

Die Berliner Stadt-Eisenbahn.

Von Ingenieur **N. R. Bode**, Baudirector-Stellvertreter der Wiener Baugesellschaft.

(Mit Plan auf Blatt 12.)

Die Berliner Stadtbahn, eine viergeleisige Locomotiv-Eisenbahn, welche mitten durch die Metropole Deutschlands gezogen ist und bei einer Länge von 12 Kilometer einen Capitalaufwand von 70 Millionen Mark erfordert, nimmt das volle Interesse aller Fachkreise in berechtigten Anspruch. Nachdem über diesen in seiner Art grossartigsten Eisenbahnbau nur ganz aphoristische Publicationen existiren, welche ein genaues Verständniss dieser Anlage nicht ermöglichen, so ist es wohl erklärlich, dass mein Vortrag in der Plenarsitzung unseres Vereines vom 26. April über die Geschichte und den Bau dieser Stadtbahn mehr Aufmerksamkeit erregte, als derselbe anderen Falls zu beanspruchen vermocht hätte.

Der Mangel an ausreichenden Publicationen nöthigte mich auch zum Studium dieses Unternehmens an Ort und Stelle und — ausgerüstet mit einem Empfehlungsschreiben unseres Vereines — wurde mir dasselbe durch das ganz ausserordentlich collegiale und liebenswürdige Entgegenkommen der maassgebenden Schöpfer und Leiter des Unternehmens nicht nur im grössten Umfange ermöglicht und erleichtert, sondern mir auch alle wichtigen Pläne mit der einzigen Beschränkung zur Verfügung gestellt, dieselben nicht zu veröffentlichen, da sich dieses Recht das dortige Handelsministerium ausdrücklich vorbehalten habe.

Ich erfülle hiermit eine angenehme Pflicht, wenn ich den betreffenden Herren, namentlich aber Herrn Regierungs- und Baurath Dircksen und Herrn Regierungsrath Baumeister Schwieger hier nochmals öffentlich meinen wärmsten Dank für diese zuvorkommende Freundlichkeit ausspreche, welche mir meine Berliner Studienreise, abgesehen von allen hochinteressanten Erfahrungen und Belehrungen schon durch die persönlichen Beziehungen in unalöslich angenehmer Erinnerung erhalten wird.

Die erste Anregung zu dieser Stadt-Eisenbahn stammt vom Herrn Baumeister Orth, das erste Project, so ziemlich schon in der jetzigen Gestalt, wurde in den Jahren 1871—72 von dem — leider zu früh verstorbenen — in technischen Kreisen gar wohlbekanntem und berühmten Ober-Regierungs- und Baurathe Hartwich entworfen, Ende 1872 dem preuss. Handelsministerium überreicht und gleichzeitig von der damaligen deutschen Eisenbahn-Gesellschaft, welche sich um die Concession für diese Bahn bewarb — umfassende und das Unternehmen sichernde Grunderwerbungen längst der Trace vorgenommen. Zu dieser Zeit besass Berlin schon alle in dem Planblatt 12 ersichtlichen 11 einmündenden Bahnen, mit Ausnahme der kürzlich vollendeten Berlin-Wetzlarer Bahn, welche jedoch schon damals projectirt war. Es bestand ferner bereits die im Juli 1871 eröffnete zweigeleisige Ringbahn, welche, von der Lehrter

Bahn ausgehend, Berlin in einem Umfange von 25 $\frac{1}{2}$ Kilometer von Norden, Osten und Süden umschliesst und an der Potsdamer Bahn endet. Diese 25 $\frac{1}{2}$ Kilometer lange Ringbahn kostete 12 Millionen Mark, also $\frac{1}{2}$ Million per Kilometer. Das den Kreis ergänzende letzte Glied dieser Ringbahn, die 12 Kilometer lange Strecke vom Potsdamer Bahnhof bis zum Lehrter Bahnhofe im Westen von Berlin, Charlottenburg einschliessend, wurde erst 1877 vollendet.

Diese Ringbahn hatte den Hauptzweck, die bis dahin nicht oder höchst mangelhaft verbundenen Bahnhöfe Berlins zu verbinden und sollte nebstbei den sehr lebhaften Verkehr Berlins mit seinen Vororten vermitteln und fördern.

Gar bald wurde jedoch von den hervorragenden Eisenbahn-Technikern, darunter einer der Ersten — Oberbetriebs-Inspector Schwabe — erkannt, dass diese Ringbahn den Zwecken des Localverkehrs nur untergeordnete Dienste leisten könne, da für die Stadt lediglich die bestehenden vom Centrum zu weit entlegenen Bahnhöfe als Ausgangsstationen benützt werden konnten. Die Erfahrungen späterer Jahre zeigten zur Evidenz, dass trotz der sorgfältigen, ja opferwilligsten Pflege des Localverkehrs die Personenfrequenz dieser Ringbahn weit mehr dem Verkehre der Vororte unter sich, als dem beabsichtigten Verkehre derselben mit der Stadt zu Gute kommt. Diese Erkenntniss und das immer dringender werdende Bedürfniss eines bequemerem, schnelleren und sicheren Verkehrs der ausgedehnten Stadt mit den fort und fort wachsenden Vororten, waren wohl die hauptsächlichen Triebfedern einer Stadt-Eisenbahn im Sinne des für die Projectirung angenommenen Verkehrs-Programmes.

Die volkswirthschaftliche Krisis des Jahres 1873 bereitete dem mit einem Capitalaufwande von 48 Millionen Mark veranschlagten Unternehmen, dessen Verzinsung von dieser Gesellschaft wohl hauptsächlich in dem Gewinnste bei Verwerthung der erworbenen Realitäten an der Bahntrace gesucht worden sein dürfte, eine so empfindliche Störung, dass die Realisirung kaum mehr erwartet werden konnte.

Der Thatkraft und dem Muthe der maassgebenden Factoren ist es jedoch zu danken, dass trotzdem schon im Jahre 1874, zu einer Zeit als die, den überschwenglichen Hoffnungen der früheren Jahre gefolgte Entmuthigung noch allerorts andauerte, das Zustandekommen des wichtigen Unternehmens auf neuer Basis bereits gesichert war.

Eine Actien-Gesellschaft, bestehend aus den in die neue Stadtbahn einmündenden Bahnen, ward unter Intervention der Staatsverwaltung gebildet und betrieb die Ausführung des Unternehmens mit aller Energie. Das vorerwähnte Baucapital wurde in 16 Antheile getheilt, wovon

die Berlin-Potsdamer und Berlin-Lehrter je 2 Antheile, die Berlin-Anhalter, Berlin-Hamburger und die Stettiner Bahn je 1 Antheil, der Staat als Besitzer der Ost-Bahn, Niederschlesisch-Märkischen und der neuen Wetzlarer Bahn, sowie als alleiniger Besitzer der Berliner Ringbahn 7 Antheile und die Deutsche Eisenbahn-Baugesellschaft die restlichen 2 Antheile übernahmen. Das preussische Abgeordnetenhaus bewilligte in Würdigung der hohen Bedeutung des Unternehmens für die Hauptstadt die geforderten 21 Millionen Mark und der Staat übernahm die Leitung des grossen Werkes durch die k. Direction der Berliner Stadtbahnen als deren Vorstand der Erbauer der Berliner Ringbahn, Herr Regierungs- und Baurath Dircksen, der auch heute noch an der Spitze des gewaltigen Unternehmens steht, bestellt wurde. Die Bauzeit war auf 6 Jahre bestimmt und wurde 1875 mit dem Bau thatsächlich begonnen.

Gleichzeitig wurde das Programm wesentlich erweitert und in seiner jetzigen Grossartigkeit festgestellt, die präliminirten Kosten aber auf 60 Millionen Mark erhöht. Gegenwärtig ist der Unterbau zum grössten Theil vollendet, sind die Stationen in vollem Bau begriffen und es steht die Eröffnung der Bahn zu Ende d. J., bestimmt jedoch Anfangs 1882 in Aussicht.

Programm. Im Jahre 1875 verfasste Herr Regierungsrath Baumeister Schwieger sein ausgezeichnetes Elaborat über den Personenverkehr von Berlin, aus welchem sodann das jetzige Programm des Unternehmens in grossartiger Auffassung der Verkehrsverhältnisse und der Entwicklung Berlins hervorgegangen ist. In diesem Jahre hatten sämtliche Bahnhöfe Berlins eine Frequenz von rund 10·4 Millionen ankommender und abgehender Personen und es participirten die einzelnen Bahnen an derselben in folgender Weise:

Im Osten die N.-Schl.-Märkische und die Ostbahn mit zusammen	2·9 Millionen
Im Süden die Görlitzer, Anhalter und Dresdner Bahn mit zusammen	1·9 "
Im Westen die Potsdamer, Lehrter und Hamburger Bahn mit zusammen	4·6 "
Im Norden die Stettiner Bahn mit	1·0 "

Den Localverkehr berechnete Herr Schwieger mit 4·7 Millionen, an welchem die N.-Schl.-Märkische Bahn mit 1 Million, die Potsdamer mit 2, die Hamburger und Lehrter Bahn mit zusammen 1 und die Ringbahn, in Bezug auf die Stadt Berlin, mit 0·7 Millionen betheiligt sind und erörtert ferner, dass die Stadtbahn, wenn sie im Jahre 1875 vollendet gewesen wäre, von diesem Verkehr eine Frequenz von 2·7 Millionen Personen, aus dem Externverkehr aber 2 Millionen Personen an sich gezogen hätte, ungerechnet den Localverkehr innerhalb der Stadt selbst.

Seit dem Jahre 1875 ist noch die Ringbahn gänzlich ausgebaut und die Wetzlarer Bahn hinzugekommen, welche weitere Verkehrsadern für die Stadtbahn eröffnen. Auch ist in Betracht zu ziehen, dass mittlerweile die Bevölkerung von Berlin um 16% gewachsen ist.

Aus den obengegebenen Zahlen ist zu entnehmen, dass weitaus der grösste Verkehr Berlin's im Allgemeinen, sowie insbesondere der Localverkehr, nach Westen und

nach Osten stattfindet und sind westlich hauptsächlich Potsdam und alle vor dieser Station liegenden zahlreichen Sommerfrischen, sowie die Festung Spandau, östlich die beliebten Villegiaturen und Erholungsorte Köpernik und Erkner, sowie die vor denselben gelegenen Orte, welche den intensivsten Verkehr mit Berlin erhalten. Charlottenburg und der zoologische Garten, ebenfalls im Westen Berlins gelegen, welche wohl eine noch grössere Frequenz als alle früher genannten Orte aufweisen, sind mit Berlin nur durch die Pferdebahnen und Omnibusse in directe Verbindung gesetzt und können diese Verkehrsmittel augenscheinlich dem Bedürfniss einer Massenbewegung nach diesen Orten nicht entsprechen.

Nachdem nun der Hauptzweck der Stadtbahn die möglichste Unterstützung, Förderung und Belebung des Local- und Vorortverkehrs Berlins sein sollte, nachdem ferner als wesentlicher Programmpunkt die möglichste Annäherung des Weltverkehrs an das Centrum Berlins aufgestellt wurde, so konnte diesen beiden Zwecken nur eine die Stadt Berlin von Osten nach Westen durchziehende so nahe als nur immer denkbar den Mittelpunkt der Stadt berührende Locomotivbahn mit normaler Spurweite genügen. Eine weitere Betrachtung wird zeigen, dass die Bahn diesen doppelten Zweck nur dann vollkommen erreichen konnte, wenn sie viergeleisig zur Ausführung gelangte.

Soll nämlich die Stadtbahn als Localbahn den gehegten Erwartungen entsprechen, so ist unbedingt ein so lebhafter Verkehr zu erhalten, dass das Publicum keiner Fahrordnung bedarf, sondern gleich wie bei den Pferdebahnen stets einen Zug zur Abfahrt nach jeder Richtung bereit findet, denn nur dann ist es dem Geschäftsmanne, dem Beamten u. s. w. möglich, in grösserer Entfernung vom Centrum seine Wohnung zu haben, wodurch die Verbesserung der Wohnungsverhältnisse, ein weiterer unerlässlicher Zweck des Unternehmens, erzielt wird.

Bei einem solchen Verkehre können die beiden Localgeleise den Weltverkehr der einmündenden Bahnen schon aus dem Grunde nicht aufnehmen, weil die oftmaligen Verspätungen dieser Züge einen regelmässigen Verkehr in so kurzen Intervallen nicht gestatten würden. Die in die Stadtbahn einmündenden 5 Bahnen, Ostbahn, N.-Schles.-Märkische, Wetzlarer, Lehrter und Hamburger Bahn, haben nämlich zusammen gegenwärtig schon 92 Züge und es würde diese grosse Anzahl Züge mit ihren unerlässlichen Gepäckmanipulationen die Localgeleise in solcher Weise in Anspruch nehmen, dass der Hauptzweck der Stadtbahn dadurch geradezu verloren ginge.

Es entwickelte sich aus dieser Erkenntniss natürlicherweise der weitere Programmpunkt, die Bahn viergeleisig auszuführen und von diesen vier Geleisen zwei ausschliesslich dem Localverkehre, zwei dem Weltverkehre (Externverkehr) zur Verfügung zu stellen, sowie die Nothwendigkeit, diese beiden Verkehrswege vollkommen unabhängig und getrennt von einander zu halten.

Um nun sowohl diesem letzten Umstande Rechnung zu tragen, als auch zur Erzielung der grösstmöglichen

Sicherheit des Betriebes dieser Bahnanlage wurde endlich noch festgestellt, dass in keinem Falle ein Verkehr in entgegengesetzten Richtungen auf irgend einem der vier Geleise stattfinden dürfe, und daher bestimmt, dass diese Geleise ohne jede Kreuzungsanlage herzustellen seien und die Züge auf jedem Geleise nur nach einer Richtung verkehren dürfen.

Leistungsfähigkeit. Nachdem das Bauprogramm in den wesentlichsten Zügen festgestellt war, musste auch ein Verkehrsprogramm für die Stadtbahn entwickelt werden, zu welchem Zwecke zunächst die Leistungsfähigkeit der Stadtbahn in ihrer Eigenschaft als Local- und Externbahn studirt wurde. Die Anforderungen für den Local- und Externverkehr sind höchst verschiedene, indem für den ersteren nur die möglichst rasche Aufeinanderfolge der Züge maassgebend, wenig Erfordernisse für die Bequemlichkeit des Publicums in den Stationen nothwendig waren, für den letzteren die unvermeidliche Gepäcksmanipulation zu längerem Aufenthalte der Züge in den Stationen und zu mannigfaltigen Herstellungen zu diesem Zwecke nöthigt.

Der Berechnung der Leistungsfähigkeit wurde eine Nettogeschwindigkeit von 15^m per Secunde (= 54^km per Stunde) zu Grunde gelegt. Da nun die grösste Entfernung der Localstationen untereinander $3\frac{1}{2}^km$ beträgt und von der Errichtung von Blokirstationen Umgang genommen wurde, so berechnet sich das kleinste Intervall, in welchem ein Zug dem anderen auf demselben Geleise folgen kann, bei der Annahme von $4\frac{1}{2}$ Minuten Bruttofahrzeit und $\frac{1}{2}$ Minute Aufenthalt in der Station, mit 5 Minuten und es können, einen 18stündigen Betrieb (von $5\frac{1}{2}$ Uhr Früh bis $11\frac{1}{2}$ Uhr Nachts) vorausgesetzt, die beiden Localgeleise $2 \times 216 = 432$ Züge in beiden Richtungen zusammen befördern.

Die grösste Entfernung der Externstationen beträgt hingegen 5^km und es kann diese Strecke in 6 Minuten sammt Anhalten und Anfahren zurückgelegt werden. Rechnet man hiezu 4 Minuten Aufenthalt, so würde das kleinste Zeitintervall zur Ablassung des nächsten Zuges wohl nur 10 Minuten betragen, doch ist es der möglichen Verspätung bei der Gepäcksmanipulation wegen immerhin rätlich, dieses Intervall auf 15 Minuten zu erhöhen, wodurch die beiden Externgeleise in der angenommenen Betriebszeit von 18 Stunden nur $2 \times 72 = 144$ Züge nach beiden Richtungen zusammen per Tag zu befördern im Stande sind.

Von diesen 144 Zügen sind aber 92 für den früher schon berechneten bestehenden Externverkehr der fünf in die Stadtbahn einmündenden Weltbahnen occupirt, so dass nur noch 52 Züge eingeschaltet werden könnten, welche nicht genügen würden, den vorhandenen Vororteverkehr dieser fünf Bahnen aufzunehmen. Es wurde somit bestimmt, dass die beiden Externgeleise lediglich dem Weltverkehre und einem später festzustellenden Approvisionirungs-Frachtenverkehre zu dienen hätten und alle Vorortezüge der einmündenden Bahnen, sowie die Localzüge der Ringbahn in die Localgeleise zu leiten sind, aus welchem Entschlusse noch das Ersparniss erwuchs, dass auf den Externgeleisen weit weniger Stationen nothwendig wurden, als auf den Localgeleisen. Es wurde demgemäss festgestellt, dass ausser

den Endbahnhöfen der Stadtbahn nur zwei Stationen im Inneren der Stadt für den Externverkehr zu errichten seien, alle übrigen Stationen lediglich die für den Localverkehr erforderlichen Anlagen erhalten.

Verkehrsprogramm. Das Verkehrsprogramm der Stadtbahn wurde zunächst dahin festgestellt, dass dieselbe mit der Ringbahn ein einheitliches Verkehrsorgan zu bilden habe, sonach mit letzterer, deren Durchmesser sie bildet, in möglichst zweckmässigen Anschluss zu bringen sei. Dieser Verkehrsanforderung konnte unter voller Aufrechthaltung aller früheren Programmpunkte dadurch vollkommen entsprochen werden, dass die vom Frankfurter Bahnhof (N.-Schles.-Märkische Bahn) ausgehende, die Stadt von Osten nach Westen durchziehende und daselbst in einem Hauptbahnhofe endigende Stadtbahn dort die Ringbahn erreiche. Die bestehende Verbindung des Frankfurter Bahnhofes mit der Ringbahn im Osten ist dem neuen Verkehre entsprechend ergänzt.

Die $37\frac{1}{2}^km$ lange Ringbahn hat 13 Stationen, die neue Stadtbahn mit den Anschlussbahnhöfen erhält deren 9, es wird sonach das Localbahnnetz von Berlin die colossale Anzahl von 22 Stationen in und um Berlin herum erhalten.

Wie erörtert und aus dem Plane ersichtlich, theilt die neue Stadtbahn die Ringbahn in einen nördlichen und in einen südlichen Theil und es soll nun der Verkehr derart geführt werden, dass jeder der beiden Theile einzeln mit der Stadtbahn einen neuen Verkehrsweg bildet.

Demgemäss werden folgende Gruppen von Zügen verkehren:

1. Werden Züge vom Frankfurter Bahnhof im Osten die Stadtbahn in der Richtung nach Westen befahren und über die nördliche Ringbahn zum Frankfurter Bahnhofe zurückkehren und umgekehrt.

2. Werden Züge, vom selben Bahnhofe ausgehend, die Stadtbahn gegen Westen befahrend, über den südlichen Theil der Ringbahn dahin zurückkehren und umgekehrt.

3. Werden sämtliche Vorortezüge, die von Osten kommen, nicht im Frankfurter Bahnhofe endigen, sondern die Stadtbahn durchfahren und erst im Endbahnhofe bei Charlottenburg im Westen endigen und umgekehrt die für den Osten bestimmten Vorortezüge im Westen ausgehen und, die Stadtbahn befahrend, der N.-Schles.-Märkischen und der Ostbahn zugeführt werden.

4. Werden die westlichen Vorortezüge der Hamburger und Lehrter Bahn aus Spandau und die der Wetzlarer Bahn aus Potsdam (diese neue Bahn berührt ebenfalls Potsdam) nicht in den westlichen Bahnhöfen, sondern erst am Frankfurter Bahnhofe im Osten endigend die Stadtbahn ebenfalls befahren und umgekehrt werden diese westlichen Bahnhöfe ihren Vororteverkehr über die Stadtbahn, vom Osten eingeleitet, zugeführt erhalten.

5. Endlich werden in den Zeit-Intervallen noch eigene Stadtbahnzüge die neue Bahn von Osten nach Westen und umgekehrt befahren.

Die Externzüge werden analog behandelt. Es werden die von Osten kommenden Züge der Stadtbahn im Westen

und umgekehrt die westlichen im Osten endigen und in ähnlicher Weise originiren.

Die Manipulation wird dabei eine gleiche wie auf den Stadtbahnen in London sein, so dass beispielsweise der von Hamburg kommende Personenzug in der letzten Station vor dem Hamburger Bahnhofe in zwei Theile getheilt wird, wovon ein Theil in den Hamburger Bahnhof wie früher einfährt, während der andere Theil mittelst Ringbahn die Stadtbahn gewinnt und am Bahnhofe der N.-Schles.-Märkischen Bahn endigt. Ebenso wird der Zug nach Hamburg vom Bahnhofe der Hamburger Bahn abgelassen, erhält aber auch vom Frankfurter Bahnhofe aus einen Anschlusszug via Stadtbahn zugesendet.

Mit Rücksicht auf die nothwendigen Kreuzungen des Extern- und Localverkehrs an den beiden Endpunkten der Stadtbahn wurde endlich noch die Stellung der Endbahnhöfe der Stadtbahn innerhalb des Kreises der Ringbahn fixirt und die Gruppierung der vier Geleisepaare so angeordnet, dass das nördlich gelegene Geleisepaar nur dem Localverkehr angewiesen, das südliche Paar jedoch dem Externverkehr gewidmet wurde.

Bezüglich dieser Gruppierung der Geleise sei noch bemerkt, dass Hartwich eine solche Anordnung der Geleise für zweckentsprechender hielt, dass die mittleren zwei Geleise dem Externverkehr und die äusseren Geleise dem Localverkehr dienen sollten. Eine eingehende Erörterung dieser beiden Ansichten ist in einigen Aufsätzen Hartwich's und Schwieger's in Nr. 24 und weiteren der „Deutschen Bauzeitung“ vom Jahre 1878 zu finden und es sei hier nur kurz erwähnt, dass Hartwich seine Ansicht hauptsächlich mit einer aus seiner Geleise-Anordnung resultirenden leichteren und billigeren Herstellung der Stationen, insbesondere wenn etwa später solche einzuschalten wären, motivirte, während Schwieger seiner Anordnung wohl mit Recht die möglichst grösste Rücksichtnahme auf die Betriebs-Schwierigkeiten zu Gute rechnete.

Allen diesen erörterten complicirten Programm-Punkten wurde nun sowohl durch die ausgeführte Trace wie auch durch die anderen Bahnanlagen, insbesondere die der Stationen in ausgezeichneter Weise Rechnung getragen und keine Kosten und Schwierigkeiten gescheut, dem erkannten Programm die vollendetste Ausführung folgen zu lassen, wie aus nachstehender Beschreibung der Anlagen hervorgehen wird.

Trace. Als der zweckmässigste Ausgangspunkt der Stadtbahn wurde der im Osten der Stadt liegende Frankfurter Bahnhof gewählt und beschlossen, diesen Bahnhof sammt der circa 2^{km} langen Strecke der Nieder-Schlesisch-Märkischen Bahn bis zur Ringbahn für die Stadtbahn entsprechend zu adaptiren, von welchen wichtigen Bauten später noch ausführlich die Rede sein wird.

Von hier zieht die Trace, im Wesentlichen dem Laufe der Spree stromaufwärts folgend, von Osten nach Westen. Nachdem sie in einer Länge von 1/2^{km} dichtbebaute Stadttheile durchzogen, erreicht sie die Spree in der Nähe der englischen Gasanstalt und ist von dort angefangen, 600^m lang, nahe dem linken Ufer in den Fluss eingebaut, der

hier am Zusammenflusse von drei Wasserarmen eine für die Schifffahrt unnöthige Breite besitzt.

Von diesen drei Flussarmen, welche im Centrum von Berlin die beiden Inseln, deren kleinere die Museum-Insel genannt wird, bilden, war der nördlich gelegene Königsgraben eine der Schifffahrt nur wenig nützliche Verkehrsstrasse, die meist von alten und zum Umbau reifen Häusern umgeben, Anlass zu vielen sanitären Uebelständen bot, so dass die Auflassung und Beseitigung dieses Wasserlaufes als eine wesentliche Verschönerung Berlins betrachtet werden musste. Diesen nahe an 2^{km} langen Flussarm ersahen die Projectanten als eine höchst zweckmässige und relativ billige Linie zur weiteren Führung ihrer Trace und ist es, wenn auch nach langen und der privatrechtlichen Ansprüche der Adjacenten wegen höchst schwierigen Verhandlungen gelungen, die gänzliche Auflassung und Verschüttung dieses sanitätswidrigen Wasserlaufes zu bewerkstelligen. Hiedurch ist die Führung der Trace an dieser Stelle gleichbedeutend mit einer wesentlichen Verschönerung Berlins und einer wohlthuenden Verbesserung des dortigen Strassenverkehrs.

In der Nähe des bekannten Schlosses Monbijou verlässt die Trace den verschütteten Königsgraben und übersetzt die Museum-Insel nahe ihrer nordwestlichen Spitze, beide Arme der Spree mit steinernen Brücken traversirend. Dicht hinter den Museen und der National-Galerie hinziehend, betritt dieselbe wieder engverbaute Stadttheile (Georgsstrasse), welche sie in einer Länge von 1 1/2^{km}, stets nahe der inzwischen nochmals überbrückten Spree, durchzieht. Die hier wieder am linken Flussufer situirte Trace erreicht dann den Lehrter Bahnhof, muss jedoch zuvor den Humboldts-Hafen mittelst einer längeren Eisenconstruction übersetzen. Nach der Kreuzung der Geleise des Lehrter Personen-Bahnhofes zieht sich die Trace dicht am Güterhofe dieser Bahn der Spree abermals entgegen und übersetzt sie zum dritten und letzten Male bei Moabit dicht an einem Theil des berühmten Borsig'schen Etablissements. Dort hat die Bahn auch den Thiergarten in seinem nordwestlichen Theile erreicht und hiemit die dicht bebauten Stadttheile nach einem Laufe von 6^{km} verlassen. Nunmehr durch keine städtischen Bauanlagen gehemmt, umgeht die Trace in einem nach Süden gerichteten grossen Bogen den Thiergarten und erreicht den mit Recht rühmlichst bekannten zoologischen Garten Berlins an seinem Westende, um nach einer scharf nach Westen abbiegenden Strecke in dem unmittelbar vor der Ringbahn situirten Endbahnhofe der Stadtbahn südlich von Charlottenburg ihren Lauf zu endigen.

Es sei hier noch bemerkt, dass in diesen Endbahnhof der Stadtbahn zugleich die neue Berlin-Wetzlarer Bahn, welche ihren Rangirbahnhof im Anschlusse an die Stadtbahn hinter, d. h. westlich der Ringbahn besitzt, einmündet, diese neue Bahn daher keinen besonderen Personen-Bahnhof besitzt und nach dem früher besprochenen Verkehrs-Programme für die vereinigte Stadt- und Ringbahn auch nicht benöthigt.

Stationen. Auf der 12^{km} langen Stadtbahn sind folgende Stationen für den Localverkehr errichtet:

1. Die Station am Frankfurter Bahnhof, in dem dichtbevölkerten Ostende der Stadt gelegen.

Von hier nach Westen gezählt ferner:

2. Die Haltestelle bei der Janovitzbrücke, an einem der lebhaftesten Verkehrskreuzungs-Punkte Berlins, von welchem aus die untere Spree mit Dampfbooten befahren wird.

3. Bahnhof „Königsbrücke“, dicht an dem verkehrsreichen Alexanderplatze nur 300^m vom neuen Rathause und 700^m vom Schlossplatz.

4. Die Haltestelle „Börse“ circa 200^m von dieser und 300^m von den Museen und der National-Galerie entfernt.

5. Der Bahnhof „Friedrichsstrasse“ an der Kreuzung der lebhaftesten Verkehrszüge der Stadt, von der weitaus schönsten und beliebtesten Strasse Berlins „unter den Linden“ circa 300^m entfernt.

6. Eine Haltestelle am Lehrter Bahnhof, in nächster Nähe der verschiedenen militärischen Institute und dem neuen Zellengefängnis.

7. Die Haltestelle „Moabit“ am Nordwestende des prächtigen Thiergartens und nahe an Borsig's Maschinenfabrik wo tausende von Arbeitern Beschäftigung finden.

8. Die Station am zoologischen Garten, einem der besuchtesten Erholungs- und Vergnügungsorte von Berlin, am südwestlichen Ende des Thiergartens gelegen. Diese beiden Stationen werden dem, durch seine Lage dicht an der Stadt ganz ausnehmend günstig situirten, sorgfältigst gepflegten, schönen Thiergarten noch erhöhten Werth verschaffen.

9. Die Endstation an der Ringbahn südlich von Charlottenburg, dem Berliner Schönbrunn, etwa $\frac{1}{2}$ km von den letzten Häusern dieses sich mächtig entwickelnden Vorortes gelegen.

Diese Endstation und die Station zoologischer Garten, werden einen mächtigen Impuls zur raschesten Verbauung des zwischen ihnen gelegenen geräumigen Territoriums geben, welches, meist im Besitz der zahlreichen Bau- und Grundspeculations-Gesellschaften der 70er Jahre, zum grössten Theile parcellirt ist und zweifellos zur baulichen Verbindung Charlottenburgs, des schönsten Ortes der nächsten Umgebung Berlins, mit den sich stark entwickelnden Vororten Wilhelmsdorf und Schöneberg dienen wird.

Von diesen 9 Stationen, welche alle dem Localverkehre dienstbar gemacht werden, erhalten nebst den beiden Endstationen noch die mitten im Centrum der Stadt gelegenen Stationen „Königsbrücke“ und „Friedrichsstrasse“ die erforderlichen Einrichtungen als Externstationen, d. h. es werden in diesen Stationen die Ankommenden und Abreisenden wie in den Bahnhöfen der betreffenden Weltbahnen expedirt werden.

Es bestehen daher zwei Typen von Stationen auf der Berliner Stadtbahn, nämlich solche, die nur dem Localverkehre dienen, wie die unter Post 2, 4, 6, 7 und 8 angeführten und solche, die nebst dem Localverkehre auch den Weltverkehr aufnehmen werden, nämlich die vier Bahnhöfe Post 1, 3, 5 und 9.

Die Anlage der Bahn in zumeist eng verbauten Stadttheilen hat selbstverständlich die grössten Schwierigkeiten betreffs Grunderwerb ergeben. Beispielsweise sei erwähnt,

dass die Grundeinlösung der Station Friedrichsstrasse, die Demolirung des für $3\frac{1}{2}$ Millionen Mark erstandenen Circus Renz bedingend, im Ganzen 5 Millionen Mark gekostet hat. Die schwierigsten und längsten Verhandlungen betrafen den schon oben besprochenen Königsgraben, doch wurde auch hier die bestmögliche Lösung, die Verschüttung dieses Wasserlaufes, erreicht.

Bahnkörper. Die Construction des Bahnkörpers betreffend ist zu bemerken, dass man bei der selbstverständlichen Bedingung, keine Kreuzungen der Bahn mit dem Strassenverkehr im Niveau zu gestatten, und bei dem Umstande, dass ferner durch die ebene und nur wenige Meter über dem Wasserspiegel der Spree erhobene Lage von Berlin eine unterirdische Führung der Bahn ausgeschlossen war und endlich die Herstellung eines Dammes in solchem Terrain sich aus ökonomischen Gründen und aus Rücksicht für den jetzigen und künftigen ungehemmten Strassenverkehr von selbst verbot, für den Bahnkörper nur eine Viaduct-Construction wählen konnte.

Für die Construction dieses Viaductes empfahl sich die Ausführung in Mauerwerk, da eine Eisenconstruction, selbst für den Fall etwa geringerer Baukosten schon aus dem Grunde ausgeschlossen erschien, weil eine Verwerthung der Räumlichkeiten unter einem eisernen Viaduct mit weitaus grösseren Schwierigkeiten verbunden wäre, als die Verwerthung der durch einen gemauerten Viaduct geschaffenen. Auch ist nur auf einem gemauerten Viaduct die bei einer so frequenten Bahn für die Stabilität der Geleisestränge überaus wichtige continuirliche und gesicherte Bettung des Oberbaues zu erreichen.

