicherheit nicht zu beantworten.

Neuere Forschungen sollen ergeben haben, dass diese Zeitperiode circa viereinhalbtausend Jahre vor Christi Geburt zurückreicht und dieser Culturherd nach Hommel (Geschichte Babyloniens und Assyriens) in Centralasien zu suchen sein dürfte, in welchem Zeitpunkte in Babylonien, insbesondere in Sumir (Südassyrien) bereits eine hochentwickelte Bodencultur sich nachweisen lässt.

Nach diesem Geschichtsforscher können die der mongolischen Race angehörigen Sumerier als das älteste Culturvolk angesehen werden.

Asien und Afrika.

Babylonien und Assyrien. — Das Bedürfnis der Durchführung künstlicher Bewässerungen wurde natürlich in erster Linie in den heißen südlichen Ländern im allgemeinen, also auch hier fühlbar, in welchen der oft eintretende Mangel an ausreichenden meteorischen Niederschlägen die Menschen auf den Gedanken brachte, das Wasser der Flüsse zur künstlichen Bewässerung ihrer Grundstücke und ihrer Ansiedlun-

gen heranzuziehen oder, wo dasselbe in den geeigneten Zeitperioden nicht ausreichte, das abfließende Regenwasser in geeigneten natürlichen Mulden oder in künstlich errichteten Staubassins aufzuspeichern, in der Zeit des Überflusses zu sammeln, um es später bei Regenmangel sodann der nutzbringenden Verwendung zuzuführen.

In den Fällen, wo infolge zu tiefer Lage des Wasserspiegels der Flüsse gegenüber dem Culturlande, das zur Irrigation bestimmte Wasser durch natürliches Gefälle nicht aufgeleitet werden konnte, wurde zu dem Mittel einer künstlichen Hebung des Wassers geschritten.

Solche Wasserhebewerke in Form von Schöpfrädern, aus Bambusrohr hergestellt, haben sich in China in ihrer ursprünglichen Gestalt bis heute erhalten. Andere alte Wasserhebevorrichtungen sind der Schaduff und Sakie der Ägypter und Assyrer, die Picota der Inder, die Jantu der Bengalen, der Tympanon, die Noria und andere primitive Schöpfmaschinen, welche zumeist durch Menschen oder thierische Kraft, mitunter auch durch die Kraft des fließenden Wassers selbst bewegt wurden.

Die Bewässerung der Ländereien selbst geschah im Alterthume zumeist durch das System der Überstauung, seltener durch jenes der Berieselung.

Andererseits trat aber auch in den sumpfigen, den häufigen Überschwemmungen ausgesetzten Thal-

niederungen der großen Flüsse des Euphrat und Tigris das Bedürfnis einer künstlichen Entwässerung hervor, durch welche weit ausgedehnte Ländereien einer gedeihlichen Cultur zugeführt wurden.

Diese Entwässerungsarbeiten bestanden einerseits darin, dass man durch Anlage von großen Dämmen (Deichen) sich gegen die Gefahr der Überschwemmungen zu schützen suchte, andererseits für die gründliche zeitgemäße Ableitung des überschüssigen Wassers durch den Bau neuer Gerinne, großer Entwässerungscanäle oder durch die Regulierung der bestehenden Thalgerinne, der Flüsse, Sorge trug.

Schon die alten chaldäischen Könige erkannten die hohe volkswirtschaftliche Bedeutung rationeller Bewässerungsanlagen und zählten ihre auf dem Gebiete der Culturtechnik durchgeführten großen Bauten zu ihren hervorragendsten Verdiensten, welche sie der Nachwelt in Form von Inschriften bekanntgegeben haben.

Ich will hier nur der sogenannten Canalschrift Erwähnung thun, welche die segensreiche Thätigkeit des Königs Chammu-ragas (1923—1868 v. Chr.) hervorhebt. Dieselbe beginnt mit folgenden Worten:

«Chammu-ragas, der mächtige König, König von Ka-diugirra (Babel)-König, der gehorchen lässt die vier Gegenden, der Gewinner des Sieges des Gottes Mardug, des Hirten, der wohlthut seinem Herzen, bin

ich. — Zur Zeit, da die Götter Anu und Jubil das Volk von Sumir und Akkad zu beherrschen verliehen, ihr Scepter in meine Hand füllten, grub ich den Canal ‚Chammu-ragas' (Segen des Volkes), der da mit sich führt Wasser des Überflusses für das Volk von Sumir und Akkad. Seine Ufer zu beiden Seiten bestimmte ich für die Ernährung, Scheffel von Korn goss ich aus. Dauernde Wasser schuf ich für das Volk von Sumir und Akkad etc. etc.»

Interessant ist die Schilderung, welche Herodot über dieses Land uns hinterlassen hat; er schreibt:

«Das Land der Assyrer wird nur wenig beregnet; was die Wurzel des Getreides ernährt, ist Folgendes: Das Saatfeld wächst durch Bewässerung aus dem Fluss, und das Getreide wird reif, nicht wie in Ägypten, wo der Fluss selbst auf die Felder austritt, sondern es wird durch die Hände und der Pumpen Arbeit bewässert. Denn das ganze Land Babylonien ist ebenso wie Ägypten von Canälen durchschnitten, von welchen der größte selbst mit Schiffen zu befahren ist; er liegt nach der Wintersonne zu und läuft vom Euphrat aus in einen anderen Fluss, den Tigris, an welchem die Stadt Ninus erbaut war» (Herodot, Übersetzung von Bahr). Dieser von Herodot hervorgehobene größte Canal war der Königscanal, der «Nahar malka», welcher den Euphrat mit dem Tigris verband und gleichzeitig auch Schiffahrtszwecken diente; seine Dimensionen gestatteten die Befahrung mit Kriegsschiffen.

Mit diesem Canal stand ein künstlich angelegtes, 60 *km* im Umfange habendes Bassin in Verbindung. Diese zahlreichen, wie erwähnt, zumeist nur der Bewässerung dienenden Canäle erforderten bedeutende Erhaltungsarbeiten, welche noch unter der Herrschaft der Perser, Parther, Römer und schließlich der Moslems durchgeführt, später jedoch durch gänzliche Vernachlässigung diese Länder, welche mit üppigen Kornfeldern und Gärten, die zu den fruchtbarsten der Erde gehörten, bedeckt waren, allmählich in Wüsteneien und Sümpfe verwandelt wurden — wie es in der Geschichte heisst: «Trockenheit ist kommen über die Wasser Babylons, und sie sind versiegt.»

Außer den früher erwähnten Entwässerungen mittels offener Gräben finden wir jedoch in Babylonien auch die ersten Drainageanlagen vor.

Diese bereits vor der Regierung des wiederholt erwähnten nordbabylonischen Königs Chammu-ragas, also mehr wie 2000 Jahre v. Chr. gebauten Drainagen mit gelochten Thonröhren dienten wohl zumeist nur zur Entwässerung der Grabhügel behufs Trockenhaltung der in den Grabgewölben placierten Thonsärge.

Ägypten. — Gleichzeitig mit Babylonien und Assyrien dürften den Resultaten der Forschungen gemäß auch die Anfänge der Culturanlagen Ägyptens bis ca. 4500 v. Chr. zurückreichen.

Die ungenügenden und ungünstig vertheilten Niederschläge bedingten die Nothwendigkeit der ratio-

nellen Ausnutzung des Nilwassers für die künstliche Bewässerung, wodurch allein ein geregelter und in seinem Ertrage gesicherter Anbau und jener glänzende Erfolg der ägyptischen Landwirtschaft ermöglicht wurde, wie solcher aus der ältesten Geschichte dieses Landes bekannt ist.

Die eigenthümlichen Abflussverhältnisse des Nilflusses, sein allmähliches und ziemlich regelmäßiges Steigen zwischen Juni und October und sein Fallen von October bis Mai, sowie die bedeutenden Ablagerungen des sehr dungreichen Nilschlammes begünstigten die Durchführung einer rationellen Wasserwirtschaft.

Wenn einerseits bei dem durch die periodischen Regenfälle veranlassten Anschwellen des Nils, deren Culminationen 8—11 *m* betrugen, die Ländereien natürlich überschwemmt und dadurch bewässert wurden, so mussten andererseits Anlagen geschaffen werden, welche auch in der Periode der Niederwasserstände des Flusses eine künstliche Bewässerung dadurch ermöglichten, dass das Wasser in großen Reservoirs zur Zeit des Überflusses aufgespeichert und dann in der trockenen Zeit durch Canäle den Ländereien direct zugeführt wurde oder aber durch Schöpfwerke in dieselben erst gehoben werden musste. Diese Canäle dienten gleichzeitig auch nach Aufhören der Nilexundationen als Entwässerungsgräben.

Unter diesen Canälen, welche durch Schleusen absperrbar waren, nahm der uralte, 420 *km* lange

Josefscanal (Bahr Jousef) den hervorragendsten Platz ein, welcher, 5 *m* über Niederwasser am östlichen Rande der Wüste gelegen, parallel zum Nilstrome sich hinziehend, den fruchtbarsten Theil Mittelägyptens in der trockenen Zeit mit Wasser versorgte.

Unter den zur Aufspeicherung des Wassers dienenden Becken muss insbesondere der uralte ehemals bestandene Mörissee hervorgehoben werden, über dessen frühere Lage und Entstehung jedoch mannigfaltige Meinungsverschiedenheiten bestehen.

Die Ansicht Herodots, welcher den Mörissee als Hauptreservoir für die Aufspeicherung des Nilwassers betrachtete und die künstliche Ausgrabung dieses 666 *km* im Umfange messenden, 80 *m* tiefen, circa 700 Milliarden Cubikmeter fassenden Beckens Amenemah III. (von den Griechen Möris genannt, 2221—2179 v. Chr.) zuschrieb, wird mit Rücksicht auf diese ungeheure Aushubcubatur, zu deren Bewältigung während der circa 50jährigen Regierung dieses Herrschers permanent 4 Millionen Menschen nothwendig gewesen wären, von den neueren Forschern als unbegründet gehalten.

Es wird dieses Reservoir vielmehr als ein natürlich gebildetes muldenförmiges Becken angesehen, dessen restlicher Theil durch den heute noch bestehenden See «Birket el-Qerun» repräsentiert wird.

Lauth und Schweinfurth bezeichneten diesen See als die Stelle des alten Mörissees, während Cope

Whitehouse, welcher südwestlich des vom Josefscanal gelegenen Beckens des Fayum, in welchem der See Birket el-Qerun liegt, ein 686 km^2 großes, abgeschlossenes Wüstenbecken, aufgefunden hat, dasselbe für den ehemaligen Mörissee hält, welcher Ansicht auch Max v. Eyth beigetreten ist.

Auch durch Thalsperren künstlich hergestellte Stauweiher finden wir aus dem Alterthume stammend in Ägypten vor. Die Reste eines solchen Stauwerkes liegen im Thale Nadi Gerrani bei Kairo, welches als Sammelreservoir benützt worden sein dürfte.

Ebenso finden wir Überreste mächtiger Steindämme, welche als Thalsperren zur Zurückhaltung des Geschiebes dienten, also die ersten Verbauungen der Wildbäche repräsentieren.

Mit Kambyses begann die Vernachlässigung der großartigen Bewässerungsanlagen Ägyptens und damit deren Verfall.

China. — Auch in China reichen die Anfänge der Bodenmeliorationen weit zurück.

Nachgewiesen erscheint die Anlegung künstlicher Bewässerungscanäle etc. aus der Regierungszeit des Kaisers Yü (2205—2198 v. Chr.), doch dürfte die bauliche Durchführung der verschiedenen angeführten Meliorationsarbeiten nach Ansicht v. Richthofens in eine viel frühere Zeit zurückverlegt werden.

Über den Umfang der chinesischen Irrigationen, Reservoire, Canäle und Flussregulierungen der spä-

teren Periode gibt das aus der Zeit 1100 v. Chr. stammende Buch Tschoú-li Aufschluss.

Die für das Meliorationswesen in China in Betracht kommenden Flüsse waren der Yantse-kiang und der Hwang-hó, welche auch durch Canäle verbunden wurden, die gleichzeitig der Schiffahrt dienten.

Indien. — Die klimatischen Verhältnisse Indiens, deren Extreme noch viel mehr hervortreten wie in den früher erwähnten Ländergebieten, zwangen die Bevölkerung zur Durchführung hervorragender culturtechnischer Bauwerke, deren Benützung zur künstlichen Bewässerung Indien seit den ältesten Zeiten seine Blüte zu verdanken hat.

Die Regenzeit ist in Indien auf die vier Monate Juni bis September concentriert; während der übrigen Zeit, also innerhalb der acht Monate October bis Mai fällt nahezu gar kein Regen.

Diese abnormal ungleiche Vertheilung der Niederschläge führte zur Nothwendigkeit der Durchführung von künstlichen Sammelbecken — Stauweiher —, durch welche ein Ausgleich zwischen Regen und Abflussmenge in einer der Landwirtschaft ersprießlichen Weise hergestellt wurde.

Die Wasserwirtschaft Indiens ist daher insbesondere charakterisiert durch das Vorhandensein einer kolossalen Anzahl von künstlichen Teichen und größeren Stauweihern.

Diese Sammelbecken, allgemein Tanks genannt, welche meistens zur Bewässerung der ausgedehnten Reisfelder benützt werden, können entweder durch Erdaushub hergestellt sein, in welchem Falle sie Culam benannt werden, oder durch Thalsperren gebildet sein, welche Stauweiher dann mit dem Namen Eray bezeichnet werden.

Die Provinz Madras allein zählt gegen 50.000 solche Reservoire mit den verschiedensten Fassungsräumen. Die Erays sind in Indien fast ausschließlich durch Erddämme gebildet. Unter den antiken Bauten, welche heute noch zur Bewässerung benützt werden, ist bezüglich seiner hervorragenden Größe das Reservoir von Chembrambankum hervorzuheben.

Dieser 23 *km* von der Stadt Madras gelegene, einen Fassungsraum von 60 Millionen Cubikmeter besitzende Stauweiher wird durch einen 5 *km* langen und bis 8 *m* hohen Erddamm gebildet, durch welchen 10 Ablässe zur Speisung der Bewässerungscanäle (Zubringer) gehen. Als Entlastung des Staubeckens bei vollständiger Füllung wurden 6 Überfälle *(Calingulas)* angeordnet. Das Reservoir diente früher zur Bewässerung von 4000 *ha* Reisfelder und wurde später durch englische Ingenieure auf 77 Millionen Cubikmeter Fassungsraum erhöht.

