Graeber, Friedrich.

Die Wasserleitungen von Pergamon / vorläufiger Bericht vonFriedrich Gräber ; mit einem Beitrage von Carl Schuchhardt

Berlin, 1888.

ICLASS Tract Volumes T.31.11

DIE
WASSERLEITUNGEN VON PERGAMON.

VORLÄUFIGER BERICHT

VON

FRIEDRICH GRÄBER.

MIT EINEM BEITRAGE

VON

CARL SCHUCHHARDT.

AUS DEN ABHANDLUNGEN DER KÖNIGL. PREUSS. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN VOM JAHRE 1887.

MIT 2 TAFELN.

BERLIN 1888.

VERLAG DER KÖNIGL. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

WAS

AUS D

DIE
WASSERLEITUNGEN VON PERGAMON.

VORLÄUFIGER BERICHT

VON

FRIEDRICH GRÄBER.

MIT EINEM BEITRAGE

VON

CARL SCHUCHHARDT.

AUS DEN ABHANDLUNGEN DER KÖNIGL. PREUSS. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
ZU BERLIN VOM JAHRE 1887.

MIT 2 TAFELN.

BERLIN 1888.

VERLAG DER KÖNIGL. AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN.

IN COMMISSION BEI GEORG REIMER.

Vorgelegt in der Gesammtsitzung am 10. Februar 1887
[Sitzungsberichte St. VIII. S. 97].
Zum Druck eingereicht am 28. November 1887, ausgegeben am 3. Februar 1888.

Es ist wiederholt bei Schilderung der pergamenischen Ausgrabungsarbeiten hervorgehoben worden, dafs die Untersuchung, welche Anfangs auf ein einzelnes Monument gerichtet war, sehr bald auf das Ganze der antiken Stadt sich erweiterte.

Im Herbst 1885 war Herr Schöne, welcher als Generaldirector der Königl. Museen an der Leitung der dortigen Arbeiten fortwährend betheiligt gewesen ist, in Pergamon anwesend. Er war es, der damals die Aufmerksamkeit darauf lenkte, wie wichtig es sein würde, auch davon sich eine Vorstellung zu schaffen, auf welche Weise im Alterthum die Versorgung der Stadt mit Wasser bewirkt worden sei. Von besonderer Wichtigkeit erschien diese Frage für die Königszeit, als die befestigte Ansiedlung sich auf den Berg beschränkte und besonders wichtige Hauptpunkte derselben, wie der Markt, das Theater und die königlichen Wohnungen, grade die höchsten Theile des Stadtbergs einnahmen. Sollte man damals an solchen Stellen wirklich sich begnügt haben, nur hereingetragenes oder aus den zahlreich vorhandenen Cisternen entnommenes Wasser zu gebrauchen? Gewifs war anzunehmen, dafs man in Pergamon unter den Attaliden zur Zeit eines hoch entwickelten Luxus und reichlich zur Verfügung stehender Mittel Alles in Bewegung setzte, was die entwickelte Technik der hellenistischen Zeit zu leisten im Stande war, um eine bessere Art der Wasserversorgung herbeizuführen. Es war mehr als eine Frage der Stadttopographie, es war eine Frage nach dem Culturzustande der damaligen Zeit, welche hiermit aufgeworfen war.

Überzeugt von der Richtigkeit einer solchen Fragestellung folgte ich dieser Anregung und beantragte bei der Königl. Akademie die Ausführung einer eigenen Untersuchung der Wasserleitungen von Pergamon, und zwar um im Besonderen, wenn möglich, zu erkennen, wie hoch zur Königszeit das Wasser in die Stadt den Berg hinauf geführt worden sei. Eine gleichartige Untersuchung hatte auf Anregung des Herrn Hagen die Akademie früher der Wasserleitung bei Alatri durch Herrn Bassel zugewendet[1]).

Die philosophisch-historische Klasse gewährte die Mittel und mit gnädigster Genehmigung seines erlauchten Herrn übernahm es Herr Gräber, gräflich Stolberg-Stolberg'scher Baurath, welcher früher eine verwandte Aufgabe bei den Ausgrabungen von Olympia gelöst hatte, die Untersuchung zu führen. An Ort und Stelle standen ihm dazu sechs Wochen, im September und October 1886, zur Verfügung.

Herr Gräber traf am 4. September in Pergamon ein. Im Vereine der seit Jahren dort thätigen Mitarbeiter, zumal der Herren Humann und Bohn, wurde ihm jederlei Unterstützung zu Theil. Die bereits gewonnenen topographischen Ergebnisse und die ihrem Abschlusse nahe geführten kartographischen Aufzeichnungen boten werthvolle Anhaltspunkte für die in kurz bemessener Zeit nunmehr auszuführende Untersuchung. Ohne diese Grundlage, das wünscht Herr Gräber selbst auszusprechen, würde er nicht zur raschen und glücklichen Beantwortung der gestellten Hauptfrage haben gelangen können; auch Herr Dörpfeld, der grade in Pergamon anwesend war, hat Herrn Gräber in dankenswerthester Weise persönlich unterstützt. Wie aufserdem Herrn Gräber's Ergebnisse durch die Bemühungen eines anderen Mitarbeiters in Pergamon, des Herrn Schuchhardt, noch eine äufserst willkommene Ergänzung fanden, wird im Folgenden zu berichten sein.

Die genaue Ausführung des Inhalts dieser vorläufigen Mittheilung bleibt für den ersten Band der „Alterthümer von Pergamon" vorbehalten.

Conze.

---

[1]) Zeitschrift für Bauwesen 1880, S. 337. Centralblatt der Bauverwaltung 1881, S. 121; 1882 S. 410. 436. C. I. L. X, 5807.

Überblickt man die Umgegend von Pergamon, so kann in griechischer Zeit, als die Stadt nur den Berg einnahm, für die Zuführung von Quellwasser in ihren Mauerring nur das Gebiet nördlich vom Kaïkosthale in Betracht gekommen sein und zwar, aufser den Flüssen Selinus und Ketios selbst, in erster Linie die Berge zwischen ihnen. Für die römische Zeit dagegen, als die Stadt auch in die Thalebene und namentlich weit auf das andre Selinusufer sich erstreckte, konnte auch das Gebirge westlich vom Selinus, der Geïklidagh, als Quellgebiet benutzt werden und ebensowohl die Gebirge auf der Ostseite des Ketios. Wir bekommen einen hohen Begriff von der Bedeutung der alten Stadt und dem Gewicht, welches man auf deren Versorgung mit Wasser legte, wenn wir an den vorhandenen Überresten wahrnehmen, dafs man nach und nach alle Wasseradern, welche im Umkreise von mehreren Meilen zu gewinnen waren, gesammelt und der Stadt zugeführt hat.

Wird nun auch die Feststellung aller dieser Leitungen für ein umfassendes topographisches Studium von Wichtigkeit sein, so hatte doch die Frage das gröfste Interesse, wie weit es in der Königszeit möglich gewesen sei, die damalige Stadt auf dem Berge durch Leitungen mit Quellwasser zu versorgen.

Der Stadtberg hängt mit den nordwärts von ihm gelegenen Gebirgen nur durch eine Einsattlung zusammen, deren tiefster Punkt 158^{m} unter der obersten Spitze des Stadtberges liegt. Dafs über diesen Sattel hin, welcher sich noch etwa 120^{m} über der Thalsohle erhebt, Zuleitung von Wasser stattfand, zeigen dem Besucher auf den ersten Blick die ansehnlichen Ruinen von Aquäducten, welche die beiden Einsenkungen des Sattels übersetzen. Der dem Stadtberge nächst gelegene Aquäduct ist bis auf einen Bogen zerstört, aber man kann an den Pfeilerresten seine ganze

Ausdehnung leicht erkennen; in der zweiten weiter nach Norden hin gelegenen Einsenkung stehen dagegen bis auf zwei, die umgestürzt sind, noch sämmtliche Bogen des Aquäducts; sie erstrecken sich auf eine Länge von etwa 300 Meter.

Die zunächst jenseit der Einsattlung gelegenen Berge, deren erste Höhe man nach einer hinter ihr befindlichen Kirche des Hagios Georgios benennen kann, sind allerdings noch wenig geeignet zur Sammlung von Quellen und zur Anlage von Leitungen und Kanälen; denn der Zwischenraum zwischen den beiden nahezu parallel verlaufenden Flufsthälern des Ketios und Selinus ist gering, die Berge fallen zudem nach beiden Seiten von einem scharfen Grat welcher die Wasserscheide bildet, steil ab, und nirgends findet sich Flächenbildung für ein natürliches Wasserreservoir. Dadurch, dafs die seitlichen Verzweigungen des Gebirges mannigfache Schluchten bilden, wird zwar die Bildung von Quellen befördert; sie können aber nicht sehr nachhaltig sein. Abgesehen also von der Schwierigkeit sie einzeln zu fassen und sodann zu vereinigen, hätte es der Sammlung einer sehr grofsen Anzahl derselben bedurft, um für eine Stadtbewässerung hinreichendes Wasser zu erhalten.

Nun ist es aber gelungen festzustellen, dafs man nicht nur durch Kanäle am Fufse der Berge entlang das Wasser aus dem oberen Selinusthale bei Kapukaya her und aus dem oberen Ketiosthale in die Stadt zu bringen im Stande war, sondern dafs sogar Leitungen in deutlichen Überresten zu verfolgen sind, welche Wasser in beständigem Falle von den Höhen des Madarasberges, der in der Luftlinie nahezu 30 Kilometer entfernt ist, nach Pergamon brachten. Es war dieses nur mit grofsem Aufwande möglich; für die dreifache Leitung vom Madarasberge her werden etwa 180000 laufende Meter Thonröhren erforderlich gewesen sein. Aber Wasser stand auf diese Weise in reichlichem Maafse zur Verfügung.

Um es über die Einsattlung zum Stadtberge zu bringen dienten die über Bogenstellungen geführten Aquäducte, deren bereits Erwähnung gethan ist. Ich habe nicht unterlassen das System ihrer Anlage festzustellen, aber sie stammen, wie die ganze Bautechnik zeigt, erst aus römischer Zeit. Auf die Reste einer älteren Leitung und damit auf das, was zu ergründen ich während der mir zur Verfügung stehenden Zeit für die Hauptaufgabe halten mufste, führte eine andere Spur.