Es wurde demnach auch thatsächlich ein gemauerter Viaduct ausgeführt, der in einer, mit Ausnahme der Brücken, continuirlichen Ausdehnung von 8^{km} vom Frankfurter Bahnhof bis zum zoologischen Garten die vier Geleise der Stadtbahn trägt. Dieser Viaduct liegt in einer Höhe von circa $7\frac{1}{2}$ m über dem Strassenniveau, besteht aus 8 bis 15^m weiten Segmentbogen von circa $\frac{1}{4}$ der Spannweite als Pfeil- und 6^m lichter Höhe und hat eine Breite von $14\frac{1}{2}$ m, welche durch auskragende mit Steinplatten gedeckte Eisenconsolen auf circa $15\frac{1}{2}$ m verbreitert ist. Die verschiedenen Spannweiten wurden aus ökonomischen Gründen, je nach den erforderlichen Fundamenttiefen für die Pfeiler gewählt, indem bei zunehmenden, daher kostspieligeren Tiefen der Fundamente jeweilig grössere Spannweiten angewendet werden. In den Gewölbsschenkeln dieser Viaducte sind noch Entlastungsräume in verschiedener Form hergestellt, die Pfeiler aber aus Gründen der Material-Ersparung und wegen einer wünschenswerthen Verbindung der zu vermietenden einzelnen Gewölbräume durchbrochen construirt.

Die 25 bis 30^m weiten Strassen-Unterführungen sind sämmtlich mittelst eiserner Bogenbrücken, mit Charnier-Constructionen versehenen Segmentbogen, überdeckt. Ausserdem sind noch die Brücken über den Humboldt-Hafen, sowie die Spreebrücke bei der Station Moabit als geradlinige Träger in Eisen ausgeführt und es beträgt die Gesamtlänge dieser Eisenconstructionen circa $1\frac{1}{4}$ km.

Die zwei weiteren Spreebrücken und eine solche über den südlichen Schiffahrts canal beim zoologischen Garten

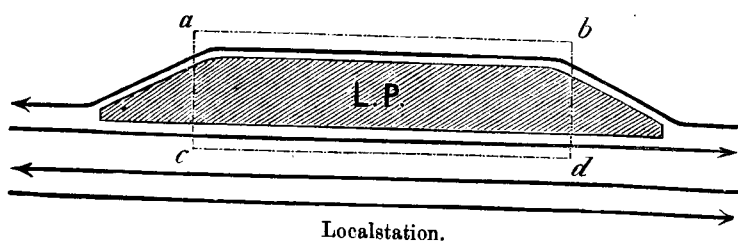
sind als steinerne Gewölbsbrücken zur Ausführung gelangt.

Der Rest des Bahnkörpers in der Strecke „zoologischer Garten“ bis zum westlichen Anschluss an die Ringbahn in einer Länge von circa 3^m ist endlich Dammschüttung.

Als eine besondere Construction muss die Herstellung der Pfeiler der Spreerbrücke bei Moabit noch erwähnt werden. Die zwei granitene Mittelpfeiler sind wegen der sehr schiefen Lage dieser Brücke gegen den Fluss nicht jeder in seiner ganzen Länge hergestellt, sondern es besteht jeder Pfeiler aus je vier isolirten gemauerten kreisrunden Theilpfeilern von etwa 1¹/₂^m Durchmesser, von welchem jeder das Auflager für je eine Geleise-Construction bildet. Diese originelle Construction dürfte vollkommen zweckentsprechend sein.

Stationsanlagen. Die interessantesten Anlagen dieser Bahn sind die Stationen, die in Folge der durch die Viaducte geschaffenen unteren Räumlichkeiten naturgemäss in zwei Etagen liegen. Die entsprechend erbreiterten Viaductbogen enthalten demnach im Niveau der Strassen diejenigen Anlagen, welche das Publicum vor der Abreise und nach der Ankunft benöthigt, im Bahnniveau jedoch nur die für den Verkehr absolut nöthigen Vorkehrungen.

Demgemäss besteht die Anlage im Bahnniveau bei grösstmöglicher Raumersparniss lediglich aus der Geleiseanlage und breiten Perrons, deren Communication mit den unteren Stationsräumlichkeiten durch Treppen vermittelt ist. Die untenstehenden Skizzen zeigen die Typen für die Anlage einer Local- und einer Externstation.

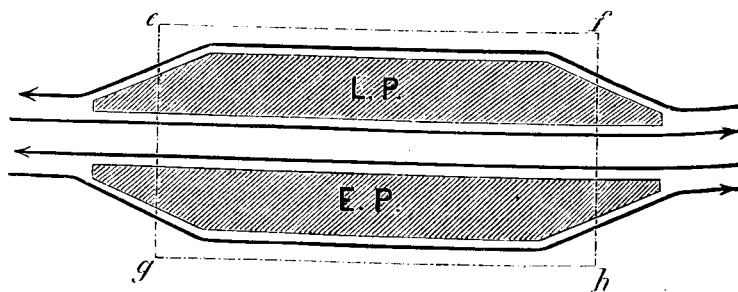


Localstation.

Zur Bildung einer Localstation wird von dem in der Currentstrecke auf 3·5^m Entfernung gehaltenem Geleisepaar das äussere Geleise auf eine Entfernung von 12 bis 13^m von dem unveränderten inneren Geleise entfernt und zwischen dem solchermaassen erweiterten Geleise-Zwischenraum ein Inselperron von circa 150^m Länge errichtet, welcher nahe an seinen beiden Enden die besagten Auf- und Abgangstreppen erhält. Dieses so erweiterte Geleisepaar ist sammt dem eingeschlossenen Perron mit einer eisernen Halle überdeckt, die in der schematischen Skizze mit a, b, c, d bezeichnet ist und eine Länge von circa 100^m hat. Die zwei Externgeleise gehen an diesen Stationen südlich dieser Halle kontinuierlich vorüber und weichen nur um jenes minime Maass von ihrer normalen Entfernung von den Localgeleisen ab, welches die Constructionsdicke der Hallenwand erfordert.

Die Externstation unterscheidet sich im Bahnplanum dadurch von der beschriebenen Anlage, dass sich dieselbe Perron-Construction südlich wiederholt, so dass hier die mittleren zwei Geleise, welche durchwegs auf 4·5^m Entfernung gelegt sind, in unveränderter Anlage durch die

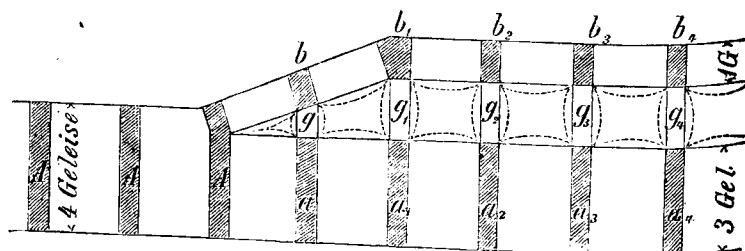
Stationen laufen und die beiden Aussengeleise sich so weit von den inneren entfernen, dass nunmehr zwei Perrons etablirt werden konnten, deren nördlicher L. P. wie vor dem Localverkehre und deren südlicher E. P. dem Externverkehre



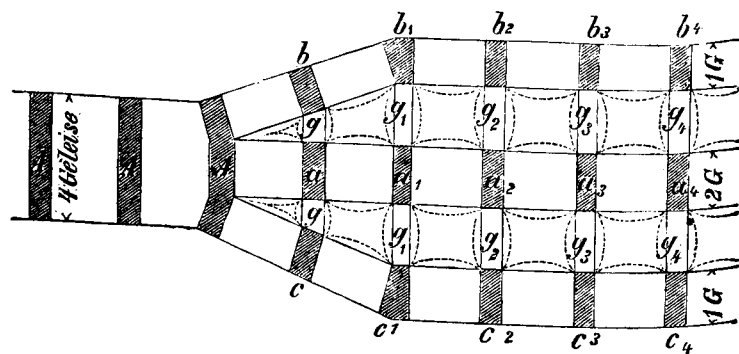
Local- und Externstation.

dient. Beide Perrons erhalten die erforderlichen Auf- und Abgangstreppen und es ist die ganze Anlage mit einer einheitlichen Eisenhalle — e, f, g, h der Skizze — überdeckt, welche für diese Anlage circa 150^m Länge besitzt. Wie schon früher erwähnt, haben die vier Geleise in den Stationen keinerlei Verbindung, da ein Ueberholen der Züge nach dem besprochenen Verkehrsprogramme vollkommen ausgeschlossen ist.

Die Construction des Unterbaues dieser Bahnhöfe ist derart durchgeführt, dass der viergeleisige Viaduct der currenten Bahn sich bei der Station in zwei oder drei Viaducte verzweigt, welche Abzweigungen nach der Station wieder in einen einheitlichen zusammenlaufen, wie nebenstehende Skizzen schematisch versinnlichen.



Viaduct der Localstation.



Viaduct der Local- und Externstation.

Bei der Localstation wird demnach der viergeleisige Viaduct nur in der Breite von drei Geleisen unverändert weiter geführt und von demselben nördlich ein schmalerer Viaduct für das vierte Geleise abgezweigt, während bei der Doppelstation aus dem Stammviaduct nördlich und südlich ein eingleisiger Arm entsendet wird, so dass der erstere in der currenten Richtung nur mehr in der Breite von zwei Geleisen in die Station gelangt.

Die Pfeiler *a, b, c* dieser zwei, respective drei Theilviaducte sind in gleichen Achsenstellungen ausgeführt und mittelst Gurten *g* untereinander verbunden. Die Räume zwischen den Gurten sind mit Kappengewölben eingedeckt, welche die Perrons tragen, die mittelst eines schwachen Zellengewölbes auf ihnen aufliegen.

Nachdem die tiefen Viaducträume der Stationsanlagen durch Seitenlicht nicht genügend erhellt sind, wurden ausserdem Oberlichts-Constructions angewendet, welche in der Längsnachse des Mittelviaductes angeordnet sind.

Die Gewölbschenkel je zweier nebeneinander liegender Viaductöffnungen sind zu diesem Ende in einer Breite von circa 2^m bis in unmittelbare Nähe der jeweiligen Schlusssteine ausgeschnitten und durch einen starken Eisenrahmen ersetzt, der oben horizontal die Oberlicht-Construction trägt.

Die Localstations-Anlage enthält im Strassen-Niveau für die Abfahrt eine geräumiges Vestibul mit den Cassen, einen kleinen Wartesaal, Aborte und die Aufgangstreppe zum Perron, von welchem anderseits für die Ankommenden die Abgangstreppe in ein Vestibul führt, von dem man direct in's Freie gelangt. An dieses Ankunfts-Vestibul reiht sich auch ein kleiner Wartesaal nebst Aborten an.

Zufolge der grossen Anzahl der Localstationen und ihrer günstigen Situation wird das abfahrende und ankommende Publicum sich selten einer Droschke bedienen, sondern die Station meist zu Fuss erreichen und verlassen. Aus diesem Grunde ist bei den Local-Stationen kein besonderer Aufstellungsplatz für Droschken vorgesehen, und es sind auch keine eigenen Zufahrtstrassen hergestellt, sondern der Zu- und Abgang zur Station an die bestehenden Strassen gelegt, welche die Bahn an dieser Stelle kreuzen.

Der Externbahnhof enthält neben der besprochenen Localstation eine separirte Bahnhofsanlage für den Externverkehr, an welcher besondere Strassen für die Zu- und Abfahrt der Reisenden und zwar in der Regel an den Langseiten der Stationen nebst eigenen Droschkenaufstellungsplätzen errichtet sind.

Diese Extern-Verkehrsanlagen bestehen aus einem entsprechenden Vestibule, grossen Cassenräumen mit 10—12 Schaltern für die verschiedenen Routen der Weltbahnen, geräumige Gepäckaufgabe-Locale und Wartsäle für alle 4 Fahrklassen, nebst entsprechenden Bureaux und Nebenlocalitäten für die Abfahrt. Für die Ankunft sind Vestibule mit grossen Gepäckausgabe-Räumen, Wartezimmern etc. etc. angelegt. Der Bahnhof Friedrichsstrasse enthält übrigens noch Räumlichkeiten für den königl. Hof.

So einfach diese Anordnungen aber auch erscheinen mögen, so bot jede dieser Stationen in dichtverbauten Stadttheilen die mannigfachsten und grössten Schwierigkeiten, deren Lösung für jede einzelne Stationen mit dem grössten Aufwand von Scharfsinn durchgeführt ist, wobei die kleinsten Umstände für die Anlage nutzbringend verwerthet erscheinen.

Das grösste und interessanteste Bauwerk der Stadtbahn ist der Umbau des Frankfurter Bahnhofes. Der in Nr. 48 und 50 der „Berliner Bauzeitung“ vom Jahre 1878

mit Plänen ausgestattete Aufsatz über einem Vortrag des Herrn Regierungs-Baumeister Schwieger macht eine diesbezüglich detaillirte Beschreibung unnöthig und sei hier nur das Wesentliche hervorgehoben. Der alte Frankfurter Bahnhof lag im Strassen-Niveau und bestand aus einer 40^m weiten über 5 Geleise gespannten Halle mit eiserner Bogenconstruction überdeckt, welche glücklicher Weise eine solche Höhe hatte, dass man unbeschadet des ästhetischen günstigen Eindruckes dieser Halle, die nothwendige Hebung der Geleise um circa 7^m in derselben vornehmen konnte. Die Baulichkeiten der südlichen Seite des Bahnhofes, welche früher nur zur Abfahrt benützt wurden, sind nun für Abfahrt und Ankunft adaptirt, während die nördlichen früheren Ankunftslocalitäten demolirt wurden, um daselbst die hier für die Zugsrangirungen nothwendigen vier Geleisepaare mit vier Perrons für die Zwecke der Stadtbahn zu etabliren. Diese 8 Geleise sind mit einer neuen circa 60^m weiten Halle, unmittelbar neben der alten, überdeckt. Die Localstations-Räume sind an der die Bahngeleise an der Stirne der Station unterfahrenden Strasse zweckdienlich angeordnet. Für den in die alte Halle eingebauten Umbau, wie auch für die 8 neuen Geleise und Perrons wurde aus ökonomischen Gründen keine Viaductconstruction gewählt.

Der Unterbau ist aus einer zwischen Stützmauern gefassten Dammschütte gebildet, welche in der Breite von 3 Passagier- und 4 Gepäcksverkehrs-Tunnels, der Länge nach von 3 schmalen Schienensträngen für Gepäckskarren durchbrochen ist. Ein ebenfalls quer durch die ganze Anlage situirter grosser Raum dient in vortrefflicher Weise zu einer Eilgut- und Centralpost-Station, von welcher mittelst 14 hydraulischer Aufzüge die kleinen Gepäckskarren auf das Bahnplanum geschafft werden.

Zur Bedienung dieser hydraulischen Aufzüge wird eine 14pferdige Dampfmaschine verwendet, welche 2 Accumulatoren bedient, die derart construirt sind, dass sie automatisch auf die Dampfmaschine einwirken, so zwar, dass diese abgestellt wird, sobald die Gewichte der Accumulatoren gehoben sind und automatisch wieder zu pumpen beginnt, wenn sich die letzteren in Folge der Thätigkeit der Aufzüge wieder gesenkt haben. Die sinnreiche Anlage wirkt äusserst präcise und es gewährt einen interessanten Anblick, einen so schwierigen Apparat ohne Maschinisten functioniren zu sehen.

Höchst zweckmässig ist auch die geringe Höhen-Differenz von 7^m zwischen Bahn- und Strassen-Niveau zur Anlage der sich kreuzenden Gepäcks- und Passagier-Tunnels benützt, welche letztere über den ersteren gelegen allerdings nur eine lichte Höhe von 2.75^m erhalten konnten.

Dieser grossartige Umbau, der mit circa 5 Millionen Mark veranschlagt ist, wurde vom September 1879 bis Mai 1880, also in 6 Winter- und 3 Sommer-Monaten ohne Störung des Betriebes ausgeführt, eine geradezu imponirende technische Leistung.

Der westliche Anschluss-Bahnhof, in einer Dammschüttung gelegen, bietet keine besondere technische Construction und wird vorerst nur theilweise zur Ausführung gelangen, da hiebei noch manche Fragen, betreffend den

Anschluss weiterer Linien an die Stadtbahn und den Güterverkehr derselben anlangend, bestimmend einwirken.

Oberbau. Für den Oberbau wurde das neue zweitheilige eiserne Langschwellen-System Haarmann (ähnlich Hilf), gewählt, das in der Nr. 77 der „Deutschen Bauzeitung“ vom Jahre 1879 dargestellt ist. (Näheres hierüber enthalten Glaser's Annalen.)

Obwohl nun einerseits ein eiserner Oberbau für eine stark frequentirte Bahn sowohl in Betreff einer consolidirteren Bettung, als auch einer rascheren Auswechslung der schadhaften Schienen wegen, gewiss manche bestechende Vortheile verspricht, so erscheint es doch andererseits nicht unbedenklich, ein noch nicht erprobtes System bei einer solchen Bahn sofort für die ganze Anlage anzuwenden. Beachtenswerth ist hiebei noch die consequente Durchführung des Systems auch auf den Eisenconstructions der Brücken, in Folge welcher über den Querträgern der Letzteren für jeden Schienenstrang ein Trog aus Eisenblech läuft, der den Schotter aufzunehmen hat, in welchem die Unterschiene eingebettet ist. Ob eine solche Mehrbelastung der Eisenconstructions in der Consequenz der Durchführung des Principes ein genügendes Aequivalent findet und ob diese Lösung sich überhaupt praktisch bewähren wird, mag dahingestellt bleiben.

Bauausführung. Betreff der Bauausführung ist zu bemerken, dass dieselbe eine einfache und ökonomische, aber durchwegs eine sehr solide ist. Fast alle Bauten, Viaducte und Bahnhöfe sind in Ziegel hergestellt, bis auf einige gewölbte Brücken und den Unterbau der eisernen Ueberbrückungen, die sämmtlich in Granit zur Ausführung gelangten. Die Hallen sind mittelst eiserner Bogen, theils vollen Bogen, theils Segmenten, durchwegs mit Wellen-Zinklech gedeckt, hergestellt. Einige dieser Hallen haben auch aus Raumersparungs-Rücksichten in Eisen construirte Seitenwände. Die Backstein-Architektur im Aeussern der Stationen ist eine sehr gefällige, die Ausstattung im Innern einfach, doch zweckentsprechend und geschmackvoll.

Die Materialpreise sind denen von Wien ziemlich ähnlich und es kosten Mauerziegel 26—30 Mark, geschlemmte 40—60 Mark per mille, der Portland-Cement — nur dieser wird in Berlin allein oder mit Fettkalk gemischt, angewendet — 6 Mark per Meter-Centner, Granit 95—150 Mark, Sandstein 120 Mark per Kubikmeter, fertig loco Baustelle.

Die Hallen-Constructions kosten per Quadratmeter 12 Mark ohne und 15 Mark mit eisernen Seitenwänden ohne Eindeckung.

Fahrbetriebsmittel. Es sind hiefür 60 Maschinen und 100 Wagen bestellt und theilweise schon geliefert. Herr Eisenbahn-Director Gust hat über die Fahrbetriebsmittel folgende Daten gegeben:

Die Locomotiven sind Tender-Maschinen mit 2 gekuppelten Achsen per 12-Tonnen Belastung, deren verhältnissmässig übergrosse Stärke durch den für das rasche Anfahren und Anhalten erforderlichen Kräfteaufwand und dadurch begründet ist, dass auf der ganzen Strecke der Stadtbahn in der Regel keine Nachfeuerung erfolgen soll. Die Heizung geschieht wegen geringster Rauch- und Funken-Entwicklung mit Coaks und sind noch besondere Funken-

fänger und Rauchverzehrer angewendet; das Dampfpuften ist durch einen Condensations-Kessel vermieden, in welchen der abgehende Dampf eingeführt wird. Die Locomotiven sowie die Waggons erhalten Vacuum-Bremsen.

Die Wagen der Localbahn, welche nur II. und III. Classe führen, sind mit Coupé-System eingerichtet, haben Oberlichten für Ventilation und eine Beleuchtung mit comprimirtem Gas, welches am Frankfurter Bahnhof aus Braunkohlen-Theer erzeugt wird. Der Fussboden der Wagen ist unter die Wagenachsen derart tief versenkt, dass man in dieselben vom Perron mittelst einer Laufbrettstufe einsteigen kann; die Thüren haben einen zweckmässigen Doppelverschluss mit einer Klinke zum Selbstöffnen.

Jeder Zug der Localbahn ist von einem Maschinisten, einem Heizer und nur einem Schaffer begleitet. Der Fahrpreis ist mit 30 Pfennig für die ganze Stadtbahn in Aussicht genommen und es dürften sogar Theilbilleten bis zu 10 Pfennig für kurze Strecken zur Ausgabe gelangen.

Kosten. Die Kosten dieses grossartigen Baues stellen sich heute wie folgt:

Die Grunderwerbung, welche im Ganzen 31 Millionen Mark kostete, wird sich nach Verkauf der nicht beanspruchten Grundreste stellen auf	23.0	Millionen	Mark
Die Viaducte auf	19.0	"	"
Die Erdarbeiten auf	0.5	"	"
Der östl. Anschluss kostet	5.2	"	"
Der westl. Endbahnhof, dessen Kosten theilweise von den einmündenden Bahnen getragen werden, beansprucht	6.0	"	"
Der Oberbau kostet	2.0	"	"
Die Bahnhöfe und Stationen	5.0	"	"
Die Betriebsmittel	2.5	"	"

macht 63.2 Millionen Mark.

Rechnet man noch für die kleineren Erfordernisse circa 1 Million und beachtet man die Intercalarzinsen, so dürften sich die Gesamtkosten des Unternehmens auf rund 70 Millionen Mark stellen, also nahe an 6 Millionen Mark per Kilometer.

Rentabilität. Frägt man nun nach der Rentabilität für diese Riesensumme, so ergibt sich allerdings nach der gewohnten Anschauungsweise kein günstiges Resultat. Denn nimmt man die Frequenz der Bahn vorerst auf 6 Millionen Personen zu 30 Pf., also 1.8 Millionen Mark Brutto-Einnahme, an und setzt eine Einnahme von 200.000 Mark für den Frachtenverkehr voraus, so ergibt diese Rechnung bei rund 50% Betriebspesen 1 Million Mark Netto-Ertrag; hiezu der Mieth-Erlös von etwa 250 Gewölbeöffnungen und anderen Miethobjecten mit zusammen 0.2 Million Mark, so resultirt erst eine 1³/₄%ige Verzinsung für das aufgewendete Capital.

Erwägt man jedoch die ausgezeichnete Situation dieser Bahn, welche die Stadt der grössten Ausdehnung nach und in der Richtung des grössten Verkehrs nahe dem Centrum durchzieht und mit der Ringbahn ein ganz vortreffliches Bahn-Netz von 22 Stationen in und um Berlin bildet; bedenkt man ferner, dass Berlin eine Bevölkerungszunahme von 4% per anno aufweist, welche Zunahme eben durch diese Bahn noch mehr gesteigert werden dürfte; erwägt man

endlich, dass die Berliner Pferdebahn jetzt schon 50 Millionen Menschen befördert, London bei $3\frac{3}{4}$ Millionen Einwohnern in den 70er Jahren eine Frequenz von 70 Millionen Personen auf seinem Locomotiv-Stadtbahnnetz aufzuweisen hatte, also die 20fache Zahl seiner Einwohnerschaft, die New-Yorker Tramway aber bei 800.000 Einwohner im Jahre 1873 auf 150^{km} Bahnen 150 Millionen Personen — das 200fache der Bevölkerung — beförderte: dann sieht man, welchen enormen Aufschwung das Verkehrswesen einer Grossstadt nehmen kann, wenn praktische Mittel hiezu geschaffen werden.

Bedeutung der Bahn. Die grosse Bedeutung der, aus der Stadt-Eisenbahn und Ringbahn combinirten Verkehrsanstalt erhellt aus der nachstehenden Schilderung ihres mehrfachen Einflusses auf die weltstädtische Entwicklung Berlins.

Diese Wirkung wird in dreifacher Richtung hervortreten.

1. In der Verbesserung des Verkehrs im Allgemeinen,
2. in der grossartigsten Förderung der Entwicklung der Stadt Berlin und
3. in der radicalen Veränderung und Verbesserung der Wohnungs-Verhältnisse der deutschen Hauptstadt.

Es unterliegt wohl nach den Erfahrungen der letzten Decennien keinem Zweifel, dass eine Gemeinschaft von 1 Million Menschen des modernen Verkehrsmittels einer Locomotiv-Eisenbahn nicht mehr entbehren kann und es ist hiefür ganz gleichgiltig, ob diese Million Menschen auf 60^{km} wie in Berlin, oder auf ein ganzes Land von 20 oder 30.000 ^{km} vertheilt sind, denn wenn im letzteren Falle das Bedürfniss eines solchen vollendeten Verkehrs aus der grossen Entfernung des Wohnortes abzuleiten ist, so tritt in dem ersteren Falle das Bedürfniss nach grösstmöglicher Intensivität dieses Verkehrs hervor, dem nur durch eine solche, Zeit und Gesundheit, die kostbarsten Güter des Grossstädters, schonende Verkehrsanstalt ganz entsprochen werden kann. Wie viele Weltbahnen auch in einer Hauptstadt einmünden, sie dienen alle nur dem Bewohner derselben zum besseren Verkehr nach Aussen, dem Verkehre der dort vereinigten Millionen Menschen unter sich dienen sie nicht und dieselben besitzen in diesem Sinne — keine Eisenbahn. Welchen grossen Vortheil die bessere und billigere Approvisionirung einer Grossstadt durch eine solche Stadtbahn in Verbindung mit einem richtigen Marktsystem bringen kann, braucht wohl nicht des Näheren erörtert zu werden.

Die Förderung der räumlichen Entwicklung Berlins durch die Stadtbahn ist aber eine Naturnothwendigkeit. Die Stadtbahn hat 9, die Ringbahn 13 Stationen, die vereinigte Bahnunternehmung daher 22 Stationen. Bekanntlich wirkt jede Station, selbst am flachen Lande, fördernd auf diese Entwicklung — wie erst unter diesen Umständen?

Die 22 Stationen sind ebenso viele Krystallisationspunkte der Verbauung, welche, von diesen ausgehend, in concentrischen Ringen fortschreiten und den ganzen Raum innerhalb der Ringbahn ausfüllen und an

vielen Stellen, wo besonders günstige andere Momente mitwirken, gar bald auch überschreiten wird. Dazu kommt noch der, die Verbauung fördernde, Umstand, dass innerhalb dieser Grenzen grosse Grundcomplexe Baugesellschaften gehören, von denselben bereits parcellirt wurden und daher sofort verbaut werden können.

Die Wohnungsverhältnisse Berlins sind gegenwärtig so ungünstig wie die von Wien, denn während Paris circa 30, London 10 und New-York gar nur 8 Einwohner auf 1 Haus zählt, haben Berlin und Wien circa 50 Personen in jedem Hause durchschnittlich wohnen.

Es erscheint unnöthig, alle oft gehörten Argumente gegen das Wohnen in solchen Zinscasernen anzuführen und hiesse oft Gesagtes wiederholen, da diese unleidlichen Wohnungsverhältnisse bereits vielseitig erkannt sind und in letzter Zeit auch in beiden Städten Familienhäuser mit Erfolg zur Ausführung gelangten.

In grossem Maassstabe kann diesem unhaltbaren Zustande nur durch die räumliche Ausdehnung der Städte begegnet werden, die jedoch über ein gewisses Maass hinaus nur durch die Etabilirung einer Locomotivbahn möglich wird, welche die Bewohner aller Kategorien vom Schauplatze ihrer aufreibenden Berufstätigkeit in ein mehr weniger entlegenes stilleres Heim rasch, sicher und billig befördert.

Denkt man sich nun alle diese Factoren in wechselweise sich steigerndem Einflusse auf die schon jetzt 4% per anno betragende Bevölkerungszunahme einwirken, dann ist es klar, dass die Stadtbahn Berlin eine colossale, früher ungeahnte Prosperität und durch diese wieder dem neuen Verkehrsunternehmen eine rapid zunehmende Rente sichert.

Noch wichtiger jedoch als diese directen Vortheile sind die zahlreichen indirecten zu veranschlagen, welche die Herstellung dieser Bahnanlage zur Folge haben wird, von welchen hier nur der gewichtigste hervorgehoben werden mag, nämlich der der wesentlichen Verbesserung der sanitären Verhältnisse, welche durch die bedeutend günstiger gestaltete Wohnungs- und Lebensweise als eine der Folgen der Herstellung der Stadtbahn unzweifelhaft eintreten wird.

Welchen hohen Einfluss schlechte Wohnungsverhältnisse auf die Sterblichkeitsziffer der Bevölkerung ausüben, ist unschwer nachzuweisen, da es wohl bekannt ist, dass die Bewohner solcher Städte wegen Mangel der für den Körper und Geist unentbehrlichen Ruhe weit vor dem allgemeinen Durchschnittsalter des Landes sterben und hiebei selbstverständlich die geistig Bedeutendsten in noch grösserer Anzahl.

Eine Betrachtung der Mortabilitäts-Statistik der Grossstädte erweist eben diese Behauptung zur Evidenz, denn wie wären sonst die gegen andere Grossstädte so überaus günstigen diesbezüglichen Ziffern Londons zu erklären, da doch diese Stadt ein anerkannt schlechtes Klima besitzt.

Die eingehende Betrachtung und Würdigung aller dieser Verhältnisse berechtigt zu der Behauptung, dass das auf ein solches Unternehmen aufgewendete Capital in kurzer Zeit direct oder indirect reichliche Zinsen tragen wird und die Bewohner Berlins werden einst das Andenken

jener Männer segnen und feiern, welche in wahrhaft hellsehender Voraussicht der Zukunft ihrer Vaterstadt durch dieses Werk solchen Vorschub geleistet und so unberechenbaren Vortheil gesichert haben.

Die gegenwärtig bei dem grossen Werke hervorragend beteiligten Fachgenossen sind:

Vorsitzender: Regierungs- und Baurath Dirksen.

Technisches Central-Bureau:

Abtheilung für Bahnhöfe und Organisation des Betriebes: Regierungs-Baumeister Schwieger.

Abtheilung für Viaducte und Strassen-Unterführungen: Eisenbahn-Baumeister Schröder.

Abtheilung für Eisenconstructions und Oberbau: Eisenbahnbau-Inspector Houselle.

Abtheilung für Fahrbetriebsmittel: Eisenbahn-Director Gust.

Bauausführung:

Abtheilung Osten: Reg.-Baumeister Barichauxen.

" I: Regierungs-Baumeister Sartig.

" II: In Vertretung Ingenieur Wex.

" III: " " Reg.-Baumeister Beaser.

" Westen: Reg.-Baumeister Schwieger.

Mit Stolz muss jeder Ingenieur diese grossartige Leistung seiner Fachgenossen bewundern, aber unabweisbar tritt das Bedürfniss hervor, aus dem Gesehenen und Erkannten auch eine entsprechende Nutzanwendung auf die Heimat und die eigene Vaterstadt zu machen, zumal wenn ähnliche Verhältnisse und ähnliche Bedürfnisse dazu drängen und ähnliche Intentionen vor nicht langer Zeit auch die Ingenieure Wiens in Thätigkeit gesetzt hatten.

Mit schmerzlichem Zagen und patriotischem Bangen kann man nur an die Aufgabe gehen, einen Vergleich von Berlin und Wien anzustellen, da man in jeder Ziffer desselben eine Ueberholung Wiens durch Berlin constatiren muss, Berlins, das noch vor kaum 20 Jahren einen Vergleich mit Wien absolut nur zu seinem Nachtheile bestehen konnte.