Neben der Aufspeicherung des Wassers in Stauweihern wurde in Indien die Bewässerung der Grundstücke auch durch Stauwerke in den Flüssen, in ein-

zelnen Fällen durch Brunnen bewirkt. Die Aufstauung des Wassers der Flüsse und Ströme geschieht durch große Erddämme *(Bunds)*, durch welche eine künstliche Überschwemmung (Inundierung) der anliegenden Ländereien bewirkt wird.

Die antiken culturtechnischen Bauten Indiens dürften bis 1000 Jahre v. Chr. zurückdatiert werden.

Ceylon. — Auch Ceylon weist eine intensive Wasserwirtschaft durch das Vorhandensein vieler hunderter von Tanks auf, die, bezüglich ihrer Erbauung bis in das 5. Jahrhundert v. Chr. zurückreichend, wohl theilweise wieder verfallen sind.

Die Erbauung solcher Stauweiher bildete die Grundbedingung für die Ansiedlung, und wurde in alten Zeiten das aufgespeicherte Wasser sehr ökonomisch verwendet, so zwar, dass das nichtverbrauchte Wasser in tiefergelegenen Tanks wieder aufgefangen wurde.

Das im Alterthume und theilweise noch im Mittelalter hochentwickelte Land mit den zahlreichen Städten von enormer Größe verfiel später dem Untergange, nachdem durch die zahlreichen Kriege die Tanks und die Speisungscanäle zerstört und damit die Reiscultur vernichtet wurde und sodann Wassernoth, Hungersnoth und Verwilderung der früher fruchtbaren Ländereien den Untergang blühender Städte und Gemeinwesen zur Folge hatte.

Als erster Erbauer dieser Tanks auf Ceylon gilt König Mahasin Maha Radjah (circa 300 v. Chr.).

Zur Illustrierung der oft enormen Größe dieser Stauweiher sei hier der uralte Tank von Minnere erwähnt, welcher einen Umfang von 32 *km* besitzt und durch einen mehrere Kilometer langen, circa 25 *m* hohen Staudamm gebildet ist; Ferner der von König Dhaatu Sena etwa 460 v. Chr. erbaute Tank von Kalawaju, welcher 19 *km* lange Staudamm jedoch zerstört wurde; weiter der Tank von Podivil, welcher durch einen 18 *km* langen, oben 10 *m*, unten 70 *m* breiten und bis 23 *m* hohen Abschlussdamm gebildet ist, endlich noch der Riesentank *(Cattocari)* bei Mantotte, welcher, durch einen Erddamm gebildet, einen solchen Fassungsraum besaß, dass er früher eine bebaute Area von $^1/_2$ Millionen Centner Reis Ertragsfähigkeit zu bewässern im Stande war.

Turkestan und Persien. — Als besonders interessante auf dem Gebiete des culturtechnischen Wasserbaues ausgeführte alte Bewässerungswerke sind zuerst die Kerises (unterirdische Wasserstollen) hervorzuheben.

Sowohl in Turkestan wie hauptsächlich in Persien, wo die Anzahl der Flüsse eine nur beschränkte ist, suchte man das für die Meliorierung des Landes nothwendige Wasser durch Aufschließung des Grundwassers zu sammeln. Eine Anzahl von tieferen Cisternen und Brunnen durch unterirdische schliefbare Stollen *(Kerises)* verbunden, bildeten die Wasser-

sammelanlage, welche das gesammte Wasser in eine große Sammelcisterne abgab, von welcher aus die Bewässerungscanäle (die Zubringer) gespeist wurden.

Der Bau dieser Anlagen reicht viele Jahrhunderte vor Christo zurück.

So erzählt Polybius den Befehl des persischen Königs Arsaces (209 v. Chr.), diese unterirdischen Wassersammelanlagen beim Anrücken des Antiochus gegen die Stadt Hekatompylon zu zerstören.

Wir finden in diesen Ländern auch bereits uralte Wasserversorgungen von Städten. So besitzt die alte Stadt Van in Transkaukasien (die antike Semiramisstadt) eine Wasserleitung mit einem Zuleitungscanal, aus Felsstollen, offenen Gräben und Holzleitungen bestehend, von 70 *km* Länge, welche, etwa 800 v. Chr. vom König Mennas erbaut, heute noch functioniert und neben der Versorgung der Stadt auch der Berieselung der Grundstücke zu dienen hat.

Bezeichnend für die hohe Bedeutung des Wertes des Wassers und die Verbreitung dieser Erkenntnis in der Bevölkerung ist nach Polybius das Gesetz der Perser über die Benutzung der Aquäducte, demzufolge demjenigen, welcher zuerst Wasser auf einen zuvor noch unbewässerten Acker leitete, dieses Grundstück als Erbe für fünf Generationen verliehen wurde, daher auch in Iran seit den ältesten Zeiten die Vertheilung des Landes nach der natürlichen Wasservertheilung erfolgt. Diese eigen-

thümlichen Besitzverhältnisse sind wohl Ursache immerwährender Wasserrechtsstreitigkeiten geworden. Auch die sonstigen Bewässerungsanlagen sind in diesen Ländern sehr zahlreich vertreten und hat namentlich Schindler in neuerer Zeit antike Bewässerungscanäle und Staudämme *(Bends)* aufgefunden, welche aus Quadermauerwerk hergestellt waren.

Syrien weist eine große Anzahl berühmter Irrigations- und Wasserversorgungsanlagen auf, deren Alter weit vor Christi Geburt reicht, jedoch näher bisher nicht bestimmt werden konnte.

Hervorragende Beispiele der durch Bewässerung erzielten glänzenden Erfolge bilden unter anderen die Landschaft Ghûta bei Damascus und die Versorgung der Wüstenstadt Tadmor (das alte Palmyra).

Das kunstvolle Irrigationssystem von Damascus verlegt Ritter in die Zeit des Königs Ahâbs von Israel (8. Jahrh. v. Chr.), welches, durch die Moslems erweitert, sich bis heute in ununterbrochener Benutzung erhalten hat.

Diese Bewässerungsanlage, Ghûta genannt, wird mit dem Wasser aus dem Flusse Bârada, welches durch den Zufluss einer starken Felsenquelle *(Ain fidscheh)* wesentlich vermehrt wird, versorgt. Die Zuführung erfolgt theils durch natürliche Arme, theils durch künstliche, zumeist in Felsen getriebene Canäle, welche in verschiedenen Höhenlagen stufenförmig übereinander den Berglehnen entlang angelegt sind.

Hochinteressant ist die Versorgung der mitten in der Wüste gelegenen antiken Stadt Palmyra (das heutige Tadmor), von welcher jedoch nur Reste der unterirdischen, sorgfältig in Quadermauerwerk hergestellten stundenlangen Canalleitungen erhalten sind.

Die Anlage eines antiken Stauweihers, des Sees Kedes im Orontesthale, welcher durch einen Steindamm gebildet und wahrscheinlich von den Seleuciden erbaut wurde, sei hier ebenfalls hervorgehoben. Auch Palästina weist bedeutende Bewässerungsanlagen, welche aus dem Jordanflusse gespeist wurden, auf; desgleichen Wasserversorgungen (Jericho, Jerusalem) und Reservoire, zumeist in Form von Cisternen.

Südarabien. — Welch großen Einfluss der Bestand und Verfall von culturtechnischen Anlagen auf die Blüte der Cultur und den Niedergang ganzer Reiche im Alterthume genommen hat, können wir aus der Geschichte des einst mächtigen sabäischen Reiches, dessen Hauptstadt Mareb in Südarabien war, ersehen. Den Überlieferungen arabischer Schriftsteller entnehmen wir nach Ritters Erdkunde, «dass das Land Saba oder Mareb lange Zeit wegen gewaltiger Bergströme unbewohnbar gewesen, bis Lokman, König von Jemen, den Wassern neue Wege öffnete, dass sie zum Meere zogen. Den Überfluss aufzubewahren und für das Land nutzbar zu machen, habe er einen hohen Damm mit Schleusen zwischen zwei Bergen erbaut, um nach Belieben dem Wasser Abzug

zu geben und das Land zu bewässern. Seitdem ward Mareb, das Land der Sabäer, zum schönsten Fruchtgarten, ein weites Paradies, voll von Bergen, Strömen, Canälen, Lust- und Obsthainen, voll schöner Gebäude, bewohnt von zahlreichen glücklichen, gerechten, gastfreien Völkern, deren Gesetze von allen anderen anerkannt waren, die über alle Nachbarvölker herrschten und gleich dem Diadem auf der Stirne des Universums glänzten. Die dreißig Schleusen, welche die Wasser aus dem Damme durch die fruchtbarste Landschaft leiteten, wurden aber alt und wankten; viele der Einwohner sahen den Einsturz des Dammes voraus und wanderten, eine Verheerung fürchtend, aus.»

«Dies waren die verschiedenen Familien vom Geschlechte der Sabäer, Joctamiden und Himjariten, welche sich aus Südarabien nach Nordarabien verbreiteten.

«Nach diesen Emigrationen (nach de Lacy 150—170 n. Chr.) gefiel es nach dem Koran Allah nicht länger, den Damm bestehen zu lassen, er ward unterwühlt, brach ein, und die Flut verwandelte das Land in eine Wüste zur Strafe für die Bewohner des Landes wegen ihres gottvergessenen Übermuthes und ihres Frevels; statt der zwei paradiesischen Gärten entstanden zwei Gärten mit bitteren Gewächsen. Wie die Dichter sagen, verrann alles Wasser derart, dass nicht so viel übrig blieb, als die Mutter zum Baden des Säuglings gebraucht.»

Wie aus dieser, wenn auch orientalisch überschwenglichen Schilderung ersehen werden kann, verdankte auch dieses Land die große Fruchtbarkeit in erster Linie der künstlichen Bewässerung, welche der Hauptsache nach durch die in dem künstlichen Staubecken von Mareb aufgespeicherten Wassermengen ermöglicht wurde.

Die Reste dieser aus Quadern gemauerten Thalsperre sowie ihrer Schleusen, welche in der Nähe von Mareb erbaut war, sollen noch heute zu sehen sein und dürfte diese Mauer eine Länge von circa 400 *m* besessen haben.

Zwei in den Quadern vorgefundene Inschriften deuten darauf hin, dass dieser Bau durch den sabäischen König Samah' ali Januf und dessen Sohn Jata' amar Bajjin (nach Müller der ältesten Periode angehörend) hergestellt wurde «zum Zwecke der leichteren Bewässerung».

Kleinasien weist sehr zahlreiche Überreste der einstigen dem assyrischen, persischen, griechischen und römischen Einflusse zu verdankenden Culturarbeiten auf hydro-technischem Gebiete auf.

Die Möglichkeit einer künstlichen Bewässerung war in einzelnen Gebieten von Natur aus reichlich gegeben, andererseits musste sie erst geschaffen werden durch künstliche Hebung mittels Schöpfrädern oder aus mitunter sehr tiefen Brunnen oder durch Sammlung in künstlich hergestellten Cisternen oder Stau-

weihern (wie jener bei Sardes), endlich durch künstlich angelegte Ablassvorrichtungen und Canäle aus natürlichen Wasserbecken (z. B. der Caralitissee).

Europa.

Griechenland. — In Europa wurde zuerst Griechenland der hochentwickelten Cultur Babyloniens und Ägyptens theilhaftig.

Im Gegensatze zu den bisher in den anderen Ländern dominierenden Bewässerungsarbeiten gab in Griechenland das oft im Übermaße vorhandene Wasser den Anstoß zur Durchführung bedeutender Entwässerungsarbeiten.

Die größte dieser antiken Entwässerungsarbeiten bildet die Trockenlegung des Kopaisseebeckens in Böotien.

Strabo berichtet, dass durch das Steigen der Gewässer des Kopaissees mehrere Städte, darunter Athen, Arne, Midea und Eleusis zerstört wurden und auch das alte Orchomenos hier seinen Untergang fand. Er weist darauf hin, dass dieser See keinerlei Abfluss besessen habe außer den unterirdischen Eingängen, in welchen der Kephissos einfloss.

Die Eingänge dieser natürlichen unterirdischen Abflusshöhlen, die Saugschlünde — Katabothren genannt — wurden durch Anschwemmungen oder Erdbeben oft verstopft. Unter Alexander dem Großen

wurde durch den Ingenieur Krates die Bloßlegung dieser Canäle begonnen und später durch die Absenkung des Wasserspiegels die Ruinen mehrerer Städte bloßgelegt.

Außer der Reinigung der natürlichen unterirdischen Abzugscanäle wurden auch zwei künstliche Abzugsstollen (Emissäre) durch die Felsen vorgetrieben.

Außer dem Kephissos durchfließen auch der Melas, Herkyna und Phalaros dieses Becken und mussten behufs Ermöglichung der Cultivierung der Ländereien diese Flussgerinne schon ursprünglich eingedeicht werden, welche Deiche auch bei der begonnenen Trockenlegung zum Vorschein kamen, und welche von Miny'schen Wasserbautechnikern angelegt worden sein dürften. Alle diese Bauten verfielen jedoch später vollkommen.

In dem gleichen Sinne wie die Ingenieure der Minyer und später der Makedonier, vielleicht auch später der Römer, wurde, nachdem dieses Becken Jahrtausende der Cultur entzogen war, in der neuesten Zeit von französischen Ingenieuren die abermalige Trockenlegung des Kopaissees in Angriff genommen und drei solcher eingedeichter Hauptstrecken, der Canal de la rive gauche, der Canal central und der Canal de la rive droite, aufgedeckt.

Zur Sicherung der stetigen Functionierung dieser unterirdischen Entwässerung wird neben dem Ausbau eines vollkommenen Netzes von Entwässerungs-

gräben auch für die permanente Offenhaltung der Einflussschlünde und Abzugshöhlen Sorge getragen werden müssen.

Wir sehen also jenes System der Entwässerung, wie solches in neuester Zeit auch in unseren Karstländern (Krain, Bosnien und Hercegovina) zur Anwendung gebracht wird, bereits im Alterthum vertreten.

Von anderen Entwässerungsanlagen seien schließlich noch erwähnt: die Entwässerung der Sümpfe von Selinunt, welche den Überlieferungen zufolge circa 450 v. Chr. ausgeführt worden sind.