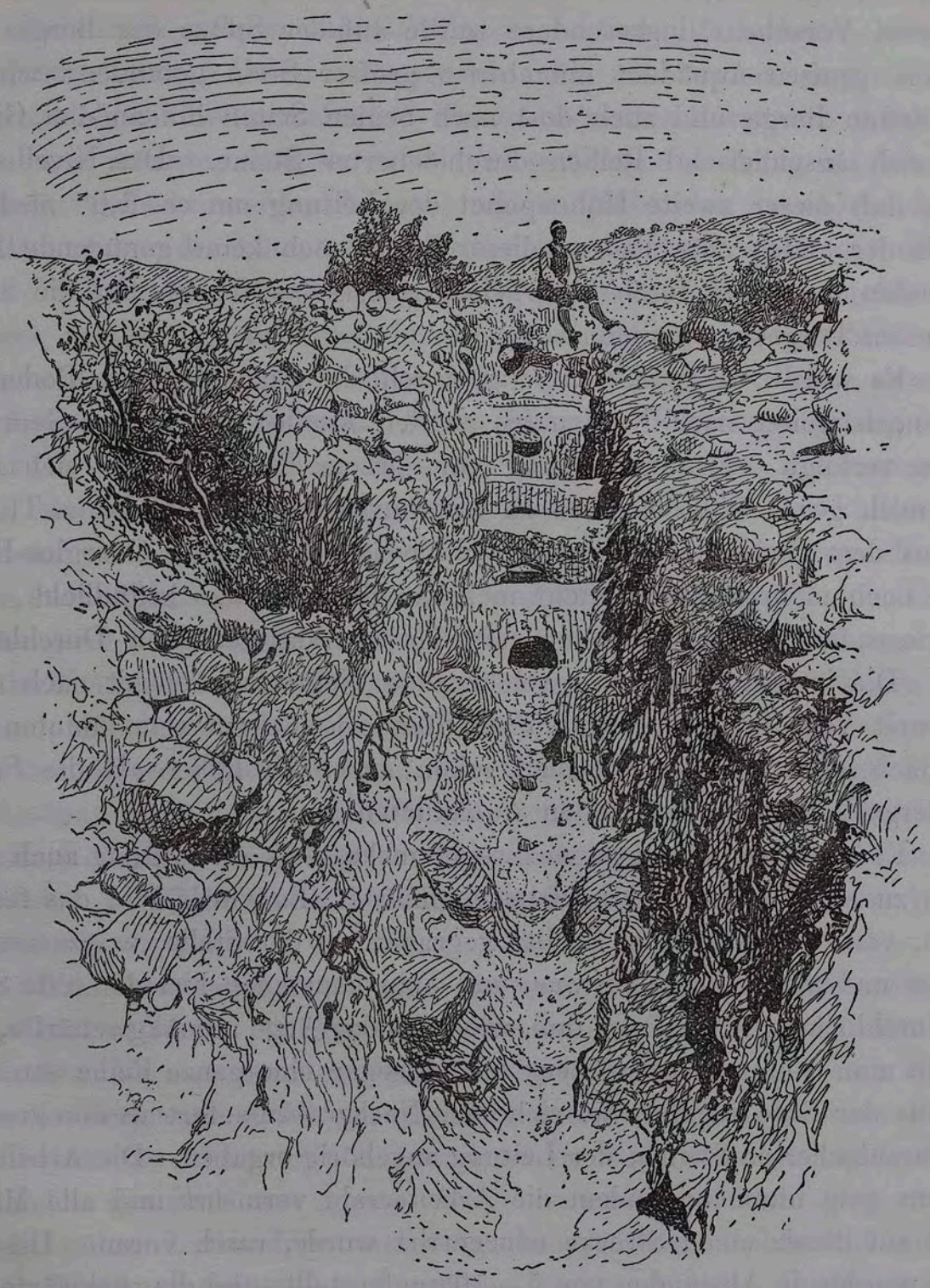
Auf der Spitze des Berges zwischen der ersten und zweiten Einsattlung (vergl. die Situationsskizze und das Nivellement auf Taf. I) war schon früher ein grofser Stein, von fast 1,5 : 2,0^{m} Seite, freigelegt, welcher in der Mitte und in der Richtung von Norden nach Süden eine Durchbohrung von ca. 30^{cm} Durchmesser zeigte. Von diesem Stein ausgehend konnte man ferner auf beiden Seiten des Berges deutlich zwei grofse, schlitzartige Bodensenkungen wahrnehmen, welche augenscheinlich nicht aus einer natürlichen Bergform zu erklären waren. Und da ganz entsprechend auf der südlichen Seite des zweiten Berges hinter der zweiten Einsattlung und ebenfalls anscheinend am Stadtberge selbst in der Verlängerung des kleinen Aquäducts ähnliche Einschnitte bemerkbar waren, so lag der Gedanke nahe, dafs durch diese Schlitze, wie wir sie nennen wollen, die Lage einer unterirdischen Wasserleitung bezeichnet werden könnte, und dafs das Loch in dem zu Tage liegenden Steine auf dem ersten Berge den Durchmesser einer Blei- oder Thonrohrleitung angäbe. In die Augen fallend war, dafs die Schlitze in keinem Zusammenhange mit den Aquäducten zu stehen schienen, da in der zweiten Einsattlung beide, Schlitz und Aquäduct, noch eine Strecke weit nebeneinander sichtbar waren. Und doch wurde man wieder versucht beide Linien mit einander in Verbindung zu bringen, als auf den Feldern unmittelbar an dem grofsen zweiten Aquäduct eine Anzahl grofser Quadersteine mit einer ähnlichen Durchbohrung wie bei jenem grofsen Stein, nur mit geringerem Durchmesser der Durchbohrung gefunden wurde, und als auch auf halber Höhe des Berges Reste einer Thonrohrleitung sich zeigten, welche anscheinend die Leitung in dem Schlitz mit dem Aquäduct verband.

Um Gewifsheit zu schaffen, wurde alsbald nach den ersten vorläufigen Besichtigungen der Spaten angesetzt und zwar an 8—10 Stellen in den Schlitzen am Stadtberge sowohl wie an den beiden Seiten des ersten Berges, indem Quergräben durch die Schlitze gezogen wurden. Die Bemühung war zunächst erfolglos; man stiefs sehr bald auf den gewachsenen Boden und weder Thonscherben, noch Blei, noch bearbeitete Steine kamen zu Tage. Da aber die Schlitze zum Theil 2—4^{m} tief und 10—15^{m} breit waren, so konnte man annehmen, dafs in denselben zwar eine Wasserleitung gelegen habe, dafs dieselbe aber herausgenommen sei und die Regengüsse der Jahrhunderte allmählich die ursprünglich kleine Rinne

zu dem jetzigen tiefen und breiten Schlitz erweitert hätten. Dann wäre freilich bei weiterem Graben gar nichts mehr zu erwarten gewesen.

Der gröſsere Theil der Arbeiter wurde jetzt am groſsen Aquäduct angestellt, um an den beiden Enden desselben den Abschluſs zu ermitteln, da an diesen Stellen namentlich über die Querschnitte der Kanäle und deren weiteren Verlauf Aufschluſs zu erhalten sein muſste. Nur eine kleine Abtheilung blieb auf der Spitze des ersten Berges bei dem groſsen Lochstein um dort noch einen gröſseren Graben in der Längsrichtung des Schlitzes aufzuwerfen. Denn die Schlitze erweiterten sich der Breite und Tiefe nach ersichtlich den Berg hinunter, und es lieſsen sich oben auf der Bergkuppe, wo die Auswaschung noch gering war, am ersten etwa erhaltene Überreste der Leitung erhoffen.

Die Erwartung täuschte dieses Mal nicht. Bald kam eine groſse Reihe von durchlöcherten Steinen zum Vorschein, in Plattenform von ca. 1,20—1,50^{m} Länge, 60—70^{cm} Breite und 20—25^{cm} Dicke, die annähernd in Abständen von 1,20^{m} aufrecht standen und alle die groſsen Durchbohrungen von 30^{cm} Durchmesser zeigten. Zwischen den Steinen fanden sich noch hier und da flachgelegte Trachytplatten, deren Oberkante ungefähr mit der Unterkante des Loches in den aufrecht stehenden Steinen abschnitt. Die nebenstehende Abbildung zeigt den Zustand nach der Ausgrabung am südlichen Abhange des obenerwähnten Berges. Daſs man es hier mit den Resten einer Wasserleitung zu thun habe, war sofort klar, weniger deutlich aber deren eigenartige Construction. Doch blieb bei Prüfung aller Umstände nur die Annahme übrig, daſs man es mit einer Metalleitung zu thun habe; denn bei einer Thonrohr- oder gemauerten Leitung hätten nothwendiger Weise selbst nach einer absichtlichen oder unabsichtlichen Zerstörung Reste von Steinen, Mörtel und Thonscherben zurückbleiben müssen, wie solche auch längs des groſsen Aquäducts in unzähligen Stücken vorhanden waren. Aber im Verlaufe des Schlitzes wurde auſser den erwähnten groſsen Quadersteinen nichts weiter gefunden. Die Steine selbst waren nicht mehr alle unversehrt; an den meisten war das Loch nach oben hin durchgeschlagen, zweifellos als die Leitung zerstört wurde um das werthvolle Material herauszunehmen.



Nachdem die ersten Steine gefunden waren, kamen bei fortgesetzten Versuchsgrabungen auch an anderen Stellen gleiche Reste der Leitung zum Vorschein, insbesondere wurde auf der Spitze des Berges hinter dem grofsen Aquäduct ein ebenso grofser Stein gefunden, wie auf dem ersten Berge und auch dort nach beiden Seiten hin an den Gipfelstein sich anschliefsend Reihen durchlöcherter Steine. Das Nivellement ergab, dafs dieser zweite Höhenpunct der Leitung um ca. 1,0^{m} niedriger lag als der erste, dafs also an dieser Stelle noch keine genügende Höhe vorhanden war, um durch natürlichen Druck das Wasser auf die Spitze des ersten Berges zu bringen.

Es wurde daher die Leitung durch die nächstfolgende Bodensenkung noch weiter nach Norden bis an den Anstieg des Hagios-Georgios-Berges verfolgt. In der Senkung vor diesem Berge fanden sich dann auch noch gegen 20 Lochsteine an ihrer ursprünglichen Stelle, z. Th. sogar aus dem Boden hervorragend, und weiter am Hagios-Georgios-Berge selbst noch mehrere, aber nicht mehr an ihrem Platze befindliche, sondern lose umherliegende Steine mit der charakteristischen Durchlöcherung. Die letzten derselben, welche aller Wahrscheinlichkeit nach nicht sehr weit von ihrem ursprünglichen Standort entfernt sein konnten, lagen nach dem Nivellement auch schon erheblich höher als die Spitze des Berges zwischen den beiden Aquäducten.