Wer wollte es verkennen, was Wien seit 20 Jahren Grosses geleistet und es wird wohl kaum einem Zweifel zu unterziehen sein, dass Wien, unterstützt durch seine unvergleichlich schöne Lage, durch die grossartige und gelungene Stadterweiterung, durch seine prächtigen und stylvollen Monumental- und Privatbauten u. s. w. Berlin weitaus überlegen ist.

Mit gerechtem Stolze wird jeder Wiener diese Vorzüge anerkennen, im Vergleiche mit fremden Städten bestehen sehen und die verdiente Ehre den geistreichen Schöpfern aller der herrlichen Werke geben, aber der Wahrheit gerecht werdend, muss er auch bei einem solchen Vergleiche erkennen, dass Wien in Bezug auf das Verkehrswesen von Berlin in allen Positionen überflügelt ist.

So schmerzlich auch diese Erkenntniss für ihn sein mag, hat aber der Techniker die Pflicht, diese seine Wahrnehmung und Erkenntniss auch zu setzen und zu verbreiten, denn nur in dieser Erkenntniss

kann der Keim zur Verbesserung des Vorhandenen, zur Nachholung des Versäumten wurzeln.

Die nachfolgenden Daten sind aus den verdienstvollen Arbeiten des Vereinsmitgliedes Herrn Oskar v. Wellenheim, administrativen Bureau-Chefs der Wiener Baugesellschaft, entnommen, welcher sich an den Berliner Studien des Verfassers beteiligte und insbesondere mit der administrativen und Verkehrsstatistik befasste.

Die Bevölkerung von Berlin ist nach der neuesten Volkszählung Ende 1880 mit 1,122.000 Einwohner erhoben, die von Wien betrug ohne Vororte Ende 1880 706.000 und im gesammten Polizeirayon, wozu einerseits Floridsdorf und Jedlersee, anderseits auch Sievering und Neustift a. W. zählen, 1,084.000 Einwohner, welche hier auf 5.500 resp. 15.100 Hektaren, dort auf 6000 Hektaren vertheilt leben. Die Zunahme der Bevölkerung betrug im letzten Decennium in Berlin 4% pro anno, im Wiener Polizeirayon 2·8% (Stadt 1·5% ausser der Stadt 6·2%) pro anno. Berlin zählt 11 einmündende Bahnen mit 10 Bahnhöfen, Wien deren 6 und es beförderten diese Bahnen in Berlin (ohne Ringbahn) 9½ Millionen Personen und 5 Millionen Tonnen Frachten, die von Wien 8 Millionen Personen und 4½ Millionen Tonnen Frachten. Die Berliner Pferdebahnen haben bei 140^{km} Ausdehnung 52 Millionen Menschenverkehr, Wien befördert auf 52^{km} Pferdebahn 25 Millionen Personen, dabei hat Berlin noch über 4500 Droschken, Wien an Fiakern und Einspannern circa 2200; denkt man sich zu diesen Ziffern nun die Einwirkung der demnächst zu eröffnenden [Stadtbahn, so ist es wohl klar, dass Wien in Verkehrs-Angelegenheiten jeder Art hinter Berlin bei Weitem zurückgeblieben ist und von dieser Stadt immer mehr und mehr überflügelt werden wird.

Welcher Entwicklung unsere Vaterstadt Wien, begünstigt durch ihre unvergleichlich herrliche Lage fähig ist, zeigt die glänzende Durchführung der Stadterweiterung, eine weitere Entwicklung ist der Stadt jedoch durch den zweiten steinernen Ring, den Linienwall, unmöglich, wie die minimale Ziffer der Bevölkerungszunahme von 1½% im Vergleiche mit der der Vororte, welche um 6·2% per anno zugenommen, zeigt.

Der Fall der Linienwälle, welcher schon vor Decennien geplant und immer wieder an kleinlichen administrativen Schwierigkeiten scheitert, ist also die Grundbedingung einer weiteren gedeihlichen Entwicklung unserer Vaterstadt, es ist ganz unverantwortlich, dass die nur durch den Wegfall dieses Steinringes motivirte Gürtelstrasse, welche schon theilweise verbaut ein augenscheinliches Bild der Schönheit dieses glücklichen Projectes gibt, so lange nur als Stückwerk besteht. Diese Gürtelstrasse ist prädestinirt zu einer künftigen Stadtbahn und mit verhältnissmässig geringen Mitteln hiezu zu benützen; der Wienfluss und der Donaucanal mit ihren unnöthigen und unpraktischen hässlichen Böschungsufern geben genügenden Raum für Eisenbahnlinien, die in den dichtverbauteiten Stadttheilen dadurch ohne enorme Grundeinlösungen hergestellt werden könnten. Fertige Theile einer Stadt-

Eisenbahn besitzt Wien endlich in der Wiener Verbindungsbahn Nordbahnhof-Südbahnhof, in der Linie Penzing-Hetzendorf-Kaiserebersdorf der Westbahn und mit leichter Adaptirung in der Donau-Uferbahn.

Welche günstigen Verhältnisse obwalten hier gegen Berlin? Und trotz aller Projecte aus den 70er Jahren, ist in dieser Frage nicht nur nichts geschehen, sondern sie wurde mittelst behördlicher Enquête vollkommen begraben.

Wahrlich, es ist höchste Zeit an die gründliche Verbesserung der Verkehrsverhältnisse Wiens zu gehen und das Nothwendigste und Dringendste ist ein einheitliches Studium aller hier nur flüchtig skizzirten Verhältnisse, um doch zum mindesten zu verhüten, dass durch Civilbauten aller Art, die noch vorhandenen günstigen Verhältnisse verschlechtert werden.

Soll aber ein grosses Verkehrsunternehmen für den Dienst der Stadt in solchem Style geschaffen werden, dass es gleich wie in Berlin dem Zwecke vollkommen entspricht, so darf nicht ängstlich nach der Rentabilität desselben für den Augenblick gefragt werden, sondern man muss die ethischen und socialen Momente in Rechnung ziehen und die Verzinsung der Capitalien dieser Monumentalwerke — auch eine Stadtbahn ist, wenn auch im anderen Sinne, ein solches Monument — getrost der

Zukunft überlassen, die im reichlichsten Maasse die jetzt ausfallende Rente decken wird.

Die Berliner Stadtbahn ist noch nicht vollendet und kurz ist die Zeit, in welcher diese Stadt zwei ergiebige Wasserleitungen gebaut und die ausgezeichnete Canalisation durchgeführt hat und schon sieht man die dortigen Techniker einen grossartigen Schiffahrts-Canal an die Ostsee planen, welcher Berlin so zu sagen zu einem Hafen des Weltmeeres machen würde, rastlos bestrebt, die Verkehrswege aller Art für ihre Stadt zu erschliessen.

Auch Wien darf und kann nicht stillstehen und sich mit dem Geschaffenen begnügen. Wien hat einen gar gewaltigen Bundesgenossen in seiner wunderbaren geographischen Lage an den Ausläufern der Alpen und am Beginn der fruchtbaren Ebene Ungarns am mächtigsten europäischen Strome. Diese günstigen Verhältnisse können bei thatkräftiger Benutzung, Wien das Versäumte gar rasch einholen lassen. Darum sollen alle beteiligten Factoren zum Wahlspruch unseres erhabenen Monarchen „viribus unitis“ die Devise des Technikers „Vorwärts“ hinzufügen, um mit vereinten Kräften vorwärts strebend, Wien, dem pulsirenden Herzen des Reiches, seinen gebührenden Rang unter den europäischen Grossstädten zu erringen, zur Ehre und zum Ruhme des Vaterlandes Oesterreich.

Der Aquäduct von Lissabon

nach dem Portugiesischen des Major von Chelmicky und anderen Quellen.

Von M. M. von Weber.*
(Mit Zeichnungen auf Blatt 13).

Von der grossen Wasserleitung, die den Namen „Aquaducto Geral de Lisbôa“ führt und einen bedeutenden Theil der Hauptstadt Portugals mit frischem Gebirgs-Quellwasser versorgt, ist in der technischen Welt sehr wenig bekannt. Portugal liegt abseits vom grossen Wege der modernen Technik, seine Sprache ist wenigen Fachmännern geläufig. Vor Allem aber wird das Studium der Errichtung der Bauwerke, die aus den blühenderen Zeiten des kleinen merkwürdigen Königreichs stammen, durch den Umstand erschwert, dass eine ungeheure Katastrophe, das Erdbeben von Lissabon (1. November 1755), den grössten Theil aller dortigen Archive vernichtete und mit ihnen fast sämmtliche Documente, welche jene Bauten betrafen.

Das Werk, von dem im Nachstehenden die Rede sein soll, verdient die Aufmerksamkeit der Ingenieure im hohen Maasse; zunächst weil es eine der grössten und kühnsten Steinbrücken-Ausführungen aller Zeiten enthält, und dann, weil dies grosse, während einer Zeit, wo die Ingenieurkunst in tiefem Verfall lag, entstandene Werk, wie durch ein

Wunder, kurz nach seiner Vollendung, jenes Erdbeben überdauerte, das rings um dasselbe eine blühende, solid gebaute Stadt in einen rauchenden Schutthaufen verwandelte.

Die letzte Hand wurde an den südlichen oder Haupttheil desselben unter der Regierung Joseph I. Emanuel durch jenen grossen Staatsmann gelegt, dem Marquis von Pombal, dem Portugal seine kurz dauernde damalige Blüte verdankte und der auch dies bedeutsame Werk, welches er als für die Wohlfahrt Lissabons unentbehrlich erkannte, insoweit zu vollenden befahl, dass es der Stadt Wasser zuführen konnte. Zu diesem Haupttheile gehörte der grosse Aquäduct von Alcantara. Die Weiterausdehnung der Wasserleitung in's Gebirge ist später ausgeführt und wurde daran bis in unser Jahrhundert hinein gearbeitet.

Das Erdbeben von 1755 erschütterte den Aquäduct so stark, dass verschiedene Wölbsteine, wie noch immer sichtlich, beträchtlich aus der Wölbfläche traten und die Wasserrinne durchlässig wurde, so dass die geringe Wassermenge, die im frühen Herbst, wozu der Anfang November in Portugal gerechnet wird, darin fliessen, durchsickerte und der Wasserzufluss in der Hauptstadt aufhörte. Als kurze Zeit darauf, unbemerkt in Lissabon, im Gebirge starke Herbstregen eintraten, begann der Aquäduct wieder Wasser zu ergiessen und Pombal, der jedes Mittel ergriff, um den tief

*) Während der Drucklegung dieses Aufsatzes starb dessen hochverdienter Verfasser, Herr Hofrath M. M. Baron von Weber. Sein unerwartetes Hinscheiden wurde von der gesammten technischen Welt als ein wahrer und grosser Verlust auf's Tiefste betrauert und zahlreiche Kundgebungen gaben diesem Gefühl Ausdruck. Indem wir uns diesen letzteren anschliessen, glauben wir zur Ehre des Andenkens des berühmten Fachmannes unser Bestes dadurch beizutragen, dass wir diese seine letzte literarische Arbeit hiemit unseren Lesern vorlegen.

gesunkenen Muth des Restes der Einwohner Lissabons zu heben, liess dies als ein Mirakel durch die Geistlichkeit öffentlich feiern.

Der Verfasser hat schon zur Zeit, als der Plan auftauchte, die sächsisch-bairische Eisenbahn auf Brücken von sehr grosser Höhe über die Thäler der Göltzsch und Elster im sächsischen Voigtlande zu führen, auf bestehende Brücken und Aquäducte ähnlicher Höhe hingewiesen.

Man hielt zu jener Zeit in den leitenden Kreisen, den Ansichten des genialen Karl Theodor Kunz entgegen, die Herstellung von Brücken solcher Höhendimensionen für fast unmöglich. Die damals in überaus unfähigen Händen ruhenden Erörterungen der bedeutsamen Frage gipfelten in einer Concurrenzausschreibung für die zweckmässigste Form der Ueberschreitung dieser beiden tiefen Thäler, die eine Menge der absurdesten Pläne einbrachte und zuletzt zu der schwerfälligen und in allen Dimensionen übermässigen Construction von Mauerwerk führte, nach der die beiden grossen Viaducte hergestellt worden sind und von deren Modellen auf der Londoner Ausstellung 1851 Robert Stephenson die bittere aber wahre Kritik äusserte: „A bulk of masonry not a work of Engineering“.

Die drei gewaltigen Steinbrücken, beziehentlich Aquäducte, auf die der Verfasser damals hinwies, waren: der Brücken-Aquäduct von Spoleto, vollendet unter Theodorich dem Grossen circa 400 v. Chr. (126^m hoch); der Aquäduct von Alcantara, vollendet 1754 unter dem Marquis von Pombal (73'44^m hoch); der Aquäduct von Roquefavour, (78'8^m hoch). Sie sind damals nicht einmal studirt worden.

Es hat dem Verfasser nicht unzweckmässig geschienen, einige Notizen über das am wenigsten bekannte dieser Bauwerke, den Aquäduct von Alcantara, im Aquäducte von Lissabon belegen, zu sammeln und zu publiciren. Er ist dabei in der Hauptsache der kleinen portugiesischen Schrift des Ingenieur-Majors José Carlos de Chelmicky (Lissabon 1857) gefolgt. Weiteres Material lieferte die Photographie von Rochini, der alte Stich von B. Comte nach einer Zeichnung von l'Evêque (London 1804?) das Gabinete Historico de Fr. Claudio da Conceição (Lisbôa 1823); O. Murphy, Travels in Portugal (London 1795) und Reise-notizen des berühmten Erfinders der Gasbeleuchtung und der Luftseisenbahn Samuel Clegg, die dieser 1840 im Mechanical Magazine veröffentlichte. Trotz mancher darauf verwendeter Mühe sind die Notizen ziemlich unvollständig geblieben, die Beschreibung hat nicht allenthalben zu vollständiger Klarheit gebracht werden können und die sich in den verschiedenen Quellen oft widersprechenden Daten waren nicht immer exact zu verificiren. Immerhin gibt die nachstehende Darstellung ein erträglich deutliches Bild von dem gewaltigen Bauwerke und mag wünschenswerthen weiteren Erörterungen in loco zweckmässig zur Basis dienen. Dieselbe wird unterstützt von der beigegebenen Tafel, die wir dem kleinen Werke von Chelmicky entnehmen und die, sonderbarer Weise, so primitiv ihre Vorführung auch ist, die einzige Zeichnung von einigermaassen technischem Charakter zu sein scheint, welche von dem in der Wasserleitung von Lissabon liegenden Aquäducten von Alcantara, do Carvalho und das Amoreiras publicirt worden ist.

Die südwestlichen Ausläufer der Serra da Estrella, die sich zwischen dem Tejo und dem Atlantischen Meere nordwestlich von Lissabon hinziehen und sich bis zu Höhen von 1100 bis 1500 Fuss erheben, sind kahl und wasserarm. Als es daher galt, Lissabon, das Mangel an Trinkwasser leidet, fast um jeden Preis mit gutem, frischen Quellwasser zu versehen, war man gezwungen, mit einer vielverzweigten Wasserleitung eine Menge schwacher Wasseradern im Gebirge zu sammeln und in die Stadt zu führen. Noch die meisten dieser Wasseradern, Quellen, Laufbrunnen fanden sich in den zahlreichen flachen Nebenthälern der Serra da Quinta und der Serra de Monsanto, welche niedere Gebirgsketten sich zwischen Cintra und Lissabon bis dicht an letztere Stadt heranschieben. Durch die Zusammenführung von ungefähr einem Hundert solcher schwacher Adern, von denen einige im Hochsommer sogar ganz versiegen, in gemauerten überwölbten, theils ober-, theils unterirdisch und über Bogenstellungen geführten Leitungen, entstand der grosse Aquäduct von Lissabon, von dem die nachstehenden Seiten handeln sollen. Die Einsammlung von Nachrichten über diese merkwürdige Anlage, von deren Entwicklung, Construction und Oekonomie eine gute Darstellung zu besitzen in historischer, wirtschaftlicher und technischer Beziehung gleich wünschenswerth wäre, ist mit grossen Schwierigkeiten verknüpft.

Es ist fast umsonst, in den öffentlichen Archiven nach Acten und Thatsachen zu fragen, die sich auf die Wasserleitung von Lissabon und den Alcantara-Aquäduct beziehen könnten. Ueberall, selbst bei den Fachbehörden der Stadt und des Staates, wird nur die Auskunft ertheilt, dass dergleichen nicht existire. So ist man darauf angewiesen, das zu sammeln, was sich in verschiedenen Notizen zerstreut findet. Die in Folge des Erdbebens von 1755 ausgebrochene Feuersbrunst, zerstörte alles, was in Bezug auf den Aquäduct damals niedergeschrieben worden ist, und es steht fest, dass bei dieser Gelegenheit vier Foliobände verloren gingen, welche nur denselben betreffende Zeichnungen und Kostenberechnungen enthielten.

Verwunderlich bleibt es trotzdem, dass nichts davon in den technischen Acten über die nach 1755 am Aquäducte ausgeführten Arbeiten erschien. Ja man fand in keinem der Archive der einschlagenden Behörden einen brauchbaren Plan der Sammel- und Seiten-Wasserleitungen, welche in der Serra da Quinta zwischen dem höchsten Punkt der ganzen Leitung bei Conciros und dem einzigen grösseren Orte, den sie berührt, Porcalhota, liegen.

Der Ursprung dieses merkwürdigen Aquäductes reicht hoch in die Geschichte herauf. Schon die Römer versuchten, als Lisbon ihre Provinz war, dasselbe durch unterirdische Leitung mit dem Wasser der Quelle von Agua livre zu versorgen.

In der That scheinen sie damit vorgegangen zu sein, nach Schachten, Treppen, Gewölben, Galerien und Ablagerungen zu urtheilen, die sich in Lisboa vorfinden und vornehmlich in den Strassen Retrozeiros, Prata und Magdalena.

Zwischen den Quellen von Agua livre und Porcalhota zeigen sich viele Spuren von alten Wasserfassungen wie z. B. an der Porta do Principe, von wo sie nach Almargem und Rascoeira hinlaufen. Die Zusammensetzung des Cements

der Canalschale weist unwiderleglich den römischen Ursprung dieser Arbeiten nach, die man ganz fälschlich den Mauren zugeschrieben hat.

Den Königen von Portugal war von Alters her der Gedanke eigen, Trinkwasser nach Lisboa zu leiten und immer handelte es sich dabei um die Aguas livres.

Don Manuel befahl Francisco da Ollanda Messungen für diesen Zweck vorzunehmen und dieser projectirte auch einen monumentalen Brunnen für den Marktplatz, der aus einer weiblichen Figur, Lissabon personificirend, bestand, umgeben von vier Elephanten, aus deren Rüsseln Wasserstrahlen sprangen. Unter der Regierung Joao III. beschäftigte sich der Infant Don Luiz mit dem Projecte und wünschte, da er Admiral war, dass die Leitung der „Fluss der Schiffe“ genannt werde, da die Flotte ihren Wasserbedarf aus demselben entnehmen solle.

Zur Zeit der Regierung Don Sebastians beschäftigte man sich wieder mit dem Projecte, wie ein Document vom Jahre 1588 nachweist, ein dem Nicolau de Frias, Baumeister der Kirchen im Erzbisthum Lisboa, einem in solchen Sachen erfahrenen Manne, verliehenes Zeugnis. In der That sollte das Unternehmen ungeachtet dem Einflusse des Unglückstages von Alcacer-Kibir in's Leben geführt werden. Der Senat von Lissabon hielt zu diesem Zwecke 690.000 Cruzados bereit — dieselben wurden aber für Feste bei Anwesenheit Philipps II. am 29. Juni 1619 ausgegeben, wie Luiz Marinho de Azevedo in seiner „glorreichen Geschichte“ von Lissabon berichtet.

Der König Philipp besuchte selbst die Quellen und befahl einem spanischen Ingenieur, Luiz Torrealano, verschiedene Projecte für den Aquäduct auszuarbeiten. Derselbe bearbeitete zwar verschiedene Tracen, empfahl aber die, auf welchen die Quellen der Serra de Cintra nach Lissabon geführt werden sollten, zur Genehmigung.

Im Jahre 1683 prüfte eine Commission die Quellen und fand bei einer am 31. Juli dieses Jahres stattfindenden Messung, dass sie nur dreissig Zoll (?) Wasser geben, so dass die Commission die Ansicht aussprechen musste, sie seien des Aufwandes für die Herstellung der Wasserleitung nicht werth. Trotzdem tauchten verschiedene Projecte auf, diese Quellen aber vereinigt mit der von Pimenteira nach Lissabon zu leiten, sie fanden aber sämmtlich erregte Opposition. Hingegen wurde unter der Regierung Joao V., durch den Procuratur der Stadt, Claudio Gorgol di Amaral die alte Idee in Betreff der Wasserleitung wieder angeregt und kam dies Mal endlich zur Ausführung.

Nach vielfachen Erörterungen über die Mittel, durch welche der Kostenaufwand für die Leitung aufgebracht werden könnte, kam man schliesslich dahin, indirecte städtische Steuern für das geeignetste derselben zu halten. Dem zu Folge wurde die Consumption mit folgenden Abgaben belegt:

Salz	per Centner mit	60	Reis ¹⁾
Essig	„ Eimer	10	„
Stroh	„ Fuder	50	„
Wein	„ Eimer	6	„
Fleisch	„ (circa 1 Kilogramm)	5	„

¹⁾ 1000 Reis (Milreis genannt) = 480 Pfennige Reichs-Mark.
1 Rei = 0.48, rund ein halber Pfennig.

Da diese Auflagen aber ein bei weitem nicht ausreichendes Erträgniss lieferten, wurden sie sämmtlich im Jahre 1730 aufgehoben und ein königliches Decret erlassen, durch welches die Expropriation der Quellen, welche zur Speisung der Wasserleitung für erforderlich erachtet wurden, so wie der zur Ausführung der Leitung nöthigen Areale angeordnet wurde, mit der ausdrücklichen Bestimmung, späterer vollständiger Entschädigung der Eigenthümer.

Ein weiterer königlicher Erlass vom 12. Mai 1731 ordnete den Beginn der Arbeiten an dem grossen Werke an.

Die Leitung folgte nahe genug der von Leonardo Torrealano ermittelten Trace. Die Ausführung der Arbeiten bis zum Berge der drei Kreuze, wurde vom Brigade-General Manuel de Maia, die zwischen diesem Berge und Lissabon liegenden, vom Brigade-Major (Sargento Mór) Custodio Viveiro, geleitet.

Der grösste Theil der Arbeiten wurde in Entreprise ausgeführt, vornehmlich das Mauerwerk. Es organisirten sich zu diesem Zwecke Maurer- und Steinbrecher-Gesellschaften mit sehr praktischer finanzieller und technischer Gliederung, denen sehr ähnlich, welche sich um dieselbe Zeit in England bei den Wasserstrassen-Bauten bildeten. Die erste derselben, durch königliches Decret (Alrazà) vom 12. Mai 1731 concessionirt, bestand aus 20 Mitgliedern, deren jedes 400 Milreis (ungefähr 2000 Mark) in die Gesellschafts-Casse eingeschossen hatte.

Eine zweite, aus dreizehn Steinbrechern und Maurern bestehend, wurde durch Erlass vom 19. September 1772 autorisirt, übernahm von einer bankerotten Gesellschaft für rund 94.000 Milreis Werkzeuge und Eisenwerk und blieb bei dem Werke bis 1785. Eine dritte und letzte Gesellschaft, aus vier Mitgliedern bestehend, dauerte bis 1799 aus, wo die Arbeiten am Aquäduct für völlig fertig erklärt wurden.

1748 schon waren sie auf der Strecke bis zu den Quellen der Aguas livres (wo heutzutage das Reservoir der Aguas velha steht) bis zur Ecke der Mauer des Klosters der Brüder unserer hilfreichen lieben Frau in Campolide vollendet und sodann in Cotovia bis zum Fahrthor des Noviciats der Väter der frommen Gesellschaft.

Nach Auskunft von 102, sich im Archiv der Municipalität von Lisboa findenden Rechnungsbelegen über Ausgaben, die für Arbeiten an der Gesamt-Wasserleitung gemacht worden sind, wurden für dies grosse Werk bis zum Schlusse des Jahres 1799 volle 5,131.075 Milreis = rot. 25,142.267 Reichsmark ausgegeben. Ausserdem wurden für Expropriationen etc. verausgabt 96.139 Milreis = rot. 471.081 Reichsmark und endlich erhob sich der Aufwand für Ergänzungsbauten, neue Quellenzuführungen etc. bis zum Jahre 1835 auf 334.766 Milreis (= 1,640.355 Reichsmark), so dass der Gesamtkostenpreis der ganzen Anlage die für das arme Portugal hohe Summe von 5,561.981 Milreis = 27,253.711 Reichsmark erreicht.

In dieser Summe befinden sich aber eine Menge, aus der Cassa der Wasserleitung bestrittene Posten, die sowohl den Zwecken derselben völlig fremd, als den Decreten vom 26. September 1726 und 12. Mai 1731, durch welche der technische und finanzielle Bereich der Wasserleitung abgegrenzt wurde, nicht gemäss sind.

Wir führen hievon die nachstehenden an:

Anleihe des Aerars, Jänner 1800	365.000	Milreis
„ „ „ 27. März 1800	762.741	„
Für die königl. Seidenfabrik	352.433	„
„ Arbeiten an Palaste von Ajuda	16.000	„
„ Arbeiten an Eisen- und Kohlenberg- werken	68.653	„
Für die Uniformirung der königl. Bogen- schützen	31.533	„
Anleihe für die königl. Porzellan-Fabrik . .	17.162	„
„ für den Bezug von Steinröhren in Rio de Janeiro	12.193	„

Summe 1,630.717 Milreis

so dass sich der Gesamtaufwand für die Leitung auf 3,931.164 Milreis = rot. 19,262.704 Reichsmark abmindert.

Wir erwähnten schon oben, dass der Mangel an Documenten und verbürgten historischen Thatsachen eine eingehende Darstellung des Verlaufs der Bauausführung des Aquäductes unthunlich mache. Noch weniger möglich ist es, technisches Detail über diese Herstellung und dabei aufgetretene interessante Vorkommnisse zu geben.

Wir lassen daher hier nur eine kurze Beschreibung des Werkes, wie es jetzt besteht, folgen, die zur Erläuterung der beifolgenden Pläne und Ansichten dienen kann.

Der Aquäduct nahm ursprünglich seinen Anfang an der Quelle der Agua livres, welche Stelle jétzt unter dem Namen Reservoir der alten Wässer bekannt ist. 425^m von da thalwärts nimmt er den Aquäduct von Canheiro auf, der bereits alle Wässer von höher hinauf gelegenem Ursprunge gesammelt hat. Sodann vereinigt er sich mit der Wasserleitung von Fonte Santa, und nimmt unterhalb Carenque die Seitenleitungen von Marieno, Almarjao, Rascoeira, St. Braz und der Gallejos auf, welche letztere bei der Ermitage von Lapa in die Central-Leitung bei Porcalhota einmündet.

Jenseits von Porcalhota, nahe bei dem, Reboldeiro genannten, Dorfe, nimmt diese die Leitung von Necessidades, und am Ende der Bogenreihe von Adamaia, im „Rotunda“ genannten Sammelschachte, die Leitung von Outeiro auf. Nach Ueberschreitung zweier Grubenstollen mit Quellen, die sie aufsammelt, vereinigt sie sich mit der grossen Leitung von Buraca, die sich bis an die Gebirgskette von Carnoxide bei den Quellen erstreckt. Schliesslich tritt sie am Fusse der Höhen von Calhariz in die Sammelschächte dieses Ortes und von Osgas mit zwei Leitungen von Grubenquellen ein.

Diese Zuflüsse sind die letzten, welche die Haupt-Leitung erhält. Es geht hieraus hervor, wie bedeutend an Zahl, wenn auch von geringer Länge und spärlichem Ertragniss, schon die Sammel-Leitungen waren, welche ursprünglich den grossen Aquäduct speisen.

Derselbe überschreitet das Alcantara-Thal auf zwei Brücken in der Gesamtlänge von 942^m mit 35 Spannungen, von denen 14 gothische (Spitz-) Bogen und die Anderen Rundbogen zeigen. 924^m von dem „unter den Maulbeerbäumen“ (Amoreiras) genannten, schon in der Stadt Lissabon gelegenen Sammelbassin zweigt sich innerhalb der Besetzung der Viscondessa d'Anadia die erste Vertheilungsleitung in die Stadt Lisboa ab.

Wir kommen auf die städtischen Vertheilungslinien weiter unten zurück.

Es zeigte sich nach der Vollendung des älteren bis 1754 ausgeführten Theiles des Aquäductes sehr bald, dass die Wassermenge, die ihm die eben erwähnten verzweigten aber armen Sammel-Leitungen zuführten, besonders in der trockenen Jahreszeit bei weitem unzureichend für die Zwecke des Werkes sei und man beschloss daher, sowohl die Hauptleitung höher hinauf in die Serra da Quinta zu führen, als ihr eine grössere Anzahl Quellen in den Seitenthälern dieses Gebirgs tributär zu machen. Sie wurde demzufolge um 14.4^{km} in fast genau nördlicher Richtung in's Gebirg hinein verlängert bis zu einem Olivenwäldchen im Norden vom Orte Canneçao, dessen Name ihn schon als einen Zusammenfluss-Punkt von alten Quellen-Rohrleitungen bezeichnet. Zwischen diesem ihren nunmehrigen oberen Anfangspunkte und ihrer früheren Ausgangsstelle nimmt nun die Leitung folgende sie speisende Zweige in sich auf:

die vom Olivenwäldchen des Santissima	178.3	Meter lang,
„ vom Brunnen von Bomba	198	„ „
„ vom Monra-Thale	222.4	„ „
„ des „Eichenwaldes“	438.7	„ „
„ der „Weiden“	996.2	„ „
„ der Marianischen Brüder	190.0	„ „
„ von Camara	476.0	„ „
„ der Quinta	170.6	„ „

Ueber die zum Theil oben schon erwähnten, im ältern Theile des grossen Aquäductes, thalwärts von dem Sammelbassin der Aqua velha gelegenen und in diesen einmündenden Rohrleitungen ist noch Folgendes zu bemerken:

Die Leitung von Fonte Santa ist 580.7^m lang. Sie führt dem Aquäducte mehr Wasser zu, als irgend eine andere seiner Seitenlinien.

Die Leitung von Almarjao ist 132^m lang; die der neuen Marianischen Brüder ist 240^m; die der Rascoeira 406^m; die von St. Braz 1380^m, an Ertragniss der von Fonte Santa fast gleich; endlich die von Gallejos hat eine Länge von 1427^m.

Von den Privatbesitzungen des Snr. Luiz da Rego „das Fanseca Magelhães, des Sr. Pastor und des Palastes „das Necessidades“ sind Quellen in die Leitungen von Outeiro 268^m lang und von Buraca, die längste von allen, 3428^m geführt. Gleich hinter der Einmündung der letzten Leitung tritt der Haupt-Aquäduct auf eines der bedeutsamsten Ingenieurwerke, die auf seiner ganzen Strecke vorkommen. Es ist die grosse Brücke von Adamaia.

Dieselbe besteht aus einer Rund-Bogenstellung von 19 Spannungen. Die grösseren derselben haben eine Weite von 8.5^m die kleinen von 5^m. Die gleichstarken Pfeiler sind 4^m, in der Leitungssachse stark. Der höchste Bogen ist bis zum Scheitel 10^m hoch.

Etwa einen Kilometer thalwärts von dieser Brücke befindet sich ein zweites Bauwerk von einiger Bedeutung: die Arcos da Butaca; zwei Bogen, je 5 und 8^m weit, mit denen die Leitung Weg und Bach im Thale von Butaca überschreitet.

Wiederum ungefähr einen Kilometer unterhalb dieser Bogen tritt die Leitung in ein Terrain, wo ihre Hinführung

durch Einschnitte von Bedeutung erforderlich wurde. Die Tiefe dieser Einschnitte, welche grossentheils in Felsen mit fast verticalen Böschungen ausgeführt und nach Herstellung der Leitung wieder verfüllt worden sind, erhebt sich hinter dem, „Pforte des Eichenwaldes“ (Postigo do Carvalho) genannten, Bogen bis zu 10^m und nahe der Einmündung der Seiten-Leitung von Beonfisca und Convalescenca sogar auf 16^m.