Die Bewässerungen des alten Griechenlands, wie solche z. B. bei Athen mit dem Flusswasser des Kephissos (gemischt mit dem Cloakenwasser der Stadt) durchgeführt wurden, sind nicht so bedeutend, um hier speciell hervorgehoben zu werden.

Römisches Reich. — Gleichwie Griechenland ist auch das antike Italien gerade auf dem Gebiete der Culturtechnik nicht in dem Maße hervorragend vertreten, wie dies bei den früher besprochenen Völkern Asiens und Afrikas der Fall war, und sind es hier ebenfalls hauptsächlich Entwässerungsarbeiten, welche, wenn auch nicht durch ihre Anzahl, so durch bedeutenden Umfang und technische Leistung hervorragen. Die ältesten der hiehergehörigen Wasserbauten werden den Etruskern zugeschrieben, welchem Beispiele die Römer folgten.

Als das älteste Entwässerungswerk der Römer ist die Ablassung des Albanersees (396 v. Chr.) mittels eines Stollens (Emissärs) anzusehen, welche ursprünglich mit Zuhilfenahme kriegsgefangener Etrusker durchgeführt worden sein dürfte.

100 Jahre später (289 v. Chr.) folgte die Tieferlegung des Velinussees im Lande der Sabiner. Daran schlossen sich die Drainierungsarbeiten in den pontinischen Sümpfen in Latium.

Hauptzweck der Entwässerung der römischen Campagna war wohl die Verbesserung der sanitären Verhältnisse, die Behebung der Bedingungen für die Entstehung der Malaria, nebstdem natürlich auch die Ermöglichung der Cultivierung dieser Ländereien, sowie die Benützung des gewonnenen Wassers als Nutzwasser.

Die Entwässerungsanlagen bestanden zumeist aus einem ausgedehnten dichten Netze von unterirdischen schliefbaren Canälen *(Cuniculi)*, welche durch Einsteigschächte mit der Erdoberfläche in Verbindung standen.

Auf dem Boden dieser Stollen fand man auch Reste uralter thönerner Drainageleitungen, welche aus konischen, ineinandergeschobenen, schwach gebrannten Thonröhren von 430 *mm* Lichtweite oder aus dachförmig aufgestellten Thonplatten bestanden.

Censor Appius Claudius ließ durch die pontinischen Sümpfe die nach ihm benannte Straße via Ap-

pia und neben den Dämmen derselben den Hauptabzugscanal für die Drainageanlage führen.

Die Durchführung der umfangreichen Drainagen in den pontinischen Sümpfen wird dem Consul Cethegus (160 v. Chr.) zugeschrieben, welche Anlagen jedoch später nicht mehr entsprechend functionierten.

Unter Julius Cäsar (58—44 v. Chr.) machte sich die Nothwendigkeit abermaliger Trockenlegungen wieder geltend, und wurden diese von ihm wieder in Angriff genommen und unter den römischen Kaisern Nerva und Trajanus (96—117 n. Chr.) fortgesetzt.

Eine weitere Entwässerung ist die nach Strabo 109 v. Chr. durchgeführte Trockenlegung der Niederungen von Placentia.

Als hervorragendstes Bauwerk auf dem Gebiete der See-Entwässerungen muss die Trockenlegung des Fucinersees in der Provinz Aquila hervorgehoben werden.

Die ersten Versuche hiezu wurden von Julius Cäsar (58—44 v. Chr.) unternommen, die eigentliche Arbeit, die Vortreibung eines Ableitungstunnels zwischen dem Fuciner- und Lirissee jedoch erst unter den Kaisern Claudius (41—54 n. Chr.), Trajanus (98—117 n. Chr.) und Hadrianus (117—138 n. Chr.) — jedoch nicht vollständig — durchgeführt.

Dieses sonst genial gedachte, jedoch nicht rationell durchgeführte Project, welches nach Brisse und Rotrou einen Kostenaufwand von circa 160 Millionen

Gulden erfordert haben soll, erfüllte später durch allmähliche Verstopfung des Tunnels seinen Zweck nicht mehr; der Wasserspiegel stieg wieder auf seine alte Höhe.

So blieb der Zustand bis Friedrich II., welcher 1239 die Ausbesserung des Tunnels befahl, welche unvollständige Arbeiten jedoch den erwünschten Erfolg nicht hatten.

Erst unserem Jahrhundert war es vorbehalten, dieses größte römische Werk auf dem Gebiete der Entwässerungen seiner rationellen endgiltigen Vollendung zuzuführen, und wurde der dem Fürsten Torlonia zu dankende großartige Bau des Emissärs in den Jahren 1854—1876 durchgeführt.

Schließlich sei noch die unter Kaiser Probus (276—282 n. Chr.) mit Hilfe seines Heeres durchgeführte Trockenlegung der Sümpfe von Sirmium (Pannonien) mittels offener Canäle erwähnt, bei deren Bau der Kaiser durch seine Soldaten ermordet wurde.

Aus diesen in großen Zügen geschilderten Bauten der Meliorationstechnik des Alterthums ersehen wir, dass schon in jenen Zeiten die Menschen es verstanden haben, sich den jeweiligen localen Landesverhältnissen anpassend, eine thunlichst geregelte Wasserwirtschaft einzuführen, sich der Vortheile dieses Elementes soweit möglich zu bedienen und die Nachtheile desselben innerhalb der Grenzen menschlicher Machtmittel fernezuhalten oder selbe zu beseitigen.

Wir sehen, dass auch die alten Völker sich aller jener Hilfsmittel der Wasserbautechnik nach Maßgabe der Localverhältnisse, wenn auch nicht immer in rationeller Weise, bedienten, über welche die moderne Culturtechnik verfügt. Insbesondere waren die Arten der Vertheilung des Wassers auf den Grundstücken nur primitive und Kunstbaubewässerungen nicht bekannt.

Das zur Bewässerung dienende Wasser wurde entweder den Bächen, Flüssen oder Seen direct entnommen und durch offene Gräben (Canalleitungen) den Ländereien per Gravitation zugeführt oder wurde aus diesen Recipienten das nöthige Wasser durch Schöpfwerke gehoben (Babylonien, Ägypten, China etc.).

In nicht wasserreichen Ländern wie Indien, Arabien, Ceylon etc. wurde in der Regenperiode das Wasser in künstlich hergestellten Stauweihern oder Cisternen gesammelt. Andere Gegenden erforderten die Erschließung des Untergrundwassers mittels Brunnen und Saugcanälen (wie in Persien etc.).

Nur die Wasserversorgung der Städte, durch ihre hervorragenden Bauten den Ruhm der antiken Wasserbaukunst begründend, weist wohl mit Rücksicht auf die damals nicht entwickelte Technik der Pumpmaschinen im großen ganzen nur das System der Gravitationsleitungen (Fluss- und Seewasserentnahme, Grundwassersammelanlagen und Quellfassungen) auf und lässt natürlich auch jene praktische be-

queme Vertheilung im Consumgebiete selbst vermissen, wie sie sich in den letzten Decennien des 19. Jahrhunderts entwickelt hat. Ein wesentlicher Einfluss dieser Wasserwerke auf die Reinhaltung der antiken Städte dürfte daher wohl auch vermisst worden sein.

Die Entwässerungsarbeiten der antiken Völker kennen gleichfalls alle jene Methoden, welche heute zur Anwendung kommen, bis auf die Röhrendrainage, welche nur in einzelnen Fällen und in höchst unrationeller Durchführung zur Anwendung gelangte.

Dasselbe gilt von der Entwässerung der Städte (Canalisierung), welche sich ebenfalls nur in primitiver Weise die Ableitung der Städteabwässer durch Hauptcanäle zum Ziele stellte und den heutigen Anforderungen der Hygiene nur in dem bescheidensten Maße Rechnung getragen hat.

Anschließend an die Ent- und Bewässerung der Ländereien sollen nun auch die Ent- und Bewässerungsanlagen der Städte des Alterthums einer kurzen Besprechung unterzogen werden.

Ent- und Bewässerung der Städte (Canalisationen und Wasserversorgungen).

Mit der permanenten Ansiedlung der früheren Nomadenvölker und Erbauung stabiler Wohnsitze trat natürlich auch an deren Bewohner die Nothwendigkeit heran, das Gemeinwesen einerseits mit dem für Nutz-

und Genusszwecke nöthigen Wasser zu versehen, andererseits für eine möglichst schnelle und in nicht belästigender Weise zu erfolgende Ableitung der nicht verbrauchten Wassermengen, insbesondere jedoch der Regenwässer, der Fäcalien, Schmutzwässer und Abfallstoffe Sorge zu tragen.

1. Canalisationen der Städte.

Die im Alterthume hergestellten Canalisationsbauten waren völlig unzureichende und den Anforderungen der Hygiene keineswegs entsprechend. Die ältesten Überreste antiker Canalisationen wurden nach Layard in Babylonien gefunden, welche aus dem 7. Jahrhundert v. Chr. stammen sollen, und berichtet derselbe, dass in Babylon selbst auch das System der Schwemmcanalisation angewendet wurde.

In Jerusalem fand Schick schmale und hohe Canäle, welche zumeist als Stollen in Felsgrund ausgehoben waren.

In Griechenland ist es vor allem Athen, welches eine Canalisation besass, deren Schmutzwässer auch zu Berieselungszwecken herangezogen wurden. Die aufgedeckten Canäle waren theils gemauert, theils wurden sie durch im Maximum 670 *mm* weite Thonröhren gebildet, welche aus zwei gleichen, durch Bleiklammern verbundenen Theilen gebildet wurden.

Olympia hatte zumeist gewölbte, aus Quadersteinen oder Ziegeln hergestellte Cloaken; es wurden

jedoch auch Canäle aufgedeckt, welche, von dreieckigem Querschnitt, durch aufgestellte Dachziegelplatten gebildet wurden.

Auch Akragas (Agrigentum) und Samos weisen Überreste von Abzugscanälen auf.

Ausgebreiteter war das Canalisationswesen im römischen Reiche vertreten, und waren es auch hier die Etrusker, welche auf die Reinhaltung ihrer Städte ein großes Gewicht legten.

So wurden in den Überresten von Faesulae, Volaterrae und Graviscae am Marta Canalreste aufgefunden.

Insbesondere ist es jedoch Rom, in welcher alte etruskische Canäle vorgefunden wurden.

Der hervorragendste antike Canal Roms ist die Cloaca maxima, deren Situation darauf schließen lässt, dass wir es hier mit einem canalisierten Wasserlaufe der Campagna zu thun haben, also die Einwölbung erst später erfolgte.

Das eingewölbte Profil hat bei circa 3 *m* Breite eine Höhe von beiläufig 4 *m*.

Hauscanäle, welche in die Hauptcanäle einmündeten, gab es nur wenige, nachdem der Anschluss der Häuser an das städtische Canalnetz nicht vorgeschrieben war.

Pompeji dürfte nach Ansicht Nissens kein communales Cloakensystem besessen haben, sondern hatte jedes Haus seinen Abfluss auf die Straße.

Auch Nicomedia und Aosta hatten Canalisationen.

Überreste römischer Canäle von 60 *cm* Höhe und 50 *cm* Breite wurden endlich auch bei der Notre Dame-Kirche in Paris, ferner in Trier und Köln gefunden, in letzterer Stadt speciell mit einem auf die Spitze gestellten deltoidischen Querschnitt.

2. *Wasserversorgungen der Städte.*

Dieses im Alterthume ganz hervorragend vertretene Gebiet der Culturtechnik kannte mangels entsprechender leistungsfähiger Pumpwerke eine künstliche Hebung des Wassers nicht, sondern wurde das den Flüssen, Seen oder Quellen entnommene oder durch Brunnen und anderweitige Grundwassersammelanlagen neu erschlossene oder endlich das in Cisternen oder künstlich hergestellten großen Staubecken (Stauweiher) gesammelte Meteorwasser mit natürlichem Gefälle in das Consumtionsgebiet geleitet.

Diese Zuleitung erfolgte in offenen Gerinnen oder, was der Kriegsgefahr wegen meistens durchgeführt werden musste, in geschlossenen unterirdischen Canalleitungen, welche, im allgemeinen der natürlichen Gestaltung des Terrains, jedoch mit stetigem Gefälle folgend, mitunter auch in durch Felsen zu treibende Stollen übergehen oder mit gewaltigen Aquäducten Thäler übersetzen mussten.

Die erste Durchfahrung der Berge mittels eigener Tunnels wird in die Zeit um 700 v. Chr. verlegt.

Dort, wo das Wasser in Röhren floss, wie z. B. durch Tunnels, wurde als Rohrmaterial Stein, Blei oder Thon verwendet.

Druckrohrleitungen waren mit wenigen Ausnahmen mangels eiserner Röhren und entsprechender Dichtung der aus anderem Materiale hergestellten Rohre den alten Völkern unbekannt. Die älteste der bekannten Druckleitungen aus Steinröhren ist jene zu Patara in Griechenland.

Dieses Volk erkannte auch die Möglichkeit, statt der Aquäducte die Thaldurchquerung mittels Syphonleitungen durchzuführen, und weist beispielsweise die Hochdruckleitung von Pergamon einen hydrostatischen Druck von 20 Atmosphären auf.

Auch die Römer machten sich später in einzelnen Fällen diese Erkenntnis der Heberwirkung zunutze, und finden wir bei der Wasserleitung von Alatri die Syphonleitung einem Drucke von 10 Atmosphären ausgesetzt. Auf Grund dieses Umstandes erscheint es nicht leicht erklärlich, warum gerade die römischen Ingenieure nicht Bronze zur Herstellung von Druckrohrleitungen verwendet haben, wodurch kostspielige Aquäducte erspart worden wären. Wohl muss berücksichtigt werden, dass dieser Ersatz überhaupt nur für kleinere Wasserquantitäten gedacht werden kann, nachdem im Alterthum der Guss

größerer Rohrdurchmesser überhaupt ausgeschlossen war.

Im Nachstehenden sollen nach Ländern geordnet einige der hervorragendsten Wasserleitungen des Alterthums besprochen werden.

Die ältesten Anlagen von Wasserversorgungen sind gleich wie die anderen Bewässerungswerke in Ägypten, Babylonien, Assyrien, China und Syrien zu suchen.

Außer directer Ableitung des Wassers aus dem Nilflusse zum Zwecke der Wasserversorgung, über welche nur sehr spärliche Daten vorliegen, war es insbesondere das System von Brunnenanlagen, durch welches Ägyptens Wasserversorgungswesen repräsentiert erscheint.