Es unterlag jetzt keinem Zweifel mehr, dafs die Leitung auch nach Süden zu am Stadtberge hinaufsteigen mufste. Es wurde, um das festzustellen, von Neuem in dem Schlitz gegraben an der Stelle, wo zuerst begonnen und nichts gefunden war, und bald kam auch hier der erste Stein mit Durchlöcherung zu Tage und, wie sich das Auge allmälig schärfte, bemerkte man weiter den Stadtberg hinauf sogar eine ganze Reihe von Steinen aus der Erde ragend, die sich beim Nachgraben sofort als den gesuchten durchlöcherten Steinen der Leitung angehörig ergaben. Die Arbeit des Suchens ging nunmehr, indem die Arbeiterzahl vermehrt und alle Mannschaft auf dieser einen Strecke concentrirt wurde, rasch voran. Die Arbeiter wurden in Abständen von 5—10^{m} aufgestellt, und die rückwärts stehenden, sobald ein Stein gefunden wurde, weiter vorgeschoben. Es war der spannendste Theil der ganzen Untersuchungsarbeiten. Wir hatten allen Anlafs zur Eile, denn schon hatte ich den nicht mehr hinauszuschiebenden

Tag meiner Abreise festgesetzt und noch fehlten an ca. 100^{m} Höhe bis zur Spitze der alten Stadt; dazu kam, dafs ein auf halber Höhe liegender alter Steinbruch mit seinem Gerölle die Leitung oft mehrere Meter tief verschüttet hatte. Dabei sträubte ich mich noch immer gegen den Gedanken, dafs die Leitung wirklich bis zur höchsten Burgspitze geführt gewesen sein könnte, und wo nur eine seitliche Ablenkung als besonders angezeigt gedacht werden konnte, wie in Höhe der Agora, in der der Theaterterrasse, des Athena-Tempels u. s. w., wurde nachgeforscht, ob nicht etwa die Leitung in horizontaler Linie um den Berg herumgeführt sein könnte. Aber das Auffinden immer neuer Steine weiter aufwärts trieb die nun selbst auch schon auf den Erfolg begierigen Arbeiter unweigerlich höher den Berg hinauf. Trotz mehrerer Regentage gelang es am vorletzten Tage vor meiner Abreise die letzten Steine dicht unter der Ecke, welche einst den Tempel der Julia trug, und eine Platte sogar noch auf einer antiken Mauer, welche dort gegen den hochragenden Eckfelsen hinaufführte, aufzufinden. Es war kein Zweifel mehr, die Leitung mufste auch über diesen letzten Felsen hinweg auf den sogenannten Garten der Königin, wie die Terrasse des genannten Tempels im Volke heute heifst, geführt gewesen sein und daher unbedingt eine Höhe von 324^{m} über dem Meere erreicht haben. Die Thatsache war also festgestellt, dafs die Leitung über Berg und Thal auf die höchste Spitze des Stadtberges, wo die Königspaläste gelegen haben werden, geführt war. Damit war ein neues wichtiges Glied den Ergebnissen der pergamenischen Ausgrabungen zugefügt.

Von Interesse wäre es zwar gewesen die Wasserleitung auch rückwärts bis zu ihrem Anfangspunkte in die nördlichen Berge oder doch wenigstens bis zu einer der Burgspitze entsprechenden Höhe am Hagios-Georgios-Berge zu verfolgen, wo doch wahrscheinlich vor dem Eintritt des Wassers in die grofse Heberanlage ein Klär- und Reinigungsbassin vorhanden gewesen sein wird. Doch es fehlte dafür die Zeit wie die Mittel, während obendrein die Ausgrabungen und Nachforschungen mit jedem Kilometer weiter von Pergamon der wachsenden Entfernung entsprechend schwieriger geworden wären.

Dafs die Wasserleitung, welche ein so grofsartiges Ziel, wie die Versorgung der Königsburg, verfolgte, nicht in der nächsten Nähe von

Pergamon ihr Quellgebiet haben kann, ergiebt die Formation des Gebirges ohne Weiteres. Das Quellgebiet für diese grofse Leitung mufs weit zurück im Hochgebirge liegen. Dafs die Terrainbildung diese Annahme zuläfst, ist durch die glücklichen Erfolge der Untersuchungen Dr. Schuchhardt's, über welche weiter unten Bericht erstattet wird, bestätigt.

Für unsere Kenntnifs der antiken Technik hat die nachgewiesene Wasserleitung ein hervorragendes Interesse. Die Höhendifferenz zwischen dem Plateau der Ecke des Julia-Tempels und der Sohle der tiefsten Einsattlung am grofsen Aquäduct beträgt über 150^{m}. Es hatten demnach die Rohrwandungen der Leitung unter Berücksichtigung der Reibungsverluste einen Druck von mindestens 15—20 Atmosphären auszuhalten. Es ist dies eine technisch sehr bedeutende Leistung, wenn man noch den grofsen äufseren Rohrdurchmesser von 30^{cm} in Betracht zieht. Zu den Gründen, welche schon oben gegen die Annahme von Thonröhren oder Steingemäuer geltend gemacht wurden, kommt daher jetzt noch der entscheidende hinzu, dafs die gewaltige Druckhöhe derartig schwache Materialien vollständig ausschliefst. Der Gufs von Eisen- und Bronceröhren in solch grofsen Stücken war aber im Alterthum, soviel wir bis jetzt wissen, unbekannt, während Vitruv (VIII, 7) Wasserleitungsröhren aus Blei für solche Dimensionen als noch üblich angiebt.

Eine ähnliche Hochdruck-Wasserleitung, anscheinend etwas jüngeren Ursprungs, ist vor einigen Jahren bei Alatri von Herrn Bassel untersucht worden (siehe oben S. 4); dieselbe hat aber erheblich geringere Maafse, da der innere Durchmesser der Röhren dort nur 10,5^{cm} beträgt; aufserdem hatte die pergamenische Leitung das Wasser ca. 50^{m} höher zu treiben. Auch constructiv weichen die beiden Leitungen von einander ab. Bei der von Alatri waren die Röhren stark ummauert, um dem biegsamen Blei eine unverrückbare Lage zu sichern und etwaigen Undichtigkeiten vorzubeugen; bei der pergamenischen lagen die Röhren auf einer Unterlage von grofsen Trachytplatten und wurden in Abständen von ca. 4 Fufs durch eine noch gröfsere Platte gleichen Materials an ihrem Platze gehalten. Diese Construction verhinderte jegliche seitliche Ausbiegung unter der Voraussetzung, dafs die Rohrwandung eine genügende Steifigkeit in sich besafs.

Bei der Annahme, dafs die Röhren aus Blei hergestellt seien, war es zuerst auffallend, dafs wir gar keine Spur von Blei fanden; aber da die Platten in der Erde nicht immer an ihrer alten Stelle und meistens auch in ihrem oberen Theile zerschlagen vorgefunden wurden, so gewann man, wie bereits gesagt, bald die Gewifsheit, dafs das Metall zu anderem Gebrauche herausgenommen worden sei, und zwar nicht auf dem Wege gelegentlicher Räuberei, sondern mit aller Sorgfalt systematisch auf der ganzen Länge, und vielleicht schon in römisch-byzantinischer Zeit; handelte es sich doch um einen grofsen Metallwerth. Nur an einer einzigen Stelle hat sich bei unseren Nachgrabungen im Verlaufe der Leitung noch etwas Blei in kleinen Splittern vorgefunden; es war auf halber Höhe des Stadtberges; die Splitter lassen aber nichts von ihrer ursprünglichen Form erkennen.

Ein gewisses Interesse gewährt die Beobachtung, dafs die Ingenieure die Leitung mit Vorliebe bergauf, bergab und namentlich bei den beiden die Einsattlung unterbrechenden Höhen jedesmal auf die höchste Spitze geführt haben. Wenn auch nicht geleugnet werden kann, dafs dieses geschehen sein mag um die Entfernung der Luftblasen an den Höhenpunkten leichter zu bewerkstelligen, so entstehen doch andererseits durch das mehrfache Steigen und Fallen der Röhren erhebliche Reibungsverluste und der in Folge dessen nothwendige stärkere Druck bedingt auch stärkere Rohrwandungen.

Über die Stärke der Rohrwandungen läfst sich schwer etwas Bestimmtes sagen. Es wird in heutiger Zeit Blei nur in kleinen Dimensionen zu Wasserleitungsröhren, meistens nur bis zu 5^{cm} Durchmesser, verarbeitet. Daher sind wenigstens keine Formeln für gröfsere Querschnitte von Bleiröhren zur Hand. Wir haben ferner heutzutage gezogene Bleiröhren, während die antiken aus Blechen gebogene oder gegossene waren, daher auch schon aus diesem Grunde einen anderen Widerstandscoëfficienten hatten als die modernen. Und da wir auch nicht einmal wissen, ob bei unserer Leitung gegossene oder aus Walzblei gebogene Röhren angewandt worden sind, so fehlen einer exacten Berechnung die erforderlichen Unterlagen. Soweit mir antike Wasserleitungen bekannt sind, möchte ich überhaupt bezweifeln, dafs theoretische Berechnungen über die Festigkeit der Rohrwandungen sowohl wie über die Be-

wegung des Wassers in Röhren den ausgeführten Arbeiten zu Grunde gelegen haben. Man würde sich sonst, z. B. bei einer technisch im Übrigen so hervorragenden Leitung wie die grofse römische in Pergamon, bemüht haben die thatsächlich vorhandenen erheblichen Querschnittsänderungen in der Leitung, ja selbst in den einzelnen Thonröhren, zu vermeiden. Rohrleitungen mit gleichmäfsig fortlaufendem Querschnitt findet man sehr selten und noch seltener die für Bewegung des Wassers in Röhren so wesentlichen glatten Innenwandungen.

Die grofse Wasserleitung des Betilienus in Alatri hat anscheinend mit Abnahme des Wasserdrucks nach oben eine verringerte Stärke der Rohrwandung gehabt; denn Herr Bassel hat in der Thalsenke ein Rohrstück mit 35^{mm} starker Wandung, auf halber Höhe ein anderes von 10^{mm} Wandstärke gefunden; in Pergamon scheint dagegen eine gleichmäfsige Wandstärke durchgeführt gewesen zu sein, da sämmtliche Trachytplatten der Leitung denselben äufseren Durchmesser des Rohrs von $0{,}30^{m}$ aufweisen.

Auf den Nachweis der unterirdischen Bleirohrleitung, deren Verlauf auf Taf. I im Profil und Plan mit blauer Farbe eingetragen ist, beschränkten sich aber die Untersuchungen im Norden des Stadtberges nicht. Es wurden gleichzeitig auch die ohne Zweifel aus römischer Zeit stammenden Leitungen verfolgt, deren Aquäducte über die beiden Einsenkungen zunächst nördlich vom Stadtberge hin noch gröfstentheils aufrecht stehen. Ihr Verlauf ist auf Taf. I ebenfalls im Profil und im Plane, und zwar in rother Farbe, eingetragen.

