

ZEITSCHRIFT FÜR BAUWESEN

HERAUSGEGEBEN IM PREUSSISCHEN FINANZMINISTERIUM

SCHRIFTLITER: INGENIEURBAU RICHARD BERGIUS · HOCHBAU Dr.-Ing. GUSTAV LAMPMANN

80. JAHRGANG

BERLIN, MÄRZ 1950

HEFT 3

Alle Rechte vorbehalten.

DER URSPRUNG DES QUERSCHIFFES.

Von Friedrich Wachtsmuth, Marburg (Lahn).

Die verschiedenen Theorien über die Entstehung des Querschiffes an den frühchristlichen Basiliken klingen meistens mit dem Hinweis auf ein unmittelbares Vorbild aus, oder sie wollen in der Lösung eine selbständige Erfindung der frühchristlichen Kunst erblicken. Es liegt nicht in meiner Absicht, nochmals Stellung zu den zahlreichen Ansichten zu nehmen, nachdem Heinrich Glück¹⁾ es in seinem Aufsatz getan hat. H. Glück erweitert mit Recht die engen Grenzen der Herkunft des Querschiffes und des Trikonchos, indem er „auf den uralten Bestand dieser Raumform“ hinweist und ausdrücklich betont, „daß sie (die Raumform) an eine bestimmte Zweckart von Gebäuden nicht gebunden ist“. Der tatsächliche Ursprung des Motives wird uns aber nicht genannt, wenn auch der Trikonchos bzw. das Querschiff mit Apsis als ein „altmittelmeerländischer Urtypus“ bezeichnet wird.

Man hat in dem Querschiff ein selbständiges Gebilde zu erkennen, es kann einräumig oder aus mehreren Einzelementen zusammengesetzt sein, es wird in seiner Gesamtheit aber stets eine gegensätzliche Raumwirkung wie der dazugehörige Hauptraum hervorrufen. Durch den Anschluß der Apsis wird das Querschiff einseitig erweitert; eine großzügigere Erweiterung erfolgt, wenn gleichartige Gebilde auch die Schmalseiten des Querschiffes besetzen. Diese Dreikonchenanlage kann durch Eingliederung eines Zwischengliedes in der Hauptachse des Gebäudes nach allen drei Richtungen vollständig symmetrisch ausgebildet werden, dabei bleibt es unbenommen, den Abschlüssen eine eckige oder runde Gestalt zu geben.

Das Querschiff ist keineswegs ein unumgängliches Bauglied in der frühchristlichen Kunst. Die Apsis kann auch unmittelbar dem Hauptraum angefügt werden, so daß sie in einfacher Anwendung als Erweiterung des Mittelschiffes dann anzusehen wäre. Eine Erweiterung aller Schiffe des Hauptraumes durch Apsiden gehört zu den selteneren Bildungen, die Kathedrale von Parenzo (7. Jahrhundert) zeigt uns eine solche Lösung.

Der Hinweis auf den Charakter der Selbständigkeit des Querschiffes entkräftigt die weitverbreitete Ansicht Dehios und anderer über die Entstehung des Querschiffes. Dehio will bekanntlich in den Alae des römischen Wohnhauses das Querschiff erkennen²⁾. Demnach bestünde das Querschiff aus drei *gesonderten* Teilen, nämlich aus den beiden getrennt liegenden Alae und aus einem Abschnitt des Atriums (Abb. 1). Das ganze Atrium ist aber eine geschlossene Einheit, die durch die zentrale Lage des Impluviums — bis auf einige frühe Lösungen — unter-

strichen wird. Die notwendige Verschmelzung der drei Einzelglieder zu einem Ganzen fehlt; von einem Querschiff kann nicht die Rede sein.

Um nun den Ursprung des Querschiffes — besser gesagt des Querhauses oder Querbaues — festzustellen, haben wir Umschau zu halten, wo ein *selbständiges*, querliegendes Raumgebilde sich an ein räumlich anders geartetes anschließt, und zwar unabhängig davon, ob das selbständige Gebilde aus einer Einheit oder aus mehreren Gliedern besteht. Wir haben unsere Blicke nach dem Osten zu lenken: im alten Kulturland des Euphrat- und Tigrisgebietes, in Babylonien und Assyrien, und in den nordwestlich vorgelagerten Mitanni- und Hethiterreichen schlummert unbewußt der Keim, aus dem sich dieses Baumotiv in der Folgezeit entwickelt hat. Assyrien liefert uns die ältesten Beispiele; inwieweit sie dort heimisch oder unter südlichem (babylonischem) oder westlichem (mitannischem) Einfluß entstanden sind, kann hier unter Hinweis auf eine andere Arbeit³⁾ außer acht gelassen werden.