Allgemeine geschichtliche Aufzeichnungen über durchgeführte große Brunnenanlagen reichen bis 2500 v. Chr. zurück. Bestimmtere Daten betreffen die Könige Usurtesen I. (2000 v. Chr.), Mineptah I., Seti I. (1366 v. Chr.). Der von dem letzteren Könige erbaute Brunnen hatte eine Tiefe von 63 *m* (120 Ellen). Auch von durch Ramses II. (1333 v. Chr.) und Ramses III. (1200 v. Chr.) errichteten großen Brunnen berichtet die Geschichte.

Über China wurden nur sehr spärliche Aufzeichnungen gefunden, aus welchen zu entnehmen ist, dass

in den ältesten Zeiten Brunnen oft bis zu sehr bedeutenden Tiefen (500 *m*) gegraben worden sein sollen, aus welchen das Wasser mittels Eimer und Seiltrommel gehoben wurde.

Bezüglich Babylonien und Assyrien berichtet Strabo, dass die berühmten hängenden Gärten, deren Basisflächen mit Bleiplatten belegt waren, mit Wasser aus dem Euphrat versorgt wurden und zu diesem Zwecke das Wasser mittels Eimerwerke auf 92 *m* Höhe gehoben werden musste.

Unter Assurnâssirpal (884—860 v. Chr.) wurden nachweislich bereits an einzelnen Orten tiefe Brunnen gegraben und unter Senacherib (704 bis 681 v. Chr.) die Wasserleitung der Stadt Ninive (das heutige Nimrud) gebaut, welche der Hauptsache nach aus einem 45 *km* langen, oft in Felsen tief ausgearbeiteten Zuflusscanal bestand.

Mannigfaltiger in der Art der Durchführung sind die Wasserversorgungsanlagen Syriens, deren älteste durch die Phönizier geschaffen worden sein dürften. Unter diesen ist insbesondere die Quell- und Brunnenfassungsanlage Ras el-Ain für die Versorgung von Tyrus hervorzuheben, welche circa 700 v. Chr. anlässlich der fünfjährigen Belagerung von Tyrus durch Salmanassar hergestellt worden sein soll.

Karthago soll eine alte Wasserleitung besessen haben, welche später unter Kaiser Hadrianus (123 n. Chr.) durch einen Neubau ersetzt wurde.

Der punischen Colonie Motye auf Sicilien wurde das im Gebirge gesammelte Quellwasser durch eine zum Theile aus Zinnröhren bestehende Leitung zugeführt.

Allgemeiner bekannt sind die großen Brunnen in Judäa. Der in der Nähe von Sichem gelegene Jakobsbrunnen soll 23 *m* tief gewesen sein.

Ein Theil der Wasserversorgung von Jerusalem, die zwischen Bethlehem und Hebron gelegenen Teiche Salomons (1015—975 v. Chr. erbaut), wird dem Einflusse der Phönizier (König Hiram) zugeschrieben.

Jerusalem wurde ehemals durch fünf Leitungen mit Wasser versorgt, von welchen antiken Canälen heute nur mehr zwei functionieren, und zwar jener des Mamillateiches und der Siloahquellenleitung, welch letztere auch einen langen, unregelmäßig gekrümmten Tunnel aufweist.

Die heute noch vorhandenen Teiche des Salomon sind drei offene, gemauerte, treppenförmig untereinander gelegene Becken, in welchen die in ihrer Nähe entspringenden Quellen gesammelt wurden. Der oberste und mittlere Teich hat eine Fläche von je 19.000 m^2 bei 8, beziehungsweise 10 *m* mittlerer Tiefe, der unterste eine Fläche von 22.000 m^2 bei 12 *m* mittlerer Tiefe; der maximale Fassungsraum aller drei Teiche dürfte somit mit rund 600.000 m^3 angenommen werden.

Unter den Städten Palästinas, welche mit Wasser versorgt wurden, und von welchen Reste der Leitungen vorhanden sind, ist auch Hebron hervorzuheben.

Hervorragend war die Wasserversorgung der Stadt Damascus, «das Paradies, die Perle des Orients» mit ihren berühmten Zaubergärten, nicht nur durch die Reichhaltigkeit der Bewässerung, sondern auch durch die weitverzweigte Vertheilung des Baradaflusswassers in alle Häuser der großen Stadt.

Halep (Aleppo) verwendete Flusswasser, welches durch Canäle zugeleitet und zum Theile später durch Schöpfräder gehoben wurde.

In den Ruinen von Palmyra wurden die Überreste großer offener Wasserbassins in der Nähe der Tempel gefunden, in welchen die religiösen Waschungen vorgenommen wurden.

In Hamah (Epiphania) in Syrien wurde das Flusswasser durch große Schöpfräder (bis 25 *m* Durchmesser) gehoben.

Griechenland. — Religiöser Cultus und frühzeitige Erkennung des eminenten Einflusses eines guten Wassers auf die sanitären Verhältnisse einer Ansiedlung bedingten bei den Griechen bereits im Alterthume eine hervorragende Entwicklung der Wasserversorgungstechnik.

Als öffentliche Wasserbezugsorte dienten anfänglich zumeist zahlreiche Brunnen, deren Benützung

allgemein, insbesondere am Lande, nur auf einen gewissen Umkreis (nach dem Solon'schen Gesetze vier Stadien = 740 *m*) gestattet wurde. Die außerhalb dieser Sphäre liegenden Bewohner erhielten erst dann das Recht zur jedoch auch beschränkten Benützung des nächsten öffentlichen Brunnens, wenn sie nachweisen konnten, bei ihren Brunnengrabungen bis 10 Klafter Tiefe kein Wasser angetroffen zu haben.

Außer diesen Brunnen wurden selbstverständlich auch eventuell vorhandene Quellen, welche künstlich gefasst und architektonisch ausgeschmückt wurden, in die öffentliche Benützung einbezogen und, wo nöthig, in späteren Zeitperioden aus größerer Entfernung auch zugeleitet. Wo alle diese Bezugsorte nicht ausreichten, wurden Cisternen oder größere offene gemauerte Reservoirs errichtet und in denselben das Regenwasser gesammelt.

Zu den ältesten Wasserleitungen, welche die Griechen der Sicherheit wegen immer unterirdisch anlegten, gehört die Versorgung von Mykenae und Argos.

Zum größten Theile der Thätigkeit der Tyrannen werden zugeschrieben die Wasserleitungen der Städte Athen, Theben und Megára, sowie von Akragas (Sicilien) und Samos.

Der Stadt Athen wurde das Wasser durch unterirdische Canäle zugeleitet, welche mit zahlreichen

Luft- und Revisionsschächten versehen waren. Während ihrer Blüte, in welcher Periode die Stadt circa 200.000 Einwohner zählte, sollen 18 Wasserleitungen Athen gespeist haben.

Das moderne Athen benützt im reconstruierten Zustande eine dieser alten Leitungen.

Ein hervorragendes Werk ist die im 6. Jahrhundert v. Chr. erbaute Wasserversorgung von Samos, welche von Herodot beschrieben wurde. Nach demselben wurde das Wasser der sorgfältig gefassten Leucotheaquelle durch einen 7 Stadien (1100 *m* langen) Stollen in Thonröhren der Stadt zugeführt und mittels weiterer Rohrleitungen in derselben vertheilt.

Dieses durch den Baumeister Eupalinos von Megara erbaute Werk dürfte jedoch schon zur Römerzeit nicht mehr benutzt worden sein; es wurden auch Reste einer römischen Leitung aufgefunden. Die Thonrohre von 600 *mm* Länge hatten entweder einen kreisförmigen Querschnitt von 180 *mm* Durchmesser mit Ansatzstutzen, oder bildeten ein offenes rechteckiges Gerinne von 170/220 *mm* Querschnitt. Die Dichtung erfolgte mittels weißen Kitts. Diese letzteren Röhren dürften zur Fortleitung des Wassers im Stollen gedient haben.

Besonders interessant sind auch die Überreste der Leitung von Patara, insbesondere der als Heberleitung (Syphon) gebaute Aquäduct daselbst, bei

welchem die auf der Krone des 9·6 *m* hohen Aquäductes liegenden Steinröhren als eine der ältesten Druckrohrleitungen Griechenlands hervorzuheben sind.

Aus der sehr bedeutenden Anzahl der anderen Städte Griechenlands und seiner Colonien, welche mit Wasser versorgt wurden, sei ferner die hervorragende Hochdruckleitung von Pergamon hervorzuheben.

Den Erhebungen Gräbers und Gieblers zufolge dürfte diese Leitung unter dem pergamonischen Könige Eumenes II. (197—159 v. Chr.) erbaut worden sein.

Die beiden erwähnten Ingenieure haben aus dem aufgedeckten Hochreservoir und den anderen Terraincoten der durch die vorgefundenen Lochsteine festgestellten Rohrtrace constatiert, dass diese Leitung in den tiefsten Punkten einem Wasserdrucke von 17—20 Atmosphären ausgesetzt gewesen sein musste, eine Inanspruchnahme, welche den Betriebsdruck unserer heutigen modernen Leitungen von höchstens 10 Atmosphären wesentlich überschreitet. (Zu bemerken ist, dass unsere gusseisernen Röhren einem Probedruck von 20 Atmosphären, Mannesmann-Stahlröhren einem solchen von 50 Atmosphären ausgesetzt werden können.)

Leider wurden Reste dieser antiken Druckrohrleitung nicht gefunden, daher die Frage be-

züglich Rohrmaterial und Dimensionierung heute noch eine ungelöste ist.

Hingegen wurde nach den Untersuchungen Schucharts gefunden, dass das Wasser der Quellen 60 *km* weit durch eine dreifache Thonrohrleitung dem Hochreservoir zugeführt wurde. Die aufgefundenen Röhren der Zuleitung haben 180 *mm* Lichtweite, sind 480 *mm* lang und 60—90 *mm* stark.

Abweichend in der Art der Wasserbeschaffung und dem Umfange der hierzu nöthigen Reservoirs ist unter anderem die Wasserversorgungsanlage von Alexandria. 360 Cisternen, darunter zwei- bis vieretagige, gewölbte unterirdische Reservoirs, in bedeutenden Dimensionen ausgeführt, wurden zeitweilig (beim Anschwellen des Nils) durch unterirdische Zuleitungscanäle aus dem 20 *m* breiten Alexandriacanal mit Nilwasser gefüllt und sodann die Zuleitungsstollen wieder geschlossen.

Römisches Reich. — Die Wasserversorgungen der Römer, bei welchen dieser Zweig des Wasserbaues seine höchste Entwicklung im Alterthume erreicht hat, sind insbesondere dadurch charakterisiert, dass die Zuleitungen sich nicht immer dem Terrain anschmiegten, sondern die Trace derselben ohne Rücksicht auf die zu überwindenden Höhenunterschiede und damit verbundenen Schwierigkeiten mit

möglichst gleichbleibendem Gefälle entwickelt wurde und daher Berge mittels Tunnels durchfahren und Thäler mittels Aquäducten von oft kolossalen Dimensionen übersetzt werden mussten. Diese letzteren prächtigen und die Bewunderung herausfordernden Bauten, welche in allen Theilen des großen römischen Reiches noch heute als Reste seiner einstigen Größe und Cultur anzutreffen sind, geben in erster Linie das Zeugnis von der hervorragenden Thätigkeit der Römer auf dem Gebiete des Wasserversorgungswesens.

Unsere moderne Zeit, welche nicht über jene verhältnismäßig kolossalen Geldmittel für solche Bauten und nicht über jene billige Arbeitskraft verfügt, welche den alten Völkern insbesondere im Sclavendienste zu Gebote stand, muss sich mit weniger prunkvollen Monumentalbauten begnügen und benützt überall dort die widerstandsfähigen Eisenrohre zur Fortleitung des Wassers, wo nicht besondere örtliche Verhältnisse oder die bedeutende Größe des secundlich zu transportierenden Wasserquantums die Anlage von Aquäductleitungen bedingen.

Die Zuleitungen der Römer bestanden selten in offenen Gerinnen; zumeist waren es gemauerte Canäle, Stollen oder Rohrleitungen aus Blei oder Thon, in seltenen Fällen aus durchbohrten viereckigen Tuffblöcken gebildet.

Aus der Baukunst Vitruvius' (Zeitperiode um Christi Geburt) ersehen wir unter anderem die als

nothwendig vorgeschriebenen Rohrstärken und die Art der Dichtung dieser Leitungen.

So gibt Vitruvius als normale Länge der zu gießenden Bleiröhren (Bleiplatten?) 10 Fuß (3 *m*) an. Bei Annahme dieses Normalmaßes soll eine 100zöllige Röhre *(centenaria fistula)* 1200 Pfund (393 *kg*), die kleinsten 5zölligen Röhren 60 Pfund (19·6 *kg*) wiegen (1 römisches Pfund = 327·6 *gr*). Hierbei bedeutet obiges Maß jedoch nicht den Durchmesser der Röhre, sondern die Breite der Bleiplatten, aus welchen die Röhren gebogen und sodann gelöthet oder mit Mastix, eventuell auch durch umschließendes Mauerwerk gedichtet wurden. Der Querschnitt der Bleiröhren war kein kreisförmiger, sondern ein eiförmiger, mit der Spitze nach oben gerichtet. Die Löthung erfolgte nicht mit Zinn, sondern mit Blei.

Die Stöße der Röhren wurden durch Ineinanderschieben und Löthen oder durch Umlegung mit Muffen gedichtet.

Die Zuleitungen aus gebrannten Thonröhren wurden nicht unter 2 Zoll stark hergestellt, die Dichtung der Stöße durch Einschieben des kegelförmig geformten Schwanzendes und Ausgießen mit einem Brei, aus ungelöschtem Kalk mit Öl angemacht, durchgeführt.

Die Vertheilungsleitungen waren aus Blei oder Thon hergestellt, und gibt Vitruvius den letzteren mit Rücksicht auf die Gefährlichkeit der sich eventuell bildenden Bleisalze den Vorzug.

Trotzdem gelangten in Rom zumeist nur Bleiröhren zur Verwendung.