Der grofse Aquäduct mufs, von seinem jetzigen Verfall abgesehen, schon früher einmal eingestürzt gewesen sein. Von dem ursprünglichen Bauwerke stehen an dem Südende noch fünf Bogen von ca. 8^{m} Spannung, an dem Nordrande noch neun Bogen und in dem zwischenliegenden Theil die meisten Pfeiler. Die elf zusammengestürzten Bogen in der Mitte sind später mit geringer Sorgfalt wieder hergestellt; mehrere von ihnen liegen aber jetzt abermals in Trümmern. Sodann sind nur wenige Meter neben dem Aquäduct noch Reste einer Parallelmauer erkennbar, welche vielleicht dazu gedient hat in der Zeit zwischen dem Einsturz und dem Wiederaufbau des Bauwerkes das Wasser provisorisch über das Thal hinüberzuführen. Die alte Bogenstellung ist von der späteren leicht zu unter-

scheiden. Der ursprüngliche Bau der zweifellos römischen Anlage ist kräftig gegliedert, die Bogenöffnung steht zur Pfeilerstärke in richtigem Verhältnifs; die spätere Erneuerung beschränkt sich dagegen nur darauf eine nothdürftige Überbrückung des Thales auf Kosten des künstlerischen Anblicks wiederherzustellen. Die Bogenweite von 8^{m} war den Baumeistern zu grofs. Da man aber die stehen gebliebenen Pfeiler wieder mitbenutzen wollte, so verstärkte man sie auf das Doppelte und verringerte dadurch die Bogenöffnung. Es ist aufserdem die Verstärkung der Pfeiler eine ganz unregelmäfsige, dieselbe ist bald an der südlichen, bald an der nördlichen Seite des Pfeilers angesetzt, mehrere Male steht der alte Kern in der Mitte des neuen Pfeilers. In Folge dessen sind auch die Bogenöffnungen verschieden grofs und es liegen daher die Scheitel und Kämpfer der Bogen nicht in derselben Höhe. Auf den jetzt vorhandenen Bogenstellungen liegen noch neben einander zwei Wasserkanäle, welche nach dem über den Zustand der Ruine Gesagten selbstverständlich nicht der ursprünglichen Anlage angehören können.

Soweit der jetzige dem Auge sichtbare Zustand des grofsen Aquäducts. Es lag nun die Vermuthung nahe, dafs die vielen Thonrohrscherben, welche auf den Feldern in der Nähe des alten Aquäducts umherlagen, zu der alten Leitung gehören möchten. Diese Thonröhren hatten eine zwischen $6-9^{cm}$ variirende Wandstärke bei einem inneren Rohrdurchmesser von $16-18^{cm}$; ihre Länge betrug ca. 48^{cm}.

Die Ausgrabungen, welche an dem grofsen Aquäduct angestellt wurden, ergaben als erstes Resultat, dafs das Mauerwerk noch an beiden Seiten weiter den Berg hinauf ging und zwar an der Südseite, wo der Berg steiler abfällt, ca. 70^{m}, und auf der Nordseite der langsamen Steigung entsprechend mehrere hundert Meter weit. Die zunächstliegende Vermuthung, dafs der ursprüngliche Bau vielleicht noch eine zweite Bogenstellung über der unteren gehabt hätte, mufste deshalb fallen gelassen werden, weil das Mauerwerk am Berge als ein zusammenhängendes sich ergab, das je höher den Berg hinaufgehend um so weniger stark construirt und zuletzt nur aus kleinen Bruchsteinen und Quadern erbaut sich zeigte. Man wurde also auch hier zur Annahme einer Druckrohrleitung gedrängt. Die gefundenen Thonröhren mit den starken Wandungen unterstützten diese Annahme. Schwieriger aber war die Beantwor-

tung der Frage, wie die Röhren auf dem Aquäduct befestigt gewesen seien. In den Mauern, welche die Felder umgrenzen und in dem Schutthaufen fanden sich bei längerem Suchen über zwanzig grofse Quadersteine von fast cubischer Form mit 60—80^{cm} Stärke, welche alle eine gleiche Durchbohrung von ca. 24^{cm} zeigten und bald mit, bald ohne Muffenansätze waren. Bei aller Ähnlichkeit weicht deren Form von der der durchlöcherten Plattensteine der Bleirohrleitung hinreichend ab, um beide von einander zu unterscheiden. Es lag nahe diese Quadern mit den Thonröhren, zumal der Durchmesser annähernd übereinstimmte, zusammen zu bringen, und es wurde diese Vermuthung zur Gewifsheit, als schliefslich ein solcher Lochstein mit zwei an jeder Seite in der Muffe mit Kalk vermauerten Thonrohrenden gefunden wurde. Demnach war klar, dafs Lochstein und Thonrohr mit einander abwechselten; die Befestigung der Steine auf dem Aquäduct war eine sehr einfache, da die grofsen Quadern leicht mit dem Quadermauerwerk des Aquäducts in feste Verbindung gebracht werden konnten. Auch war die Frage nach der Art der schwierigen Muffendichtung durch die Abwechslung von Quader und Thonrohr, wobei allerdings bedeutende Mittel zur Aufwendung kamen, gelöst. Die Stärke der Wandungen und die grofsen Trachytquadern liefsen auf einen ziemlich bedeutenden Wasserdruck schliefsen.

Zeit und Mittel fehlten, um der Leitung der Länge nach zu folgen, aber ein glücklicher Zufall führte es herbei, dafs man auf der Südseite in halber Höhe des Berges eine horizontal gehende Thonrohrleitung, aber von geringer Wandstärke und ohne Muffendichtung, fand und bei Verfolgung derselben auf das obere Ende des grofsen Aquäducts traf. Die Stelle wurde freigelegt und es kam ein gewöbter Kanal zu Tage, der vom grofsen Aquäduct nach Westen zu in horizonter Richtung abbog. Damit war man über den Verlauf der Leitung auf dieser Seite des grofsen Aquäducts im Klaren.

Es wurde nun auf dem entgegengesetzten Berge ca. 3—4^{m} höher als die Südecke des Aquäducts ebenfalls ein Versuchsloch gemacht. Man stiefs dort sofort auf Mauern, die sich dann als die Mauern von zwei nebeneinander liegenden Bassins ergaben. An dieselben schlofs sich an der einen Seite die Fundamentmauer des Aquäducts an, und in das obere der beiden Bassins mündete ein Zuleitungskanal, der nach Dr. Schuch-

hardt's Ermittlung aus 3 nebeneinander liegenden Thonrohrleitungen bestand. Es fand sich aber nur noch die Sohle des Kanals, resp. die Untermauerung der Rohrleitung vor.

Damit waren die beiden Endpunkte des grofsen Aquäducts festgelegt; die beiden Bassins waren Klärbehälter, um das Wasser noch einmal, bevor es in die Druckrohrleitung eintrat, zu reinigen und die festen Bestandtheile zurückzuhalten. Auf der Anschlufsmauer des unteren Bassins an das Aquäductfundament lagen mehrere grofse Quadern mit rechteckigen und halbkreisförmigen Ausarbeitungen, zweifellos die Muffensteine für den Anfang der Thonrohrleitungen. Nach der Vertheilung dieser Steine konnte man schliefsen, dafs fünf Leitungen nebeneinander über den Aquäduct geführt waren. Bei den weiteren Grabungen und Nachforschungen wurden auch an einer anderen Stelle auf dieser Bergseite vier Lochsteine mit eingemauerten Thonröhren gefunden, die in ihrer ursprünglichen Stellung liegend und jeder Stein einer andern Leitung zugehörend, die Existenz von vier Leitungen nebeneinander zur Gewifsheit machten. Es blieb aber auch an dieser Stelle noch Platz für eine fünfte Leitung übrig. Somit war das Problem der Anlage und Construction des grofsen Aquäducts mit seinen ursprünglichen Leitungen gelöst.

Die Messungen ergaben, dafs die Thonrohrleitungen einem Wasserdruck von ca. 20^{m} unterworfen gewesen waren und dafs daher die Stärke der Rohrwandung und die Sorgfalt der Construction wohl berechtigt war. Um die Leitung controlliren zu können, waren runde Reinigungsöffnungen in einigen der grofsen Quadern angebracht; in einer derselben wurde auch noch ein runder Stein in das Loch eingepafst und die Fuge mit Kalkmörtel vergossen gefunden.

Mit Leichtigkeit konnte vom grofsen Aquäduct aus der Abflufskanal südwärts weiter verfolgt werden. Der zweite kleinere Aquäduct lag zwar auf erheblich höherem Terrain als der grofse, aber es stellte sich doch heraus, dafs die Sohle des vorher erwähnten Abflufskanals noch ca 80^{cm} höher lag als die Oberkante dieses Aquäducts. Es wurde an diesem Aquäduct auch wieder Zuflufs und Abflufs aufgesucht und gefunden. Der Zuflufs kam von Westen, der Abflufs am Stadtberge schwenkte nach Osten ab. Der Kanal wurde also vom grofsen Aquäduct aus westlich um den Berg zwischen den Aquäducten herumgeführt, überschritt die dem

Stadtberge zunächst gelegene Einsattlung mittelst eines kleinen Aquäducts und mit natürlichem Gefälle, und nahm dann seinen Weg östlich um den Stadtberg herum. Dort auf der Ostseite wurde weiterhin ein gemauerter und gewölbter Kanal aufgefunden, der nach dem Nivellement nur 2^m tiefer lag als die Sohle des Kanals am kleinen Aquäduct und in der Construction mit diesem übereinstimmte, sich also als die Fortsetzung desselben darstellte. Da dieser Kanal aber wieder höher lag als das Gymnasium an der Südseite des Stadtberges, so darf man wohl annehmen, dafs er mit dazu bestimmt gewesen ist dieser Bauanlage das erforderliche Wasser zuzuführen. Eine genaue Zeitbestimmung für die Errichtung der Aquäducte läfst sich vorläufig nicht geben, ich möchte dieselbe aber in nicht zu späte Zeit setzen. Die Römer scheuten sich, wie z. B. der mehrstöckige Aquäduct auf Lesbos beweist, sonst nicht vor zwei- und dreistöckigen Anlagen, und es mag daher in der statt dessen hier gewählten Verbindung eines Aquäducts mit einer Druckrohrleitung noch eine Anlehnung an die bis dahin übliche Weise der älteren Druckleitungen sich geltend machen.