Von hier aus aber läuft die Leitung auf der Höhe der, sie fast rechtwinkelig schneidenden, Hügelzüge so, dass ihre Fortführung, bis beinahe mitten in die Stadt Lissabon, bei einer Länge von 3·2^{km} zur grösseren Hälfte aus Kunstarbeiten von ansehnlicher, zum Theile sogar ausserordentlicher Bedeutung besteht. Die Strecke enthält 845^m Bogenstellungen und 520^m Futtermauerführungen. Das erste zu Berg gelegene dieser Bauwerke ist der grosse Aquäduct von Alcantara, der dem Thale, das er übersetzt, den Namen („Alcantara“, arabisch „Brücke“) gegeben hat, und der zu den bedeutendsten Brücken-Bauwerken, die es gibt, gehört. Er ist ganz von grauem Urkalkstein (grobem Marmor), in grossen Quadern ausgeführt und besteht aus 35 Spannungen sehr verschiedener, von der Mitte aus abnehmenden Weite. Da für diese Abänderung der Spannweite Fundamentirungs- oder sonstige technische Bedingungen nicht vorlagen, so sind offenbar für Adoptirung der fast regelmässig nach beiden Seiten hin abnehmenden Pfeiler- und Bogen-Dimensionen, die fast genau der Abminderung der Bogenhöhen auf den Thalböschungen proportional sind, ästhetische Motive maassgebend gewesen.

Die Bogenstellung besteht aus 14 Spitz- und 21 Rundbogen. Die ersteren bilden den mittleren, höchsten Theil der Brücke und sind, beziehentlich zu 9 und 4, rechts und links mit Spannungen, die von 18^m bis auf 12^m abnehmen, um einen grossen Mittelbogen von 32^m Spannung gruppiert. Die Seitenflächen der Brücke sind parallel, die Pfeiler ohne Anlauf, aussen von Quadern in Schichten von 0·5—0·45^m Höhe, innen von Bruchstein-Mauerwerk in Cement, aufgeführt und nur die fünf hauptsächlichsten haben eine Verstärkung des Sockels von 15^m Höhe, die um 1·5^m rings um die Pfeiler vorspringt. Sämmtliche Pfeiler der Brücke sind, rechtwinkelig auf ihre Achse gemessen, 6·5^m stark, während ihre Stärke in der Achse von 9^m bei den höchsten bis zu 3·5^m bei den niedrigen Bogen abnimmt.

Die Wölbstärke der Spitzbogen ist nahezu allenthalben dieselbe, 2·0^m, und die der Rundbogen circa 1·2^m. Samuel Clegg gibt in seinen Reise-Notizen die Gewölbstärke am Kämpfer zu 8 Fuss, im Scheitel zu 5 engl. Fuss an. Die Brücke trägt zwei Fusswege von je 1·5^m Breite und in der Mitte die Wasserleitung. Diese bildet hier, wie allenthalben auf der ganzen Ausdehnung des Leitungswerkes, einen überwölbten Canal von 3·25^m Höhe und 1·4^m Weite mit 0·7^m starken Seitenmauern. Die Wölbung ist mit starken Platten abgedeckt. In der Mitte dieses Canals läuft ein Trottoir von 0·8^m Breite hin, so dass für den Wasserverlauf auf beiden Seiten nur Rinnen von je 0·3^m Breite und circa 0·5^m Tiefe bleiben.

Leider sind diese Rinnen von so sehr mässigem Querschnitte ausreichend, die geringe Wassermenge zu leiten, zu deren Hereinführung nach Lissabon dies ungeheure

Werk ausgeführt worden ist und die kaum 100.000 Kubikfuss in der nassen und kaum halb so viel in der trockenen Jahreszeit beträgt.

Obwohl, wie erwähnt, der ganze Aquäduct in seiner ganzen Länge kräftig überwölbt und so vor der Einwirkung der Sonne Portugals geschützt ist, hat man doch, offenbar nach römischem Muster und Vorgang, für reichliche Lüftung des Canales gesorgt. So befinden sich auch auf dem Aquäducte von Alcantara in verschiedenen Abständen 12 reich verzierte, das Bauwerk anmuthig nach oben decorirende Luft Häuser, abgesehen von Luftöffnungen, die die Seitenwände des Canales in Distanzen von 12^m durchbrechen.

Die Höhe des Hauptbogens der Leitung von der Oberfläche des von der Serra de Monsanto herabkommenden, unter dem Aquäducte durchgeführten kleinen Flusses bis zur Oberfläche des Wassers in der Leitung beträgt 65·29^m und die des Hauptpfeilers von dessen Fundamentsohle bis zu jener Wasserfläche 73·44^m (unrichtig mit 85^m von Murphy in seinen Travels in Portugal, Tony Fontenay u. A. angegeben), so dass das Bauwerk zu den höchsten Steinbrücken-Constructionen der Welt gehört.

Die Ausführung des Bauwerkes ist mit eigenthümlichen Gerüsten erfolgt. Um die Pfeiler her wurden spiralförmig aufsteigende Gänge von Holz construirt, die auf der Mauerseite im Mauerwerk selbst ruhten, so dass man ihre Lage noch an den Balkenlöchern in diesen verfolgen kann. Auf diesen Gängen wurde das Mauer-Material theils auf Karren emporgefahren, theils getragen. Die grossen Steinblöcke wurden hinauf gewalzt. Die Lehrbogen-Gerüste ruhten auf den aus sehr grossen Steinen bestehenden Kämpfer-Schichten, jedoch nicht auf vorstehenden Kragsteinen, sondern in schräg nach unten gehenden Oeffnungen im Mauerwerk in der Weise, wie dies auch am Aquäduct von Spoleto zu sehen ist. Samuel Clegg sagt über die Bau-Methode:

Mechanische Vorrichtungen zum Emporschaffen der Steinblöcke wurden nicht in Anwendung gebracht, sondern sie wurden, an langen Tragstangen befestigt, auf den Schultern von Männern über eine Reihe geneigter Ebenen zur gewünschten Höhe und Stelle getragen oder hinauf gewalzt. Einige dieser Blöcke wogen gegen 60 Centner. Die um die Pfeiler herum errichteten Gerüste und geneigten Ebenen waren von sehr dauerhafter Ausführung. Die geneigten Ebenen ruhten auf Säulen von 15 Zoll Seitenstärke und das ganze Gerüst war unter Vermeidung allen Metalles durch Holznägel und Dübel verbunden. Die geneigten Ebenen hatten eine Steigung von 1 : 6 und waren in ihrem schraubenförmigen Aufgange an der schmalen Pfeilerseite durch horizontale Plattformen unterbrochen, wo sich die, die Lasten transportirende Mannschaft ablöste. Die Stützsäulen der Gerüste standen auf Steinblöcken und war Alles geschehen, den Gerüsten, die 10—15 Jahre zu dienen hatten, möglichste Dauerhaftigkeit zu geben. Die Lehr- und Bogengerüste für die Wölbungen sollen von einem italienischen Architekten, Antonio Davila von Bologna, entworfen worden sein. Das Wölben wurde von beiden Seiten des Thales her begonnen, und wie die Bogen fertig wurden, errichtete man Rollbahnen über dieselben, um die Material-Transporte von den Thalböschungen her bewirken zu können.

Die Wölbungen bestehen aus einer einzigen Quaderschichte. Die Sockelverstärkungen der an der Südböschung des Thales stehenden Pfeiler sind zu einer Art Stützmauer gegen den Schub des dort wahrscheinlich nicht ganz sicher gelagerten Felsens, durch eine compacte Quader-Mauermaße vereinigt. Bemerkenswerth ist, dass man das Ganze der eigentlichen Wasserleitung, die über den Wölbungen liegt und die Hintermauerung dieser, in Rohstein mit sehr gutem Cement ausgeführt hat. Die verhältnissmässig kleinen Wasserinnen sind zum Theile mit Hohlziegeln ausgelegt.

Ungefähr 300^m südlich von diesem grossen Bauwerke befindet sich der kleine „von der Eiche“ (Do Carvalho) genannte Aquäduct, aus drei Bögen von 7 und einem von 9^m Weite bestehend, ebenfalls von Quadern ausgeführt; und 700^m unter diesem, mit dem die Leitung in die eigentliche Stadt eintritt, der mitten in Lissabon gelegene, überaus prächtig decorirte Aquäduct, der das Wasser unmittelbar in das an dem „Amoreiras“ (Maulbeerwäldchen) gelegene Reservoir ausgiesst. Der nördlichste Bogen dieses Aquäducts lässt eine Strasse durch und ist durch eine dorische Säulenstellung und durch ein statuärisch geschmücktes Giebelfeld in eine Art kleiner Triumphbogen verwandelt. Die Leitung selbst ist durch Felderung mit gegliederten Rippen geschmückt.

Die Bogenstellung besteht hier aus 5 Spannungen von 8^m und 4 von 10^m Weite mit gleichmässig 6^m starken Pfeilern. Die Kopfschicht der Wölbungen, die Kämpfer- und Fuss-Simsschichten sind durch architektonische Gliederungen markirt und verziert, so dass der Aquäduct zu einer der Prachtbauten der Stadt gehört.

Die gesammte Wasserleitung ist in ihrer ganzen Länge von circa 42·5^{km} in ihrem oberirdischen Theile stark überwölbt und mit dicken Platten abgedeckt, da, wo sie unterirdisch läuft, ausgewölbt, wo es nöthig war. Ihre lichte Höhe von der Sohle des Wasserlaufes bis zum Scheitel der Wölbung ist überall 2·4^m, ihre lichte Breite 1·4^m, so dass sie freien Luftraum zeigt und bequem begangen werden kann. Ihre Seitenwände sind im oberirdischen Theile in verschiedenen Distanzen mit Luftlöchern durchbrochen, während die Lüftung des unterirdischen Theiles durch eine bedeutende Anzahl in verschiedenen, 100^m selten übersteigenden Distanzen angebrachte Luftschächte, die mit Häuschen überbaut sind, geschieht. Auf diese Lüftung der Wasserleitung hat man, wie erwähnt, nach römischem Vorgange grossen Werth gelegt und dieselbe mit ansehnlichen Kosten bewirkt.

Das von der Leitung der Stadt zugeführte Wasser wird durch vier Zweigleitungen in der Stadt vertheilt.

Die erste Linie „Do Campo de Sta. Anna“ genannt, zweigt vor dem Hauptreservoir im Maulbeerwäldchen (Amoreiras) östlich von der Hauptleitung bei der Strasse Cruz de Almas ab und umzieht die Stadt in einem nördlich gekrümmten Bogen, St. Sebastian und den Platz von Sta. Anna berührend, bis zum Intendantenplatze mit einer 490^m langen Abzweigung nach dem Hospitale St. José.

Die zweite, die des Schlosses, „das Necessidades“ genannt, zweigt ebenfalls vor dem Hauptreservoir ab, berührt den Platz von Ourique, läuft südwestlich bis zum Necessidades-Palaste am Tejo hinab und verzweigt sich mehr-

fach, die Infanteriecasernen, das Militär-Hospital, die englische Gesandtschaft, die königlichen Ställe, den Palast etc. mit Wasser versorgend.

Die dritte Linie, „da Esperanca“ genannt, geht vom Hauptreservoir fast genau südlich aus, berührt die Avoustrasse, die Münze, die Stadtmeierei und endigt am Platze „do Commercio“ auf den Quais am Tejo.

Die vierte Linie, „do Loreto“, südöstlich vom Hauptreservoir ausgehend, berührt den Platz do Rato, die Strassen von Monte Olivete, Formosa und do Thesouro velho, wo sie endigt. Sie versieht die Nationaldruckerei, die öffentliche Promenade, das königl. Hospital, die Promenade von St. Pedro de Alcantara und die Caserne der Municipalgarden mit Wasser.

Wir thaten schon oben des bedauerlichen Umstandes Erwähnung, dass dies colossale Wasserwerk verhältnissmässig eine nur sehr kleine Wassermenge liefert, die sich kaum auf 100.000 Kubikfuss engl. per Tag erhebt. Es ist daher nicht möglich gewesen, durch dieselbe in Lissabon das Privatleben in der Weise mit Wasser zu versorgen, wie dies in anderen Städten der Fall ist. Ausser den genannten öffentlichen Gebäuden und Anstalten sind nur die Sitze, Häuser, Paläste von ungefähr 50 hervorragenden und zum Theil schon zur Zeit der Errichtung des Wasserwerkes angesessenen Familien mit Wasser aus der Leitung und auch diese nur bedingungsweise, so lange die gelieferte Wassermenge Ueberschuss über den Bedarf der öffentlichen Gebäude und Anstalten ergibt, versehen worden.

Der Nutzen, der sich somit aus dem für die Verhältnisse von Portugal enormen Aufwand für Herstellung der grossen Anlage ergibt, steht daher nicht ganz im Verhältnisse zu diesem Aufwande.

Die Längen der Haupt- und der Nebenleitungen des Aquäducts von Lissabon vertheilen sich wie folgt:

Von dem Luftschachte im Olivenwäldchen bis zur Verbindung mit der Hauptleitung vom Wasserreservoir der Aguavelha bis zu dem der Amoreiras	4.294·2 Meter,
die Leitung des Bomba-Brunnens	14.256·0 „
„ „ im Mouro-Thale	198·0 „
„ „ der Eichen (Carvalheiros)	222·4 „
„ „ „ Weiden (Salgueiro)	438·6 „
„ „ des Landhauses (Quinta)	996·4 „
„ „ der Zibreira	91·5 „
„ „ „ Camara	472·0 „
„ „ „ Gemeindewiese (Almargem)	476·4 „
„ „ „ Marianer	132·0 „
„ „ „ Rascoeira	240·0 „
„ „ von St. Braz	406·0 „
„ „ der Buraça	805·0 „
„ „ „ Gallegos	3.428·0 „
„ „ „ heiligen Quelle (Fonte santa)	1.427·0 „
der Stollen von Outeiro	580·7 „
„ „ der Leitung von Buraça	268·0 „
„ „ „ Hauptleitung	85·0 „
„ „ „ Leitung von Calhariz	547·0 „
„ „ „ „ Caneiro	490·0 „
„ „ „ „ „	84·1 „
Die Vertheilungslinien in Lissabon selbst:	
Linie von Sta. Anna und Zweige	4.161·7 „
„ „ Necessidades	3.216·7 „
„ „ Esperanca	1.425·2 „
„ „ Loreto	2.998·2 „
Totale aller Leitungen	42.502·0 Meter.

Schliesslich sei noch des Näheren als einer Art von Wunder der oben schon erwähnten Erhaltung des Aquäducts während des grossen Erdbebens erwähnt, das Lissabon am 1. November 1755 fast zu zwei Drittheilen zerstörte.

Es ist bekannt, dass diese ungeheure Katastrophe hauptsächlich die Theile von Lissabon, den Bairro alto und Alcantara (die obere und Weststadt) betraf, die den Aquäduct umgeben. 1000 Meter im Umkreis vom Reservoir im Kastanienwäldchen blieb fast kein Haus stehen.

Trotzdem wurde selbst der so hohe schmale Aquäduct von Alcantara so gut wie gar nicht beschädigt. Das dorische Portal und drei Pfeiler des Aquäducts von Amoreira litten ein wenig. Die grosse Bogenstellung von Alcantara mit ihren fast 250 Fuss

hoch frei heraufgeführten Pfeilern und Wölbungen war, wie oben erwähnt, erst im Jahre vorher, 1754, völlig vollendet worden, und die Stabilität derselben beruhte daher fortan, da der Halt des Mörtels durch die Erdbebenschwingungen total gelöst war, nur auf der Anordnung der Steinlage selbst.

Der berühmte Geologe W. Sharp, der das Bauwerk kurz nach der Katastrophe sah, schreibt dessen Erhaltung theils der Fundamentirung desselben auf einer, die Serra de Monsanto durchsetzenden, mächtigen Basaltschicht, theils dem Umstande zu, dass, allem Vermuthen nach, die Richtung der Oscillationen des Erdbebens fast genau mit der Längsachse des Bauwerkes zusammengefallen ist.

Zweiter Bericht des Hydrotechnischen Comité's über die Wasserabnahme in den Quellen, Flüssen und Strömen in den Culturstaaten.

(Mit Zeichnungen auf Blatt 16 und 17.)

Genesis der Frage.

Im Jahrgange 1873 unserer Zeitschrift veröffentlichte Herr Hofrath Ritter v. Wex einen Artikel, in welchem in ausführlicher Weise auseinandergesetzt wurde, dass seine langjährigen Beobachtungen und ein Complex zusammengehöriger Erscheinungen, besonders aber der Vergleich von aufgezeichneten Wasserständen, ihm den Beweis lieferten für die continuirliche Abnahme der Wassermengen, welche aus den Quellen entspringen und zusammen mit den Tagwässern in den Flüssen und Strömen abfliessen, und dass diese stetig andauernde Abnahme der Abflussmengen die Existenz der künftigen, uns nachfolgenden Generationen in Frage zu stellen geeignet sei.

Die Ursache dieser Wasserabnahme hält der Verfasser nicht für ein Resultat bewusstlos wirkender Naturkräfte, sondern sucht sie vielmehr in der selbstsüchtigen oder unüberlegten Ausbeutung der Bodenproducte und findet sie besonders in der unsystematischen Ausrodung der Wälder und in anderweitigen Meliorationen des Grund und Bodens der Neuzeit.

Die Beweisführung für diesen, angeblich in den Culturländern eingetretenen, Uebelstand stützt er hauptsächlich auf die von Dr. Heinrich Berghaus in den Jahren 1837 und 1838 erschienenen Abhandlungen über: „Die Umriss der Hydrographie“ und: „Hydro-Historische Uebersichten der deutschen Ströme“, aus welchen er eine Reihe von angeführten Pegelbeobachtungen für seine Zwecke, in graphischer Darstellung vorführt, und zwar jene vom Pegel bei Emerich a. R. während einer 66jähr. Periode zwischen den Jahren 1770 u. 1835

jene von Cöln a. R. während einer 54 jähr. Periode zwischen den Jahren 1782 u. 1835

ferner jene von Magdeburg a. d. Elbe während einer 108jähr. Periode zwischen den Jahren 1728 u. 1835

und endlich die von Küsterin a. d. Oder während einer 58jähr. Periode zwischen den Jahren 1778 u. 1835.

Diesen Pegelständen fügte er noch ferner hinzu jene von Kurzebrack a. d. Weichsel während einer 63jähr. Periode zwischen den Jahren 1809 u. 1871 und jene von Wien während einer 46jähr. Periode zwischen den Jahren 1826 u. 1871.

Aus diesen Pegelbeobachtungen schliesst der Autor:

1. Dass die Hochwässer im Laufe der Zeit nicht nur zahlreicher aufgetreten, sondern auch in ihren absoluten Höhen gewachsen sind.
2. Dass auch die Niederwässer in den gleichen Zeiträumen häufiger eingetreten und stets an Wassertiefe abgenommen haben.

Im weiteren Verfolg des Vergleiches berechnet er aus den täglichen Pegelständen die arithmetisch mittleren Jahreswasserstände, theilt hierauf den Zeitraum der Beobachtungs-Perioden in kleinere aufeinander folgende Zeitperioden und berechnet aus den gefundenen Jahresmitteln die arithmetisch mittleren Wasserstände für jede einzelne kleinere Zeitperiode und findet daraus:

3. Dass die mittleren Perioden-Wasserstände ebenso wie die Niederwasserstände im steten Fallen begriffen sind.

Diese Ergebnisse einer algebraischen Manipulation, deren rechnungsmässige Genauigkeit von dem Comité bestätigt wurde, haben in dem Verfasser die Ueberzeugung hervorgerufen, dass mit der Abnahme der arithmetischen Mittel der Perioden-Wasserstände auch die Abflussmengen in den genannten Flüssen und somit auch in den Culturländern abgenommen haben müssen, wenn auch, wie der Autor hervorhebt, hervorragende Hydrotekten, welche vor ihm den Gegenstand in der gleichen Weise behandelten, zu keiner derartigen Schlussfolgerung gelangen konnten*), und

*) Wasserbau-Inspector Maass hat nämlich die Pegelstände des Magdeburger Pegels, einer 143 Jahre langen Periode in Betracht gezogen und der Geheime Oberbaurath Hagen benützte für die gleiche Untersuchung die 44jährigen Beobachtungen am Düsseldorf und jene am Pegel bei Minden a. d. Weser. (G. Hagen, Handbuch der Wasserbaukunst 2. Th. I. Bd. 8. 196.)

folgert daraus, dass: obzwar diese Wasserabnahme die gänzliche Austrocknung der genannten Flüsse nicht zur Folge haben dürfte, es doch keinem Zweifel unterworfen sei, dass durch die stets zunehmende Senkung der kleinsten und mittleren Wasserstände, die Schifffahrt sehr erschwert werde, und sie könnte möglicher Weise in 100 bis 200 Jahren gänzlich aufhören.

Um nun einem solchen, der ganzen Civilisation Gefahr drohenden Zustande vorzubeugen, bemüht sich der Autor, die Ursache dieses wahrgenommenen Uebels zu ergründen und glaubt sie, auf Grund von Deductionen aus der einschlägigen Literatur, in der systemlosen Abholzung der Berglehnen, in der Ausrodung der Wälder und in der künstlichen Austrocknung der Landseen und Sümpfe, sowie in der Bewässerung der Felder und Wiesen gefunden zu haben, und stellt schliesslich, nachdem er Ursache und Wirkung in Zusammenhang gebracht zu haben glaubt, bestimmt formulierte Anträge zum Zwecke der Hintanhaltung der hieraus erwachsender Folgen.

Das Comité, welches der österreichische Ingenieur- und Architekten-Verein damals (am 1. April 1873) mit der Aufgabe betraute, diese von Hofrath von Wex aufgestellten Hypothesen und Theorien zu prüfen, hat in seinem von dem Vereine (am 17. April 1875) genehmigten Berichte, die Meinung dahin ausgesprochen: dass aus der Zusammenstellung von Pegelständen, gleichviel in welcher Weise sie gruppirt sein mögen, auf die Abflussmengen nicht geschlossen werden kann; dass man aber aus der werthvollen Arbeit des Verfassers, wenn sie den Anforderungen der Wissenschaft gemäss vervollständigt werden würde, auf eine Wasserabnahme besonders dann wird schliessen können, wenn die hiefür maassgebenden Factoren, in die Rechnung eingeführt, eine solche Schlussfolgerung zulassen werden. Da aber zur Zeit diese ausschlaggebenden Factoren fehlten, so konnte ein positives Urtheil schon darum nicht abgegeben werden, weil, abgesehen von den Lehrsätzen der Hydraulik, auch die Naturwissenschaft, trotz der praktischen Resultate ihrer umfangreichen Untersuchungen, noch keine festen Anhaltspunkte für eine solche Theorie bietet.

Das Comité ist aber, durch den Vergleich der vorgelegenen Pegelbeobachtungen zu der Ansicht gelangt, dass das Regime der betreffenden Flüsse zum Nachtheile der Navigation stets und mit jedem Jahre sich verschlechtere, und da es die von dem Autor gegen die Wasserabnahme gerichteten Maassnahmen als viel geeigneter zur Verbesserung des Regimes erkannte, so hat dasselbe die erwähnten Anträge des Herrn Hofrathes, als diesem Zwecke entsprechend, unterstützt und deren Befürwortung durch den Verein empfohlen.

Das hydrotechnische Comité kann heute, bei der neuerlichen Besprechung des Gegenstandes mit Befriedigung dem Vereine bekanntgeben, dass viele Fachmänner und sonstige wissenschaftliche Körperschaften, welche seitdem Gelegenheit hatten mit der Theorie des Autors sich zu beschäftigen, den Schlussfolgerungen Ihres Comité's beipflichteten und sich denselben angeschlossen haben; und dass selbst Hofrath v. Wex, welcher unzweifelhaft das Bestreben hat, diesem Gegenstande seine ganze Aufmerksamkeit zu schenken, die An-

schauungen des Comité's nicht bestreitet, sondern in seiner neueren Abhandlung (Zeitschrift des österr. Ingenieur- u. Archt.-Vereins 1879) bemüht gewesen ist, jene Daten herbeizuschaffen, die das Comité zur wissenschaftlichen Beweisführung für die Richtigkeit der aufgestellten Theorie als nothwendig erachtete, und da er dieselben nun für erbracht hielt, so ersuchte er in einer Zuschrift an unseren Verwaltungsrath dd. Wien 30. September 1879 um eine neuere Begutachtung des Gegenstandes.

Der Verwaltungsrath hat in Folge dessen auf Grund unserer Statuten das früher bestandene hydrotechnische Comité neuerdings mit dieser Aufgabe betraut. Dieses Comité besteht, nachdem dasselbe die Lücken, welche durch Todesfall und Domicilwechsel in der ursprünglichen Zahl seiner Mitglieder herbeigeführt wurden, durch Cooptirung ergänzte, in seiner heutigen Zusammensetzung aus den Herren:

Franz Berger, Ober-Ingenieur.

A. Beyer, k. k. Ober-Baurath und Professor.

J. Deutsch, Ingenieur.

Carl Mihatsch, Ober-Ingenieur.

Arthur Oelwein, Inspector.

Josef Riedel, Ingenieur.

Ferdinand Semrad, k. k. Ober-Baurath.

Heinrich Wolf, k. k. Bergrath.

Die Constituirung dieses Comité's erfolgte durch die Neuwahl des Herrn Ingenieur Deutsch zum Obmanne und Berichterstatter und durch die Wahl des Herrn Ober-Ingenieur Berger zum Schriftführer.

Neuere Abhandlung.

In der dem Comité zur Begutachtung unterbreiteten zweiten Abhandlung über die Wasserabnahme in den Quellen und Flüssen, ist Hofrath von Wex bestrebt, auf Grund der von ihm neuerdings vorgebrachten und in gleicher Weise, wie in der ersten Abhandlung, behandelten Pegelstände, die gegentheiligen Anschauungen der Fachgenossen zu widerlegen.

Er bestreitet die von seinen Gegnern ausgesprochene Ansicht: dass die jetzt öfter vorkommenden Nieder-Wasserstände eher eine Folge der in der Neuzeit ausgeführten und auf Verkürzung des Stromlaufes abzielenden Stromregulirungen sei.

Er widerspricht der Ansicht: dass man aus der Abnahme der arithmetisch mittleren Wasserstände nicht auf eine absolute Abnahme der abgeflossenen Wassermengen schliessen kann, und bezweifelt, dass die quantitativ grösseren Abflussmengen der jetzt höher anschwellenden und jährlich an Zahl zunehmenden Hochwässer ausreichen können, um den verminderten Abfluss bei den stets kleiner werdenden Niederwasserständen auszugleichen.

Auch die Erosion des fliessenden Wassers habe keinen Einfluss auf die Senkung des Wasserspiegels ausgeübt; und da selbst an Profilen wie bei Basel am Rhein und Orsova an der Donau, wo der Strom nach seiner Ansicht, in einem unveränderten Felsbette fliesst, somit ein constantes Profil, wie es das hydrotechnische Comité zur Beurtheilung der Frage für nothwendig hielt, darstellt, nichtsdestoweniger

die gleichen Erscheinungen zu Tage treten, wie bei allen anderen weniger günstigen Pegelstationen, so müsse folgerichtig aus der Abnahme der Pegelstände mit Bestimmtheit auf die Abnahme der Abflussmengen geschlossen werden können.

Schliesslich behauptet Hofrath v. Wex, dass seine Methode: aus der periodischen Abnahme der Pegelstände auf eine Wasserabnahme zu schliessen, zu viel sicheren Resultaten führe, als wenn, wie es die Ansicht des Comités gewesen ist, continuirliche Wassermessungen vorgenommen würden.

Im weiteren Verlaufe seiner Abhandlung berechnet Hofrath v. Wex aus der Abnahme der Pegelstände die Menge der Wasserquantitäten, welche im Rheine und in der Donau heute nicht mehr zum Abflusse gelangen, er überträgt dieselben in Regenhöhen des Stromgebietes der beiden Flüsse und glaubt, weil diese mit der Abnahme der Regenhöhe in den Beobachtungsstationen Bodenbach (an der böhmisch-sächsischen Grenze) und Genf übereinstimmt, ziffermässig die Richtigkeit seiner Theorie nachgewiesen zu haben und gibt der Hoffnung Ausdruck, dass diese eclatanten Beweise ausreichen werden, um auch Andere zu überzeugen.

Anschauungen des Comités's.

Indem das Comité den tiefen Ernst, mit welchem Hofrath v. Wex den Gegenstand verfolgt, anerkennt, hält es gegenüber seinen Auseinandersetzungen zur Beleuchtung der in dem früheren Comité-Berichte ausgesprochenen Meinung für geboten, vorerst jene technisch-wissenschaftlichen Grundsätze, nach welchen die vorliegende Frage beurtheilt werden muss, in mehr detaillirter Form, als es früher geschah, aufzustellen, um dadurch jene Präcision zu schaffen, ohne welche eine logische Schlussfolgerung nicht möglich ist.

Diesbezüglich muss das Comité vor Allem seine Meinung dahin aussprechen, dass Wasserstände, die von Pegeln abgelesen werden, mit den Wassertiefen, welche für die Bestimmung von Abflussmengen maassgebend sind, nicht verwechselt werden dürfen. Der Pegel kann, vermöge der Art und Weise wie er im Flussbette angebracht ist, blos die Fluctuationen des Wasserspiegels anzeigen, die Ursache dieser Fluctuation aber, ob sie in dem vermehrten oder verminderten Wasserabflusse, oder blos in der Veränderung des Flussbettes liegt, kann aus einer Pegelung besonders an Geschiebe führenden Flüssen nicht entnommen werden. Eine Pegelung bezeichnet daher immer nur den Wasserstand des Flusses, nicht aber dessen Wassertiefe.

Den besten Beweis für die Richtigkeit dieser Ansicht, wenn überhaupt ein Beweis dafür erbracht werden müsste, liefert der Autor selbst in seiner ersten Abhandlung über diesen Gegenstand (Zeitschrift des österr. Ing.- und Arch.-Verein 1873, S. 68) worin er anführt: „dass im Jahre 1854 bei einem, längere Zeit andauernden gleichmässigem Wasserstande die Nullpunkte aller österreichischen Donaupegel auf den Nullpunkt des Wiener Pegels reducirt wurden; dass aber schon nach kurzer Zeit die Pegel derart mit Schotterbänken verlegt waren, dass bereits im Jahre 1871 an den verschiedenen so reducirt Pegeln Differenzen von 10 bis zu

133^{cm} gegenüber dem Nullpunkte des Wiener Pegels constatirt wurden“, woraus sich von selbst versteht, dass die Ablesungen dieser Pegel im gleichen Maasse gegenüber den früheren sich veränderten. Wenn also im Jahre 1854 diese verschiedenen Pegel möglicher Weise die örtlichen maassgebenden Wassertiefen repräsentirten, so war dieses 17 Jahre später gewiss nicht mehr der Fall, und jede Verwechslung der Pegelung mit Wassertiefen musste nothgedrungen jenen Fehler zur Folge haben, welcher durch die bezeichnete Differenz ausgedrückt werden kann.

Das Comité war daher berechtigt in seinem früheren Berichte (Zeitschrift des österr. Ing.- und Arch.-Vereins 1875, Seite 159) Pegelungen nicht als maassgebend für die Beurtheilung des vorliegenden Gegenstandes anzuerkennen; dasselbe war jedoch schon damals bemüht, für die weitere Behandlung der Frage eine festere Basis zu finden, und glaubte der ihm gestellten Aufgabe am besten dadurch gerecht zu werden, dass es von der Voraussetzung ausging, dass, wenn auch im Allgemeinen Pegelungen mit Wassertiefen nicht verwechselt werden dürfen, es nichts destoweniger in speciellen Fällen zulässig sei, die einzelnen der angeführten Pegelungen, unter Vorbehalt, als die factischen, an der betreffenden Flussstelle vorkommenden Wassertiefen anzunehmen.