Aus den Ausführungen des hervorragenden römischen Ingenieurs Frontinus (im Jahre 96 n. Chr. *Curator aquarum:* kaiserlicher Verwalter der Wasserwerke Roms, im Jahre 100 unter Trajan Consul) geht hervor, dass die Kenntnisse auf dem Gebiete der Hydraulik nur sehr primitive waren. Geschwindigkeitsmessungen kannte man damals noch nicht, und hatte man von dem Einflusse derselben, beziehungsweise der Druckhöhe auf das Ausflussquantum nicht die richtige Vorstellung.

So sagte unter anderem Frontinus: «Jedes Wasser, das von einem höheren Orte kommt und nach kurzem Lauf in das Wasserschloss fällt, entspricht nicht nur seinem Gemäß, sondern liefert noch Überfluss; so oft aber das Wasser aus einem niedrigen Orte, also mit geringerem Gefälle, einen weiteren Weg geleitet wird, büßt es durch die Trägheit der Leitung an Maß ein.» Auf diesen reinen Empirismus auf dem Gebiete der Hydrotechnik finden wir nicht nur im Alterthume, sondern bis zu unserem Jahrhundert herauf alle wasserbaulichen Durchführungen basiert.

Die Zumessung des Wassers an die Privatleitungen erfolgte durch eine Art Wassermodulus (Wasserzoll), welcher von Vitruvius herstammen soll.

Die Einheit war der «Quinarius», ein Wasserquantum, welches durch ein verticales Rohr von

30 *mm* Durchmesser und 300 *mm* Länge abfloss, wobei der Zuflusswasserspiegel 330 *mm* über der Einflussöffnung permanent stehen musste. Dieser Quinarius soll einem Ausflussquantum von 420 *l* in 24 Stunden entsprochen haben, was jedoch der Berechnung nach, selbst mit vollständiger Eliminierung der Reibung, absolut nicht stimmt.

Als älteste Anlage städtischer Wasserversorgungen ist jene der Metropole Rom anzusehen.

Nach Frontinus (um 100 n. Chr.) wurde Rom durch neun Leitungen, die Aqua Appia Claudia (311 v. Chr.), Anio vetus (271 v. Chr.), Marcia (145 v. Chr.), Tepula (126 v. Chr.), Julia (34 v. Chr.), Virgo (21 v. Chr.), Alsietina (19 v. Chr.), Claudia (50 n. Chr.) und Anio novus (53 n. Chr.), im 6. Jahrhundert n. Chr. (nach Procopius) durch 14 Leitungen mit Wasser versorgt, indem zu den früher angeführten Leitungen noch die 111 n. Chr. gebaute Aqua Traiana (die heutige Aqua Paolo), die Severiana (ca. 225 n. Chr.), ferner die Aqua Antoniniana, die Alexandrina (Hadriana) und die Aqua Aureliana hinzugekommen sind. Der älteste römische Aquäduct, die Aqua Appia, wurde während der Republik von Gajus Plautius (358 v. Chr.) begonnen und 311 v. Chr. durch Appius Claudius Crassus vollendet.

Die Zuleitungscanäle lagen zumeist unterirdisch oder übersetzten auf hohen Bogenstellungen (im engeren Sinne Aquäduct genannt) die Thäler.

Der Querschnitt der gemauerten Canäle war ein rechteckiger, die Decke gerade, dachförmig oder halbkreisförmig (gewölbt); ihre lichte Breite schwankte zwischen 0·50 *m* und 1·70 *m*, ihre Höhe von 1 *m* bis 2·70 *m*. Der größte in Fels eingetriebene Stollen hatte bei 1 *m* Breite eine Höhe von 2·3 *m*.

Die ersten sechs Wasserleitungen wurden unter der Republik, die anderen zur Zeit des Kaiserreiches gebaut.

Die Angaben über die Menge Wassers, welche durch diese Leitungen der Stadt Rom täglich zugeführt wurde, variieren nach den einzelnen Forschern zwischen 1½ Millionen und 600.000 m^3, alles riesige Quantitäten, welche einen immensen Wasserüberfluss bedeuten würden, wenn dieses Wasser auch wirklich in der Stadt consumiert worden wäre. Durch Beschädigungen und natürliche Undichtheiten der Aquäducte gieng überdies ein größerer Theil des Wassers verloren und gelangte somit gar nicht in die Stadt. Noch heute verfügt Rom über kolossale Wassermengen, indem für häusliche Zwecke allein 500 *l*, für den Gesammtgebrauch 700 *l* pro Kopf und Tag zur Verfügung stehen, während den heutigen Anforderungen einer modernen Wasserleitung 150 *l* pro Kopf vollkommen entsprechen.

Die sichtbaren Theile der Leitung, also insbesondere die imposanten Aquäducte, erforderten große Reparaturen. So musste Caracalla um das Jahr 212 n. Chr. bedeutende Ausbesserungen an der Marcia vornehmen, während jedoch diesen Bauwerken unter den späteren Kaisern nicht die nöthige Aufmerksamkeit geschenkt wurde. Erst Arcadius und Honorius (400 n. Chr.) und später der Ostgothenkönig Theoderich (493—526 n. Chr.) beschäftigten sich intensiver mit der Instandhaltung der Wasserleitungen.

In den Kriegen des Ostgothenkönigs Vitiges gegen Belisar (540 n. Chr.) wurden die Aquäducte zum Theile zerstört. Die letzte der noch später functionierenden Aqua Traiana kam 549 n. Ch., kurz vor dem Ende des ostgothischen Reiches, auch in Verfall. Erst unter der Herrschaft der Päpste (776 n. Chr.) begannen wieder die Reconstructions-, beziehungsweise Ausbesserungsarbeiten bei den Aquäducten und die Instandsetzung der Wasserleitungen.

In neuester Zeit wird Rom durch vier Wasserleitungen versorgt, und zwar die Aqua Vergine (erneuert im Jahre 1450), die Aqua Marcia (Aqua Pia, im Jahre 1870 unter Pius IX. reconstruiert, deren Zuleitungscanal 52 *km* lang ist), die Aqua Felice, von Sixtus V. (1585—1590) errichtet, und die Aqua Paolo, während der Regierung Pauls V. (1605—1621) erbaut.

Der bedeutende Umfang der Wasserleitungen der alten Urbs Roma kann aus nachstehenden Zahlen entnommen werden:

Die früher angeführten neun ältesten Leitungen, welche das Wasser einzelner Quellen, sowie des Flusses Anio und des alsietinischen Sees der Stadt zuführten, hatten zusammen eine Länge von 436 *km*, von welcher ca. $2^1/_2$ *km* auf Tunnels und ca. 63 *km* auf Aquäducte (Bogenstellungen) entfielen.

Das Wasser wurde dem sich steigernden Bedürfnisse entsprechend mit immer größerer Druckhöhe in die Stadt eingeleitet, wodurch sich die Nothwendigkeit ergab, die Aquäducte immer mehr zu erhöhen, beziehungsweise eine Leitung über die andere hinwegzuführen. Dadurch erreichten die Aquäductbrücken, in zwei bis drei Etagen angeordnet, ganz bedeutende Höhen.

So erheben sich die Bogenstellungen der Aqua Claudia bis zu 32 *m* über die Thalsohle.

Die Qualität des zugeleiteten Wassers war entsprechend den Entnahmsstellen eine sehr verschiedene; einige Leitungen konnten nur als Nutzwasser Verwendung finden. Das zumeist sehr harte kalkreiche Quellwasser hatte 18—27 Härtegrade, überschritt also zumeist die von unseren Gesundheitscommissionen normierten allgemeinen Grenzen.

Zur Ablagerung der bei Trübungen des Wassers mitgeführten Sedimente dienten eigene Absatz- und

Klärungsbassins, Piscinae genannt, welcher Name auch auf die gleichzeitige Verwendung als Fischbassins hindeutet. Diese Bauwerke, oft aus zwei Etagen bestehend, weisen mitunter ansehnliche Dimensionen auf. Der Fassungsraum der Piscinen entsprach zumeist dem maximalen Stundenzuflussquantum.

Nebstdem finden wir eigene Wasserschlösser (Castella), zumeist dreikammerig erbaut, aus welchen die Wasservertheilung direct in der Weise erfolgte, dass aus der mittleren Kammer, welche durch den Überlauf der beiden anderen Abtheilungen gespeist wurde, die öffentlichen Springbrunnen, aus den letzteren die Bäder und Privatzuleitungen versorgt wurden.

Die Bewilligung zur Zuleitung in die Privathäuser wurde ausschließlich nur vom Kaiser zumeist als Belohnung für geleistete Dienste ertheilt.

Die Wasserrechtsverhältnisse Roms weisen überdies noch viele andere höchst interessante Details auf, auf welche einzugehen hier die Zeit mangelt.

Außer den Wasserversorgungsanlagen der Stadt Rom wären in Italien selbst unter anderen noch die 173 v. Chr. durchgeführten Leitungen für Fondi, Pisanus und Pollentia, ferner jene von Neapel und Alatri hervorzuheben.

Insbesondere ist es die um das Jahr 100 v. Chr. gebaute Wasserleitung von Alatri, welche technisch

dadurch interessant ist, dass bei derselben die Römer sich der Vortheile einer Heber- (Syphon-) Leitung bedienten, bei welchen 100 *mm* weite Bleiröhren von 10—35 *mm* Fleischstärke in Verwendung kamen, die einem maximalen Wasserdrucke von 10 Atmosphären ausgesetzt waren.

In den römischen Colonien sind hervorzuheben die Wasserversorgungen von Lyon, Pergamum, Arelatum (Arles) und Aspendus, welche ebenfalls Heberleitungen besassen.

In der Zuleitung für Lyon waren drei Syphons eingeschaltet, von welchen der mittlere, aus 10 Bleirohrsträngen bestehend, 123 *m* Höhenunterschied (Pfeilhöhe, 12 Atmosphären Überdruck) aufwies.

Der Syphon von Pergamum (römische Leitung) war, nur einem Wasserdrucke von 26 *m* ($2^1/_2$ Atmosphären) ausgesetzt, aus Thonröhren gebildet.

Als besonders hervorragende Bauwerke in den römischen Colonien Europas seien noch die nachstehenden, durch ihre gewaltigen Dimensionen imponierenden Aquäducte (Brückenleitungen) hervorzuheben.

In Gallia (Frankreich): der circa 18 v. Chr. erbaute Pons du Gard für die Wasserleitung von Nemausus (Nimes), eine mächtige Brücke aus drei übereinander angeordneten Bogenstellungen, deren einzelne Bogen (im ganzen 256 Stück) bis 24 *m* Spannweite besitzen. Das zur Übersetzung des Garonne-

thales bestimmte 2000 *m* lange Bauwerk hat eine größte Höhe von ca. 45 *m* über dem Wasserspiegel des Flusses. Weiters sind hervorzuheben die Aquäducte von Vienna, Antibes und Sens.

In Spanien: der Aquäduct von Tarragona (anfangs der christlichen Zeitrechnung erbaut) in zwei Bogenstellungen von zusammen 30 *m* Höhe, ferner der Aquäduct von Chelves und Merida, endlich jener von Segovia (unter Trajan gebaut), das größte der erhaltenen römischen Bauwerke Spaniens. Seine größte Höhe beträgt 31 *m* bei einer Länge von 818 *m*. Die Brücke besteht aus 109 Bogen, welche in zwei Etagen übereinander angeordnet sind.

In Deutschland finden sich gleichfalls Überreste römischer Wasserleitungen in den Städten Köln, Mainz, Metz und Straßburg.

Außer den bereits angeführten Wasserleitungen in Pergamum und Aspendus haben die Römer auch in Kleinasien eine große Anzahl derartiger Werke mitunter auch auf Kosten der betreffenden Gemeinden geschaffen.

Erwähnt seien hier unter anderen die Städte Nicomedia, Alexandria-Troas, Mytilene, Ephesus und Antiochia in Syrien.

Unter den römischen Wasserwerken in Afrika ragt insbesondere die Leitung für Karthago hervor, welche eine Länge von 132 *km* besessen haben soll; einer der im Zuge der Leitung befindlichen Aquä-

ducte, welcher unter Septimus Severus (193—211 n. Chr.) gebaut wurde, hatte eine Höhe von 40 *m*.

Byzantinisches Reich. — Die oströmischen Wasserleitungen, die jedoch großentheils nicht mehr aus der Periode des Alterthums stammen, sondern bereits dem Mittelalter angehören, weisen zum Unterschiede von den weströmischen in Bezug auf die Wasserbeschaffung insoweit wesentliche Unterschiede auf, als hier wieder zahlreiche Anlagen von Stauweihern anzutreffen sind, welche jedoch in ihren Dimensionen sehr bescheiden und oft nur als künstlich ausgehobene kleinere Teiche von rechteckiger Grundrissform durchgeführt erscheinen.

Unter allen diesen Anlagen ist die Wasserversorgung von Constantinopel die bedeutendste.

Unter den antiken Bauobjecten dieser Anlage muss insbesondere der Aquäduct des Valens hervorgehoben werden, welcher, um das Jahr 368 n. Chr. gebaut, eine Höhe von ca. 23 *m* hat und die Bogenstellungen in zwei Etagen durchgeführt erscheinen. Der ursprünglich gegen 1200 *m* lange Aquäduct wird nach wiederholt durchgeführten Reparaturen auch noch heute nothdürftig benützt.

Auf das **Mittelalter** übergehend, zeigte sich das Bewässerungswesen am entwickeltsten bei den Mauren in Spanien (711—1492 n. Chr.), deren her-

vorragende Wasserbauten sich in ihren Überresten sowie ihren Einrichtungen bis heute erhalten haben und jetzt noch die gegenwärtige Cultur einzelner Districte bedingen.

Diese maurischen Anlagen dienten vielfach als Vorbild für spätere Bauten sowohl in Bezug auf die Art ihrer Construction, wie ihrer Gesetzgebung und Organisation; in Beziehung auf die letztere auch dadurch höchst interessant, dass wir hier die älteste Form der Wassergenossenschaften vorfinden.

Die einzelnen Provinzen wurden in Wasserbezirke eingetheilt, in welchen das nothwendige Wasser entweder den Flüssen direct entnommen, zumeist jedoch in großen, künstlich hergestellten Stauweihern gesammelt wurde.

Aus diesen Reservoirs wurde das Wasser mittelst verschieden großer Hauptcanäle *(Almatriches)* abgeleitet und durch aus denselben abzweigenden Nebencanälen (Zubringern, *Azequias*) der zu bewässernden Area zugeführt.