Wir kommen noch einmal kurz auf den Wiederaufbau des grofsen Aquäducts nach dessen erstem Zusammensturz zurück. Bei der Reconstruction sah man davon ab das Wasser auf der Südseite wieder 20^m hoch zu heben. Abgesehen davon, dafs die späte Zeit, in welche diese Arbeit fällt, sich nicht mehr gern mit solch schwierigen Anlagen, wie Druckrohrleitungen, befassen mochte, wird man von einer solchen um so mehr haben absehen können, als inzwischen die römische Stadt sich grofsentheils unten in das Thal hinein ausgedehnt hatte, die Benutzung des früher, wie wir annahmen, von der Aquäductleitung versorgten Gymnasiums τῶν νέων vielleicht schon in Abnahme war und man also bei der schon bedeutenden Höhe des Aquäducts von 120^m über der Thalsohle nicht mehr nöthig hatte das Wasser noch künstlich höher zu fördern. Es wurden daher an Stelle der schwer zu construirenden und dichtzuhaltenden Thonrohrleitungen zwei grofse gemauerte Kanäle von ca. 60^{cm} Weite und 1^m Höhe über die neue Bogenstellung geführt. Am Ende des Aquäducts vereinigen sie sich in einem Bassin, welches von uns ebenfalls ausgegraben wurde und in welchem sich mehrere Röhren der alten Leitung noch unbeschädigt vorfanden, und von hier aus gehen zwei Thonrohrleitungen mit starkem Gefälle, eine nach Westen, die andre nach Osten ab, um das

Wasser zur Stadt zu leiten. Dafs diese Leitungen aber keinem Druck mehr unterworfen gewesen sind, geht unter andrem auch aus der geringen Stärke der Thonrohrwandung und der mangelhaften Muffendichtung hervor.

Die Untersuchung der römischen Leitung ist über die hier beschriebenen Theile hinaus bis in das höchste Quellgebiet im Gebirge mit Energie und Erfolg weitergeführt von Herrn Dr. Schuchhardt, dessen eigenen Bericht ich hier einreihe.

Die Wasserleitung vom Madarasdagh.

In Pergamon konnte man gelegentlich die Behauptung hören, dafs die grofsen Bogenbauten hinter der Burg nur das letzte Ende einer ganz vom Madarasdagh hergeführten Wasserleitung seien. Aber niemand war geneigt das Gerede ernst zu nehmen; denn nach allem, was bisher von jenen nördlichen Gegenden erkundet war, schien eine Herleitung von dem 10 Stunden entfernten Gebirge aus topographischen Gründen nicht wohl möglich. Erst die überraschenden Ergebnisse der Gräber'schen Untersuchungen regten zu näherem Eingehen auch auf diese Frage an, und mir wurde, da Herr Gräber schon abgereist war, der Auftrag die Leitung zu suchen. Zu meiner folgenden Schilderung ist der Plan auf Taf. II zu vergleichen.

An Markttagen liefsen wir in der Stadt Nachfrage halten nach Leuten aus der Madarasgegend, die von der Sache wüfsten, und der Hodscha (Lehrer) des Dorfes Kirani erbot sich, uns sogar die Quelle zu zeigen, welche die Leitung gespeist habe. Mit ihm ritten am 16. November Herr Architekt Senz und ich, begleitet von unserm Kawassen und einem griechischen Arbeiter, in das Gebiet des sog. Kosak. Dreiviertel Stunden vor seinem Dorfe führte uns der Türke zu einem Aquäduct, der die grofse Leitung getragen haben sollte. Die Construction war augenfällig römisch, aber bei dem Gewirr von Schluchten und Klippen umher war nicht zu sehen, wie von hier aus eine Verbindung aufwärts nach dem

Madaras oder abwärts nach Pergamon bestehen könnte. Wir glaubten daher die Anlage als zu irgend einer nahegelegenen antiken Ortschaft gehörig betrachten zu müssen. In Kirani zeigte man uns angeblich aus derselben Leitung stammende Thonröhren. Auch sie waren antik, hatten gröſsere Form und stärkere Wandung, als die heute üblichen, und bestanden aus einem groben, mit vielen Kieseltheilchen durchsetzten Thon.

Wir übernachteten im Dorfe und wurden am andern Morgen grades Weges zu der verheiſsenen Quelle geführt. Dieselbe lag $2\frac{1}{2}$ Stunden gegen Norden, 1174^{m} hoch im Madarasdagh, dicht unter dem Kamm des Gebirges. Wir stiegen nur einige hundert Schritt höher und sahen hinüber zum Ida. Die Quelle ist noch heute in der ganzen Gegend berühmt wegen der Fülle und auffallenden Kälte ihres Wassers. Atsch öldüren suju nennen sie die Türken, d. h. wer nüchtern davon trinkt, der stirbt. Unser Führer erklärte, daſs das Wasser noch vor wenigen Jahren aus antiken Thonröhren ausgeflossen sei; jetzt war die kleine Thalrinne weiter ausgerissen, die Röhren fortgeschwemmt und die Quelle trat einige Schritte oberhalb der früheren Stelle unmittelbar aus dem Felsen zu Tage. Es lagen aber noch Bruchstücke von Thonröhren umher, die mit den Tags zuvor besichtigten genau übereinstimmten. Eine Leitung war also jedenfalls von hier ausgegangen, aber daſs dieselbe bis nach Pergamon führe oder auch nur zu dem Aquädukt bei Kirani gelangen könne, wollte uns immer noch nicht in den Sinn.

Wir ritten in östlicher Richtung über den Majadagh und fanden auf der andern Seite in einem Wasserdurchriſs wieder viele Röhrenstücke. Diese Stelle lag, wie das Barometer angab, 1103^{m} hoch, also schon 71^{m} unter der Quelle. Die Leitung muſs demnach den Berg in ziemlich starkem Gefälle umgangen haben.

Eine halbe Stunde weiter, unter der Karasu Alani, wurde uns dann beim Nachgraben das ganze System klar: es lagen drei Röhren neben einander; sie waren, wie es schien, in das gewöhnliche mit Schieferstückchen durchmischte Erdreich gebettet und durch dieses auch seitlich um je 10^{cm} von einander getrennt, obenauf bedeckt von ca. 6^{cm} dicken Schieferplatten ohne Mörtelverband. Die Röhren, welche wir hier maſsen, zeigten folgende Gröſsenverhältnisse: Länge 64^{cm}, innerer Durchmesser 19^{cm}, Wandstärke $32—40^{mm}$. Das Barometer gab 1078^{m} an.

Der Hügel, auf dem wir uns befanden, senkt sich sehr langsam gegen Westen, über ihn geht die Leitung schräg hinweg, — wir maſsen in der Mitte 1066^{m} — um dann an seinem Südhang entlang zu ziehen und nach weiter Umgehung der dazwischen liegenden Einschnitte den Jelli Gedik zu erreichen. Von dem Nordhange dieses Berges stammten die im Dorfe befindlichen Röhren, die fast genau dieselben Maaſse aufwiesen wie die von uns selbst aufgedeckten, nämlich: Länge $64\frac{1}{2}^{cm}$, innerer Durchmesser 18^{cm}, Wandstärke 35^{mm}.

Wir waren dem Ausläufer von Karasu Alani bis zur Thalsohle gefolgt und drüben direct auf das Kabak Burnu (904^{m}) gestiegen, einen sehr markanten, breiten Bergrücken, der in origineller Weise zur Überführung des Wassers in das bedeutend tiefer liegende folgende Gelände benutzt ist. Die Leitung zieht zunächst quer über ihn hinweg, wie die vielen umherliegenden Bruchstücke anzeigen, macht dann aber an seinem Südhang eine Schleife, um in dem nöthigen langsamen Gefälle das Kudjakran zu erreichen. Auf der unteren Linie am Kabak Burnu fanden wir wieder 3 Röhren neben einander erhalten (800^{m}), ebenso am Anfang (741^{m}), sowie am Ende der Umgehung von Kudjakran (726^{m}).

Nun ändert sich plötzlich die Gegend. Die kahlen, nur zur Weide benutzbaren Bergrücken, an die sich die Leitung bisher anlehnte, hören auf, und es folgt ein ebeneres überall mit Eichen bestandenes Terrain, das in den Einsenkungen seines sanften westlichen Abfalls die Dörfer Kirani und Karaweliler birgt. Als ich auf diesem Kudjawli genannten Höhenrücken entlang ritt, sah ich plötzlich nach Süden den Blick sich aufthun bis in die Kaikosebene hinunter. Nun war es klar: wir befanden uns bereits auf der Wasserscheide zwischen Kosak und Kaikosgebiet, und die Leitung muſste von hier aus allerdings Pergamon in regelmäſsigem Gefälle erreichen können. Die von der Ostseite des Kudjawli abflieſsenden Gewässer gehen zwischen Ada Gediyi und Baschörendagh hindurch zum Ketios und bilden die bis dahin viel weiter südlich angenommene Quelle dieses Flusses. Zugleich lag auch der kleine Aquäduct schon nahe vor uns, und somit war in der That an dem Vorhandensein einer Leitung, wie die Türken sie behauptet hatten, kaum mehr zu zweifeln.

Das Kudjawli senkt sich nach SW leise ab; die Leitung hält sich

daher zunächst an seinem nordwestlichen Abhange und geht nachher erst auf den Kamm selbst über. Dies geschieht kurz vor dem „kleinen Kirchhofe“ (Kudju-Mezarlik, 629^{m}). Nachher verbreitert sich der Rücken, wir kommen in das Gebiet des Baschörendagh und finden hier den schon öfter erwähnten Aquäduct. Der Bogen selbst — es war sicher nur einer — ist eingestürzt. Auf beiden Seiten des etwa 5^{m} breiten und 3^{m} tiefen Thales stehen noch die Pfeiler gegen 2^{m} hoch aufrecht, und zwar links einer, nachläſsig construirt aus unregelmäſsig behauenen Steinen mit Guſsmauerwerk dahinter, offenbar spätrömische Arbeit; rechts dagegen zwei: der eine jenem linksufrigen grade gegenüber, der andere 4,5^{m} entfernt bachabwärts. Diese beiden sind sorgfältig gebaut aus groſsen Kalksteinquadern mit Randbeschlag und Bosse. Ich kann mir das Vorhandensein zweier Pfeiler auf einer Seite und die viel spätere Technik des einen auf der gegenüberliegenden nur durch die Annahme von drei Bauperioden erklären. Wir haben zwei Überbrückungen des Baches vor uns, von denen die untere offenbar die ältere ist, denn der spätere Pfeiler der oberen zeigt, daſs die Leitung zuletzt über diesen Bogen lief. Die ursprüngliche untere Anlage stürzte ein, der Bach, der besonders stark gegen das linke Ufer drängt, riſs den hier gelegenen Pfeiler völlig fort. Den neuen Bogen setzte man, um ihn besser zu sichern, weiter aufwärts, aber auch hier hielt der linke Pfeiler nicht Stand, und an seine Stelle trat nun als Denkmal der dritten Bauthätigkeit das späte Mauerwerk, das noch erhalten ist.

Die Breite beträgt bei beiden Überführungen 1,90^{m}, bietet also hinreichenden Platz für 3 Röhren. Die Technik der beiden Pfeiler des rechten Ufers erinnert sowohl in der Behandlung der einzelnen Steine (Bosse, Randbeschlag, rauhe Lagerfuge), wie auch in der Zusammenfügung derselben (besonders den flachen vorspringenden Kämpfern) durchaus an die ältern Theile des groſsen römischen Aquäducts hinter der Burg von Pergamon.