Unter dieser, allerdings gewagten Voraussetzung hätte man es nicht mehr mit einer blos für die Schifffahrt brauchbaren Ziffer, wie es eine Pegelung im besten Falle ist, sondern mit einem für die Bestimmung der Abflussmengen höchst wichtigen Factor zu thun, welcher besonders dann zu seiner vollen Geltung gelangen würde, wenn zu gleicher Zeit mit dem Wasserstande auch der Beharrungszustand, d. h. ein unverändertes Gefälle des Wasserspiegels und ein constantes Flussprofil constatirt worden wäre. Allein auch unter dieser Voraussetzung könnte die Theorie des Autors nicht aus dem arithmetischen Mittel der Wassertiefen, und zwar aus dem Grunde nicht erwiesen werden, weil die Abflussmengen, abgesehen von anderen weit maassgebenderen Factoren, nicht den Wassertiefen, sondern einer Potenz derselben proportional sind, daher von einem arithmetischen Mittel der ersten Potenzen schon von vorneherein nicht die Rede sein kann. In Bezug auf die Abflussmengen hat auch die Untertheilung der Wassertiefe nicht, wie bei anderen Scalen den gleichen, sondern einen ganz verschiedenen Werth, und schon der Umstand, dass bekanntlich selbst bei der gleichen Wassertiefe verschiedene Wassermengen ihren Abfluss finden können, weist darauf hin, dass ein allgemeines, für alle Fälle gleich richtiges Verhältniss zwischen der Wassertiefe und der Abflussmenge ohne Rücksicht auf andere Factoren nicht bestimmbar ist, und dass es für specielle Fälle blos durch eine actualle Messung, bei welcher der Einfluss dieser vorher festgestellt wurde, geschehen kann.

Thatsächlich gibt es andere und viel maassgebendere Factoren als die Wassertiefe, welche, bei der Bestimmung der Abflussmenge in die Rechnung eingeführt, zu ganz anderen Resultaten als jenen führen, zu welchen man bei Anwendung des arithmetischen Mittels der Pegelungen gelangt.

Volle Klarheit über die Differenz in den Anschauungen, welche diesbezüglich zwischen den Ansichten des Comités

und jenen des Autors bestehen, erhält man, wenn man den Gegenstand einer analytischen Untersuchung unterzieht, aus deren Resultat, mit dem principiellen Unterschiede, auch die numerische Grösse des Fehlers ersichtlich gemacht werden kann, den man bei dem vom Autor eingeschlagenen Vorgehen stets begehen muss.

Auf diesem Wege ergibt sich vor Allem aus der Continuitäts-Bedingung, d. h. aus der ganz allgemeinen Bedingung: dass bei jedem Wasserstande die Abflussmenge gleich der Zuflussmenge sein muss, die Gleichung:

$$M = v F \dots \dots \dots 1),$$

worin M die Abflussmenge, v die Geschwindigkeit des Wassers und F den Wasserquerschnitt bedeutet.

Da diese Gleichung auch ohne Rücksicht auf die Form des Querschnittes stets von gleicher mathematischer Genauigkeit bleibt, so kann der Wasserquerschnitt des Gerinnes, der Einfachheit wegen, als ein rechteckiger gedacht und die Fläche desselben durch ihre Componenten: b (Breite des Wasserspiegels) und t (Wassertiefe) ausgedrückt werden; man erhält dann:

$$M = v b t$$

Um weiters den Werth v gleichfalls durch die Wassertiefe t auszudrücken, benützen wir die Gleichung für die Bestimmung der Geschwindigkeit in offenen Gerinnen:

$$v = c \sqrt{R J} \dots \dots \dots 2),$$

worin c den sogenannten Corrections-Coëfficienten darstellt, den wir, da es sich im vorliegenden Falle nicht um die ziffermässige Bestimmung der Abflussmenge, sondern einzig um den Vergleich des Einflusses der verschiedenen Factoren auf deren Quantität handelt, und um weiters die Rechnung nicht zu compliciren, unberücksichtigt lassen wollen.

R bedeutet die hydraulische Tiefe, gleich dem Quotienten aus dem Wasserquerschnitte durch den benetzten Umfang U desselben, wobei letzterer der Abkürzung halber gleich der Wasserspiegelbreite b gesetzt werden kann. Es ist demnach:

$$R = \frac{F}{U} = t$$

J bedeutet das relative Gefälle der in Betracht gezogenen Flussstrecke.

Werden diese Werthe in die Gleichung 1) substituirt, so erhält man den reducirten Ausdruck:

$$M = J^{1/2} b t^{3/2} \dots \dots \dots 3).$$

Aus dieser Gleichung kann schon auf den ersten Blick die Wahrnehmung gemacht werden, dass die Abflussmenge M , wie schon früher erwähnt wurde, nicht der ersten, sondern der $3/2$ Potenz der Wassertiefe proportional ist. Es ist aber auch daraus zu entnehmen, dass dieses Verhältniss durch den Einfluss der beiden Factoren J und b in einer Weise gestört wird, welche auf analytischem Wege nur unter Voraussetzungen festgestellt werden kann, welche, nach der Natur und Beschaffenheit Geschiebe führender Flüsse, in denselben nicht eintreten können.

Sucht man nämlich durch die Differenzirung dieses Ausdruckes die relativen Veränderungen der einzelnen Factoren, so erhält man:

$$dM = 1/2 b t^{3/2} \frac{dJ}{J^{1/2}} + J^{1/2} t^{3/2} db + 3/2 J^{1/2} b t^{1/2} dt$$

hieraus ergibt sich das Verhältniss der Veränderung der Wassermenge zu der ursprünglichen Wassermenge:

$$\frac{dM}{M} = 1/2 \frac{dJ}{J} + \frac{db}{b} + 3/2 \frac{dt}{t} \dots \dots \dots 4).$$

Bei künstlichen Canälen mit rechteckigem Querschnitt wird nun trotz der Veränderung der Abflussmenge $db = 0$ sein, ebenso wird, da in solchen Wasserläufen der Beharrungs-Wasserspiegel parallel mit der Sohle des Canales ist, auch $dJ = 0$ sein, es wird demnach in diesem Falle die Abflussmenge proportional der Wassertiefe sein. Da aber bei Flüssen in ihrem natürlichen Zustande weder ein rechteckiger Querschnitt noch ein Parallelismus des Wasserspiegels mit der Sohle vorausgesetzt werden kann, so kann in jenen Flüssen, deren Pegelstände der Autor für seine Beweisführung verwendet, die Abflussmenge selbst dann nicht proportional den Pegelstellungen angenommen werden, wenn diese letzteren auch als Wassertiefen betrachtet und in den $3/2$ Potenzen *) in die Rechnung eingeführt werden würden.

Die Abflussmenge ist, wie aus dieser theoretischen Entwicklung hervorgeht, das Product aus drei Factoren, die in ihrem numerischen Werthe sehr weit auseinander gehen und noch dazu in verschiedenen Potenzen auftreten, es ist daher mit vollster Berechtigung früher bemerkt worden, dass für den allgemeinen Fall eine bestimmte Relation zwischen den einzelnen Factoren und der Abflussmenge nicht aufgestellt werden kann, und dass für specielle Fälle der Einfluss eines jeden Factors nur dann sich bestimmen lässt, wenn eine vollständig durchgeführte hydrographische Aufnahme der Flussstrecke der Untersuchung vorausgegangen ist. Durch eine solche Aufnahme müssen zuerst die numerischen Werthe der Factoren festgestellt werden, woraus dann mittelst der Geschwindigkeits-Curve die Abflussmenge eines gegebenen Wasserstandes durch Rechnung gefunden werden kann.

Dieser bekannte Vorgang ist es, welcher das Comité bestimmte, schon in seinem früheren Berichte (Zeitschrift d. österr. Ing.- u. Arch.-Vereines 1875, Seite 159) seine Ansicht dahin abzugeben:

„Wenn die Bewegung des Wassers in einem Strome eine derartige ist, dass durch ihre Einwirkung keine Veränderung, weder im Gefälle, noch in dem Querprofile hervorgerufen wird, kann wohl aus der Tiefe des Wassers auf die Abflussmengen in einem bestimmten Zeitraume geschlossen werden, vorausgesetzt jedoch, dass die Geschwindigkeit des Wassers bei der betreffenden Tiefe bekannt ist. Sind aber im Laufe der Zeit durch die Wirkung des fließenden Wassers, oder in anderer Weise Verände-

*) Bei Anwendung einer complicirteren Formel für die Beweisführung wird auch die Wassertiefe t in einer complicirteren Potenz erscheinen.

»rungen im Profile oder Gefälle des Flusses herbeigeführt worden, so verlieren die Wassertiefen, sowie die Pegelstände ihren Werth als Maassstab für die Abflussmengen und dieselben können nur durch eine actualle Messung bei gleichzeitiger Rücksichtnahme auf den Beharrungszustand bestimmt werden.“

Ihr Comité hält auch heute noch an dieser Ansicht fest, muss aber die darin ausgesprochenen Grundsätze nochmals und schärfer betonen, damit sie nicht, wie es früher geschehen ist, eine unrichtige Auslegung erfahren.

Der Autor weist nämlich im Gegensatze zu dieser Ansicht des Comité's auf die schwierige und zeitraubende Arbeit hin, welche eine directe Geschwindigkeitsmessung in Anspruch nimmt und behauptet, dass die bei einer solchen Messung unvermeidlichen Fehler leicht das Resultat derselben in seiner Genauigkeit weit mehr beeinflussen könnten, als wenn man nach seiner Methode aus dem arithmetischen Mittel der Wasserstände auf die Abflussmenge einen Schluss ziehen würde und glaubt die Richtigkeit dieser Anschauung mit Hinweis auf das felsige Rheinprofil bei Basel und auf das Profil der Donau bei Orsova, welche als sogenannte Normalprofile angesehen werden, durch den Umstand beweisen zu können, dass die Pegelungen an diesen Profilen die gleiche Erscheinung der Abnahme der arithmetischen Mittel zeigen, wie bei allen andern weniger günstigen Flussstellen, daher der Unveränderlichkeit des Profils weniger Gewicht zukommt, als das Comité bei der Beurtheilung der Frage ihr beilegt.

Dieser Schlussfolgerung gegenüber muss vorerst die Behauptung des Autors, als wären die Profile bei Basel und Orsova solche, wie sie vom Comité als Vorbedingung für die richtige Beurtheilung der Frage bezeichnet wurden, als eine irrige hingestellt werden. Denn, obwohl das Strombett in beiden Profilen ein felsiges genannt werden kann, so unterliegen sie dennoch jenen Veränderungen, welche das im Flussbette thalwärts wandernde Geschiebe in denselben herbeizuführen im Stande ist. Diese Geschiebe treten bei Basel, gerade an jener vom Autor erwähnten Stelle derart massenhaft auf, dass sogar eine Verankerung der Schiffe, welche bei der Rheinstrom-Messung in Verwendung waren, oft sehr erschwert wurde. Die einzelnen Kiesel dieser Geschiebmassen hatten nach der Angabe Grebenau's einen Durchmesser, welcher zwischen 0.15 und 0.30 Meter variierte, und das Gewicht derselben betrug zwischen 5 und 26 Zoltpfund. (Rheinstrom-Messung bei Basel von H. Grebenau 1873, S. 10.)

Nicht günstiger stellen sich die Verhältnisse des Donauprofils bei Orsova, obgleich auch dort das Flussbett angeblich ein felsiges ist. In der betreffenden Strecke zwischen »Uj-Palanka« und dem »Eisernen Thore« münden nämlich nicht weniger als sechzehn Bäche und Flüsse in die Donau*), welche durch den vielen Schotter, den sie der Donau zuführen, der Navigation erschwerende Hindernisse in den Weg legen und selbst der vom Autor angeführte Orsovaer

Pegel wird durch den unmittelbar oberhalb einmündenden Teschelnicza-Bach ebenso störend beeinflusst, wie durch den unterhalb dem Pegel einmündenden Czerna-Fluss und die dort befindliche, in letzterer Zeit sehr oft genannte Insel Ada-Kaleh, welche muthmasslich nichts anderes, als eine aus diesem Flusse herrührende Schotterbank ist, die durch die Gewalt der Donau später vom Ufer losgetrennt wurde. (Bericht des Ingenieurs Paul Vásárhelyi vom Jahre 1834. Verlag des Donau-Vereines, Wien, 1880.)

Es ist begreiflich dass solche Profile nicht als constante Profile betrachtet werden können, und darum auch nichts mit jenen vom Comité, als unveränderlich vorausgesetzten gemein haben. Abgesehen von der hier angeführten Correctur, welche die genannten Profile in keinem besseren Zustande wie alle andern Stromprofile an den betreffenden Pegelstationen erscheinen lässt, übersieht der Autor den überaus wichtigen Umstand, dass bei den von ihm angeführten Pegelungen auf den Beharrungszustand keine Rücksicht genommen werden konnte, und dass schon aus diesem Grunde allein auf die Grösse der Abflussmenge nicht geschlossen werden kann, weil durch diese Vernachlässigung es zweifelhaft bleibt, ob selbst die für den Pegelstand substituirte Wassertiefe als constant betrachtet werden darf.

Wohl könnte man bei einer weniger strengwissenschaftlichen Behandlung der Frage annehmen, dass wenn die jährliche Abflussmenge im Durchschnitte täglich, bei jenem vom Autor berechneten mittleren Jahreswasserstande abgeflossen wäre, bei jedem Pegel die gleiche Tiefe vorhanden gewesen sei, aber auch in einem solchen Falle wäre man der Lösung der Frage nicht näher gerückt, weil hiemit blos ein constantes Profil, nicht aber auch der Beharrungszustand, bei welchem das unveränderliche Gefälle des Wasserspiegels maassgebend ist, vorausgesetzt werden kann. Da aber ohne Kenntniss des Gefälles die Abflussmenge überhaupt nicht bestimmt werden kann, so wird es wohl als gerechtfertigt erscheinen, wenn das Comité bei seiner früheren Anschauung beharrt, selbst dann, wenn Fälle genannt werden, in denen der Fluss seinen Weg durch eine Felsenkluff nimmt.

Im Grossen und Ganzen genommen kann der Unterschied in der Auffassung dadurch bezeichnet werden, dass Hofrath v. Wex die Abflussmenge blos als eine Function der Wassertiefe ohne Rücksicht auf andere maassgebendere Factoren hinstellt, während das Comité sie als Product dieser Factoren angesehen wissen will. Die Auffassung des Comité's steht in vollem Einklange mit den Erfahrungen, welche in einer fast 400jährigen Literatur niedergelegt sind und welche bisher keinen nennenswerthen Widerspruch gefunden haben.

Schon seit dem Erwachen der Wissenschaft, nach einem von Bigotterie und Brutalität erfüllten Jahrtausend, haben hervorragende Männer der Wissenschaft*) sich bemüht, das

*) Unter Hinweglassung solcher, grösstentheils unbekannter Hydrotekten, welche die bewunderungswürdigen Wasserbauten der Aegypter, Assyrer und jene von Indien und China, sowie die von Griechenland und des alten Roms ausgeführt haben, können in dieser Reihe genannt werden: Leonardide Vinci (1497), Galilei (1592), Castelli (1628), Toricelli (1644), Cebes (1650), Mariotte (1684), Guglielmini

*) Diese sind folgende: Karas und Nera Fluss, Ljuborasdje, Gornya Réka, Dolnya Réka, Berzászka Réka, Sztariós Réka, Doboki Réka, Povalina Réka, Szirinya, Jucz, Porecska Réka, Punikova, Mra-konya, Teschelnicza und Czerna-Fluss.

Gesetz zu finden, nach welchem die Abflussmengen in einem offenen Gerinne sich bewegen. Kurz nachdem Galilei die Theorie des freien Falles aufstellte, gelang es Toricelli im Jahre 1644 durch sorgfältig angestellte Versuche nachzuweisen, dass bei der Bewegung des Wassers die gleichen Gesetze wie beim freien Falle obwalten, und dass die Acceleration der Bewegung nur von dem Gefälle abhängt und dass nicht, wie Castelli (1628) vor ihm behauptete, die Geschwindigkeiten den Wassertiefen proportional seien. Das Toricelli'sche Gesetz ist bis auf dem heutigen Tage von allen Fachmännern festgehalten und nur insofern modificirt worden, als mit dem Fortschritte der Wissenschaft und aus den vielfach vorgenommenen Messungen die Wahrnehmung gemacht wurde, dass die thatsächlich vorgefundenen Geschwindigkeiten stets kleiner als die nach diesem Gesetze berechneten sich herausstellten. Diese Differenz konnte offenbar bloss von der Reibung herrühren, welche das Wasser an dem benetzten Umfang des Gerinnes erfährt und welche von Toricelli nicht berücksichtigt wurde.

Nach vieler fruchtloser Arbeit ist es endlich Prony gelungen, diesem Umstande dadurch Rechnung zu tragen, indem er der Gleichung für die Bestimmung der Geschwindigkeit des Wassers einen Coefficienten beifügte, der aus den damals bekannt gewesenen Geschwindigkeits-Messungen abgeleitet wurde. Zehn Jahre später hat Eytelwein diesen Coefficienten noch genauer bestimmt und seitdem wurde die Prony'sche Formel mit dem sogenannten Eytelweinschen Coefficienten von allen Hydrotekten, mit nur wenigen Ausnahmen, bei der theoretischen Bestimmung der Abflussmengen angewendet, bis die neueren Arbeiten von Humphreys und Abbot und jene von Darcy und Bazin bekannt wurden und neues Licht verbreiteten. Aber auch die Formeln der letztgenannten Hydrotekten haben bereits durch Ganguillet und Kutter, in der Zeitschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereines vom Jahre 1869 eine tief eingreifende Transformation erfahren, und wenn es auch trotz diesen und anderen für den gleichen Zweck ausgeführten Untersuchungen bisher noch nicht gelungen ist, den directen Einfluss der Widerstände auf die Geschwindigkeit des Wassers ziffermässig durch eine allgemeine Formel bestimmen zu können, so ist man nichtsdestoweniger zur Ansicht gelangt, dass eine genügende Anzahl von Coefficienten bereits gefunden worden ist, um damit für alle praktischen Zwecke auszureichen.

Es ist hier nicht der Ort, über die charakteristischen Unterschiede oder über die grössere oder geringere Ver-

(1697), Manfredi (1704), Zandrini (1720), Brahm (1756), Pitot (1771), Lecchi (1776), Frisi (1777), Michelotti (1777), Kimenes (1786), Lorgna (1796), Colomb (1800), Girard (1803), Prony (1804), Brünings (1805), Woltmann (1812), Chezy (1818), Eytelwein (1814), Dubuat (1816), Funk (1820), Poncelet (1828), Belanger (1828), Gerster (1832), Defontain (1833), Hagen (1837), Rancourt (1841), J. W. Lahmeyer (1845), Baumgarten (1847), d'Aubuisson (1840), Dupnit (1848), Weisbach (1855), Darcy (1857), Bazin (1865), Redtenbach (1860), Humphreys und Abbot (1861), Grebenau (1867), Gaukler (1867), Ganguillet und Kutter (1869), Borneman (1869), Boussinesqu (1877), Graeve (1879) und Andere. (Siehe Rühlmann's Hydromechanik 1880. Geschichtliche Notizen Seite 335 und 397.)

lässlichkeit der genannten Formeln sich auszulassen; dieser Theil des Gegenstandes ist, wie bereits erwähnt, schon im Jahre 1869 und später im Jahre 1875 in einem Artikel über die „Regulirung der Moldau“ in unserer Zeitschrift ausführlich behandelt worden, es muss aber bei der Behandlung der vorliegenden Frage hervorgehoben werden, dass bei allen, während der letzten 250 Jahren gemachten Messungen stets eine Variation der Geschwindigkeit in ein und demselben Querprofile, sowohl in horizontalem als verticalem Sinne gefunden wurde. Im horizontalem Sinne vergrössert sich nämlich die Geschwindigkeit von den Flussufern bis gegen den Stromstrich allwo sie am grössten auftritt, während im verticalen Sinne sie vom Wasserspiegel abwärts bis zu einer gewissen Tiefe wächst (welche Tiefe aber je nach dem Charakter des Flusses variirt) um von da ab bis zur Flusssohle auf ihr Minimum zu fallen.*) Werden diese verticalen Geschwindigkeiten in graphischer Weise auf ein Ordinaten-System bezogen, so hat sich in den weitaus grösseren Fällen gezeigt, dass die Umfassungslinie aller aufgetragenen Geschwindigkeiten eine Curve darstellt, welche nach dem Gesetze der Parabel, deren Axe in der Tiefe der grössten Geschwindigkeit zu liegen kömmt, construirt werden kann. Dieses Ergebniss ist derart übereinstimmend gefunden worden, dass allgemein angenommen werden konnte: dass die Geschwindigkeits-Curve der Abflussmenge eine Parabel ist. Wird nun die Fläche dieser Parabel durch die an der Messungsstelle vorgefundene Wassertiefe dividirt, so erhält man die mittlere Geschwindigkeit und deren Tiefenlage an der betreffenden Stelle des Flusses, aus welcher die Abflussmenge berechnet werden kann.

Vergleicht man nun die Methode des Autors, wonach man mit grösserer Sicherheit aus dem arithmetischen Mittel der Wasserstände auf die Abflussmenge schliessen könne, als dieses durch eine durchgeführte Geschwindigkeits-Messung geschieht, mit den hier in kurzen Umrissen gegebenen Erfahrungs-Resultaten der Hydraulik, so charakterisirt sich die Differenz des Vorgehens dadurch, dass der Autor das Auftreten der mittleren Geschwindigkeit in jener Tiefe voraussetzt, in welcher auch die mittlere Wassertiefe sich befindet, eine Voraussetzung, die aber nur dann eintreten kann, wenn die Geschwindigkeits-Curve überhaupt keine Curve, sondern eine gerade Linie, und zwar eine solche wäre, die parallel mit dem Querprofile der Messungsstelle gezogen wird, oder mit anderen Worten: die Geschwindigkeit der Wasserfäden müsste in den verschiedenen Tiefen constant dieselbe bleiben, ein Umstand, dessen Gegentheil nicht bloss aus allen Messungen hervorgegangen ist, sondern auch auf theoretischem Wege leicht bewiesen werden kann, ja der Autor selbst würde auf das Irrthümliche seiner Anschauung gekommen sein, wenn er sich bemüht hätte, das numerische Verhältniss zwischen der Wassertiefe und der Abflussmenge zu finden. Denn, wenn wir auch, um die Argumente zum Schlusse zu bringen, annehmen wollen, dass alle von dem Autor angeführten Pegelungen auch Wassertiefen bedeuten und bei einem Beharrungszustande abgelesen wurden, und

*) Bei kleinen Flüssen mit starkem Gefälle ist oft auch die grösste Geschwindigkeit in der Ebene des Wasserspiegels gefunden worden.

dass ferner eine Veränderung im Flussprofile, trotz der überaus langen Beobachtungs-Periode nicht eingetreten sei, so könnte man, trotz diesen Voraussetzungen, doch wohl nur im Allgemeinen behaupten, dass bei einem höheren Wasserstande mehr Wasser, als bei einem niedrigen abgeflossen sei, sobald aber die einem gegebenen Wasserstande entsprechende Wassermenge gefunden werden wollte, so müsste es sich herausstellen, dass die Untertheilungen der Wassertiefe ganz ungleiche Abflussmengen repräsentiren und dass es ganz gut möglich sei, wie das Comité schon früher andeutete, dass der vermehrte Abfluss der Hochwässer den verminderten der Niederwässer auszugleichen im Stande sei, daher aus der Abnahme der mittleren Jahreswasserstände durchaus nicht auf eine Abnahme der jährlichen Abflussmengen geschlossen werden kann.

Aber auch abgesehen von einer wissenschaftlichen Beweisführung, weisen schon die hydrographischen sowohl wie die hydrologischen Verhältnisse, wie sie vom Autor selbst geschildert werden, darauf hin, dass eine Abnahme der Wasserstände und die der Abflussmenge nicht synonym sind und dass im Gegentheil die mittleren Jahres-Wasserstände abnehmen können, selbst wenn die jährliche Abflussmenge als constant angenommen wird.

Bei der Beweisführung für die Richtigkeit dieser Behauptung, und besonders mit Rücksicht auf die minimale Grösse der vom Autor berechneten Abnahme der Jahres-Wasserstände, könnte man immerhin, wie andere Hydrotekten es gethan haben, auch auf die Erosion des Wassers hinweisen; das Comité glaubt indess, dass es diesbezüglich überhaupt nicht nothwendig sei, ein Naturgesetz heranziehen zu müssen, und ist der Meinung, dass die Beweisführung auf dem vom Autor bevorzugten algebräischen Wege viel concreter durchgeführt werden kann, besonders wenn dabei auf den Eingang erwähnten Umstand Rücksicht genommen wird, dass nämlich die Untertheilungen des Pegels in Bezug auf die Abflussmengen nicht den gleichen Werth repräsentiren.

Setzt man zur Vereinfachung der Beweisführung wegen ein im theoretischen Sinne vollständiges Profil voraus, und denkt sich die als constant angenommene jährliche Abflussmenge darin zum regelmässigen Durchfluss gebracht, so werden die täglichen Wassermengen, sowie die ihnen entsprechenden Wassertiefen, jede für sich, gleich gross und respective auch ihrem arithmetischen Jahres-Mittel gleich sein. Treten aber im Laufe des Jahres ein oder mehrere Hochwässer ein, so absorbiren sie eine ungleich grössere, als die durchschnittliche Wassermenge und wirken dadurch vermindern auf die Abflussmengen der restlichen Tage im Jahre, und folglich auch im gleichen Sinne auf die täglichen Wasserstände, welche verhältnissmässig immer kleiner werden, je öfter die Hochwässer während desselben Jahres aufgetreten sind. In Folge dessen erhält man für den Fall, als die Hochwässer sowohl in ihrer Zahl als in ihrer Höhe immer grösser werden, mit jedem folgendem Jahre eine, numerisch genommen, verhältnissmässig grössere Anzahl von Niederwasserständen, gegenüber einer kleinen Zahl von Hochwasserständen, deren arithmetische Mittel offenbar

numerisch stets kleiner werden müssen, es liegt somit nichts Ueberraschendes in der Verminderung des mittleren Jahres-Wasserstandes, so lange als die Hochwässer, wie der Autor erwähnt, stets an Zahl und Grösse in den sich folgenden Jahren zugenommen haben. Da aber diese Erscheinung selbst bei einer von uns als constant vorausgesetzten Jahres-Abflussmenge ebensogut auftritt als bei einer veränderlichen, so kann die Schlussfolgerung: — dass eine Wasserabnahme in den Flüssen eingetreten ist, weil die mittleren Jahres-Wasserstände abgenommen haben, — nicht als folgerichtig bezeichnet und umsoweniger gerechtfertiget werden, als die vom Autor angeführten Flüsse kaum einen Anspruch auf ein, nach unserer Voraussetzung, vollständiges Profil erheben können, daher auch überhaupt keine Schlussfolgerungen zulassen.

Tabelle I.

Zusammenstellung der Jahresmittel aus den ersten und $3/2$ Potenzen von Pegel plus Constante.**)

Periode von 1826—1848			Periode von 1849—1871			Anmerkung
Jahr	Peg.+C.	(P.+C.) ^{3/2}	Jahr	Peg.+C.	(P.+C.) ^{3/2}	
1826	2.420	3.833	1849	2.456	3.944	*) Der in diesem Jahre durch Eisvorsetzung entstandene Hochwasserstand ist im Jahresmittel nicht enthalten. Als Wasserstand des betreffenden Tages wurde das arithmetische Mittel aus den Wasserständen des vorhergehenden und folgenden Tags annäherungsweise angenommen **) Die Vergleichsebene der täglichen Wasserstände wurde durch den tiefsten Wasserstand der ganzen Beobachtungsperiode gelegt, welcher mit 1.922m (6' 1") unter dem Nullpunkte des Pegels verzeichnet ist. Die Constante, die allen andern Pegelstellungen zugezählt werden musste, beträgt also 1.922m. Das Periodenmittel von 2.192m über der Vergleichsebene entspricht 0', 10.5" über dem Pegel (Wex: 0', 10.6").
1827	2.998	5.271	1850	2.714	4.569	
1828	2.919	5.112	1851	2.697	4.600	
1829	2.946	5.130	1852	2.375	3.930	
1830*	2.837	4.851	1853	2.322	3.778	
1831	2.680	4.491	1854	2.299	3.571	
1832	2.004	2.896	1855	2.463	4.047	
1833	2.519	4.115	1856	2.108	3.187	
1834	2.281	3.555	1857	1.751	2.419	
1835	2.274	3.454	1858	2.091	3.065	
1836	2.427	3.882	1859	2.183	3.355	
1837*	2.327	3.689	1860	2.322	3.698	
1838*	2.408	3.832	1861*	2.127	3.296	
1839	2.297	3.639	1862	2.077	3.159	
1840	2.317	3.644	1863	1.860	2.642	
1841	2.402	3.845	1864	2.180	3.383	
1842	1.768	2.460	1865	1.504	2.216	
1843	2.422	3.926	1866	1.770	2.553	
1844	2.231	3.492	1867	2.551	4.198	
1845	2.164	3.426	1868	2.166	3.335	
1846	2.409	3.835	1869	2.074	3.047	
1847*	2.580	4.283	1870	2.156	3.250	
1848	2.133	3.213	1871	2.169	3.428	
Period. Mittel	2.424	3.908	Period. Mittel	2.192	3.420	
Differenz der ersten Potenzen der Mittel = 0.282 Meter.						
" " ^{3/2} " " " = 0.488 "						

Wie sehr berechtigt diese Anschauung ist, kann aus der graphischen Darstellung, wie sie auf Tafel 16, Figur 1 vorliegt, entnommen werden. Bei derselben hat es das Comité aus naheliegenden Gründen, für zweckmässig erachtet, die von dem Autor angeführte 46jährige Beobachtungs-Periode (von 1826 bis inclusive 1871) am Wiener Pegel als Grund-

lage zu verwenden. *) Bekanntlich hat derselbe aus den täglichen Wasserständen, also aus den ersten Potenzen derselben, die Jahresmittel gefunden, diese der Reihenfolge nach in zwei Gruppen getheilt und aus jeder dieser Gruppen das Perioden-Mittel gesucht, und gefunden, dass der mittlere Wasserstand der zweiten Gruppe um 0.232^m kleiner sei, als der mittlere Wasserstand der ersten Periode und aus diesem Umstande den Schluss gezogen, dass auch die Abflussmengen im entsprechenden Verhältnisse abgenommen haben.

Wie jedoch früher gezeigt wurde, ist selbst bei der günstigsten Voraussetzung, die Abflussmenge nicht der ersten, sondern der $\frac{3}{2}$ Potenz der Wassertiefe proportional, es musste daher, um einen anschaulichen und treffenden Vergleich machen zu können, die ganze Procedur, welcher die Pegellecturen vom Autor unterworfen wurden, mit den $\frac{3}{2}$ Potenzen durchgeführt werden.

Aus dem Vergleiche ergab sich der früher schon erwähnte numerische Fehler in jedem Jahresmittel, welcher sich naturgemäss auch auf das Perioden-Mittel erstreckt, so zwar, dass die Verminderung des Mittels der zweiten gegen über der ersten Periode, mehr als das Doppelte von dem beträgt, was der Autor gefunden hat.

Wäre nun diese Abnahme der mittleren Perioden-Wasserstände, welche sich, obgleich in verschiedener Grösse in beiden Manipulationen zeigt, die Folge eines Naturgesetzes, oder eines sonstigen Einflusses, der ausserhalb dem Strombette selbst zu suchen ist, so müsste sie eine kontinuierliche sein, und bei kleineren Gruppen eben so gut zu Tage treten, als sie bei der vom Autor in Betracht gezogenen 23jährigen Gruppe sich kennzeichnet. — Dieses ist jedoch nicht der Fall, denn schon die Mittel von 5jährigen Perioden zeigen ein abwechselndes und ganz unregelmässiges Steigen und Fallen, aus welchem eine Folgerung nicht gezogen werden kann.