Die Aufleitung auf die einzelnen Grundstücke erfolgte entweder per Gravitation oder durch künstliche Hebung mittels eigener Schöpfwerke *(Norias)*. Die Abgabe des Wassers war eine streng geregelte und erfolgte das für jedes Grundstück festgestellte nothwendige Quantum *(Alema)* durch eigene Messvorrichtungen. Die Öffnung und Schließung dieser Vorrichtung musste nach einer gewissen Wässerord-

nung in genauen, durch Glockensignale festgesetzten Zeiträumen erfolgen, und wurden Überschreitungen mit strengen Strafen belegt. Für das entnommene Wasser wurde auf Grund des an der Scala des Messapparates ablesbaren Quantums pro Zeiteinheit ein gewisser Wasserzins eingehoben.

Auch Oberitalien zeichnete sich durch seine Bewässerungseinrichtungen und eine weise Gesetzgebung hervorragend aus.

Die Einführung des dortigen mustergiltigen Bewässerungssystems wird den Mönchen von Chiaravalle zugeschrieben, welche selbst eine Wiesenbewässerungsanlage von circa 8000 *ha* bauten und den Überschuss an Wasser gegen Bezahlung an andere Grundbesitzer abgaben. Als ältester Canal wird jener von Vettalia (1057) bezeichnet. Die Grundlage der heute bestehenden Gesetzgebung bildete eine um das Jahr 1216 in Mailand erschienene Sammlung von Verordnungen über die Leitung und Benützung des Wassers. Die alte Einheit für die Berechnung des Wasserzinses bildete die Oncia, welche einem Wasserquantum von circa 36·4 Secundenliter entsprochen haben soll. An Stelle dieser Wasserunze trat im 16. Jahrhunderte der bis heute in Verwendung stehende Modulus, entsprechend einem Quantum von 100 *l* pro Secunde.

Aus der Geschichte Englands ist zu entnehmen, dass erst Ende des 17. Jahrhunderts große Rieselwiesen geschaffen und Mitte des 18. Jahrhunderts die ersten Wiesen nach dem System der Überstauung eingerichtet wurden. Auch die rationelleren Entwässerungsmethoden (Drainagen) gelangten in dieser Zeitperiode zur allgemeinen Anwendung, und fanden diese Meliorationsarbeiten auch seitens der englischen Regierung weitgehende Würdigung (im Jahre 1795 bewilligte das Parlament dem Erbauer der Drainagen in der Grafschaft Warwick: Josef Elkington, in Anerkennung seiner Verdienste um die Ausbildung der Drainage eine Nationalbelohnung von 1000 Pfund Sterling). Die heutige Methode der Röhrendrainage datiert seit dem Jahre 1850, nachdem erst nach Erfindung und Vervollkommnung der Drainröhrenpresse durch Williams und Whitehead (1845—1848) die billige, rasche und dauernd functionierende Legung von Drainrohrleitungen ermöglicht wurde.

Zur selben Zeit (1750) wurden in Deutschland durch den Bürgermeister Dressler in Siegen die ersten Kunstwiesen gebaut.

Wie aus meinen früheren Ausführungen zu ersehen, ist im allgemeinen im Mittelalter und der Neuzeit auf dem Gebiete der Culturtechnik gegenüber den hervorragenden Leistungen des Alterthums ein bedeutender Rückgang zu constatieren.

Erst der letzten Hälfte dieses Jahrhunderts, also der neuesten Zeit, war es vorbehalten, wie auf vielen technischen Gebieten, so auch auf dem Gebiete der hydrotechnischen Wissenschaften bahnbrechend einzutreten. Ein allgemeinerer Aufschwung der Culturtechnik, also die intensivere Schaffung neuer Bauwerke auf diesem Gebiete datiert sogar nur auf eine Zeitperiode von circa 20 bis 30 Jahren zurück.

Gegenwart. Wenn ich nun zum Schlusse meiner historischen Ausführungen den heutigen Stand des culturtechnischen Bauwesens anzureihen beabsichtige, so kann dies bezüglich des Umfanges mit Rücksicht auf die vorgeschrittene Zeit und das äußerst spärlich zur Verfügung stehende statistische Materiale nur in ganz allgemeinen Zügen erfolgen.

Auf der in diesem Jahre von Frankreich veranstalteten Weltausstellung, welche ich bezüglich meines Faches detaillierter zu studieren Gelegenheit hatte, wurde die seltene Möglichkeit geboten, einen großen Theil einzelner der hervorragenden Schöpfungen der ausländischen Ingenieure zum Theile in vorzüglichen Modellen, zum Theile in Form von Plänen oder aber in Berichten jener Reiche kennen zu lernen, welche sich überhaupt an der Ausstellung in diesem Fache betheiligten.

Um in möglichster Kürze einen Überblick zu geben, was in neuester Zeit diesbezüglich geschaffen wurde, sei es mir gestattet, nach der bisherigen Ein-

theilung nach Ländergebieten geordnet, einige allgemeine Daten, soweit selbe gewonnen werden konnten, oder aber einzelne der hervorragendsten Werke der Gegenwart auf dem Gebiete der Culturingenieur-Baukunst hervorzuheben, um darnach einigermaßen auf den derzeitigen Umfang und Fortschritt der Meliorations-Bautechnik schließen zu können.

Österreich. — Soweit ich aus den mir zur Verfügung stehenden Daten entnehmen konnte, dürften in Österreich bisher zusammen beiläufig 300.000 *ha* Grundstücke mit einem Kostenaufwande von rund 20 Millionen Gulden melioriert worden sein. Von obiger Gesammtarea entfallen mindestens fünf Sechstel auf Entwässerungsarbeiten, und hievon drei Fünftel auf Galizien.

Bezüglich der technischen Durchführung der Entwässerungen sei die Meliorationsanlage des Jaispitzthales in Mähren nur aus dem Grunde hervorgehoben, weil hier zum erstenmale durch Anlage von Retensions-Stauweihern eine schädliche Überflutung der Grundstücke der Thalniederungen hintangehalten wurde.

Das Wasserversorgungswesen der Städte ist in den letzten zwei Decennien in stetigem Aufschwunge begriffen und wurden auch bereits einzelne größere Canalisationen durchgeführt.

Ungarn. — Nach den bei der Pariser Ausstellung aufliegenden amtlichen Berichten wurden bis

zum Jahre 1898 443.000 *ha* mit einem Kostenaufwande von rund 7 Millionen Gulden melioriert, wobei auf die Trockenlegungen der Ländereien 420.000 *ha*, auf Drainagen 13.000 *ha* und auf Bewässerungen 10.000 *ha* entfallen.

Für die mechanische Hebung zur Entsumpfung der Thalniederungen sind derzeit 84 Maschinen mit 10.000 Pferdestärken und 123 m^3 secundlicher Leistung aufgestellt.

Bosnien und Hercegovina. — Hier wären hervorzuheben: 1. die Meliorationsanlage des Livanjsko polje, welche die Entwässerung von 29.600 *ha* Culturlandes durch unterirdische Ableitung mittels Saugschlünde *(Ponore)* und die Bewässerung von 1800 *ha* Wiesenland umfasst; die Baukosten belaufen sich auf rund 160.000 fl.; 2. die Bewässerung einer Fläche von derzeit 600 *ha* des Gacko polje aus dem mit einem Kostenaufwande von 350.000 fl. hergestellten Stauweiher Kline, welcher 2,600.000 m^3 Wasser aufzuspeichern imstande ist. Die Kosten der Bewässerungsanlage betragen 60.000 fl.; hierbei wird bemerkt, dass das ganze der Meliorierung noch später zu unterziehende Gebiet einen Flächenraum von 14 km^2 besitzt.

Deutschland. — Preußen weist nach den Berichten des Ministeriums für Landwirtschaft etc. mit Ende 1898 2120 Ent- und Bewässerungsgenossenschaften, 414 Deichverbände und 156 Genossenschaften zur Regulierung von Wasserläufen auf.

Das meliorirte, beziehungsweise geschützte Gebiet umfasst 2,800.000 *ha*, die Kosten sind mit 144 Millionen Mark beziffert.*)

In Bayern wäre unter anderem die große Aufgabe hervorzuheben, welche dem Reiche in der Entwässerung der ausgedehnten Moore (circa 150.000 *ha*) obliegt.

Rheinland und Westphalen. In diesen Ländern sind unter anderem 13 Stauweiher zum Theile ausgeführt, zum Theile im Baue und Project, welche zusammen 81 Millionen Cubikmeter Fassungsraum besitzen, welche wasserbauliche Anlagen mit einem Aufwande von 26 Millionen Mark verbunden sind, wobei die Thalsperren allein 16 Millionen Mark Baukosten beanspruchen.

Das Wasserversorgungswesen ist in Deutschland in hervorragendem Maße entwickelt, und besitzen die meisten größeren Städte bereits moderne Anlagen.

Auch die Canalisierung der Städte weist wesentliche Fortschritte nach.

---

*) Hervorragende Hochwasserschutzanlagen, ähnlich wie die theilweise schon durchgeführte Melioration des Jaispitzthales in Mähren, sind am Bober und Queissflusse in Preußisch-Schlesien projectiert. Zur Behebung des durch Überschwemmungen der Thalländereien dieses Gebietes entstehenden Schäden (durch das Juli-Hochwasser 1897 allein 10 Millionen Mark betragend) soll der Abfluss der Hochwässer durch Anlage von drei Stauweihern mit 7,700.000 m^3 Fassungsraum bei 1513 km^2 Einzugsgebiet entsprechend günstig geregelt werden, welcher Meliorationsbau mit einem Kostenaufwande von 15·5 Millionen Mark verbunden sein wird.

In letzterer Beziehung wäre insbesondere Berlin und Breslau insoweit hervorzuheben, als mit der Canalisation auch eine theilweise landwirtschaftliche Ausnützung der Abwässer durch Berieselung größerer Culturflächen verbunden ist. Nachdem der Hauptzweck dieser Spüljauchenberieselung die Reinigung der Abwässer ist, andererseits die Erwerbung der nöthigen Ländereien seitens der großen Städte mit bedeutenden Opfern verbunden ist, so leiden alle bisherigen Berieselungsanlagen des Continents infolge ungenügender Flächenausdehnung an Übersättigung mit Dungstoffen, daher der landwirtschaftliche Erfolg, obwohl hervorragend, doch nicht das erwünschte Ziel erreicht hat.

Auch die Städte Freiburg im Breisgau und Bunzlau besitzen wenn auch kleinere Spüljauchenberieselungsanlagen.

Als mit Rücksicht auf die verschiedene Art der Wassergewinnung (Grund-, Fluss- und Quellwasser, sowie Regenwasser in Stauweihern gesammelt, auch durch Berieselung gereinigt) interessant sei noch die Wasserversorgung der Stadt Chemnitz in Sachsen hervorgehoben, welche Stadt mit derzeit 200.000 Einwohnern bereits 6 Millionen Mark auf die Erbauung der jetzigen Wasserleitung verwendet hat und demnächst an die Durchführung bedeutender Erweiterungen, namentlich Erbauung von Thalsperren, schreiten will, welche einen weiteren Kostenaufwand von

5 Millionen Mark (für 500.000 Einwohner ausreichend) erheischen wird.

Die in den Wirkungskreis der Culturtechniker gehörigen Fragen der Reinigung der Abwässer der Ortschaften und einzelner Industrien haben wie in Österreich so auch in Deutschland in den letzten Decennien gleichfalls eine wesentliche Förderung und rationelle Lösung erfahren.

Frankreich. — Für die an den nicht schiffbaren und flößbaren Flüssen und Bächen auszuführenden Arbeiten, als: Ufersicherungen, Räumung, Baggerung, Coupierung etc., deren Beaufsichtigung in Frankreich dem culturtechnischen Dienste obliegt, werden jährlich circa 3 Millionen Francs verausgabt. Derzeit existieren 1058 Syndicate zur Durchführung dieser Arbeiten. Die Zahl der jährlich an dieser Kategorie von Wasserläufen neu hergestellten Triebwerke überschreitet 600.

Von wichtigeren neueren, großen Trockenlegungen wären hervorzuheben:

«La Camarque»: südlich von Arles (Departement Bouches du Rhône) zwischen dem Delta der Rhônemündung gelegen, welcher Landstrich eine Fläche von 74.300 *ha* verschiedenes Culturland umfasst.

Daran anstoßend die Entwässerung der großen Sümpfe am Golf de Fos, ferner Les Landes de Gascogne (Gironde-Landes) mit einer Fläche von

800.000 *ha*, la Sobenge mit 500.000 *ha*, la Dombes (Ain) mit 112.700 *ha* und einige andere der größeren Anlagen, welche zusammen allein schon eine Fläche von 1·7 Millionen Hektare repräsentieren.

In der Gascogne stieg der Pachtzins des Grundes durch die Melioration von 65 auf 270 Frcs. pro Hektar.

An Bewässerungssyndicaten bestehen derzeit 2725. Nach Bechmann werden derzeit in Frankreich 2·36 Millionen Hektar rationell und 3 bis 4 Millionen Hektar wild bewässert.

Im Laufe dieses Jahrhunderts wurden von großen Bewässerungscanälen allein 25 gebaut, welche mehr als 1 m^3 pro Secunde führen, und aus welchen eine Fläche von 150.000 *ha* bewässert wird.

Die Steigerung des Bodenwertes nach der Bewässerung wird mit 4000 Frcs. pro Hektar (für Gemüsegärten) beziffert, was, auf obige Fläche bezogen, einer Vermehrung des Volksvermögens von 600 Millionen Francs entspricht.

In den zwei Departements Acide und Hérault wurden durch Überstauung mit Wasser ca. 6000 *ha* Weinland vor den Verheerungen der Reblaus geschützt, was bei Annahme einer Staatssteuer von 5 Frcs. pro Hektoliter Wein einen staatlichen Gewinn an Steuer allein die Summe von $1^1/_2$ Millionen Francs bedeutet.

Von den Bewässerungsanlagen Frankreichs sei hier unter anderen Unternehmungen hervorgehoben

das Departement Vaucluse, in welchem mittels 26 größeren, zum Theile aus dem 16. Jahrhundert stammenden Canälen, welche bis 8 m^3 pro Secunde führen, sowie einer großen Anzahl kleiner Zuleitungsgräben das nöthige Wasser einer Fläche von 25.000 *ha* zugeführt wird.