Weshalb grade an dieser Stelle eine Überführung angelegt wurde, während man auf dem ganzen bisherigen Wege mit Umgehung der Thäler ausgekommen war, erklärt sich, glaube ich, folgendermaſsen. Das Bachthal, um das es sich handelt, ist sehr steil und dabei sandig; in ihm konnte man keine Schleife anlegen, ohne bei jedem Regenguſs einer

Zerstörung gewärtig zu sein. Dasselbe oben zu umgehen war aber auch unmöglich, da grade hier nach Westen zu eine Steigung im Terrain beginnt, die ohne Druck nicht zu überwinden gewesen wäre. Der Aquäduct liegt 613^{m} hoch.

So weit hatte der erste Untersuchungstag uns geführt. Da stellten sich unerwartete Schwierigkeiten ein. Als wir nämlich Abends in das Dorf Kirani zurückkamen, herrschte grofse Aufregung ob der mit Hacke und Schaufel ausgezogenen Franken. Die Behörden bestritten unsre Berechtigung zu so eingehender Landesbesichtigung und hatten den Bauern verboten, uns etwas weiteres zu zeigen. Wir mufsten zunächst nach Pergamon zurückkehren, und erst als ich nach einigen Tagen mit einer besondern Erlaubnifs des Kaimakams ausgerüstet und von unserm türkischen Commissär Bedry-Bey begleitet wieder kam, gelang es einen neuen Führer zu finden. Ich sah voraus, dafs die nun folgende Begehung sehr beschwerlich werden würde und liefs daher die andern mit den Pferden direct nach Sarisu gehen, wo sie uns gegen Mittag erwarten sollten; mit mir nahm ich nur den Griechen Nikolas, einen unsrer stärksten und zuverlässigsten Arbeiter, und folgte dem türkischen Führer.

Die Leitung umgeht das Thal, welches die Kudjawli-Höhe vom Baschörendagh trennt und zieht drüben an dem mäfsig abfallenden Hange entlang. Hier ist an mehreren Stellen die Untermauerung noch vorhanden, welche zur Sicherlegung der Röhren an diesem mit einer dicken Humusschicht bedeckten Hange wohl nöthig war. Sie besteht, soweit sich nach dem zu Tage Liegenden feststellen liefs, aus lose nebeneinander gelegten Bruchsteinen und zeigt, wie ich an einer Stelle messen konnte, eine Breite von 1,84^{m}.

Der Bergrücken, den die Leitung gewählt hat, ist nur ein weit vorspringender Ausläufer des Baschörendagh. Sobald sie an sein Ende gekommen ist (606^{m}), mufs sie wieder einbiegen und ein neues 25^{m} tiefes Thal umgehen. Und nun beginnt die wildeste Partie. Die Bergwand fällt vom Sakarkaya herunter oft ganz steil ab. Durch den Regen der voraufgegangenen Tage waren die von Ziegenheerden getretenen schmalen Steige noch schmaler geworden, so dafs wir uns oft mit Händen und Füfsen festklammern mufsten und mein Grieche einmal über das andere rief: *θάνατος, θάνατος εἶναι!* Für die Leitung mufs hier die Bettung gröfs-

tentheils in das Schiefergestein eingeschnitten gewesen sein; stellenweise zeigten sich davon noch die Spuren.

Genau dem Ada Gediyi gegenüber fand ich wieder an zwei Stellen nach einander die bewufsten 3 Röhren noch in ihrer ursprünglichen Lage (573^{m}). Während der nächsten Stunden konnten so feste Anhaltspunkte nicht erlangt werden, da wir wegen des ungemein schwierigen Terrains und der unendlichen Bogen, die die Leitung macht, häufig die eigentliche Spur verliessen und bald über eine Höhe steigend, bald ein Thal durchschreitend ein gutes Stück abschnitten. Aber so oft wir wieder ungefähr in die Höhenlage kamen, zeigten sich sofort die leitenden Röhrenstücke, in Höhen von bald 546^{m}, bald 540^{m} umherliegend. Es ist klar, dafs diese Zahlen immer nur das Minimum der Höhe, welche die Leitung inne haben mufs, angeben; denn die Bruchstücke sind, besonders bei diesen steilen Abhängen, oft weit herabgeschwemmt. Beim Aufstieg aus dem Khirsisdere (Sohle 470^{m}) fand ich sie erst 490, dann 520, 522 und 530^{m} hoch liegen, und der Sattel, der den Ausläufer des Sarikaya mit dem Ada („Insel") verbindet, hat sogar 567^{m} Höhe. Über diesen Sattel aber, behauptete mein türkischer Führer mit Bestimmtheit, sei die Leitung gegangen und nicht um den Ada herum; denn drüben fänden sich durchaus keine Spuren. Da der Mann sich sonst genau unterrichtet zeigte, glaube ich, dafs ihm auch hier zu trauen ist, und wir hätten dann mit diesem Sattel ein festes Minimum für die Höhenlage der Leitung auf dem zuletzt durchmessenen Wege. Sie wäre von dem letzten constatirbaren festen Punkte (dem Ada Gediyi gegenüber) bis hierher nur von 573 auf 567^{m}, also um 6^{m} gefallen. Das ist aber offenbar zu wenig; da an diesem Tage kein Standbarometer beobachtet wurde, konnte das mitgeführte Instrument nicht controlirt werden; dasselbe mufs gegen Mittag hin gefallen sein und hat daher für den Sattel eine zu hohe Meterzahl angegeben.

Auch für die folgende Strecke liefsen sich zunächst keine völlig sicheren Anhaltspunkte gewinnen. Der Weg für die Leitung ist indessen jetzt einfach durch das Terrain vorgeschrieben. Von dem Aquäduct bei Kirani an bis nach Sari su hielt sie sich ebenso wie der vielbenutzte Reitweg von Pergamon in das östliche Kosak an dem mächtigen Höhenzuge, dessen keulenartige Verdickung im Norden der Baschörendagh mit

seinen knorrigen Auswüchsen, dem Sakarkaya, Khirsiskaya und Sarikaya ist. Eine halbe Stunde südlich von Sarisu aber theilen sich die Kämme: derjenige, auf welchem der Reitweg entlang führt, setzt sich direct südlich fort und läuft nach $1\frac{1}{2}$ Stunden bei dem Dorfe Jemischkjöi flach in das Thal aus, der andere, der für die Leitung gewählt wurde, Tschukurbagh mit Namen, zieht südöstlich und schliefst an den Jaghdjibiderdagh an, der seinerseits wieder durch eine Reihe weiterer, durch schmale Sättel verbundener Kuppen zuletzt mit dem Stadtberge von Pergamon in Verbindung steht.

Die Stelle, wo der Tschukurbagh abzweigt, zeigt eine leichte Einsattlung und bietet damit ein Maximum für die Höhenlage der Leitung (516^m). Diese hält sich nun immer auf dem Kamm der Wasserscheide zwischen Ketios und Selinus, etwaige Kuppen, die aus derselben aufsteigen, umgehend und so bald auf der Ketios-, bald auf der Selinusseite laufend. Eine Viertelstunde hinter der erwähnten Einsattlung fanden wir auf der Ketiosseite an drei Stellen Röhren noch in ursprünglicher Lage (482^m), und den ganzen Weg entlang begleiteten uns die zahllosen Bruchstücke. Da wo diese Bergkette an die höhere des Jaghdjibider-Dagh anschliefsen will, wird sie ganz schmal und senkt sich tief ein; das Barometer zeigte um $2^{42}:453^m$, um $2^{46}:442^m$, um $2^{48}:420^m$. Ein solches Gefälle wäre für die Thonrohrleitung zu stark gewesen, und man hat daher diesen Sattel überbrückt. Noch sind die Trümmer eines zusammengefallenen Aquäducts sichtbar; derselbe scheint aber sehr anspruchslos gebaut gewesen zu sein, der wüste Steinhaufen zeigt nur Bruchsteine mit Mörtel, keinerlei Quadern. Vielleicht hatte das Ganze nur die Form einer Mauer.

Die Leitung zieht alsdann dicht über dem Dorfe Jeni Güde hin und weiter an dem ganzen östlichen Abhange des Jaghdjibider-Dagh entlang. Wenn auch keine Röhren in ihrer ursprünglichen Lage zu Tage treten, so leiten doch immer die Bruchstücke; ich fand dieselben in 404, 402^m u. s. w. Höhe. Sie führen mit Sicherheit über den schmalen mit Tannen bestandenen Sattel, der den Jaghdjibider-Dagh mit dem Hagios Georgios-Berge verbindet, und zwar in dem südlichen tiefsten Theile desselben auf der Höhe entlang. Diese Stelle liegt 395^m hoch und würde also wieder ein sicheres Maximum darbieten, speciell aber für die Frage

interessant sein, ob hier in der Nähe ein Bassin gelegen haben kann, welches das Madaraswasser auch in die Bleirohr-Druckleitung geführt und so bis oben auf die Burg gebracht hätte.

Beim Hagios Georgios mufs die Trace etwas oberhalb der Quelle und der Kapelle liegen. Wir trafen dort neben vielen kleinen auch auf zwei grofse und sicher zugehörige Thonstücke. Die Quelle liegt 375^{m} hoch. Die Leitung umgeht nun den Hagios-Georgios-Berg östlich, kommt vorbei an der kleinen Quelle an seiner Südseite und zieht dann südwestlich gewendet den Abhang hinunter. Hier liegen an zwei Stellen die Röhren noch an ihrem Platze (330^{m}). Die Bruchstücke führen ferner westlich um einen kleinen Hügel herum, südlich von demselben aber auf den Sattel, der ihn von dem langgestreckten Bassinhügel (vgl. oben S. 16 f.) trennt, und auf dessen östlicher Seite die erste Reihe der durchlöcherten Steine der Bleirohrleitung liegt. Thon- und Bleirohrleitung haben sich also kurz vor jenem kleinen Hügel gekreuzt; denn am Südhang des Hagios-Georgios-Berges liegt der erste Lochstein (wenn auch von seiner Stelle gerückt) noch westlich von unserer Leitung.

Von dem letztbesprochenen Sattel aus wendet sich die Leitung an den Westhang des Bassinhügels, wo zahllose Thonrohrstücke ihren Verlauf mit voller Sicherheit anzeigen, und da die Zuleitung in das Bassin, wie die Grabung dort lehrte, von NW. her erfolgte, so kann man wohl mit Sicherheit annehmen, dafs es diese Madarasleitung ist, die ihr Wasser in das, wie Gräber nachgewiesen hat, zu der römischen Aquäductleitung gehörige Bassin ergofs. Der Sattel, den sie zuletzt passirte (bei den durchlöcherten Steinen) liegt 221^{m}, das Bassin 208^{m} hoch, das letztere konnte also durchaus ohne Druck erreicht werden.

So weit Herr Schuchhardt.