Noch auffallender wird diese Erscheinung, wenn man die Beobachtungsfehler in der Weise zu eliminiren trachtet, wie Dr. Hann es bei den meteorologischen Beobachtungen zur Beseitigung der localen Einflüsse für zweckmässig erachtet, indem die Jahres-Mittel in Procenten des Mittels der ganzen Beobachtungs-Periode ausgedrückt werden und dann die 5jährigen Mittel dieser procentualen Wasserstände mit den procentualen 5jährigen Mittel der Regenhöhen vergleicht, wie sie auf Tafel 16, Figur 2, graphisch dargestellt sind **).

Ein derartiger Vergleich erscheint umso zulässiger, weil einerseits das Regengebiet der Donau bis Wien ge-

*) Das hydrotechnische Comité hält es für seine collegiale Pflicht, bei dieser Gelegenheit dem Vereinsmitgliede Herrn diplomirten Ingenieur Franz Kapaun seinen Dank dafür auszusprechen, dass er, obgleich nicht Mitglied des Comité's, diesem mit aufopferndem Fleisse zur Seite stand, und es ermöglichte, diese so zeitraubende und die Geduld auf die Probe stellende Arbeit in ihrer Totalität dem Vereine vorlegen zu können. Die zahlreichen graphischen Darstellungen, sowie die betreffenden Berechnungen liegen in dem Archive des Vereines zur Einsicht auf.

**) Für diesen Vergleich standen dem Comité blos die Regenhöhen der 23jährigen Beobachtungs-Periode zwischen 1849 und 1873 als vorläufig zu Gebote.

Tabelle 2.

Zusammenstellung der Regenvertheilung und der Jahresmittel von Pegel plus Constante vom Jahre 1849 bis 1871 und vom Jahre 1849 bis 1873; ausgedrückt in Procenten des Mittels der ganzen Beobachtungsreihe.

Jahr	Regenhöhe in % des Mittels der ganzen Beobachtungsreihe ausgedrückt	Mittelwerth für 5 Jahre	$\frac{3}{2}$ Potenz v. Pegel plus Constante in % des Mittels der ganzen Beobachtungsreihe ausgedrückt	Mittelwerth für 5 Jahre	Erste Potenzen v. Pegel plus Constante ausgedrückt in % des Mittels der Beobachtungsreihe	Mittelwerth für 5 Jahre
1849	98		115.3		112.0	
1850	110		133.6		123.3	
1851	118		134.5		123.0	
1852	78		114.9		108.3	
1853	94	98.6	110.5	121.8	106.0	114.6
1854	91		104.4		104.9	
1855	94		118.3		112.4	
1856	92		93.2		96.2	
1857	72		70.7		79.7	
1858	95	88.8	89.6	95.2	95.4	97.7
1859	102		98.1		99.5	
1860	95		107.8		105.9	
1861	89		96.4		97.0	
1862	107		92.4		94.8	
1863	96	98	77.2	94.4	84.9	96.4
1864	108		99.1		100.0	
1865	76		64.8		68.6	
1866	108		74.7		80.7	
1867	120		122.8		116.4	
1868	92	100.8	97.5	91.8	98.8	92.9
1869	103		89.1		94.6	
1870	108		95.0		98.4	
1871	95	100.6	100.2	94.8	99.0	97.3
1872	98					
1873	99					

nügend gross ist, um gegenüber dem allgemeinen Beobachtungsergebnisse die localen Einflüsse der einzelnen Beobachtungsstationen verschwinden zu machen, und weil, wenn andererseits durch die Bedürfnisse der Cultur eine Wasserabnahme auch wirklich verursacht worden wäre, deren Existenz am besten, wenn auch nicht durch den gleichmässigen Unterschied zwischen Regenhöhe und Abflusstiefe, so doch durch die, in gleichem Sinne erfolgte Veränderung dieser Grössen dargethan werden könnte, d. h. es müsste, da der von der Cultur und dem Pflanzenleben unverbrauchte Theil der Regenmenge als Abflussmenge in dem Flusse erscheint, diese in nassen Jahren in einer grösseren und in trockenen in einer kleineren Tiefe abfliessen, was jedoch aus der graphischen Darstellung nicht constatirt werden kann.

Im Gegentheile, es wechseln in derselben die Wasserstände ohne Rücksicht auf die Regenmenge und es finden sich Fälle darin verzeichnet, in welchen der Wasserstand fällt, trotzdem die Regenhöhe desselben Jahren gewachsen ist und umgekehrt. Diese Gesetzlosigkeit zeigt sich auch bei dem 5jährigen Mittel, obgleich man bei demselben voraus-

Tabelle 3.

Anzahl der Hoch- und Niederwasserstände

in der Donau bei Wien (Pegel an der Taborbrücke) während der Beobachtungs-Periode 1826 bis 1872.

(Als Hochwasserstände werden solche angesehen, welche über, und als Niederwasserstände solche, welche unter dem arithmetisch mittleren Wasserstände der ganzen Periode liegen.)

Mittlerer Perioden-Wasserstand = 2.308^m

Im Jahre	Zahl der Beobachtungen	Anzahl der Wasserstände		Zahl der Hochwasserstände im Monate												Jahres-Mittel-Wasserstände	Regen-Höhe	Bemerkungen
		Hoch-	Nied.-	Jänner	Feber	März	April	Mai	Juni	Juli	August	Septemb.	October	Novemb.	Decemb.			
1826	365	178	187	6	28	3	4	29	30	31	31	2	2	3	9	2.420		
27	"	291	74	13	10	31	30	31	30	31	31	29	1	23	31	2.998		
28	366	313	53	31	25	31	30	31	30	31	31	30	31	2	10	2.918		
29	365	317	48	8	28	20	30	30	30	31	31	30	31	30	18	2.946		
1830	357*)	285	72	31	26	25	30	31	30	31	31	30	17	3	0	2.837		
31	365	262	103	0	9	29	30	31	30	31	31	30	7	10	24	2.680		
32	366	102	264	10	0	0	0	0	15	27	31	8	0	5	6	2.004		
33	365	232	133	0	12	0	21	31	25	31	31	30	15	9	27	2.519		
34	"	166	199	31	13	1	9	31	27	31	18	1	4	0	0	2.281		
35	"	164	201	1	0	4	26	31	30	26	8	16	15	7	0	2.274		
36	366	219	147	25	16	25	30	17	30	25	13	5	0	2	31	2.427		
37	365	162	203	0	0	0	0	29	30	31	26	20	0	16	10	2.327		
38	"	202	163	21	14	31	18	31	30	24	17	12	0	4	0	2.408		
39	"	179	186	7	11	11	19	30	30	31	21	16	0	0	3	2.297		
1840	366	202	164	16	10	0	0	5	30	31	31	24	12	28	15	2.317		
41	365	201	164	31	28	31	6	10	19	28	14	24	7	0	3	2.402		
42	362*)	61	301	0	0	14	13	15	10	5	4	0	0	0	0	1.768		
43	364*)	177	187	12	11	1	6	25	30	31	31	2	24	0	4	2.422		
44	366	196	170	0	0	18	30	30	30	31	31	15	7	4	0	2.231		
45	365	178	187	0	0	6	30	31	30	31	31	3	14	0	2	2.164		
46	"	218	147	28	23	21	30	26	30	29	19	12	0	0	0	2.409		
47	"	244	121	14	24	4	30	31	30	31	25	30	18	7	0	2.580		
48	366	112	254	4	14	7	7	4	16	29	27	2	2	0	0	2.133		
Mittel der I. Periode		202.7	162.1	12.6	13.1	13.6	18.7	24.3	27.0	28.6	24.5	16.1	9.0	6.6	8.4			
1849	365	187	178	25	8	5	29	31	30	16	25	8	1	0	9	2.456	93	
1850	"	265	100	3	28	18	24	31	30	31	30	4	28	30	8	2.714	110	
51	"	249	116	7	0	11	30	31	30	31	31	30	24	13	11	2.697	113	
52	366	214	153	12	23	0	18	26	30	28	31	25	15	6	0	2.375	78	
53	365	164	201	0	0	0	27	31	30	31	31	14	0	0	0	2.322	94	
54	"	193	112	3	13	9	26	26	30	31	31	3	0	0	23	2.299	91	
55	"	223	142	11	8	24	30	31	30	31	31	22	0	0	5	2.463	94	
56	366	135	231	7	14	0	0	2	29	31	22	15	1	5	9	2.108	92	
57	365	73	292	0	0	5	11	17	26	9	5	0	0	0	0	1.751	72	
58	"	128	237	0	0	10	21	9	25	14	31	13	0	5	0	2.091	95	
59	"	176	189	0	0	20	29	31	30	16	18	22	0	6	4	2.183	102	
1860	366	208	158	12	0	3	24	28	30	31	28	30	22	0	0	2.322	95	
61	365	142	223	28	7	13	9	20	30	25	4	6	0	0	0	2.127	89	
62	"	138	227	5	15	0	7	28	30	25	21	7	0	0	0	2.077	107	
63	"	95	270	0	0	0	4	31	30	15	11	2	2	0	0	1.860	96	
64	366	166	200	5	10	1	7	30	27	31	29	25	1	0	0	2.180	108	
65	365	70	295	10	1	2	23	4	4	1	21	4	0	0	0	1.504	76	
66	"	79	286	0	0	0	4	6	6	19	29	5	0	0	10	1.770	108	
67	"	207	158	7	28	21	30	31	30	31	3	6	12	0	8	2.551	120	
68	366	143	223	0	7	17	23	31	30	18	10	0	0	0	7	2.166	92	
69	365	122	243	9	8	0	16	22	3	15	20	0	0	11	18	2.074	103	
1870	"	135	230	0	16	8	13	22	14	2	19	19	1	13	8	2.156	108	
71	"	158	207	11	22	5	8	31	30	31	20	0	0	0	0	2.169	95	
Mittel der II. Periode		159.6	205.7	6.7	9.0	7.5	18.0	23.9	25.4	22.3	21.8	11.3	4.7	3.9	5.2			
Mittel der ganzen Periode		181.2	183.9	9.7	11.1	10.6	18.3	24.1	26.2	25.5	23.1	13.7	6.8	5.3	6.8	2.308		
Regenhöhen in Percent. der Jahreshöhen				5.0	4.9	6.9	7.6	9.7	11.7	13.1	13.1	8.6	6.3	6.6	6.5			

*) Die Beobachtungen der restlichen Tage fehlen.

Der mittlere Perioden-Wasserstand der ersten Periode beträgt 2.424 und der, der zweiten Periode beträgt 2.192.

Die Jahres-Regenhöhe ist das Mittel aus den Beobachtungen aller Stationen im Donauthale bis Wien und ist in Procenten der Regenhöhe der ganzen Periode ausgedrückt. Die Regenhöhe der ersten Periode ist für den Vergleich mangelhaft. Kremsmünster ist während derselben die einzige Station gewesen, die bis 1829 zurück Aufschreibungen aufzuweisen hat. Wien beobachtete erst vom Jahre 1845. Vergleiche lassen sich überhaupt erst vom Jahre 1858 angefangen anstellen.

Der monatliche Antheil der Regenhöhen, am Fusse der Tabelle verzeichnet, ist in Procenten der Jahreshöhe gegeben.

zusetzen berechtigt ist, dass die Wirkung des einen Jahres auf das darauffolgende im Laufe der fünf Jahre sich ausgeglichen hat.

Noch auffallender erscheint diese Gesetzlosigkeit oder eigentlich der Mangel eines bestimmt ausgedrückten Verhältnisses zwischen der Regenhöhe, der Wassertiefe und der Zahl der jährlichen Hochwasserstände, wenn man anstatt der hydrologischen und hydrographischen Verhältnisse der Jahres-Perioden, jene der einzelnen Jahre miteinander vergleicht.

Um jedoch diesen Vergleich sachgemäss durchführen zu können, ist es vorerst nothwendig, sich über den Begriff Hochwasser oder Hochwasserstand klar zu werden. Der Autor stellt nämlich, so sehr es auch befremden mag, keine Norm fest für die Bezeichnung eines Wasserstandes, wir wissen nicht, bei welchem Pegelstand ein Hochwasser anfängt oder bei welchem ein Niederwasser beginnt, er spricht von Hoch- und Niederwasser ohne Rücksicht auf den dazu gehörigen Pegelstand und bezeichnet die zufällig höchsten Wasserstände des Jahres als Hochwasser, ebenso wie er die niedrigsten als Niederwasser hinstellt. Unter solchen Umständen ist es leicht möglich, Wasserstände, die bloß relativ hohe oder niedrige sind, mit solchen, die wirkliche Hoch- und Niederwasserstände sind, zu verwechseln, und

dadurch bei dem Vergleich derselben zu Resultaten zu gelangen, welche von vornherein eine logische Schlussfolgerung als unzulässig erscheinen lassen.

Um daher derartige Irrthümer zu vermeiden, hat das Comité für den vorliegenden Zweck es als ausreichend erachtet, das arithmetische Mittel aus allen Wasserständen der ganzen 46jährigen Periode als Vergleichsebene zu betrachten und jene Wasserstände, welche darüber hinausfallen, als Hochwasserstände, und die darunter fallen als Niederwasserstände zu bezeichnen.

Auf Grund dieses Vorgehens ist die Tabelle 3, (Seite 81) zusammengestellt und kann daraus nicht bloß die Anzahl der jährlichen, sondern auch der monatlichen Hochwasserstände nebst dem mittleren Wasserstand eines jeden Jahres entnommen werden. Ebenso findet sich darin angegeben die percentage Regenhöhe eines jeden Jahres soweit dieselbe dem Comité als verlässlich angegeben wurde, sowie der percentage Antheil eines jeden Monats an der jährlichen Regenhöhe.*)

Aus dieser Zusammenstellung erhält man:

*) Der besseren Uebersichtlichkeit wegen hat das Comité die Bezeichnung der Wasserstände nicht vom 0-Punkt des Pegels eingeführt, sondern den niedrigsten Wasserstand der ganzen 46jährigen Periode als Ausgangspunkt gewählt.

Tabelle 4.

Arithmetisches Mittel	Anzahl der		Zahl der Hochwasserstände im Monate												Mittlere Wassertiefe
	Hoch-	Nieder-	Jänn.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	
der ganzen 46jährigen Periode	181.2	183.9	9.7	11.1	10.6	18.3	24.1	26.2	25.5	23.1	18.7	6.8	5.3	6.8	2.908
In Procenten des arithmetischen Mittels der ganzen 46jährigen Periode ausgedrückt für die:															
I. Periode (1826 bis 1849)	112		130	118	128	100	100	103	112	106	117	82	122	123	105
II. Periode (1849 bis 1872)	88		69	81	71	98	99	97	87	94	82	69	73	76	94

Aus dem Vergleiche dieser tabellarischen Zusammenstellung ergibt sich, dass gegenüber dem Mittel der ganzen Periode, die erste Periode eine auffallend hohe Zahl von Hochwasserständen aufweist, während in der zweiten Periode, entgegen der Behauptung des Autors, die Zahl der Hochwässer durchwegs im Abnehmen begriffen ist; ein Umstand, welcher durch von Wichtigkeit ist, weil durch das gleichzeitige Fallen der mittleren Wassertiefe die Aufmerksamkeit darauf gelenkt wird, dass bei unregulirten Flüssen, wenn man ihre Charakteristik bloß nach den Pegelungen beurtheilt, es nicht zulässig erscheint, bloß aus der Zahl oder der Zunahme der Hochwässer auf eine Abnahme des mittleren Wasserstandes Schlüsse zu ziehen. Ferner erkennt man aus dem Vergleich beider Perioden, dass die Zahl der Hochwasserstände in der productiven Jahreszeit, also zu einer Zeit, in welcher die Vegetation zu ihrem Lebensprocesse das meiste Wasser beansprucht, constanter bleibt als in jenen Monaten, wo das Pflanzenleben entweder noch nicht angefangen, oder schon aufgehört

hat, es muss daher auch die Behauptung, dass die Cultur des Grund und Bodens zur Wasserabnahme beigetragen hat, als unwahrscheinlich hingestellt werden.

Wie unsicher aber und wie wenig verlässlich Schlussfolgerungen überhaupt sind, die auf eine Zusammenstellung von Pegelungen basirt werden, lässt sich aus diesen Tabellen besonders dann erkennen, wenn man anstatt Perioden, einzelne Jahre in Vergleich mit einander stellt, und zwar solche, die nahe aufeinander folgen und zwischen welchen eine rapide Zunahme von solchen Einflüssen, die der Autor als die Ursachen der Wasserabnahme hingestellt hat, nicht vorausgesetzt werden kann, und bei deren Vergleich auch die hydrologischen Erscheinungen des Jahres mit in Betracht gezogen werden können.

Aus diesen aus der Tabelle entnommenen Beispielen lässt sich sogleich erkennen, dass die Regenhöhe, obgleich sie naturgemäss den grössten Einfluss auf die im Flusse sich bewegende Wassermenge ausübt, keinen correspondi-

renden Einfluss weder auf die mittlere Wassertiefe noch auf die Zahl der jährlichen Hochwasserstände ausübt. Die gleichen Regenhöhen erzeugen ungleiche Abflusstiefen sowie auch eine ungleiche Zahl von Hochwasserständen und es kommt nicht selten vor, dass selbst wasserarme Jahre eine grössere Zahl von Hochwasserständen aufweisen, als sogenannte nasse Jahre.

Vergleich

der hydrologischen und hydrographischen Erscheinungen einzelner auf einander folgender Jahre.

Im Jahre	Regen-Höhe	Jährl. mittlere Wassertiefe	Zahl der Hochwasserst.
1853	94	2.322	164
1855	94	2.463	223
I. Differenz	0	- 0.141	- 59
1858	95	2.091	128
1860	95	2.322	208
II. Differenz	0	- 0.231	- 80
1864	108	2.180	166
1866	108	1.770	79
III. Differenz	0	0.410	87
1866	108	1.770	79
1870	108	2.156	135
IV. Differenz	0	- 0.386	- 56
1862	107	2.077	138
1869	108	2.074	122
V. Differenz	4	0.003	16
1857	72	1.751	73
1865	76	1.504	70
VI. Differenz	- 4	0.247	- 3

Ebensowenig, wie die Regenhöhe, ist die mittlere Wassertiefe noch auch die Zahl der Hochwasserstände geeignet, ein klares Bild von der Abhängigkeit dieser Factoren untereinander zu geben, es sind im Gegentheile die Resultate der Vergleiche derart verschieden und stehen einander diametral gegenüber, dass eine Schlussfolgerung daraus unmöglich wird und so lange unmöglich bleiben wird, bis nicht jene unbekanntenen Factoren an's Licht gezogen werden, welche ihren störenden Einfluss auf diese endlose Zahlenreihe von Pegelungen ausüben und sie für wissenschaftliche Zwecke werthlos machen.

Diese Factoren herauszufinden und ihren Einfluss ziffermässig festzustellen, ist heute eine Sache der Unmöglichkeit, weil sie, abgesehen von dem verhältnissmässig geringen Einfluss, welchen die ungleiche Vertheilung der jährlichen Regensmengen ausübt, hauptsächlich in der Veränderlichkeit des Stromprofils Geschiebe führender Flüsse liegt und worüber weder Aufschreibungen noch Messungen in den Archiven aufzufinden sind. Wie die Sache heute liegt, kann mit Bestimmtheit behauptet werden, dass in unregulirten Flüssen weder aus der Wassertiefe noch auch aus der Regenhöhe auf die Abflussmenge geschlossen werden kann; es bleibt

daher für deren Bestimmung kein anderer Weg als der übrig, die Messung vorzunehmen, wie das hydrotechnische Comité es bereits in seinem ersten Berichte als einzig richtige Methode hingestellt hat.

Mit dem Gesagten glaubt das Comité die technische Seite seiner Aufgabe genügend beleuchtet zu haben, um erkennen zu lassen, dass die Methode: aus den arithmetischen Mitteln der Pegelungen auf eine Veränderung der Abflussmengen in unregulirten Flüssen zu schliessen, keine wissenschaftliche Begründung finden kann und so lange diese entbehren wird, bis andere und überzeugendere Beweismittel in's Feld geführt werden, als vom Autor hierfür zu Gebote gestellt worden sind.

Das Comité ist indessen der Ansicht, dass, wenn auch eine Wasserabnahme in den Flüssen und Strömen auf technisch-wissenschaftlichem Wege nicht erwiesen werden kann, es immerhin doch möglich ist, dass diese Erscheinung nichtdestoweniger eingetreten sein mag und ihre Existenz auf naturwissenschaftlichem Wege vielleicht erwiesen werden könnte, wenn die hiefür gebotenen Anhaltspunkte genügende Beweiskraft enthalten. Das Comité hielt es daher in der Erfüllung seiner Pflicht für nothwendig, den Gegenstand, wie in seinem früheren Berichte, auch heute von der naturwissenschaftlichen Seite zu besprechen und verweist für näheren Aufschluss auf den „Anhang“ zu diesem Berichte, in welchem diese Seite der Frage in ausführlichem Detail behandelt wurde.

An dieser Stelle sei blos im Allgemeinen erwähnt, dass eine Erklärung für die ungleiche Vertheilung der Wassermenge und die damit im Zusammenhang stehende Eisbildung auf der Oberfläche der Erde schon im Jahre 1869 von dem deutschen Gelehrten Heinrich Schmick in seiner „Theorie der säcularen Schwankungen der Seespiegel“ vom kosmischen Standpunkte aus gegeben wurde, die bei der Beurtheilung der vorliegenden Frage schon darum die vollste Berücksichtigung verdient, weil, wenn dargethan werden könnte, dass durch kosmische Vorgänge eine Wasserabnahme herbeigeführt wird, jede andere Beweisführung von selbst wegfällt. Schmick erklärt diese Erscheinung der ungleichen Vertheilung der Wassermengen auf der Erdoberfläche aus dem gleichzeitigen Einflusse von Sonne und Mond auf die Meeresfläche, wodurch eine abwechselnde Differenz der Meeres-Wasserstände entsteht.*)

Diese in ganz ungezwungener Weise und aus astronomischen Lehrsätzen abgeleitete Theorie gibt wohl in Bezug auf die Vorgänge bei der Verschiebung der Wassermenge von der nördlichen auf die südliche Halbkugel möglicher Weise eine richtige Erklärung, aber für die Wasserabnahme in den Quellen und Flüssen reicht sie insoferne nicht aus, als mit der Versetzung der Wassermengen von Nord nach Süd noch nicht nachgewiesen ist, dass auch der natürliche Kreislauf des Wassers, insoweit er bei dem Culturfortschritte der nördlichen Hemisphäre in Betracht gezogen werden muss, durch diese ungleiche Wasservertheilung gestört wurde.

*) Vortrag des Professor Alex. Makowsky in der General-Versammlung des Naturforschenden Vereines in Brünn, 21. Dec. 1874.

Denn, wenn auch die allgemeine Fluthwelle der Weltmeere eine südliche Richtung verfolgt und von dort nicht wieder mit der gleichen Wassermasse zurückkehrt, so bleibt immerhin noch genügend Wasser in den nördlichen Meeren für Verdunstungszwecke zurück, wengleich der Seespiegel, durch die geschilderten kosmischen Vorgänge, sich gesenkt hat und bis zur Rückkehr der restlichen Wassermassen gesenkt bleiben und noch weiter sinken wird*). Ist nun noch die Temperatur, wie es thatsächlich nachgewiesen wurde, im grossen Durchschnitte während des menschlichen Zeitalters, unverändert dieselbe geblieben, so sind die Bedingungen für die entsprechend vorsichgehende Verdunstung gegeben, und sie muss nach physikalischen Grundsätzen heute wie je früher vor sich gehen und die daraus resultirenden Regenmengen müssen in gleichem Maasse dieselben geblieben sein, wie auch thatsächlich die Akademie der Wissenschaften in Wien, in ihrem Berichte vom 23. April 1874, sich gegen die Vermuthung einer Abnahme der atmosphärischen Niederschläge ausspricht, weil „die meteorologischen „Beobachtungen in den europäischen Küstenländern eine „solche Behauptung ausschliessen und diejenigen des Continents einer solchen Annahme nicht günstig seien.“

Unter solchen Umständen kann eine Wasserabnahme in den Quellen und Flüssen der Culturstaaten in keinem Zusammenhang mit kosmischen Vorgängen gebracht werden, und nur, wenn sie überhaupt eingetreten ist, durch culturgeschichtliche Ereignisse verursacht worden sein, welche der Mensch selbst, gezwungen für seinen Lebensunterhalt zu sorgen, derart herbeiführte, dass durch seine Einwirkung die Production der Erdoberfläche heute eine andere, oder eine mehr Wasser verbrauchende geworden ist.

Wäre diese Annahme begründet und wollte man dem Uebelstande einer vermeintlichen Wasserabnahme vorbeugen, so hätte man folgerichtig blos zu dem Urzustande zurückzukehren, und sich heute schon jene Entbehrungen aufzulegen, welche, selbst nach der Ansicht des Autors, uns erst in der Ferne erwarten; ob aber die Menschheit in ihrem gerechtfertigten Stolze darauf, dass es nur ihrer geistigen Befähigung gelungen ist, sich von dem Naturzustande auf die heutige Höhe der Civilisation zu schwingen, ob diese Menschen zu einem solchen Rückschritte ihre Zustimmung geben werden, ist mehr als zweifelhaft.

Glücklicher Weise geht aus den neueren, mit grossem Fleisse durchgeführten Versuchen und Messungen von Risler in der Schweiz der beruhigende Umstand hervor, dass weder wir noch unsere Nachkommen vor eine solche traurige Alternative gestellt sein werden. Aus Risler's Versuchen geht nämlich hervor, dass bei gleichem Neigungswinkel der Bodenfläche die Verdunstung auf den mit verschiedenen Pflanzenarten bebauten Feldflächen in fallender Progression abnimmt, je nachdem dieselbe mit Wiesen, Getreide oder Wald bestellt ist oder ganz brach liegt.

Nach der Ansicht des Comités übt indess die Neigung der Oberfläche des Bodens und seine grössere oder ge-

*) Eine Senkung des Meeresspiegels ist längs der Küsten von Norwegen, Schweden, Finnland und an allen Orten der Nord- und Ostsee, sowie am Mittelländischen Meere und dem Caspischen See durch streng wissenschaftliche Beobachtungen und Messungen constatirt worden.

ringere Durchlässigkeit einen weitaus grösseren Einfluss auf die Abflussverhältnisse der Regenmenge, weil sie fast ausschliesslich für die Absorptionsfähigkeit des Bodens maassgebend sind; diese topographischen und geologischen Eigenschaften sind örtlicher Natur und entziehen sich deshalb ebenso einer allgemeinen Betrachtung wie die Veränderungen welche die Risler'schen Messungen höchst wahrscheinlich in den verschiedenen Entwicklungs-Perioden erleiden müssen.

Die Unverlässlichkeit der genannten Untersuchungen für allgemeine Zwecke, und um unseren Betrachtungen einen allgemeinen Werth, durch Eliminirung der erwähnten störenden Einflüsse, zu verleihen, hat das Comité bestimmt, das Verhältniss zwischen der gefallenen Regenmenge im Donauthale bei Wien und den Abflusstiefen zu finden wie sie sich am Wiener Pegel während der letzten 45 Jahre kennzeichneten, aber auch daraus war kein positiv verlässlicher Schluss zu ziehen, obgleich im Grossen und Ganzen die Niederschlags-Curve mit jener der Wasserstände nur wenig differirte, denn gerade diese Differenzen zeigen, wie aus der graphischen Darstellung Figur 3 und 4. Tafel 1. ersichtlich ist, dass, wenn die Jahreszeit beider Vorgänge im Auge behalten wird, ein Vergleich beider Curven schon durch den Einfluss der Temperatur des Frühjahres auf die im Winter gefallenen Schneemassen gestört wird, und umsoweniger zu einem verlässlichen Resultate führen kann, weil auch die Abflussmengen der normalen Sommerszeit weit weniger von den Regenmengen des Sommers als von der Schneeschmelze der Hochalpen abhängen, und man in Folge dessen gar nicht behaupten kann, dass in der Donau hohe Wasserstände blos auf regenreiche Tage folgen, ebenso wenig wie niedrige Wasserstände blos die Folge von Trockenheit sind.

Diese Erscheinung tritt überall in jenen Flüssen zu tage, die wie der Rhein und die Donau von den Alpen gespeist werden, es bleibt daher selbst unter den günstigsten Umständen eine gewagte Schlussfolgerung wollte man aus dem Verlauf der Curve der Regenmengen auf die Abflussmenge in diesen Flüssen, oder umgekehrt aus der Configuration der Abflusscurve auf die während derselben Periode gefallene Regenmenge schliessen. Aus diesem Grunde muss auch das Vorgehen des Autors (Zeitschrift d. österr. Ing.- & Arch.-Vereines 1879 Seite 138) bei welchem er, die von ihm berechneten Abnahmen der Wasserstände (in der Donau und am Rhein) in Regenhöhen verwandelt, um daraus auf eine Abnahme der Regenmenge zu schliessen, als ein unsachgemässes selbst dann bezeichnet werden, wenn man die Voraussetzungen, die er seiner Berechnung unterlegt, der nothwendigen Correctur unterziehen würde.

Noch weniger zulässig erscheint die Anwendung, welche der Autor von seinen ohnehin fraglichen Rechnungsergebnissen macht, indem er sie, ohne jede Rücksicht auf geographische Lage oder der örtlichen Topographie, den in Genf und Bodensee (am Erzgebirge) durch Messung constatirten Abnahmen der Regenhöhen gegenüber stellt und aus dem Vergleich zu der Ansicht gelangt, dass: weil diese in ganz verschiedenen Abdachungen der Erdoberfläche constatirten Regenabnahmen mit jener von ihm für das Donau- und Rheingebiet berechneten numerisch so ziemlich zusammentreffen, so müsste aus dieser so „auffallenden Uebereinstimmung“ ein günstiges

Urtheil über die von ihm aufgestellte Theorie abgeleitet werden.

Nach der Darstellung, welche das Comité von der Zusammengehörigkeit und den gegenseitigen Beziehungen zwischen der Regen- und Abflusscurve gegeben hat, muss von vornherein dieser Uebereinstimmung, so sehr sie auch auf den ersten Blick auffallen mag, jede Beweiskraft schon darum abgesprochen werden, weil, wenn auch davon abgesehen wird, dass der Autor, durch eine unverlässliche Angabe irre geführt, der Beobachtungsstation Bodenbach eine Abnahme der Regenhöhe zuschreibt, während die authentischen Berichte*) das Gegentheil nachweisen, die meteorologischen Vorgänge in bloß einer einzigen Beobachtungsstation von nur wenigen Meilen Beobachtungsfläche mit den Abflussverhältnissen eines Stromgebietes wie das der Donau, mit einer Ausdehnung von mehr als 600.000 Quadratkilometer, überhaupt nicht verglichen werden können, ohne sich der Gefahr auszusetzen, dass die unterlaufenen Beobachtungsfehler beider Manipulationen sich im Verhältnisse der Flächen vergrößern und in Folge dessen fehlerhafte Resultate zu Tage fördern können.

Will man aber schliesslich nichtsdestoweniger die Voraussetzungen und Schlussfolgerungen des Autors ohne jeden Widerspruch als ausreichend für die Beurtheilung der behandelten Frage gelten lassen, so entstände nach seiner Berechnung aus der Abnahme der Wasserstände ein Wasserverlust im Rhein bei Basel von bloß 0.16% und in der Donau bei Orsova ein solcher von 0.07% der bei dem

*) „Untersuchungen über die Regenverhältnisse von Oesterreich-Ungarn von Professor Dr. Julius Hann“, vorgelegt in den Sitzungen der österreichischen Akademie der Wissenschaften am 16. October 1879 und am 8. Jänner 1880.