Ferner der Canal Manosque im Departement Basses-Alpes, welcher mit einem Kostenaufwande von $5^1/_2$ Millionen Francs vor kurzem fertiggestellt wurde. Dieser Canal, in dessen Trace sieben große Syphons zur Traversierung der Thäler eingebaut sind, hat eine Capacität von 2 m^3 pro Secunde und bewässert eine Fläche von 3000 *ha*.

Eine dieser Unterleitungen, der Syphon de Largue, ist 930 *m* lang und betrugen dessen Baukosten 500.000 Frcs.

Endlich seien noch hervorgehoben die großen Bewässerungsanlagen am Canal des Alpines (Bouches du Rhône) bei St. Remy, im Bassin de la Haute-Durance etc.

Für jenen Theil der Wildbachverbauungen, welcher speciell der Direction de l'Hydraulique agricole untersteht, wurden bisher 545 Syndicate gebildet.

Das Wasserversorgungswesen Frankreichs steht auf einer hohen Stufe technischer Entwicklung und weist dieses Reich ganz bedeutende Anlagen auf.

Das hervorragendste Werk dieser Art ist die Wasserversorgung von Paris.

Das Quellwasser bezieht die Stadt aus vier Gebieten, aus welchen täglich circa 300.000 m^3 Trinkwasser (112—120 *l* pro Kopf) durch 409 *km* lange Zuleitungen der Stadt zugeführt werden. Die Baukosten dieser Anlage betrugen 103 Millionen Francs, wobei die Kosten des vierten erst anlässlich der Weltausstellung im Juni d. J. eröffneten Werkes in dieser Summe nicht enthalten sind. Außerdem bezieht Paris aus der Seine, der Marne, dem Canal d'Ourcq und einzelnen artesischen Brunnen bei Grenelle und Passy täglich 500.000 m^3 Nutzwasser (somit pro Kopf und Tag 200 *l*).

Außerdem sei hier das Project P. Duvillard hervorgehoben, welches die Zuführung des Wassers des Genfersees durch eine 540 *km* lange Zuleitung ins Auge fasst.

Zahlreiche Stauweiher wurden im Zwecke der Wasserversorgung einzelner Städte künstlich errichtet.

Hervorzuheben ist bezüglich der Mauerhöhe die 56 *m* hohe Thalsperre am Furensflusse zur Versorgung der Stadt St. Etienne.

Aber auch natürliche Wasserbecken (Seen) wurden der Cultur diesfalls dienstbar gemacht, so der in 2164 *m* Seehöhe gelegene See «Lac Reservoir de Caillaonas» (Hautes-Pyrénées). Der Wasser-

spiegel dieses natürlichen Seebeckens kann durch einen in den Bergrücken vorgetriebenen Ablassstollen um 18·3 *m* tiefer gesenkt werden, welcher Fassungsraum einerseits dem Bedarfe, andererseits den durch die Niederschläge zur Verfügung stehenden Zuflussmengen entspricht.

Unter den Canalisationen der Städte ist ebenfalls die der Reichshauptstadt Paris hervorzuheben. Diese nach dem System der Schwemmcanalisation erbaute großartige Entwässerungsanlage imponiert insbesondere durch die mächtig dimensionierten Hauptcanäle. So besitzt der Collecteur d'Asnières bei einer Breite von 5·60 *m* eine Gesammthöhe von 4·4 *m*, der Hauptzubringer der Abwässer nach Clichy 6 *m* Breite und 5 *m* gesammte Höhe bei 10 m^3 Capacität. In diesen großen befahrbaren Canälen, welche infolge des großen Wasserreichthums vollkommen geruchlos erhalten werden, sind die Röhren der Nutz- und Quellwasserleitungen, die Röhren der pneumatischen Post, die Leitungen für die Druckluft und die Telegraphen- und Telephonleitungen untergebracht. Die Gasröhren sind der Sicherheit wegen separat außerhalb der Canäle in die Erde gebettet.

Die Abwässer von Paris (200 Millionen Cubikmeter pro Jahr) werden durch drei mächtige Pumpwerke gehoben und auf die Rieselfelder von derzeit 5000 *ha* Fläche geführt (mit der später in Aussicht

genommenen Erweiterung der Rieselwirtschaft werden circa 9000 *ha* Fläche zur Verfügung stehen).

Das in offene Gräben geleitete Canalwasser gelangt nicht unmittelbar und oberirdisch mit den Pflanzen in Berührung, sondern versickert in durchlässigem Boden und wirkt anfeuchtend auf die Wurzeln der Culturgewächse.

Das durch den Erdboden filtrierte überschüssige Wasser sammelt sich in die 4 m tief gebetteten Drainrohrleitungen von 30 bis 45 *cm* Durchmesser (Betonröhren mit seitlichen Schlitzen) und gelangt chemisch und bakteriologisch gereinigt durch die offenen Abflussgräben in die Seine. Ich hatte Gelegenheit, an einem der heißen Julitage dieses Jahres in dem Jardin modèle dieses aus den Drains ausfließende krystallreine, gut schmeckende und trotz der enormen Lufttemperatur kalte Wasser einer völlig zufriedenstellenden Trinkprobe zu unterziehen — der weitgehendste Grad der Reinigung von Abwässern, welcher mir bisher bekannt ist.

In England bestehen gleichfalls kleinere Anlagen derartiger Spüljauchenberieselungen. Bis zum Jahre 1895 bestanden 42 städtische Rieselfeldanlagen, welche auf einer Fläche von 5700 *ha* die Abwässer von 2·6 Millionen Menschen placierten.

Spanien. — Die südöstlichen Gebiete Spaniens, die Provinzen Valencia, Murcia, Granada und Andalusien besitzen insbesondere ausgedehnte Bewässe-

rungsanlagen, welche, aus der Zeit der Mauren stammend, später reconstruiert und erweitert wurden.

Das Wasser wird entweder durch Einbau mächtiger Schleusenwerke den Flüssen oder künstlich hergestellten oder natürlichen Staubecken (Stauweihern) entnommen, mit natürlichem Gefälle den Grundstücken zugeführt, oder aber künstlich zumeist durch Schöpfräder *(Norias)* gehoben; die letzteren haben bis 10 *m* Durchmesser und schöpfen dann 15—20 Secundenliter auf Maximum 7 *m* Höhe.

Mitunter wird das Sickerwasser der Flüsse durch Anlage von Stollen unter der Flussohle gesammelt (z. B. bei Alicante im Rio Monegre).

In der Gegend von Cadix werden in den Dünen «Navasos» angelegt; es sind dies im Sand ausgehobene umwallte Vertiefungen, deren Sohle bei einigen derselben im Bereiche der Flutwirkung durch das Grundwasser einer periodischen Anfeuchtung ausgesetzt ist.

Andere Navasos werden durch gesammeltes Regenwasser befeuchtet und können in das Meer hinein entwässert werden.

Fehlt die Möglichkeit der Entwässerung, so sind diese Navasos im Winter überschwemmt und unbestellbar.

Die gesammte Fläche der bis 1890 bewässerten Ländereien in Spanien wird nach Deakin auf 280.000 *ha* geschätzt.

Die künstlichen Stauweiher, welche der Bewässerung dienen, und deren man in Spanien 14 zählt, haben zusammen einen Fassungsraum von 187 Millionen Cubikmeter, sind theils aus Erde, theils aus Mauerwerk hergestellt; sie haben Höhen von 6 bis 50 *m*, sind 35 bis 248 *m* lang und wurden theils von den Mauren, theils im 16., 18. und 19. Jahrhundert erbaut.

Das größte alte Reservoir ist der aus der Maurenzeit stammende Stauweiher von Segûra (Rio Murcia), welcher 46 Millionen Cubikmeter Fassungsraum besitzt und durch eine 43 *m* hohe Thalsperre gebildet wird. Das Becken dient zur Bewässerung von 17.500 *ha* der Huerta am Murcia.

Unter den neuesten Bauten ist als größtes Stauwerk die Thalsperre von Puentes (Rio Murcia), 48 *m* hoch, hervorzuheben, welche, 1881—1886 erbaut, eine Wassermenge von 31½ Millionen Cubikmeter magaziniert.

Unter den spanischen Städten, welche mit modernen Wasserversorgungen versehen sind, wären hervorzuheben:

Santander. Die zwischen zwei Flussarmen des Rio Pas im Flussbette auftretenden Quellen werden durch eine 34 *km* lange Canalleitung mit mehreren Syphons der Stadt zugeführt.

Alicante wird durch artesische Brunnen mit Trinkwasser versorgt, deren Wasser mittels einer 47 *km* langen Druckleitung der Stadt zugeführt wird.

Italien. — Nach Deakin betrug die bewässerte Fläche in Italien bis zum Jahre 1890 rund $1\frac{1}{2}$ Millionen Hektar, welches Ausmaß jedoch Markus in seinem Reiseberichte schon im Jahre 1881 ausweist.

Am besten bewässert ist die Lombardie, welche obiger Zusammenstellung nach allein 680.000 *ha* und speciell Mailand 250.000 *ha* bewässerten Landes besitzt. Die Versorgung der Ländereien mit Wasser erfolgt durch Canäle, zum Theile durch directe Entnahmen aus den Flüssen oder durch oft sehr mächtige Quellen.

Die gleichzeitig der Schiffahrt dienenden Bewässerungscanäle, deren es nach Baccarini in Italien circa 800 *km* gibt, weisen oft ganz bedeutende Dimensionen und Capacitäten auf.

So besitzt der Naviglio grande bei Mailand bei 48 *m* Sohlenbreite und einer Tiefe von 3·8 *m* eine Wassercapacität von 65 m^3 pro Secunde, der Canal Cavour in Piemont bei 82 *km* Länge 20 *m* Sohlenbreite, 3·4 *m* Wassertiefe, 110 m^3 Capacität; endlich der Canal Bianca in Venetien bei 40 *m* Sohlenbreite ein secundliches Wasserquantum, beziehungsweise Fassungsvermögen von 114 m^3.

Auf dem Gebiete der Entwässerung der Ländereien, insbesondere Trockenlegung von Sümpfen, hat Italien Hervorragendes geleistet, und ergibt sich die Bedeutung dieser Culturarbeiten auch aus der Erscheinung, dass nach Beendung der Entsumpfungs-

arbeiten die von den Sümpfen hygienisch beeinflusste Zone von circa 900.000 *ha* saniert und hiemit einer Bevölkerung von 2 Millionen Menschen günstigere sanitäre Verhältnisse geschaffen wurden.

In neuester Zeit wurde seitens der italienischen Regierung zum Zwecke der Hebung der Landwirtschaft durch Bewässerung die Anlage großer Stauweiher projectiert. So sind für Sicilien 10 Reservoire mit zusammen 500 Millionen Cubikmeter Fassungsraum in Aussicht genommen, durch welche eine Fläche von 77.000 *ha* der künstlichen Bewässerung zugeführt werden soll. Bei einem durchschnittlich veranschlagten Baukostenpreise der Stauweiher von im Mittel 6 Pf. pro 1 m^3 aufgespeicherten Wasserquantums würden sich somit die gesammten Herstellungskosten der früher erwähnten 10 Stauweiher auf beiläufig 30 Millionen Mark stellen.

Algier. — Derzeit bestehen in Algier 576 Bewässerungsanlagen im Ausmaße von 203.000 *ha*. Von den Entwässerungsanlagen sind hervorzuheben jene des «de la vallée des jardins à Mostaganem» (Kostenaufwand 130.000 Frcs.), ferner die Entwässerung «de la plaine de la Macta», die Trockenlegung der Sümpfe bei Aboukir und Blad Tonaria (zusammen 250 *ha* Fläche, Kosten 16.400 Frcs.), die Trockenlegung des 2000 *ha* großen Sees Halloula, endlich jene der Sümpfe von El-Guerrah (600 *ha*, 129.000 Frcs.). Zur Wasserversorgung der Ortschaften wurden unter anderen 9 Stau-

weiher mit zusammen 144 Millionen Cubikmeter Fassungsraum erbaut, darunter das größte im Bau befindliche Reservoir Qued Atménia, durch eine 43·5 *m* hohe Mauer gebildet, mit 72 Millionen Cubikmeter Aufspeicherungsraum.

Die Einzugsgebiete dieser Stauweiher sind oft ganz gewaltige und betragen bis 8000 km^2, bei dem 143 *m* langen Erddamm von Cheliff sogar 20.000 km^2. Ein kleineres dieser 9 Reservoire wurde 1885 zerstört und nicht wieder aufgebaut.

In den Jahren 1889—1898 wurden verausgabt:

für Wasserversorgungen . . .	7,700.000 Frcs.
» andere Meliorationen . . .	7,300.000 »
Zusammen . .	15,000.000 Frcs.

Im Jahresdurchschnitt entfallen hievon:

auf den Staat	880.000 Frcs.
» die Interessenten	620.000 »
Zusammen . .	1,500.000 Frcs.

Ägypten. — Neue theils projectierte, theils in Angriff genommene Arbeiten streben die Errichtung einer Anzahl außerordentlich großer Thalsperren behufs Aufspeicherung der Nilhochfluten für Bewässerungszwecke in der Gegend von Assuan, sowie die Nutzbarmachung der Depression des Rayanthales (von einigen Forschern für den alten Möris-see angesehen) zur Ansammlung der Niederschlagswässer an.

Die bereits in Durchführung begriffene Absperrung des Nilthales bei Assuan soll auf eine Länge von 2 *km* durch eine 28 *m* hohe, gemauerte Thalsperre erfolgen, und kann hiedurch die bisher größte durch Stauweiher rückgehaltene Wassermenge von **1000 Millionen Cubikmeter** nach Abfluss der Nilhochfluten (December) magaziniert werden.

Endlich sei noch die neue Barrage in Asiut, gleichfalls für Bewässerungszwecke, und die Barrage du Nil im Nildelta, welche die Aufstauung und Überstauung (Bewässerung) der Niederungen während der Niederwasserstände des Nils gestatten, erwähnt.

Indien. — Das Gesammtausmaß der bewässerten Ländereien in Britisch-Indien bis 1890 soll nach Deakin 12 Millionen Hektare betragen.

Seitens der englischen Regierung werden in Indien jährlich $1^3/_4$ Milliarden Mark zumeist nur für Straßeneisenbahn- und Bodenculturbauten, darunter für Bewässerungsanlagen allein in den letzten 50 Jahren circa 700 Millionen Mark verausgabt.

In der Präsidentschaft Madras existieren 60.000 kleinere Reservoire (Tanks), welche eine Fläche von 1,200.000 *ha* bewässern. Neben diesen kleinen Anlagen existieren auch große Sammelreservoire.