Bevor ich zum Schlusse zu einer kurzen Aufzählung der anderweitigen antiken Wasserzuleitungen von Pergamon übergehe, ist hier die bisher schon mehrfach gestreifte Frage nach der Zeitbestimmung der bisher geschilderten von Norden her dem Stadtberge zugeführten Leitungen wenigstens kurz aufzunehmen. Es handelt sich dabei vor Allem um die, wie wir sahen, ungewöhnliche Leistung in Anlage der unterirdischen Blei-

rohrleitung. Alle Erwägungen führen darauf hinaus, dafs sie älter ist als die unzweifelhaft römische Leitung mit den Aquäducten und weiter wird man dann ihre Entstehungszeit nur unter der Herrschaft der pergamenischen Könige zu suchen haben.

Schon ihre Bestimmung mit äufserstem Aufwande das Wasser auf den höchsten Gipfel des Stadtbergs zu leiten spricht dafür, wenn man sich vergegenwärtigt, dafs in der Königszeit Pergamon eine Bergstadt war und selbst bei der äufsersten vermuthlich unter Eumenes II. erfolgten Erweiterung nicht ganz bis in die Thalsohle des Ketios und Selinus hinabreichte, wenn man sich ferner vergegenwärtigt, dafs der älteste, vornehmste und damals mit Markt, Theater und Palästen jedenfalls belebteste Theil der Stadt die höchsten Höhen einnahm. Damals und nur damals war das dringende Bedürfnifs vorhanden das Quellwasser so hoch hinaufzuführen.

Die Grofsartigkeit der Idee, die echt griechische Solidität der Anlage hat grofse Verwandschaft mit den genialen Plänen der Herrscher aus der Diadochenzeit. Der Kühnheit der Conception nach ähnliche Anlagen finden wir in Pergamon in der Theaterterrasse und der grofsen Stadtmauer des Königs Eumenes II. und man wäre am meisten geneigt die Erbauung der Leitung in die Regierungszeit dieses Königs zu setzen. Bis jetzt kennen wir von der Leitung nur das Constructionsprincip; irgend welche Beigaben architektonischer Ausbildung, aus welchen man durch stilistische und ornamentale Einzelheiten auf die Zeit der Erbauung schliefsen könnte, sind noch nicht gefunden. Es wäre ja nicht unmöglich, dafs an der Stelle, wo die eigentliche Hochdruckleitung beginnt, also an einer Stelle am Hagios-Georgios-Berg ca. 20—30^{m} höher als die Burgspitze, sich bei weiteren Nachforschungen eine Bassinanlage fände, deren bauliche Ausführung einen bestimmten Schlufs auf die Entstehungszeit erlaubte. Sonst ist noch zu bedenken, dafs in der Königszeit, wo die Residenz eine mehrfach bis vor ihre Mauern mit Krieg überzogene Festung war, es besonders angezeigt war, die ganze Anlage unterirdisch und ohne äufsere auffallende Merkmale auszuführen.

Die grofse Bleirohrleitung ist jedoch nicht die einzige, deren Ursprung wir in die Königszeit verlegen können. Da die Stadtmauer des Königs Eumenes II. fast bis an den Fufs des Berges reicht, so mün-

den die beiden grofsen Kanäle, welche im oberen Selinus- und Ketios-Thale nahezu in der Thalsohle liegen, ihres geringen Gefälles wegen aber bei Pergamon schon 20—30^{m} über dem Flufsbett sich erheben, noch innerhalb der Stadtmauern in die Unterstadt. Da von dem Selinuskanal nur das in den Fels gehauene Bett der Leitung, aber kein Mauerwerk mehr erhalten, resp. bis jetzt gefunden ist, so läfst sich für den griechischen Ursprung dieser Leitung noch kein directer Beweis erbringen, wohl aber für den der Ketios-Leitung. Diese zeigt zwar fast überall römisches Mauerwerk, es ist auch der Aquäduct im oberen Ketiosthale ebenfalls römischen Ursprungs, aber an der östlichen Burgseite, aufserhalb der Stadtmauer, bei der Quelle Hagios Stratigos, ist noch ein Theil des Kanals aus griechischer Zeit erhalten. Derselbe hat dort die bedeutende Gröfse von 1,60^{m} lichter Höhe und 0,94^{m} Breite; er ist aus guten Quadern gebaut und hat eine aus drei Platten bestehende Abdeckung. Über zwei schräg gestellten Platten liegt die dritte horizontal, genau dieselbe Construction, wie sie die alten grofsen Entwässerungskanäle auf der Burg zeigen. Die Gröfse des Kanals beweist, dafs er sehr viel Wasser aus dem oberen Laufe des Ketios-Thals aufgenommen hat. Es sind die vielen Quellen, welche noch jetzt auf der rechten Seite des Ketios entspringend, Wasser geben, gewifs auch im Alterthum schon gefafst gewesen und deren Wasser in den Kanal aufgenommen worden. Von der Quelle Hagios Stratigos ist dies unzweifelhaft, denn das unmittelbar über dem Kanal stehende Brunnenhaus mit seinen 3 Säulen ist, wenn auch umgebaut, so doch antik.

In römischer Zeit, vielleicht bei Anlage der grofsen Thermen (bisher meistens Basilika genannt), ist der Ketios-Kanal von Neuem ausgebaut und überwölbt worden. Die Stadterweiterung im Thale machte es nothwendig noch weitere, gröfsere Quellgebiete zu erschliefsen. Man hat daher den Kanal über den Ketios hinüber mit einem Aquäduct fortgeführt und so im Osten noch weitere Zuflüsse erreichbar gemacht. Die Behauptung ortskundiger Einwohner, dafs diese Zuleitung aus der Gegend des 8 Stunden entfernten Städtchens Soma im oberen Kaikosthale her erfolgt sei, hat durch die neuesten Beobachtungen ihre Bestätigung erfahren. Die durch einen Strafsenbau zu Tage gelegten Theile eines gewölbten Wasserkanals dicht vor Soma gleichen in ihrer Bautechnik ganz und gar dem

späten Bau des Kanals im Ketiosthale, wie Conze und Schuchhardt bezeugen; und letzterer hat jetzt auch in der Nähe der Pascha Ludscha, etwa in der Mitte zwischen Soma und Pergamon, die Überführung derselben Leitung festgestellt, wo oben auf dem römischen Bogen der 1^m breite Kanal noch erkennbar ist.

Die vorhin erwähnte Leitung im Selinusthale ist auch in sofern von Interesse, als noch jetzt eine moderne Wasserleitung genau denselben Weg nimmt. Die moderne Leitung liegt nur $2-3^m$ tiefer als der alte Kanal. Sie beginnt bei Kapukaya etwa 4 Kilometer nördlich von Pergamon, wo zwei Bäche sich zum Selinusfluſs vereinigen. Von diesem Punkt wird auch der alte Kanal hergekommen sein und vielleicht in Verbindung gestanden haben mit einer dort vom Geiklidagh nieder geführten Leitung, wie sich aus neuerdings von Schuchhardt gefundenen Thonröhren und wahrscheinlich als Reste von Reinigungsbassins aufzufassenden Ruinen am Ostabhang jenes Gebirges schlieſsen läſst. Der alte Selinuskanal liegt bei seinem Eintritt in die Stadt ebenso hoch wie die Ketiosleitung; die Gebäudeanlagen im unteren Stadttheil haben also von beiden Fluſsthälern her mit Wasser versorgt werden können.

Damit ist die Wasserzuführung zur griechischen und römischen Stadt, soweit sie in den Betten und zwischen dem Laufe der beiden Flüsse Ketios und Selinus stattfand, klargelegt. Ein weiterer Hauptkanal kann auch nicht wohl mehr gefunden werden, da das ganze Quellgebiet im Norden durch die nachgewiesenen Leitungen schon in Anspruch genommen ist. Es werden daher vereinzelte Horizontalkanäle, welche an den Ost- und Westabhängen des Stadtberges noch gefunden sind, mit einer der hoch gelegenen, in erster Linie mit den Aquäductleitungen zusammen hängen. Von einer groſsen Thonrohrleitung, welche, vom kleinen Aquäduct ausgehend, Wasser nach Westen um den Berg leitete, haben wir den Anfang freigelegt.

Schlieſslich haben wir, um von der Bewässerung der römischeu Stadt eine weitere Übersicht zu geben, noch einen Kanal zu erwähnen, der heutzutage neben jenem soeben erwähnten im Selinusthale die Hauptwasserzuführung für Pergamon bildet und zweifellos auch antiken Ursprungs ist. Es ist der groſse Kanal, welcher von oberhalb des Asklepieions her kommt. Sein Lauf ist weit hinauf ins Gebirge des Geiklidagh

zu verfolgen. Die moderne Leitung verläſst im obern Laufe bald das alte Bett, folgt aber derselben Richtung, im Niveau nur wenige Meter tiefer gelegen. Der Kanal muſs namentlich dazu gedient haben, den ganzen römischen Stadttheil westlich vom Selinus zu versorgen. Er ist also, soweit er für die Stadtbewässerung diente, jedenfalls erst römischen Ursprungs. Im Übrigen mag seine Entstehung mit der Erweiterung und dem Ausbau des Asklepieion zusammenhängen. Denn dasselbe liegt an einer Stelle, die noch jetzt Quellen besitzt und zweifellos auch im Alterthum besessen hat; es wird daher erst eine Vergröſserung der Bauanlage auch die Vermehrung der Wasserzuführung nothwendig gemacht haben.

Fassen wir alles Vorhergehende in einem kurzen Verzeichnisse zusammen, so erhalten wir für Pergamon fünf groſse antike Wasserleitungen:

1) Die Bleirohrleitung der Königszeit.
2) Die groſse Thonrohrleitung mit den Aquäducten (Madarasleitung).
3) Der Kanal im Ketiosthale.
4) „ „ „ Selinusthale.
5) Die Asklepieionleitung.