In dieser für die meteorologische Wissenschaft höchst werthvollen Schrift, äussert sich der Verfasser (Seite 23 vom 8. Jänner 1880) dahin: „dass sich mit Ausnahme von der Station Brünn und Bodenbach, kaum eine längere Reihe von Regenmessungen findet, welche ganz homogen genannt werden könnte, also zu strengen Vergleichen über die Regensmengen verschiedener Zeitabschnitte benützlich wäre,“ die genannten Stationen seien indess die einzigen, wo die Messungsergebnisse bemerkenswerth constant geblieben sind. Aus den dort (8. Jänner 1880) angeführten Tabellen V und VI für die Beobachtungsstation Bodenbach während der gleichen Beobachtungsdauer von 45 Jahren (von 1829 angefangen bis inclusive 1873) aus welcher Hofrath v. Wex eine vergebliche Abnahme der Regenhöhe von jährlich 1.45mm berechnete, ergibt sich nicht allein keine derartige Verminderung, sondern im Gegentheil im ganzen Durchschnitte eine um 1% d. h. eine um 6.29mm grössere Regenhöhe als die mittlere Regenhöhe der ganzen Zeitperiode beträgt. Eine Abnahme der Regenhöhe in dieser Station wird sich nur dann ergeben, wenn nach der, übrigens von Dr. Hann nicht bestätigten, Angabe des Autors die Regenhöhe des auch in allen anderen Stationen als wasserreichsten bezeichneten Jahre 1850, wegen unvollständiger Beobachtung, ausser Rechnung gestellt wird. In diesem Falle beträgt die jährliche Abnahme der Regenhöhe nicht 1.45mm, sondern 2.57mm.

Für weitere Information über den wahrscheinlichen Werth der Regenmessungen und deren Verwendung für wissenschaftliche Zwecke, verweist das Comité auf diese mit voller Sachkenntnis und in strengfachmännischer Weise durchgeführten Untersuchungen.

niedrigsten Wasserstände abfliessenden Wassermengen beider Flüsse*); demnach ein Verlust, der nicht bloß weit innerhalb der von der schweizerischen hydrometrischen Commission als zulässig erachteten Fehlergrenze (10 bis 20%) liegt, sondern selbst mit den besten Präcisions-Instrumenten nicht wahrgenommen werden kann, und auch gegenüber den enormen Quantitäten der Abflussmengen dieser beiden Flüsse keine wie immer geartete Beachtung verdient.

Schlussfolgerungen des Comité's.

Mit den in diesem Berichte niederlegten Anschauungen und den darin enthaltenen Beweisgründen sind dem österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereine die Mittel an die Hand gegeben, um den besprochenen Gegenstand in seiner ganzen Ausdehnung beurtheilen zu können und er wird bei reiflicher Ueberlegung des Gesagten ebenso wie das hydrotechnische Comité zu dem Schlusse gelangen:

1. Dass die Pegelungen an Geschiebe führenden Flüssen keinen Maassstab für die Abflussmengen in denselben abgeben können.
2. Dass selbst in dem Falle, als die Pegelungen die factisch vorhandenen Wassertiefen ausdrücken sollten, die Abflussmenge nur in künstlichen Canälen nicht aber in Geschiebe führenden Flüssen aus der Wassertiefe bestimmt werden kann, ohne dass vorher Geschwindigkeitsmessungen vorgenommen worden sind.
3. Dass eine Wasserabnahme in den Culturstaaten, sich ebensowenig aus den bekannten kosmischen Vorgängen, wie aus den vorliegenden meteorologischen und aus dem beigebrachten hydrographischen Beweismitteln ableiten lässt, und endlich
4. Dass selbst für den Fall, als die Beweisführung des Autors unanfechtbar wäre, diese bloß eine Wasserabnahme von so minimalem Quantum nachweist, dass der Verlust gegenüber den auf der Oberfläche der Erde bewegten Wassermengen als verschwindend klein und ohne jeden nachtheiligen Einfluss angesehen werden kann.

Antrag des Comité's.

Das Comité beantragt sohin:

„Der österreichische Ingenieur- und Architekten-Verein wolle den vorstehenden Bericht zur Kenntniss nehmen.“

Wien, am 7. April 1881.

Franz Berger,
Schriftführer.

J. Deutsch,
Obmann und Berichterstatter.

*) Nach Messungen von Grebenau bei Basel ergeben sich bei einem Wasserstande von + 5 Fuss des dortigen Pegels Durchflussmengen von 830^{kbm} per Secunde und der von Wex berechnete Verlust beträgt 1.3253^{kbm} per Secunde. Nach der internationalen Commission vom Jahre 1874 beträgt die Minimal-Durchflussmenge bei Orsova circa 1700^{kbm} per Secunde und der von Wex berechnete Verlust beträgt 1.224^{kbm} per Secunde.

Das Hydrotechnische Comité äusserte in dem Berichte vom 17. April 1875 seine Ansicht dahin: wenn auch aus der constatirten Abnahme des durchschnittlichen Pegelstandes allein nicht mit mathematischer Genauigkeit auf eine Abnahme der Abflussmengen in unseren Flüssen geschlossen werden kann, es doch immerhin möglich wäre, eine Wasserabnahme aus dem etwaigen Einfluss der Boden-Cultur auf die meteorologischen Erscheinungen abzuleiten.

Das Comité war deshalb bemüht, jene Wechselwirkung zu finden, welche nothwendiger Weise zwischen dem durch die Civilisation bedingten Mehrverbrauch an Wasser, und der aus der Abnahme der Pegelstände gefolgerten Abnahme der unverbrauchten Abflussmengen, eingetreten sein müsste, falls überhaupt ein merklicher Mehrverbrauch und in Folge dessen eine Wasserabnahme in den Flüssen stattgefunden haben sollte.

Nachdem aber eine derartige Gegenseitigkeit nicht nachgewiesen werden konnte, so müsste die Ursache der angeblichen Wasserabnahme nur in einer Verminderung der Niederschläge oder in einer durch die Boden- und Forst-Cultur hervorgerufenen Verschiebung der einschlägigen physikalischen Erscheinungen gesucht werden, wodurch vielleicht eine veränderte Vertheilung der Niederschläge herbeigeführt wurde.

Das Comité hat auch auf diesen weitem Gebiete der Untersuchung keinen Anhaltspunkt für eine wissenschaftlich begründete Schlussfolgerung gefunden und ist, wie alle anderen wissenschaftlichen Körperschaften, welche den gleichen Gegenstand ihren Untersuchungen unterworfen haben, zu der Ansicht gelangt, dass alle bisher bekannt gewordenen Beobachtungen, theils wegen ihrer Unzuverlässigkeit, theils wegen der Kürze der Beobachtungsreihen keinen positiven Schluss zulassen. Das Comité will indess, der Vollständigkeit wegen neuerdings auf die Beziehungen der meteorologischen Erscheinungen zu den Flussverhältnissen eingehen und will in Folgendem diese Relation, soweit sie im Donaubecken zutage tritt, klar legen; wobei jener Gedankengang verfolgt werden soll, welchen das Comité-Mitglied Herr Ing. Riedel in seinem Specialberichte — dem die nachfolgenden Ausführungen zu Grunde liegen — eingehalten hat.

Dieser Anhang wird demnach zerfallen in:

- I. Die Niederschlags- und Abflussverhältnisse im Donaubecken oberhalb Wien.
- II. Den Einfluss der Gletscher auf die Wasserstände der Flüsse und endlich
- III. Den Einfluss der Bodencultur auf die Wasserabflussmengen der Flüsse und Ströme.

I. Die Niederschlags- und Abflussverhältnisse im Donaubecken oberhalb Wien.

Ist schon für kleine Terrainabschnitte die vergleichende Gegenüberstellung meteorologischer Beobachtungsergebnisse und hydrographischer Messungsoperatere eine schwierige, so ist sie auf weitverzweigte Stromgebiete ausgedehnt, besonders complicirt. Während man in dem einen Falle innerhalb gewisser Grenzen wenigstens annähernd zutreffende Resultate erhält, welche den Zusammenhang der Wasserstandshöhen mit der Intensität der Niederschläge darthun, machen bei grösseren Flussgebieten die vielfach compensirend wirkenden Localeinflüsse sehr oft jede zuverlässige Schlussfolgerung schon darum illusorisch, weil die Vertrauenswürdigkeit der auf theoretischem Wege berechneten Niederschlagsmengen nicht bloss von dem bei Ermittlung der Regen- und Schneemengen angewendeten Messungsverfahren allein abhängt, sondern vielmehr von der richtigen Vertheilung der Stationen des Beobachtungsnetzes. Rücksichtlich des Donaubeckens treten aber diese Complicationen in noch potenterer Masse hervor; denn ausserdem, dass die geographische Lage und die orographische Beschaffenheit dieses

Strombeckens eine Reihe extremer Erscheinungen nach sich ziehen, gesellen sich hiezu die kosmischen und mehr noch die tellurischen Einflüsse, welche besonders häufig in der Quellenregion in Action treten, deren Nachweisung aber das ausgedehnteste Beobachtungsnetz erfordern würden.*) Auf einer wie unsicheren Basis aber die ziffermässige Parallelstellung der Relation zwischen Abflussmengen und Niederschlagshöhen ruht, geht aus einer grossen Zahl erhobener Thatsachen hervor. So hat die mit allen wissenschaftlichen Hilfsmitteln ausgestattete hydrometrische Commission der schweizer. Naturforscher seinerzeit bei mehreren Flussgebieten mit ziemlichem Erfolg das Princip der theoretischen Berechnung mit gleichzeitiger Pegelbeobachtung angewendet, jedoch erklärt: dass die Differenz zwischen den theoretischen und praktischen Resultaten ebensogut in den erhobenen Strommessungs-Ergebnissen wie in den benützten Niederschlagshöhen liegen könne, und dass der Unterschied auch durch den Mangel an genügenden meteorologischen Daten sowie durch die ungleiche Auffassung bezüglich der wirklichen Grenzen des verglichenen Wasserstandsstadiums erklärlich sei.

Es können nämlich die theoretisch berechneten Abflussmengen mit Berücksichtigung ihrer Extreme erst dann als richtig oder unrichtig aufgefasst werden, wenn die mit ihnen verglichenen wirklichen Beobachtungen einen solchen Zeitraum hindurch fortgesetzt wurden, dass man annehmen kann, alle möglichen Wasserstände seien während dieser Periode wirklich eingetreten. Da aber bei Geschiebe führenden Flüssen einerseits wegen der Veränderlichkeit des Querprofils andererseits in Folge der Wehr- und Strombauten so viele Störungen eintreten, dass die Ermittlung des absoluten Mittelwasserstandes oft schwierig oder unmöglich wird, somit die Vergleichenungen entwerthen, so hat die Commission allgemein die Uebereinstimmung der Resultate der beiden in ihren Hilfsmethoden bis auf Differenzen von 10—20% als vollkommen befriedigend erkannt.

Auch das aus dem Donaubecken vorliegende Datenmaterial trägt grosse Mängel an sich. Erstens sind bisher zu wenig Beobachtungsstationen in Activität gewesen, und zweitens reichen die Beobachtungsreihen nicht weit genug zurück, um daraus, besonders bei der mannigfaltigen Gestaltung des Reliefs und der grossen Unterschiede der meteorologischen Einflüsse, eine für die Beurtheilung der vorliegenden Frage nothwendige Regenkarte construiren zu können, so dass ein Vergleich der vorhandenen Beobachtungen den Uebelstand nach sich ziehen würde, welcher entstehen muss, wenn bei etwaiger Gruppierung verlässliche und zweifelhafte Gruppen gegenüberstünden.

Um jedoch trotz dieser Sachlage das Möglichste zur Klarstellung der Wechselbeziehung zwischen Niederschlags- und Abflussmengen beizutragen, hat das Comité auf Grund des vorhandenen Datenmaterials versucht, diese Gegenüberstellung für die Donau oberhalb Wien für die Zeit vom Jahre 1849 bis 1873 durchzuführen und auf Tafel 17, Fig. 3, 4 und 5 graphisch darzustellen, woraus entnommen werden kann:

1. Die Regenmengen sind in den letzten 25 Jahren in constanter Zunahme begriffen, die Curve der jährlichen Regenmengen und die der Wex'schen Wasserstände verfolgt in der Periode von 1849—1873 generell den gleichen Gang. Mit wenigen Ausnahmen charakterisiren nasse Jahre hohe, und trockene tiefe Wasserstände.
2. Die Niederwasser-Curve von Wex verläuft, wie jene der trockenen Jahre, jedoch mit der beachtenswerthen Eigenthümlichkeit, dass sie nach einer Reihe von Jahren noch

*) Europa liegt nämlich theilweise im Gebiete der südwestlichen Luftströmungen, in der Region des siegreichen Kampfes des rücklaufenden und herabkommenden Nordost-Passats mit den Nordpolar-Strömen; die Alpen bilden daher einen Condensator im grossartigen Maassstabe. Diese gewaltige Mauer zwingt die Wasserdämpfe zur Condensation in Form von mächtigen Regengüssen oder zur Aufspeicherung ausgedehnter Eis- und Schneelager, welche die Alpenströme reichlich speisen.

immer sinkt, während die Regenmengen bereits zuzunehmen beginnen. So führten beispielsweise die regenarmen Jahre 1862—1867 den niedrigen Wasserstand des Jahres 1868 herbei, obwohl die Regenmenge in diesem Jahre bereits zugenommen hatte. Der Erklärungsgrund für diese Erscheinung dürfte wohl in der grossen Erschöpfung der unterirdischen Quellenbecken zu suchen sein. Die nach längerer Dürre auftretenden Regen werden von oberen Erdschichten begierig absorbiert und tragen wenig oder gar nichts zur Speisung der ober- und unterirdischen Wasserläufe bei. Das weitere Fallen des Niederwassers erscheint demnach als Nachwirkung längerer regenarmer Perioden. Im Jahre 1865 fällt der tiefste Wasserstand und Regenmangel zusammen.

3. Trotz dieser annähernden Uebereinstimmung der Regen mit den Abflusscurven ergeben die zu 5jährigen Gruppen vereinigten Mittelwasserstände dennoch keine Analogie mit der beobachteten Regenergiebigkeit. Die Pegelstände-Ablesungen der Mittelwasserstände nämlich zeigen bei zunehmenden Regenmengen eine beachtenswerthe Abnahme.

Diese Erscheinung kann wieder nur durch die jahreszeitliche Vertheilung der Niederschläge erklärt werden. Fielen die Regenmengen während der Sommermonate, in welchen die Vegetation ihren Lebensprocess durchgemacht, so üben sie auf den Wasserstand der Flüsse keinen merklichen Einfluss. In dieser Jahreszeit werden nämlich die Flüsse hauptsächlich von Quellen gespeist, deren Reichhaltigkeit jedoch hauptsächlich von der während des Winters gefallenen Niederschlagsmenge abhängt. Uebrigens zeigt auch diese Erscheinung Ausnahmen. Fällt nämlich in der kalten Jahreszeit mehr Regen als der Boden, des Frostes wegen, aufnehmen kann, so fliesst der Ueberschuss ab und ist für die Quellen verloren, während die Regen der warmen Jahreszeit, wie schon früher bemerkt, zur Speisung der unterirdischen Quellenreservoirs gar nichts oder nur wenig beitragen. Sie durchfeuchten meist nur den Boden, aus dem das Wasser theils durch die Wurzeln der Pflanzen aufgesogen und theils durch Verdunstung in die Atmosphäre zurückgelangt. Es können daher auch regenreiche Jahre je nach der jahreszeitlichen Vertheilung der Niederschläge, oder je nach dem veränderten Zustande, in welchem die Erdoberfläche zur Regenszeit sich befindet, niedrige Wasserstände aufweisen, wenigstens können auf schneereiche Winter niedrige Pegelstände folgen.

Da die Bodenarten verschiedene Durchlässigkeit haben und das Regenwasser an manchen Stellen oft sehr rasch in die natürlichen unterirdischen Abflussspalten gelangt, die Quellen demnach anschwellen macht, so darf man die Hochwässer nicht immer als das ausschliessliche Resultat des an der Oberfläche abfliessenden Wassers betrachten. — Sehr häufig entstehen Sommerhochwässer blos aus localen Ursachen, während die Hochwässer des Frühjahres ihr Entstehen dem, als Schnee angesammelten, Niederschlag des Winters verdanken.

Diesbezüglich liefert die kritische Untersuchung der von Hofrath v. Wex während einer Reihe von Jahren für die einzelnen Monate berechneten Mittelwerthe der Wasserstände bei Wien (Fig. 3) und die vom Director der meteorol. Centralanstalt Dr. J. Hann für dieses Gebiet berechneten durchschnittlichen Regenmengen (Fig. 4), nicht nur interessante Aufschlüsse über den inneren Zusammenhang der Daten, sondern lässt auch die durch den Abfluss der Alpen-gewässer beeinflusste Natur der Donau erkennen. Die Bewegung dieser beiden Curven erfolgt in einer Weise, welche darthut, dass die verticalen Bewegungen des Wasserspiegels bei Wien durch Zu- und Abnahme der Schnee- und Eismassen des Hochgebirges bedingt sind. Die niedrigsten Wasserstände fallen in die Wintermonate, in denen der Abfluss aus dem Hochgebirge sein Minimum erreicht und die atmosphärischen Niederschläge ausser Rechnung kommen. Diese spielen jedoch bereits im April eine Rolle, indem sich hierzu die aus dem Hügellande und den Vorbergen her-rührenden Schneeabgänge gesellen. Die Wasserstands-Curve steigt in dem Maasse stetig an, als die Schneeschmelze in höhere Gebirgsregionen vorschreitet, und erreicht ihre Culmination im Juni, oder eigentlich an der Grenze der Monate Juni und Juli. Bleibt auch noch im August auf ziemlicher Höhe, von wo sie sich rasch nach abwärts senkt, um dann auf den beharrlichen Winterwasserständen zu bleiben. Die Regen-curve erreicht

indess erst im Juli und August den höchsten Stand und fällt von dort successive, bis sie im Februar den tiefsten Stand erreicht.

Die Curve der täglichen Wasserstände der Donau zeigt im Einklange mit diesen Vorgängen im Laufe des Jahres zwei grosse Culminationspunkte, die bei Wien durch fast regelmässig eintretende Hochwasser gekennzeichnet werden, welche nur in den Temperaturverhältnissen, nicht aber in den gleichzeitigen Regenmengen des Donaubekens ihren Ursprung haben; ein Umstand, der jeden Vergleich der genannten Curven illusorisch macht und jede daraus gezogene Folgerung als unzulässig erscheinen lässt.

Interessant ist andererseits der Vergleich der Fluthwellen verschiedener Alpenströme, deren Curven in der Richtung nach strom-abwärts wieder von ganz anderen Einflüssen als der Schneeschmelze beeinflusst werden. So z. B. verflacht sich die Fluthwelle der Donau nicht wie jene des Rheines (die in einer gewissen Distanz stromabwärts gänzlich verschwindet), sondern ihre Cluminationspunkte wiederholen sich nach Maassgabe der Zuflüsse, welche die Donau auf ihrem langen Wege aus den verschiedenen Compassrichtungen aufzunehmen hat. Hierbei spielen die hydrologischen Verhältnisse der tributären Nebenflüsse eine bedeutende Rolle, welche noch ausserdem durch die geologische Beschaffenheit des Donaubettes selbst beträchtlich erhöht wird.

Diese Ursachen bewirken z. B., dass bei Orsova die Wasserstände im Monate Februar und März wohl höher als im Juli und August ansteigen, dass aber das jährliche Maximum des Wasserstandes nicht — wie in dem oberen Stromlaufe — im Februar und März, sondern in die Monate April und Mai fällt. Hiedurch erhält die Wassercurve der Donau, auch ohne Rücksicht auf meteorologische Vorgänge, eine ganz andere Form als die des Rheines, wenn auch die Regenmengen in beiden Gebieten die gleichen gewesen sein mögen. Es wäre demnach ebenso gewagt, aus dem Verlauf der Fluthwellencurve eine Uebereinstimmung mit der Regencurve deduciren oder gar auf eine Zu- oder Abnahme der Abflussmengen schliessen zu wollen, ohne vorher die örtlichen Einflüsse in's Auge gefasst zu haben.

Diese ganz allgemein gehaltene Darstellung lässt schon auf den ersten Blick die Schwierigkeiten erkennen, die überwunden werden müssten, um die Wechselwirkung der Niederschläge auf das richtige Maass zurückzuführen. Wenn es auch ausser Zweifel steht, dass man mit einem Aufwand von ausserordentlichen Leistungen ein wenigstens annähernd richtiges Resultat erzielen kann, so muss nichts destoweniger eingestanden werden, dass bis heute weder Beobachtungen noch Messungen vorliegen, aus denen ein befriedigender Schluss gezogen werden könnte.

II. Einfluss der Gletscher auf die Wasserstände der Flüsse.

Da in der Wex'schen Abhandlung des Einflusses der Gletscher auf die Abnahme der Wassermengen in den Flüssen erwähnt wird, so durfte das hydrotechnische Comité diesen wichtigen Factor nicht übergehen. Es hat darum auch diesem Gegenstande seine besondere Aufmerksamkeit zugewendet, und wenn auch aus den gewonnenen Resultaten kein positiver Schluss gezogen werden kann, so reichen sie immerhin aus, um etwas mehr Klarheit in die Discussion zu bringen und den Einfluss der Gletscher gleichfalls auf das richtige Maass zurückzuführen.

Die in Verfolgung dieses Zweckes angestellten Studien haben vor Allem zu der beklagenswerthen Thatsache geführt, dass wir in unserer Heimat rücksichtlich der Kenntnisse des Gletscherwesens ebenso im Argen liegen wie in der Kenntniss der Flussverhältnisse überhaupt und haben erkennen lassen, dass die Kraft Einzelner unmöglich ausreichen könne, diese beträchtliche Lücke im Bereiche unserer Alpenkunde und der Hydrographie des Landes auszufüllen.

Obzwar es weder dem Naturforscher noch dem Hydrotekten unbekannt ist, dass die Gletscher zu jenen Naturproducten gehören, die nichts weniger als endgiltig erkannt sind — sowie überhaupt, das Gesetz der Eisbildung aus dem Firn der Hochregion und die Geschwindigkeit der unablässigen, langsamen Bewegung des Eises von oben nach unten, eine noch ziemlich offene naturwissenschaftliche Frage bildet — so muss es doch überraschen, dass gerade bezüglich der in den heimatlichen Bergen bestehenden Gletscher die wenigsten Beobachtungen und gar keine wissenschaftlichen Messungen vorgenommen wurden.

Es kann darum nicht genug anerkannt werden, wenn französische und englische Naturforscher im Interesse der Wissenschaft die Eisfelder der Schweizer Hochalpen zu Studienobjecten wählten, dieselben jahrelang, sogar zur Winterszeit, mit eigener Lebensgefahr beobachteten, blos um Erfahrungen zu sammeln. Durch diesen Forschungseifer wurden wir — obwohl direct an diesen Vorgängen betheilt — erst auf unsere bisherige Vernachlässigung des Gegenstandes aufmerksam gemacht. Wenn wir auch zugeben, dass, wegen der ausserordentlichen Vielseitigkeit des Gletscher-Phänomens, eine erspriessliche Förderung dieser Kenntnisse nur von wirklichen, mit den physikalischen Gesetzen vollkommen vertrauten und mit reichlichen Hilfsmitteln ausgestatteten Forschern zu erwarten steht, so gibt es doch eine Menge äusserer Erscheinungen in der Natur der Gletscher, die auch von dem weniger günstig situirten Beobachter hätten zusammengetragen und gleichsam als Prämissen für wichtige Schlussfolgerungen verwendet, indirect zur Erweiterung der Kenntnisse innerer, verborgen wirkender Kräfte hätten dienen können.

Es war darum auch ein viel versprechendes Beginnen als die schweizerische naturforschende Gesellschaft in Gemeinschaft mit dem Schweizer Alpenclub im Jahre 1869 eine eigene Gletschercommission zusammensetzte, welche ihre Thätigkeit der Anlage eines schweizerischen Gletscherbuches und der Publication einer Instruction für Gletscherreisende widmete. Ausserdem wurden Specialuntersuchungen namhafte Unterstützungen zugewendet. Die Gletschercommission überzeugte sich indess bald, dass ein genaues Studium der Gletscher-Erscheinungen wesentlich bedingt sei von zuverlässigen geodätischen Messungen. Sie beschloss darum, den Rhonegletscher als Beobachtungsobject zu empfehlen und von diesem eine genaue topographische Aufnahme machen zu lassen. Das topographische Bureau erbot sich, diese Arbeiten zu besorgen und der Alpenclub votirte den Credit für die Anlagen. Die Ausführung dieser Aufgabe wurde Herrn Ingenieur Gosset übertragen, der sich im Sommer 1874 mit dem nöthigen Personale an Ort und Stelle begab. Nach drei Jahren war — nach dem Ausspruche des Professor Hagenbach in den Verhandlungen der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft — ein Werk geschaffen, das an Gründlichkeit und Grossartigkeit der Ausführung wohl Alles hinter sich liess, was bis dahin auf diesem Gebiete der Topographie geleistet worden war. In, mittelst Messtisch, Nivellirinstrument und dem Distanzmesser im Maassstab von 1:5000 angefertigten Plänen erscheinen Schichtencurven von 5 zu 5 Meter und alle Objecte, welche das Gletscherbild charakterisiren. Ausser dieser topographischen Aufnahme, welche noch durch Photographien ergänzt wurde, geschah auch die für die Wissenschaft besonders wichtige, physikalische Aufnahme. Die Beobachtungsmethode des Herrn Gosset gibt nicht nur genaue numerische Werthe für die Oberflächengeschwindigkeit und Gestaltveränderung im Grossen und Ganzen, sondern sie gestattet auch sichere Schlüsse auf einzelne Erscheinungen, die für die Erklärung der Gletschervorgänge von Wichtigkeit sind.)*

Die allgemeine Gletscherstatistik ist heute noch so arm an verlässlichen Daten, dass man nicht einmal die territoriale Ausdehnung der Eisfelder des europäischen Festlandes kennt. Die geographische Literatur beruft sich noch immer auf die Angaben der Gebrüder Schlagintweit (1846). Nach deren Berechnungen sollen in der Centalkette der Alpen — allwo die Verhältnisse für die Entwicklung der Gletscher besonders günstig sind — 1100 Gletscher bestehen, welche eine mit Schnee und Eis bedeckte Fläche von circa 52 □ Meilen einnehmen. Die Eis- und Schneefläche der Ostalpen in Tirol und Salzburg beträgt beiläufig 30 □ Meilen (1730 □ Km.), wovon auf die Oetzthaler Alpen allein 10.3 □ Meilen (860 □ Km.) entfallen, die aus mehr als 300 grösseren und kleineren Gletschern bestehen, unter denen sich der Vernagtferner durch seine berüchtigt gewordenen Oscillationen besonders auszeichnet. Die Zillerthaler-Ferner, etwa 100 an der Zahl, umfassen eine Gesamtfläche von 3.8 □ Meilen. Die 14 Meilen lange Kette der Hochtauern, die wegen ihrer Massenentwicklung gleichfalls

*) Auch schon vorher hat die Gletscher-Literatur durch die Mitwirkung anerkannter Naturforscher eine ausgiebige Bereicherung erfahren und ragen darin besonders hervor: Charpentier (1841), Agassiz (1840-47), Desor (1844), Forbes (1845 und 1849), Mousson (1854), Dolfuss-Ausset (1863-70), Ramsay (1860), Tyndall (1860) und Andere.

der Gletscherbildung sehr günstig ist, beherbergt 270 Gletscherfelder, die sich auf einem Gebiete von 8-8.5 □ Meilen ausbreiten.

Auf Grund dieser, wenn auch nur annähernd festgestellten Ausdehnung der Gletscherflächen liesse sich der Einfluss der Gletscher auf die angebliche Abnahme der Abflussmengen in unseren Flüssen wohl im Allgemeinen darthun, wenn vorerst erwiesen wäre, ob die Gletscherflächen in unseren Alpen in letzterer Zeit überhaupt zu- oder abgenommen haben.

Die Aussagen der Lokalkundigen, sowie die anderorts vorgenommenen Messungen haben allerdings ergeben, dass viele Gletscher in den letzten 20 Jahren eine rückschreitende Bewegung der unteren Stirnfläche zeigen, allein diese Periode erscheint als zu kurz, um daraus den bestimmten Schluss auf das constante Kleinerwerden der Gletscherfelder zu ziehen. Dieser Periode kann ebensowohl eine solche vorausgegangen sein, in welcher die entgegengesetzte Erscheinung auftrat, ebenso wie kein Grund zum Zweifel vorliegt, dass die Gletscherzungen nach einer Reihe von Jahren nicht wieder in Folge vermehrten Winterschnees weiter nach abwärts rücken könnten.

Graphisch liesse sich eine solche Veränderung wohl aus den Katastral- und Generalstabskarten erweisen, wenn nicht die ersteren sich blos auf die Darstellung der Steuerobjecte erstrecken würden — wozu die Gletscher bekanntlich nicht gezählt werden — und die letzteren gerade den besten Beweis dafür liefern, dass zwischen den älteren und neueren Aufnahmen sehr grelle Differenzen existiren und demnach keinerlei berechnete Schlussfolgerung zulassen. So erscheinen auf der älteren Aufnahme des Monte Camin colossale Eis- und Schneefelder, während die neuere nur zwei kleine Eisfelder von kaum 1/20 der ursprünglichen Ausdehnung darstellt. Ähnliche Resultate ergeben die topographischen Aufnahmen am Terglou und an vielen anderen Orten, welche für die Abnahme der Gletscher sprechen würden, wenn nicht in den älteren Aufnahmen zuweilen ganze Thäler, die in der neuere ausgedrückt sind, fehlen würden. Diese Umstände lassen es gerathen erscheinen, an die Sorgfalt, mit welcher diese Karten vor 100 Jahren angefertigt wurden, keinen allzu strengen Massstab anzulegen. Jedenfalls wird man auf die Benützung dieses Materials verzichten müssen.)*

Die Ursachen, welche das Zurückweichen der Gletscher hervorgerufen, dürften ebenfalls in dem Zusammentreffen mehrerer Factoren zu suchen sein, und zwar einerseits in der tiefen Lage der Eismassen, dem verringerten Nachschub vom Hauptgletscherfeld, und andererseits in der relativ hohen Temperatur der nächsten Umgebung im Hochsommer. In letzterer Beziehung trägt zweifelsohne die Entwaldung der Hochgebirge viel zur Erhöhung der Temperatur der in den Thälern eingeschlossenen Luft bei, in Folge dessen die Vegetation mit erstaunlicher Raschheit besonders an den südlichen Abhängen der Alpen von dem Terrain Besitz ergreift, das die Gletscherzungen vorher eingenommen haben. Nicht nur Flechten, Moose und Gräser gedeihen sehr bald, sondern auch Lärchen und Fichten erfreuen sich stellenweise des kräftigsten Daseins auf den zurückgebliebenen Moränen und geben durch die Zahl ihrer Jahresringe wenigstens einen indirecten Anhaltspunkt zur Ermittlung der seinerzeitigen Ausdehnung der Eisfelder. Aus dieser Thatsache könnte auch auf eine absolute Abnahme der Gletscherflächen geschlossen werden.

Es wurde auch vielfach die Meinung geäußert, dass die Entwicklung grösserer Wärmemengen nicht localer Natur sei, also auch nicht durch die Wald-Abstockung herbeigeführt werden kann, sondern dass diese

*) Der k. k. Forstcommissär Suda hat vor Kurzem (Zeitschr. d. deutsch. u. österr. Alpenvereins, Jahrg. 1879) eine Abhandlung über die Gletscher der Adamello-Gruppe veröffentlicht, aus welcher gleichfalls die Thatsache des Eisrückganges, auf fünfzigjährige Erfahrungen gestützt, hervorgeht. — Das auffallendste Rückweichen erfuh der Rhonegletscher. Dieser hat sich seit dem Jahre 1818 um 880 M. zurückgezogen. Dieses Zurückweichen begann jedoch besonders auffallend erst seit dem Jahre 1855, welches die meisten Gletscher der Alpen die Epoche des weitesten Hinaufrückens in unserem Jahrhundert war. In den „Archives des sciences phys. et nat.“ vom Jahre 1877 ist darüber Folgendes zu lesen: „Es wäre vielleicht unklug, jetzt discutiren zu wollen, welches die Ursachen seien, die das anhaltende und lang dauernde Zurückweichen des Rhonegletscher, wie das fast aller Gletscher der Alpen, veranlasst hat. Wir glauben, dass es besser ist, jetzt blos diese rückgängige Bewegung zu constatiren, durch genaue Messungen zu bestimmen und wenn möglich durch Karten klarzustellen, die Untersuchung der Ursache, welche diese Modification in der jetzigen Ausdehnung der Gletscher hervorgerufen hat, aber auf spätere Zeit zu verschieben.“

Erscheinung dem ganzen peninsularen Theil Europa's eigen ist — allein durch die wissenschaftlichen Beobachtungen ist diese Annahme nicht bestätigt worden. Die Temperaturmittel haben im Allgemeinen keine solche Aenderung erfahren, wohl aber sind die Temperatur-Extreme grösser geworden, d. h. wir haben in Europa allmählig eine Art Steppenklima erhalten, welches nur aus localen Einflüssen entstanden sein konnte.