Die Präsidentschaft Bombay und das Industhal liefern ein lehrreiches Beispiel der Urbarmachung eines ursprünglich ertraglosen Gebietes durch Einführung der Bewässerungswirtschaft. Das Industhal wird durch

eine Reihe von Canälen durchzogen, welche theils der Vertheilung des Hochwassers, theils der Zuleitung der Niederwässer des Flusses dienen. Im oberen Industhale Panjab bestanden 1883 bereits 3450 *km* Wässercanäle.

Im Gangesthale bestehen zwei Parallelcanäle des Flusses auf eine Länge von 88 *km* und wurden von dem nördlich des Ganges liegenden Districte Oude bereits 36 % des gesammten Areales der Bewässerung zugeführt.

In Indien bestehen derzeit sieben große Reservoire von gewaltigen Dimensionen, darunter das bezüglich des Fassungsraumes zweitgrößte der Welt, nämlich der 55 *m* hohe und 315 *m* lange, 1888 begonnene Thalsperrenbau im Periarthale, welche Sperre bei 677 km^2 Einzugsgebiet einen Stauweiher von 374 Millionen Cubikmeter Fassungsraum abschließt. Die Kosten dieses Stauweihers betrugen 13 Millionen Mark und wird das Wasser mittels eines 2 *km* langen Stollens von 7·5 m^2 Querschnitt zu Bewässerungszwecken dem Vigayflusse zugeführt.

Andere dieser Reservoire haben 45 bis 156 Millionen Cubikmeter Inhalt.

Australien. — An den Ufern des Murray in Victoria, im Districte Mildura, und in Neu-Süd-Wales, District Renmark, befinden sich zwei Bewässerungscolonien im Baue, welche nach Vollendung 200.000 *ha* umfassen sollen; 1890 waren 10.000 *ha* ausgeführt

mit circa 30 *km* Canälen. Die Wasserbeschaffung erfolgt durch Dampfmaschinen mit Centrifugalpumpen aus dem Murrayflusse.

Von Stauweihern ist jener von Geelong und von Beetaloo (1890 vollendet) hervorzuheben, deren Thalsperren 18, beziehungsweise 33 *m* hoch sind und Bewässerungs- und Wasserversorgungszwecken dienen.

Amerika. — In verschiedenen Theilen des Südwestens der Vereinigten Staaten, vornehmlich im Thale des Salzflusses in Arizona, im Norden von Neu-Mexico, und den südlichen Theilen von Colorado und Utah finden sich wohlerhaltene Überreste von Bewässerungsanlagen, deren Errichtung um viele Jahrhunderte zurückzuverlegen ist.

Spanische Ansiedler fanden in der ersten Hälfte des 16. Jahrhunderts, im Thale des Rio Grande entlang vordringend, mitten in der trockensten Wüste blühende Rosengärten «not unlike those in the gardens of Castile», wie es in den Berichten heißt. Die Pueblo-Indianer betrieben hier Bewässerungsanlagen, welche schon damals als aus alten Zeiten stammend bezeichnet wurden. Die im bezeichneten Flussthale und dessen Seitenarmen vordringenden spanischen Ansiedler errichteten ihrerseits ebenfalls Bewässerungsanlagen, von denen das Canalsystem in Lascruces, Neu-Mexico, noch heute, d. i. nach drei Jahrhunderten in Benützung steht. Hier finden sich künstliche Auflandungen von 0·5—1 *m* Stärke, welche man

den Bewässerungen verdankt. Von diesen ersten Ansiedelungen und den eroberten mexicanischen Städten aus verpflanzten gegen die pacifische Küste kühn vordringende Missionäre die in Spanien und in den östlichen Districten erlernte Kunst der Bewässerungswirtschaft in die Ansiedlungen der Ureinwohner des Westens.

Aus diesen bescheidenen Anfängen sind die ausgedehnten Bewässerungsanlagen, welche heute einen bedeutenden Theil der Wüste, welche sich westlich von 100. Längegrade gegen das Gestade des Pacific hinzieht, in Culturland verwandelt haben, entstanden.

Ein zweiter Vorstoß der Pioniere der Landwirtschaft erfolgte im Jahre 1849 durch das Vordringen der Mormonen in die Gebiete des Salzthales von Utah und die Durchführung der Wasserwirtschaft unter Benützung der Wässer der City-Creek.

Diese Anlagen sind sowohl dadurch, dass sie einer neueren, vorgeschritteneren Epoche angehören, wie auch durch ihre planmäßige, den Geist der Zusammengehörigkeit einer von trefflichen Leitern gelenkten Religionsgemeinschaft verrathende einheitliche Durchbildung von Interesse. Von der Überzeugung ausgehend, dass nur durch geregelte Zufuhr und Vertheilung des Wassers eine bleibende Besiedelung der betretenen Ländereien möglich sei, stützt sich die Landvertheilung an die Einzelnen auf die vorhergegangene Anlage eines gemeinsamen Wasserzuleitungscanales und

entgegen der in anderen Landestheilen sich offenbarenden Bestrebung der Besiedler, sich von einander zu entfernen, zeigen die Ansiedlungen der Mormonen die Tendenz des Zusammenschlusses und die Concentrierung einer größeren Zahl wenn auch kleinerer Farmen, welche im Durchschnitt das Ausmaß von 30 Acres, d. i. circa 12 *ha* besassen.

Dieser Zusammenschluss und auch die äußeren culturfreundlichen Verhältnisse des Landes Utah waren für das gute Gelingen der von den Mormonen inaugurierten Werke von ausschlaggebender Bedeutung, und die Erkenntnis, dass es besser sei, eine kleine Farm mit geordneten Wasserverhältnissen zu besitzen, als der Herr weitausgedehnter, im Ertrage unsicherer oder ganz ertragloser Ländereien zu sein, war bald allgemein verbreitet, ebenso wie die Einsicht der Machtlosigkeit des Einzelnen zur Bekämpfung der Wassernoth bei dem diesen Ansiedlern vollkommen fehlenden Capital.

Der dritte und mächtigste Anlauf, die Wüstengebiete der landwirtschaftlichen Benutzbarkeit zu erschließen, gieng zugleich mit der Erschließung der Goldfelder Californiens vor sich.

Der Landweg, welcher die Schar der Goldsucher nach dem Westen führte, lieferte an seinen Knotenpunkten mit den Flussthälern ebensoviele Stätten neuer Ansiedlungen, und mancher, der westwärts wandernd nur den Goldgewinn im Auge hatte, ließ bei seiner

Rückkehr nach Osten das Auge über die Gegend schweifen, einen geeigneten Ort zur wirtschaftlichen Placierung der erworbenen Reichthümer suchend.

Hiermit wechselt auch das Bild, welches bisher die Unternehmungen auf dem Gebiete der Urbarmachung der Wüste boten. Als neuer wirtschaftlicher Factor tritt zu Land und Arbeitskraft das Capital. Zu der auf die örtliche Erfahrung Einzelner sich stützenden Überlieferung der Localkenntnisse trat die das Wissen von Nationen in geordneter Form verbreitende Thätigkeit der Schulen in den neu gegründeten, rasch emporblühenden Städten. Greelys Colonie in Colorado, Anaheim in Californien wurden die Mutterorte, von denen sich der Strom der Besiedler, Städte gründend und Land urbar machend, über die Wüstenzone ergoss. Auch hier wurde die Regelung der Wasserwirtschaft als die wichtigste Culturmaßregel erkannt. Nach Deakin sollen im Jahre 1890 die bewässerten Grundstücke Nordamerikas einer Fläche von 3 Millionen Hektar entsprochen haben.

Auch Amerika hat sich in neuerer Zeit der großen Vortheile, welche durch die Erbauung von Thalsperren geboten werden, zunutze gemacht und wurde eine größere Anzahl hervorragender Stauweiher für Bewässerungs- und industrielle Zwecke, für Schiffahrtscanalspeisung, insbesondere jedoch für die Wasserversorgung der Städte hergestellt.

Von großen Thalsperren bestehen derzeit 11, sowohl durch Fassungsraum wie Niederschlagsgebiet hervorragend. In Bezug auf den Fassungsraum ist das zur Wasserversorgung der Stadt Boston in diesem Jahre der Vollendung entgegengehende Wachussett-Reservoir hervorzuheben, welches, durch eine 433 *m* lange und 39·3 *m* hohe Mauer abgeschlossen, einen Fassungsraum von 63 Milliarden Gallonen gleich 245 Millionen Cubikmetern besitzt, also das drittgrößte der derzeit bestehenden Reservoire der Erde repräsentiert.

Die Kosten dieser Bauanlage werden 9·1 Millionen Dollars, also gegen 23 Millionen Gulden betragen.

Daran würdig schließt sich das zur Wasserversorgung von New-York dienende New Croton-Reservoir an, welches 121 Millionen Cubikmeter Inhalt besitzt.

Für diesen Zweck bestehen für die Stadt New-York noch 8 andere Stauweiher und 2 große Vertheilungsbecken. Alle diese 11 Sammel-, beziehungsweise Vertheilungsbecken haben bei 937 km^2 Niederschlagsgebiet einen Gesammtfassungsraum von 284 Millionen Cubikmeter, entsprechend einem 13 tägigen Wasservorrath für die Stadt New-York.

Aus den bisherigen Ausführungen ist zu entnehmen, dass bezüglich der Art der Wassergewinnung

für Bewässerung großer Ländereien oder großer Städte die Anlage von künstlichen Stauweihern — die Signatur einer rationellen Wasserwirtschaft — bei weitem überwiegt. (In Deutschland hat in neuester Zeit an Stelle des früher bestandenen Vorurtheiles gegen die Anlage von Thalsperren die Erkenntnis der hohen volkswirtschaftlichen Bedeutung dieser Wasserbauten platzgegriffen, und wurde dies seitens der preußischen Regierung in dem neuesten schlesischen Hochwasserschutzgesetz vom 3. Juli 1900, namentlich in dem zugehörigen Commentar, zum Ausdrucke gebracht.)

Es bestehen bereits derzeit an hervorragenden neuen oder reconstruierten Bauwerken dieser Art oder sind im Bau begriffen in

Österreich	5
Deutschland	15
Italien	3
Belgien	1
England	27
Frankreich	44
Spanien	19
Algier	8
Indien	7
China	1
Australien	3
Amerika	13
zusammen	146

Werden die niederen und älteren bestehenden Dämme (Teiche etc.) und die projectierten Anlagen hinzugezählt, dann steigt diese Anzahl, insbesondere mit Rücksicht auf Indien, in die vielen Tausende.

Aus dem vorgebrachten Materiale, welches immerhin nur in allgemeinen Zügen das Bedeutendste aus dem großen Gebiete der Culturingenieur-Baukunst hervorheben sollte, kann entnommen werden, dass insbesondere im Auslande auf diesem Gebiete viel geleistet wurde.

Sehen wir jedoch von einzelnen überseeischen Ländern und ihren hervorragenden Leistungen ab und stellen wir insbesondere auf unserem Continente und noch mehr in unserem Heimatsreiche das bereits Geleistete zu dem noch Durchzuführenden in ein Verhältnis, so müssen wir, was ja allgemein anerkannt wird, zu der Erkenntnis gelangen, dass wir, insbesondere in Österreich, erst in dem ersten Stadium der Entwicklung der Culturtechnik stehen, und dass mit Rücksicht auf den Charakter Österreichs als Agriculturstaat dem Culturingenieur ein noch großes Gebiet der Thätigkeit eröffnet erscheint.

Ich eile zum Schlusse. In dem Maße, als die fortschreitende intensivere Vertiefung in die einzelnen Zweige der Wissenschaften im 19. Jahrhundert immer mehr Entdeckungen und Erfindungen zur

Folge hatte, hielt auch die Anwendung derselben und Ausnützung auf das praktische Leben nicht nur gleichen Schritt, sondern war es den letzten Decennien vorbehalten, eine solche Fülle epochaler Erfindungen zu producieren, wie solche die verflossenen Jahrhunderte unserer Zeitrechnung zusammengenommen aufzuweisen nicht in der Lage waren.

Mit der zunehmenden Bevölkerungsziffer der einzelnen civilisierten Staaten im allgemeinen, wie insbesondere auch durch die enorm wachsende Bevölkerungsdichte in den Culturcentren bedingt, war die civilisierte Welt im Kampfe um das Dasein bemüssigt, immer neue Mittel und Wege zu suchen, die fort und fort zuwachsenden Millionen Menschen zu erhalten.

Während man früher der Ansicht huldigte, dass sich derartige Störungen des Gleichgewichtes der Existenzmöglichkeit zufolge Überproduction an Menschen einfach nur durch Massenvertilgungen in Form großer Kriege oder Epidemien beheben können, haben uns gerade die letzten Decennien des 19. Jahrhunderts gezeigt, dass die Welt dieses radicalen Ausgleichsmittels nicht bedarf, sondern dass diese für lange Zeit noch Raum genug bietet und im Stande ist, ihre Bewohner zu erhalten, wenn dieselben bestrebt sind, durch intensivere geistige und rationeller zu verwertende körperliche Arbeitskraft sich die Existenzbedingungen selbst zu schaffen.

Auch jene Kreise, welche darauf angewiesen sind, dieselben in den Erträgnissen des Bodens zu suchen, werden gezwungen sein, statt sich nur auf die natürliche Bodenkraft und die ererbten Productions- und Bewirtschaftungsmethoden zu stützen, das in dem Boden natürlich vorhandene und das investierte Capital immer rationeller zu verwerten.

Neben anderen Berufszweigen ist es gerade auch die landwirtschaftliche Bevölkerung, welche in ihrem großen Durchschnitt unter dem Banne conservativer Anschauungen leidet und infolge dessen so schwer zu bewegen ist, von den althergebrachten ererbten Methoden und Vorurtheilen gegenüber bewährten Neuerungen zu lassen.

Aufgabe der verschiedenen landwirtschaftlichen Schulen ist es, hier einzugreifen, und obliegt es in oberster Linie der Hochschule, in dieser Richtung bahnbrechend und aufklärend zu wirken.

Zu dieser Aufklärung beizutragen und behufs weiterer Verbreitung die hiezu geeigneten Apostel heranbilden zu helfen, erachte ich neben der wissenschaftlichen Forschung als eine der Hauptaufgaben meiner Lehrthätigkeit!