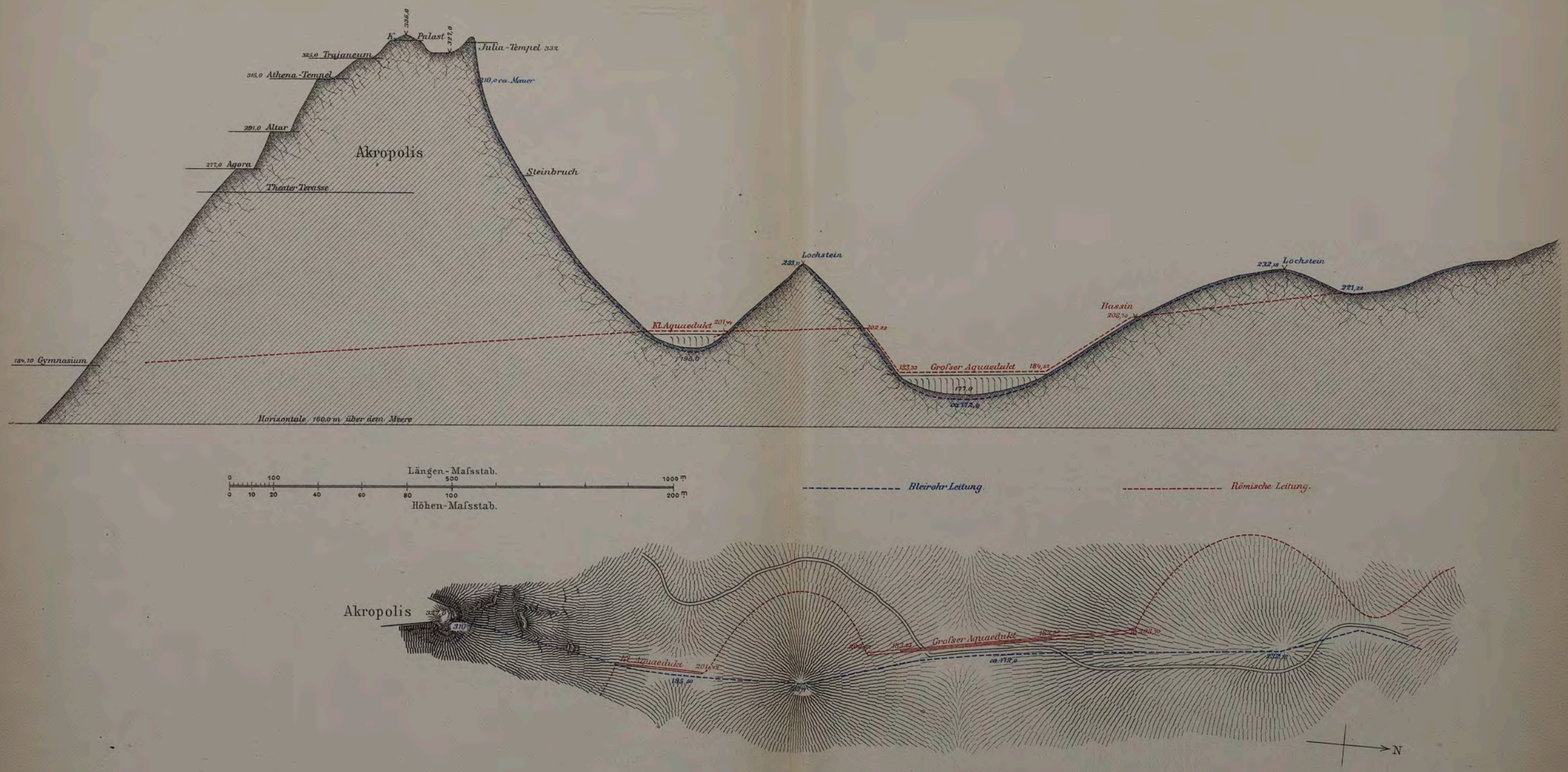
In der Wasserversorgung der Stadt müssen auſserdem, auch nachdem eine dieser Leitungen nach der andern angelegt war, die Cisternen eine groſse Rolle gespielt haben, deren auf dem Stadtberge noch heute eine ungezählte Menge vorhanden ist. Sie dienten zur Aufnahme des Regenwassers, möglicherweise wenigstens einzelne von ihnen auch als Wasserbehälter für das zugeführte Quellwasser; denn wenn man auch im Alterthum unsern heutigen Einrichtungen ähnliche Stadtbewässerungen mit Bleiröhren, Ausfluſshähnen, Ventilen und Zubehör gekannt hat, so wird es doch in Pergamon auf dem hohen Stadtberge nicht viel anders gewesen sein, als heute noch in Constantinopel und vielen andern Orten des Orients. Die Leitungen sind nicht so groſs und des Wassers ist nicht soviel, zumal im Sommer, daſs das edle Naſs ununterbrochen allen Wohnungen zugeführt werden könnte. In Constantinopel giebt es Wasservertheiler und nur stundenweis bekommt dieses oder jenes Stadtviertel Wasser zugemessen. Es muſs sich also jeder Hausbesitzer in der Zeit, wo

das Wasser fliefst, für Stunden und im Sommer auch für Tage mit Wasser versehen.

Es würde hier zu weit führen näher auf die Cisternenanlagen einzugehen. Nur daran mag erinnert werden, dafs vor Anlage der grofsen Bleirohrleitung die Hochstadt überhaupt auf Cisternenwasser angewiesen war, soweit man nicht Wasser aus dem Thale holte. Um aber doch wenigstens Wasser in der unteren Stadt zu haben, mag in älterer Zeit zuerst der grofse Ketioskanal angelegt worden sein, in dem wir also die früheste Anlage dieser Art vermuthen möchten.

Ganz unberührt mufsten bei meinen Untersuchungen sowohl die Wasservertheilung innerhalb der Stadt, als auch die Entwässerungsanlagen bleiben, obwohl ein gründliches Studium derselben manche, auch für die Baugeschichte der Stadt werthvolle Aufschlüsse ergeben dürfte, Aufschlüsse, die ich namentlich von der grofsen Menge von Thonrohrleitungen erwarten möchte. Konnte ich mich bei der Kürze meiner Zeit nicht näher auf alle diese Studien einlassen, so habe ich doch nicht versäumt so viel wie möglich Aufnahmen im Einzelnen zu machen, welche die constructive Gestalt der Thonröhren, Cisternen und Entwässerungskanäle in einiges Licht zu setzen geeignet sein werden. Unter den Entwässerungskanälen ist von besonderer Grofsartigkeit der Anlage derjenige, welcher, nach allen Kriterien der Königszeit angehörig, von der Region der Paläste her nach Westen am Berghange und unter der Theaterterrasse her in das Selinusthal hinabführte.

Buchdruckerei der Königl. Akademie der Wissenschaften (G. Vogt).
Berlin, Universitätsstr. 8.



Die Hochdruck-Wasserleitungen
von Pergamon.

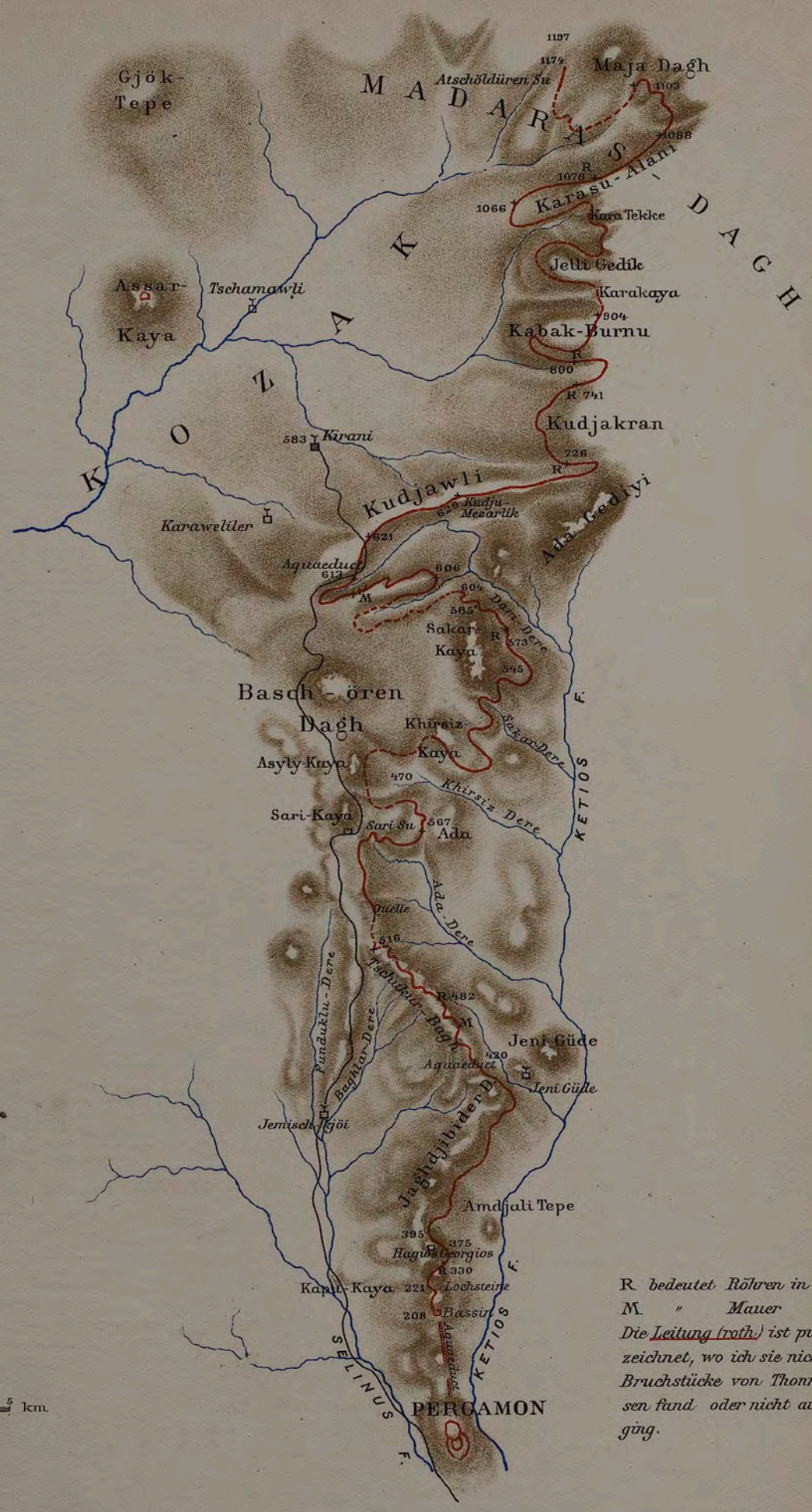
Aufg. u. gez. von Fr. Graeber.

Geogr. lith. Anst. u. Steindr. v. C. L. Keller, Berlin S.

K.Pre

0 1

Aufg. u. E



R bedeutet Röhren in situ
M. " Mauer
Die Leitung (roth) ist punktiert gezeichnet, wo ich sie nicht durch Bruchstücke von Thonröhren erwiesen fand oder nicht auf ihrer Spur ging.

Römische Wasserleitung vom Madaras-Dagh bis Pergamon.

Aufg. u. gez. v. C. Schuchhardt.

Geogr. lith. Anst. u. Steindr. v. C. L. Keller, Berlin S.

Buchdruckerei der Königl. Akademie der Wissenschaften (G. Vogt).
Berlin, Universitätsstr. 8.

OVERBECK'S TRACTS

31

OLYMPIA

PERGAMON


Digital ColorChecker® SG
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
A B C D E F G H I J K L M N
gmb
GRETAGMACBETH
mm
0 1 2 3 4 5 6