Was immer auch die Grundursache des Zurückweichens der Gletscherflächen sein mag, so scheint ihr Zurückweichen an sich selbst kein Beweis zu sein für die Abnahme der von den Gletschern abfliessenden Wassermengen. Es müsste, wenn der früher durch Jahrtausende angesammelte Schnee jetzt durch höhere Temperaturen zur Schmelze gelangen würde, eher das Entgegengesetzte eintreten. Folgerichtig könnte aus der Zunahme, nicht aber aus der Abnahme der Gletscherflächen auf eine Abnahme der Abflussmengen in den Flüssen geschlossen werden, weil in dem ersteren Falle ein Theil der meteorologischen Niederschläge, in kristallinischer Form in den höheren Regionen zurückgehalten, nicht zum Abfluss gelangen würde; wobei jedoch stets die Jahressumme der Niederschlags- und Abflussmengen in Betracht gezogen erscheint.

Ein Zurückweichen der Gletscherflächen beweist, dass der meteorologische Process des Schneeschmelzens derzeit in höheren Schichten als früher vor sich geht. Die von dem Schweizer hydrom. Comité angestellten Berechnungen haben indess auch jenen Antheil ziffermässig nachgewiesen, den das Gletscherwasser an den Hochwässern hat und ist man zu dem Resultat gelangt, dass dieser

im Rheingebiet	3.7%
„ Aargebiet	5.0%
„ Reussgebiet	5.6%
„ Limmatgebiet	2.6%
und „ Tessingebiet	1.0%

des ganzen Flusswassers ausmacht. Im Rhonethal, dessen Gletscherareale nicht weniger als 13% der ganzen Regengebetsfläche dieses Flusses umfasst, erreicht der Antheil der Gletscherschmelze an den Hochwässern kaum 17%.

Nach anderen Beobachtungen soll ein warmer Sommertag auf die Eisfläche derart abthauend wirken, dass das gelieferte Schmelzwasser der Intensität eines Regens von 20 mm Höhe gleichkommt. Auch hat man berechnet, dass sämtliche Gletscher der Alpen an einem warmen Sommertage 130,000.000 km³ Wasser liefern und den Flüssen zuführen. Die Erdwärme wirkt bekanntlich auf das Abschmelzen des Eises ununterbrochen sowohl im Sommer als im Winter.

Gegenüber eines solchen minimalen Einflusses der Schmelzwässer der Gletscher auf die Hochwässer der Alpenflüsse können die von Wex angeführten Beobachtungen Plantamour's in Genf umsoweniger eine Berücksichtigung verdienen, als sie aus einer 11jährigen Beobachtungsreihe hervorgingen, die im Vergleiche zur vorhergegangenen Periode von 53 Jahren bloss eine Abnahme des Niederschlags von jährlich 0.22 mm nachweisen; wobei bemerkt sein soll, dass wir es daselbst meist mit Schneefällen zu thun haben, deren Messungen noch weniger correct als die des Regenfalles durchgeführt werden können.

Wie dem auch sei, ob die Gletscher in ihrer Ausdehnung in neuerer Zeit abgenommen haben, oder, ob der Einfluss der Schmelzwässer auf die Hochwässer der Alpenflüsse ein grösserer als der angeführte sei, so lässt sich aus den Veränderungen, welche die Gletscher zu erleiden hatten, auf keine an dem Pegel bemerkbare Veränderung in der Alimentirung der Flüsse schliessen. Zumal einerseits ein selbst beträchtlich grösserer Percentsatz der Hochwässer an einem solchen primitiven Maassstabe nicht erkennbar wird und andererseits eine Abnahme der Gletscherflächen, wie schon erwähnt, eher eine Zu- als eine Abnahme der Abflussmenge in den Flüssen nach sich ziehen würde.

III. Einfluss der Bodencultur des Niederschlagsgebietes auf die Wasserabflussmengen der Flüsse und Ströme.

Die dänische Commission hat über die vom Herrn Hofrath R. v. Wex aufgestellten Thesen in einem vom 7. October 1875 datirten Berichte ihre Ansicht dahin ausgesprochen: „dass die Abstockung der

„Wälder eine bedeutende Verminderung der in den Flüssen und insbesondere in den Quellen abfliessenden Gewässer zur Folge habe, dass die fortschreitende Feldcultur sowie die künstliche Bewässerung der bepflanzten Flächen eine weitere Wasserabnahme in den Flüssen und Quellen veranlassen“.

In Frankreich wurde gleichfalls eine Verringerung der Wassermengen im Sommer beobachtet und das Verschwinden einer grossen Menge Quellen constatirt. Die diesfälligen Untersuchungen fallen besonders deshalb ins Gewicht, weil daraus der missliche Umstand abgeleitet werden müsste, dass die fortschreitende Feldcultur (welcher, als der natürlichen Folge der steten Vermehrung der Bevölkerung, nicht leicht Einhalt geboten werden kann) durch ihren eigenen Fortschritt eine Grenzlinie erreichen wird, über welche hinaus sie wegen Mangel an Wasser nicht wird getrieben werden können; und noch lange vorher einen Zustand in unseren Flüssen geschaffen haben wird, wo weder eine Schifffahrt bestehen, noch von einer Ausnützung des Wassers für industrielle Zwecke wird gesprochen werden können.

Wenn nun auch dieser Zeitpunkt erst in weiter Ferne zu liegen scheint, so ist es nichtsdestoweniger erwünscht, an dieser Stelle die bekannt gewordenen Beobachtungen den hier aufgestellten Behauptungen gegenüber zu stellen und aus dem logischen Zusammenhang der Ursachen und Wirkungen das Maass von Wahrscheinlichkeit bestimmen zu können, welche zu einer solchen Schlussfolgerung berechtigen würde.

Die Pflanzenwelt kann in Bezug auf die Verminderung des Flusswassers nur insoferne einen Einfluss üben, indem entweder die Vegetation selbst einen Theil der Regenmenge verbraucht, oder indem sie vermöge des eingetretenen Wechsels in der Art und Beschaffenheit der Gewächse heute mehr als früher den Niederschlag der atmosphärischen Wirkung aussetzt und auf diese Weise eine grössere Verdunstung herbeiführt, als früher durch Gewächse anderer Art herbeigeführt wurde. In beiden dieser Fälle wird weniger von dem Niederschlage in das Flussbett gelangen und die Abflussmengen hätten, wie behauptet wird, durch den Einfluss der Feldcultur abgenommen.

Was nun den Einfluss der Pflanzen auf die Verdunstung betrifft, so haben ältere Messungen ergeben, dass im Jahres-Durchschnitt zwei Drittel des, auf von Vegetation entblössten Boden, gefallenem Niederschlags verdunstet und bloss ein Drittel desselben in die Erde versickert. In der warmen Jahreszeit angestellte Beobachtungen haben für bepflanzte Flächen eine grössere Verdunstung ergeben. Der relativ grössere Einfluss der verschiedenen Pflanzenarten auf die Verdunstung wurde besonders in neuerer Zeit durch die Versuche von Risler, soweit dieselben von ihm durchgeführt werden konnten, festgestellt.

Sehr interessant und wichtig sind seine diesbezüglich in der Schweiz angestellten Vergleiche der Feuchtigkeitsverhältnisse verschiedener bebauter Bodenarten. Er fand durch directe Messungen, dass die geringste Verdunstung auf unbebautem, brachliegendem und kahlem Lande stattfindet, dass dem Walde, ferner dem mit Getreide bebauten Boden und endlich den Wiesen der Reihe nach grössere Verdunstungen zukommen. Die unbebauten Grundstücke geben daher unter sonst gleichen Verhältnissen den grössten Unterschied zwischen der Menge der gefallenem Niederschläge und der Verdunstung, sie sind es daher, welche an unsere Flüsse die grösste Wasserquantität abgeben. Die Verdunstung ist auf bebauten Feldern dreimal so gross gefunden worden, als die im Walde, trotzdem der durch das Laub geschützte Waldboden stets trockener als der von den Feldfrüchten entblösste Ackerboden gefunden wurde; der atmosphärische Einfluss im Walde deshalb ein relativ grösserer gewesen sein musste. Es haben somit die Getreidefelder im Vergleich zu den Wäldern die Eigenschaft, die Wassermenge der Flüsse in grösserem Maasse zu vermindern, u. zw. in einem um so höheren Grade, je intensiver die Cultur betrieben wird.

Ausserordentlich gross ist der Wasserconsum der natürlichen Wiesen, insbesondere dann, wenn die Bewässerung als Ersatz für die ungenügenden Frühjahrs- und Herbstregen in Anspruch genommen wird. Das meiste Wasser aber verbrauchen zu ihrem Lebensprocess die künstlichen Wiesen, die sich nicht bloss mit den ihnen oberirdisch zugeführten Quantitäten begnügen, sondern durch die tiefgehenden Wurzeln ihrer Gräser auch die Wasservorräthe der kalten Jahreszeit erschöpfen.

Fasst man die Ergebnisse dieser Beobachtungen zusammen, so müsste man, um den Wasserreichtum unserer Ströme nicht zu schmälern, sämtliche Culturen beseitigen, und Brachfelder herstellen; aber niemals weder der natürlichen — noch der Kunstweise das Wort reden, was im Interesse der zum Lebensunterhalt der Menschen unentbehrlichen Viehzucht kaum in unseren Absichten gelegen sein kann. Hochwichtig erscheint es im Gegentheil, nicht nur für den Ertrag der Bodencultur als auch für die mehr geregelte Alimentirung unserer Flüsse, dass die Brachfelder vermindert, und dass sie je nach der Beschaffenheit und Neigung des Bodens entweder in Felder, Wälder, Wiesen, eventuell in Hutweiden umgestaltet werden.

Was speciell die Bewaldung von Brachen und besonders die der Berglehnen betrifft, so bietet ein solches Vorgehen unbestreitbar das rationellste Mittel, die fortschreitenden Abschwemmungen des Bodens hintanzuhalten. Die Wälder sind das sicherste und zugleich das ökonomischste Mittel der Befestigung des Erdreiches an solchen Abhängen, an welchen der Rasen sich nicht dauernd zu halten vermag. Ausserdem wächst die volkwirthschaftliche Bedeutung der Wälder in dem Maasse, als der Preis der Mineral-Brennstoffe steigt und die industrielle Verwerthung des Holzes eine grössere wird. Würde sich die Wirkung des Waldes auch noch darauf erstrecken, eine Ausgleichung in der jahreszeitlichen Wassermenge der Bäche in der Weise herbeizuführen, dass dieselbe in den Wintermonaten, wo sie sowohl für die Vegetation als auch für die Schifffahrt in unseren Breitegraden nutzlos ist, vermindert und in den Sommermonaten, wo sie im Interesse der Cultur, der Industrie und des Handels in werthvoller Weise ausgenützt werden kann, vermehrt werden würde, so wäre dies, selbst für den Fall, als die totale jährliche Regenmenge erheblich kleiner als heute wäre, für die Flusswasserstände und die Landwirtschaft ein unberechenbarer Gewinn. Es haben aber vergleichende Abflussmessungen, welche in Frankreich an bewaldeten und unbewaldeten Flussbecken angestellt wurden, das Resultat ergeben, dass der Wechsel der Wasserstände in den Flussgerinnen ohne Unterschied der Culturen im Mai und October stattfinden und dass sowohl in bewaldeten als in unbewaldeten Flussgebieten jener Theil der Niederschläge, welcher die Flüsse alimentirt, ebenso wie bei der Cultur unterworfenen Bodenflächen im Sommer unbedeutend, im Winter aber beträchtlich ist. Ganz dieselben Resultate ergaben die Messungen der unterirdisch abfliessenden Wassermengen, woraus, wie oben schon erwähnt wurde, geschlossen werden kann, dass die Sommerregen keinen Einfluss auf die in den Quellen und Thalwegen abfliessenden Wassermengen ausüben.

Schon Dove stellte den Einfluss des Waldes bezüglich der Menge der jährlichen Niederschläge in Abrede und war der Meinung, dass das aus der Atmosphäre herabfallende Wasser im Grossen durch die unsymmetrische Vertheilung des Festen und Flüssigen auf beiden Erdflächen bedingt werde, gab aber zu, dass der Wald sehr wesentlich

auf die Zeit einwirkt, in welcher die Niederschläge fallen. Er glaubt nämlich: je mehr wir die natürlichen Unterschiede des Bodens durch gleichförmige Bebauung verwischen, desto seltener werden locale Niederschläge etc.

Um die Reihe der in der vorliegenden Frage abgegebenen Aeusserungen zu schliessen, sei noch eines Ausspruches gedacht, der der hervorragende französ. Gelehrte H. Marié Davy im „Annuaire météorologique (1873)“ gemacht hat, der folgendermaassen lautet: „Die Verhältnisse eines Wasserlaufes und die Veränderungen seiner Wassermenge vom Winter zum Sommer hängen weit mehr von der Neigung der Hänge seines Beckens, von der Natur des Untergrundes, der Beschaffenheit der übereinander gelagerten, geologischen Schichten als von der Bedeckung der Oberfläche durch Pflanzen ab. Die Pflanzendecke vermag zwar das an der Oberfläche stattfindende Abfliessen oder das Durchsickern im Innern durch einige Tage zu verzögern und die hohen Wasserstände zu vermindern, allein sie vermag weder die Neigung des Bodens, noch die Natur der darunter liegenden Schichten zu ändern; und woraus immer diese Pflanzendecke bestehen möge, so vermehrt dieselbe immer jenen Antheil des Niederschlages, welcher der Atmosphäre unmittelbar theils durch Verdunstung, theils durch die Transpiration der Pflanzen zurückgegeben wird. Sie vermindert daher im Sommer den Wasservorrath des Bodens und die ersten Herbstregen müssen denselben früher wieder ersetzen, bevor sie der Wassermenge der Quellen und Flüsse zu gute kommen können. Es gibt ferner ein Gesetz, das sich in der wissenschaftlichen Landwirtschaft immer mehr bestätigt und welches darin besteht, dass die Producte, die aus irgend einem Boden gezogen werden, in einem bestimmten Verhältnisse zu der von ihnen in Anspruch genommenen Wassermenge stehen. Je mehr man die Production des Bodens steigert, desto mehr wird man die Wassermenge der fliessenden Gewässer im Sommer vermindern, ohne diese Menge im Winter oder Frühjahr erheblich zu ändern.“

Nachtrag

zu dem Aufsätze „Die Installations-Anlagen am Arlberg-Tunnel“ von k. k. Inspector G. Plate.

Die Lieferung der Compressoren für den Arlberg-Tunnel erfolgte nicht, wie in dem in Heft II der Zeitschrift enthaltenen Aufsatz erwähnt ist, durch die Prager Maschinenbau-Actien-Gesellschaft, sondern durch die Maschinenbau-Actien-Gesellschaft, vormals Breitfeld, Danek & Co. in Prag, ein Irrthum, der in Folge der Aehnlichkeit beider Firmen entstanden ist.

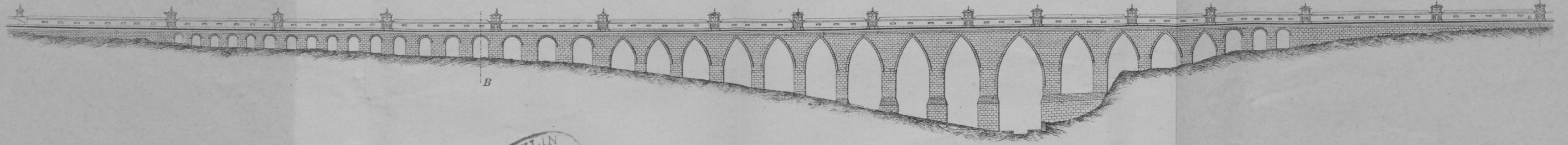
G. Plate.



ANSICHTEN DER BOGENSTELLUNGEN DER LISSABONER-WASSERLEITUNG.

Aquädukt von Alcantara.

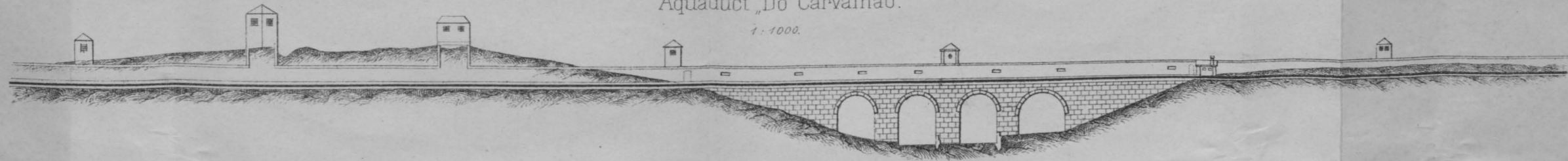
1:2000.



FRANKLIN INSTITUTE LIBRARY.

Aquädukt „Do Carvalhaõ.“

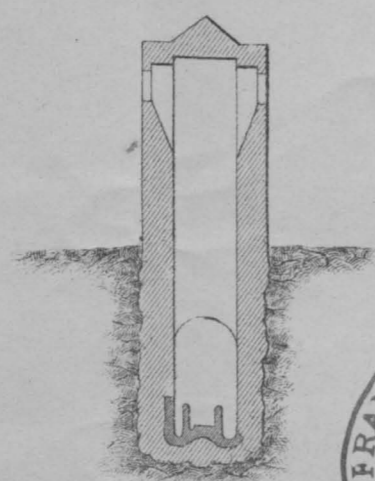
1:1000.



FRANKLIN INSTITUTE LIBRARY.

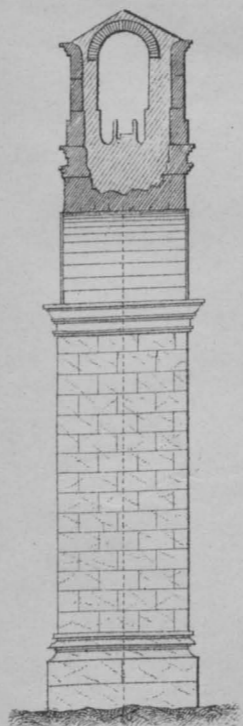
Aquädukt „Das Amoreiras.“

1:1000.

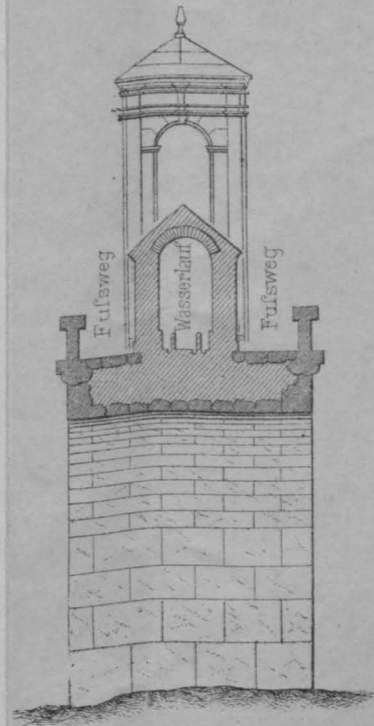


Schnitt nach A.

FRANKLIN INSTITUTE LIBRARY.



Schnitt nach C.



Schnitt nach B.

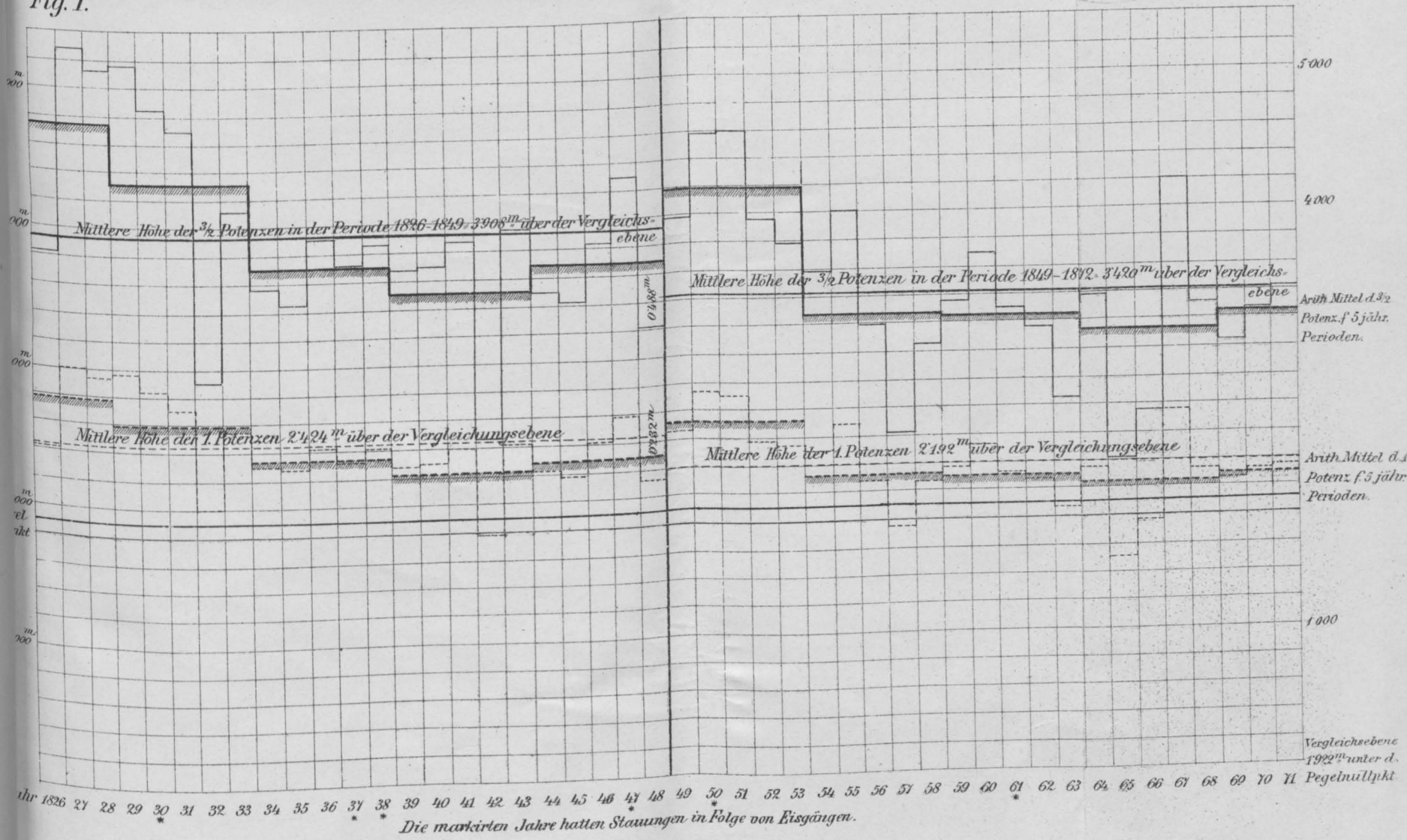
1:1000
0 10 20 30 40 50 60 meß.

1:200
0 1 2 3 4 5 6 7 8 meß.

GRAPHISCHE DARSTELLUNG DER 1. UND 3/2 POTENZEN der Jahresmittel der Pegelstände in der Periode von 1826 bis 1872

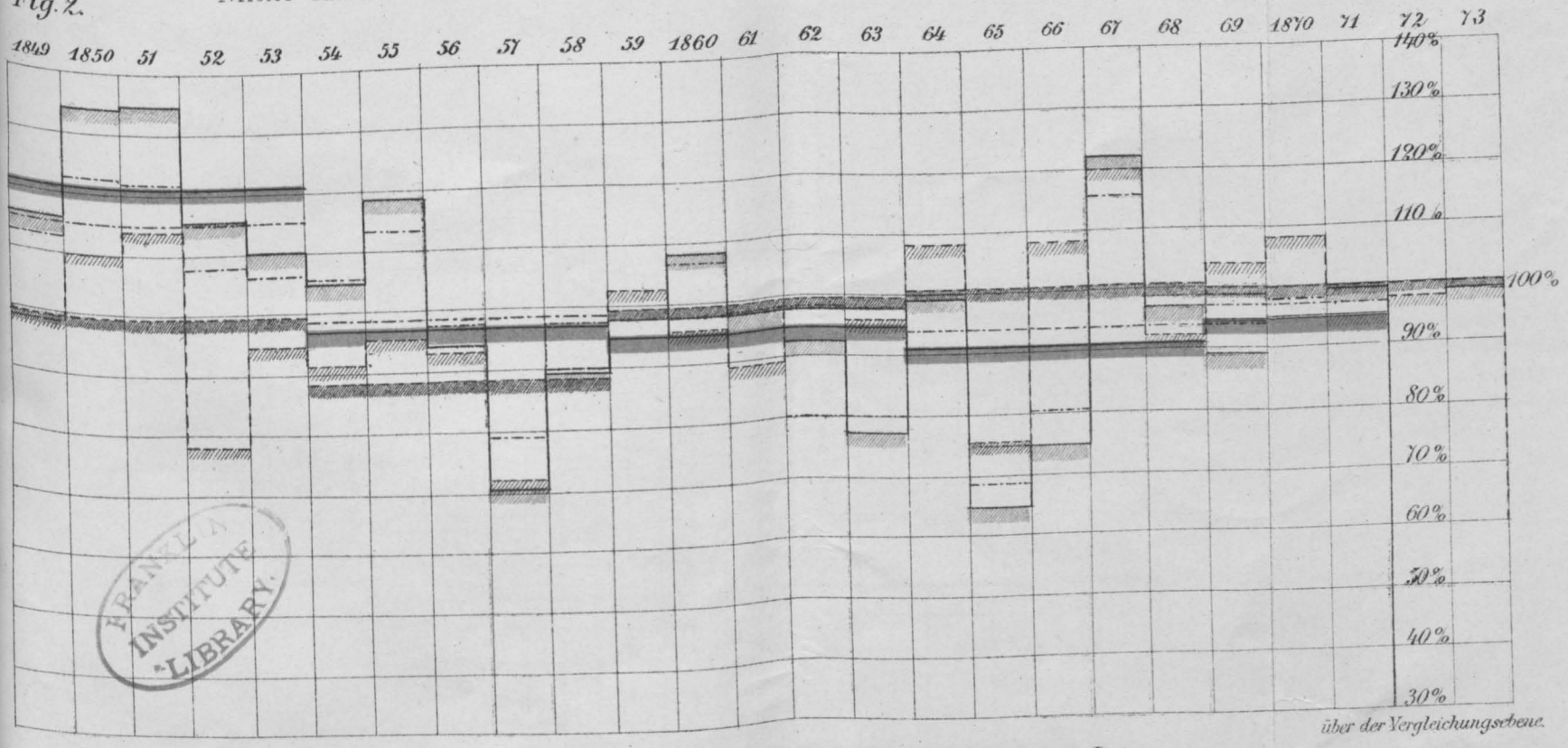


Fig. 1.



GRAPHISCHE DARSTELLUNG DER REGENHÖHEN sowie der 1. und 3/2 Potenzen der Pegelstände plus Constante (1922) und der 5 jährigen Mittel für die Zeit von 1849 bis 1872 ausgedrückt in Prozenten der Periodenmittel.

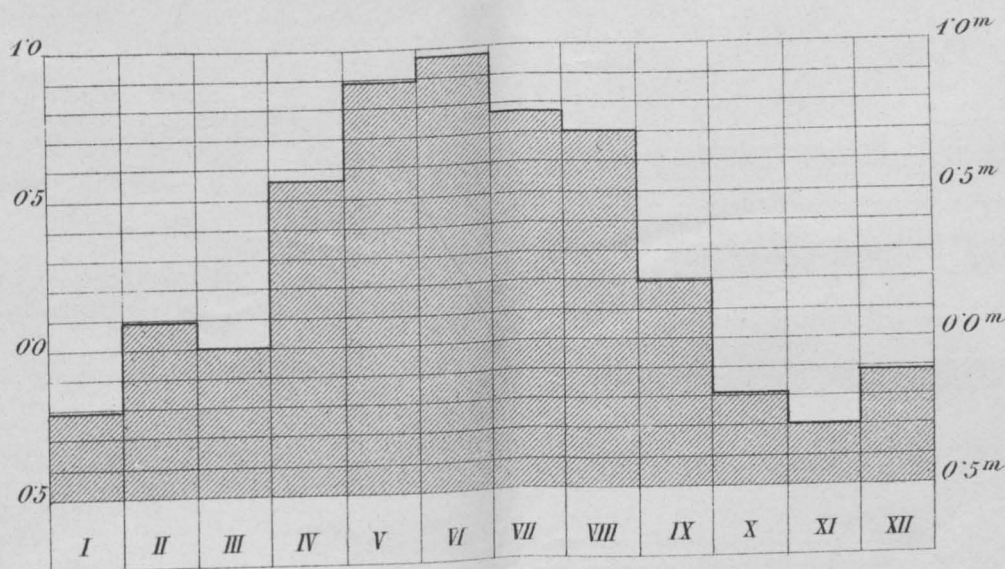
Fig. 2.



Die ersten Potenzen der Pegelstände und ihre Mittel sind durch strichpunktirte Linien
 Die $\frac{3}{2}$ Potenzen der Pegelstände und ihre Mittel sind durch blauen Ton
 Die Regenhöhen und ihre Mittel sind durch Schraffur markirt.
 Die Regensummen der einzelnen Jahre sind in Procenten des Mittels der ganzen Regenbeobachtungsperiode
 d. i. von 1849-1878 ausgedrückt.

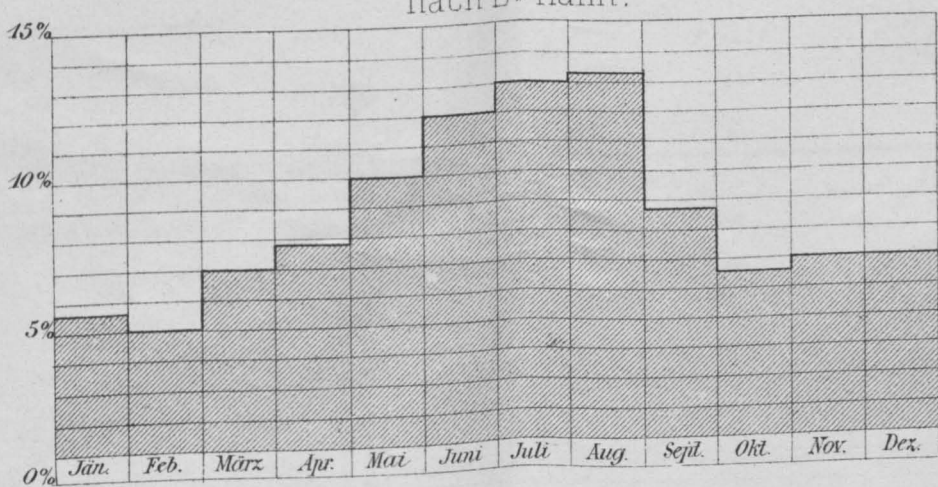
Mittelwerte berechnet aus den Monatswasserständen für die Periode 1849-1872 nach Wex

Fig. 3



Jährliche Regenvertheilung in Prozenten aus der Periode 1849-1878 nach Dr. Hann.

Fig. 4



HOCH-NIEDER-U. MITTELWASSERSTÄNDE DER DONAU BEI WIEN, nebst der Regenvertheilung auf dem nördlichen Abhange der Alpen, in der gleichen Periode von 1849 bis 1878

Fig. 5.