In Assur, in der alten Hauptstadt Assyriens, konnte ein der Göttin Ishtar geweihter Tempel aufgedeckt werden, der aus der Mitte des 5. vordchristlichen Jahrtausends stammt. Er besteht in der Hauptsache aus einem $7,5 \times 15,6$ m großen Kultraum und einem Beiraum (dem Allerheiligsten) von $7,5 \times 3,7$ m Größe (Abb. 2). Die anschließenden Räumlichkeiten spielen für unsere Betrachtung keine Rolle, wir können sie hier und an den anderen Beispielen unberücksichtigt lassen. Die Hauptzugangstür liegt in der Ecke einer Langseite des Kultraumes, der somit als Querraum bezeichnet werden könnte. Durch die Angliederung des Beiraumes an die der Eingangstür abgelegenen Schmalseite, durch die Öffnung der Trennungswand und durch die Aufstellung des Kultbildes in dem Beiraum, der eine ausgesprochene *Querlage* besitzt, erhält der Kultraum eine unbedingte Längswirkung. Längs- und Querraum stehen somit selbständig nebeneinander; das Motiv ist mitannischen Ursprungs, es lebt in Assyrien weiter fort, es vermengt sich daselbst gelegentlich mit babylonischen Ideen oder überläßt diesen die alleinige Vorherrschaft.

Der Assyrerkönig Tukulti Ninurta I. (1260—1232) baut und weiht einen Tempel dem Gotte Asur in seiner neuen Residenz Kar-Tukulti-Ninurta. Dem Tempel haften babylonische Charakterzüge an; die Zella, das Allerheiligste, ist ein regelrechter Querraum von 20 m Breite und 7 m Tiefe. Eine mittlere breite und zwei seitliche schmalere Zugangstüren durchbrechen die eine Langwand des Allerheiligsten. In der Achse der Mitteltür ist in der gegenüberliegenden Wand die doppelt so breite wie tiefe babylonische *Nische* zu sehen, in der das Postament für die Götterstatue steht. Die sonst übliche babylonische querliegende Vorzella ist hier in Fortfall gekommen, der „Versammlungsraum“ — der 20×20 m große Hof — schließt sich unmittelbar der Zella an. Wiederum die

³⁾ Friedrich Wachtsmuth, Der Raum, I., Marburg-Lahn 1929, S. 47 ff.

¹⁾ Heinrich Glück, Die Herkunft des Querschiffes in der römischen Basilika und der Trikonchos, Düsseldorf 1926 (Festschrift Paul Clemen), Seite 206.

²⁾ G. Dehio, Die kirchliche Baukunst des Abendlandes, I., Stuttgart 1892, Seite 71 (vgl. H. Holtzinger, Die römische Privatbasilika, Rep. f. Kunstw., V., 1882, S. 285/6). F. X. Kraus, Geschichte der christlichen Kunst, I., 1896, S. 299. J. P. Richter, Der Ursprung der abendländischen Kirchengebäude, Wien 1878, S. 42 ff. O. Wulff, Altchristliche und byzantinische Kunst, Neu-Babelsberg 1915/16, S. 204.

Gegenüberstellung von einem selbständigen Querraum mit stattlicher Nische zu einem selbständigen länglichen oder quadratischen, freilich unüberdeckten Hauptraum.

Die Folgezeit bringt diese Lösung wieder unter ein Dach. Sargon II. (722—706), König von Assyrien, errichtet in Dur-Sarrukin (Chorsabad) in den Jahren 711 bis 707 einen Palast mit einer Dreitempelanlage, in der jeder Tempel die bewußte Lösung zeigt (Abb. 5). Man gelangt jedesmal von dem dazugehörigen Hof über einen querliegenden Vorraum in den Langraum (Hauptraum) und von ihm durch eine Tür in die querliegende Zella (das Allerheiligste), die ihrerseits wieder durch eine rechteckige Erweiterung gegenüber der Tür ausgezeichnet ist (Nischenbildung). Diese Aufeinanderfolge von Lang- und Querraum mit Nische lebt in der Baugeschichte weiter fort, wenn auch nebenbei andere Lösungen zur Entwicklung kommen. Das mitannische Motiv des querliegenden Raumes mit der ausgesprochenen *Längswirkung* und mit dem anschließenden *quergelegten* Beiraum findet seine Ausläufer in der hethitischen Kunst bis in das 7. vorchristliche Jahrhundert hinein, wo es an den „bit-chilani“-Bauten immer wieder zutage tritt (Abb. 4).

Die Langräume aller genannten Beispiele halten eine bestimmte Grenze der Breitenentwicklung ein, die dann in Einklang mit der Breite des Querraumes gebracht wird. Die ausgeführten Breiten stehen in engster Beziehung zu der jeweilig gewählten Deckenkonstruktion. Die stets anzunehmenden Holzbalkendecken schreiben das Höchstmaß der Breitenausdehnung vor. Diese wird aber auch nicht ins Unermessliche gesteigert, wenn an die Stelle der Holzbalken das steinerne Gewölbe tritt.

Die Partherstadt *Hatra* unweit Assurs westlich vom Tigris bringt uns eine weitere Stufe der Entwicklung dieses Baumotives. Am Nordanbau des Hauptpalastes (2. Jahrhundert n. Chr.) findet eine Verdoppelung der Langraumordnung statt, ein einziger Raum legt sich quer hinter die beiden „Zwillingsräume“ (Abb. 6). Es ist bisher nicht erwiesen, ob die beiden Langhallen räumlich miteinander verbunden gewesen sind oder nicht, das heißt, ob wir eine Art von zweischiffiger Halle oder zwei parallele Einzelhallen vor uns haben. Es ist auch belanglos! Die Tatsache genügt: ein gesonderter Querraum oder Querbau schließt sich einem selbständigen Vorderbau mit Längscharakter an!

Die Bauten aus dem Stadtgebiet *Hatras* werden gleichfalls dem 1. und 2. Jahrhundert nach Chr. angehören. Eine äußerst wichtige Planung in der Stufenleiter der Entwicklung liegt daselbst dem Bau V zugrunde (Abb. 5). Das Streben nach Breitenentfaltung hat aus dem ein- bzw. zweigliederigen den dreiteiligen Vorderbau geschaffen, dem ein dreigliederter Querbau angeschlossen ist! Die Nische fehlt in der Rückwand des Querraumes gegenüber der mittleren Langhalle, sie ist verräumlicht worden, das heißt: ein quadratischer Raum ist an ihre Stelle getreten. —

Wir verfolgen jetzt nur den westlichen Zweig der Entwicklung dieses charaktervollen Baumotives und werden gewahr, daß es nunmehr von der christlichen Kunst übernommen und ausgestaltet wird. Dabei haben wir die grundverschiedenen Weiterbildungen des Motives in Vorderasien und in den abendländischen Mittelmeerländern im Auge zu behalten. Beide Gebiete haben aber ihre Ideen aus derselben Quelle geschöpft, die gleichen Grundzüge beselen die nur scheinbar verschiedenartigen Schöpfungen.

Der einräumige Querbau mit den angeschlossenen drei Langhallen begegnet uns an der Johanniskirche in Damaskus (5. und 4. Jahrhundert) (Abb. 7). Hier bilden sich die drei Einzelhallen aus *Hatra* durch eine vollständige Auflösung der Trennungswände zu einer dreischiffigen Anlage um, der eine gleichartige auf der anderen Seite des Querbaues entspricht. Dem Doppelzweck (Gotteshaus und Grabbau) wird dadurch Rechnung getragen; die Nische oder der Altarausbau wird in das Mittelschiff des Grabbaues hineingegriffen haben.

Im allgemeinen tritt in Syrien der Gedanke der Einräumigkeit im Querhaus zugunsten der Gliederung und

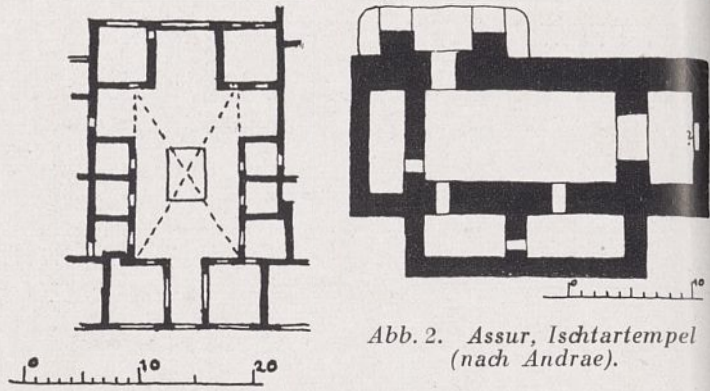


Abb. 2. Assur, Ischartempel (nach Andrae).

Abb. 1 (oben). Pompeji, Haus des Gallustius (nach Dehio).

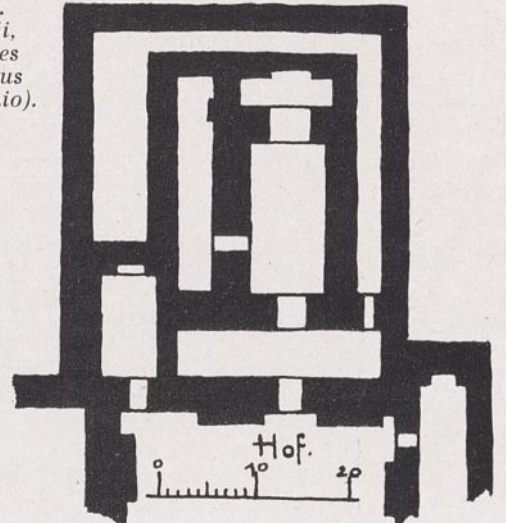


Abb. 5. Chorsabad, Sargon-Tempel (nach Place).

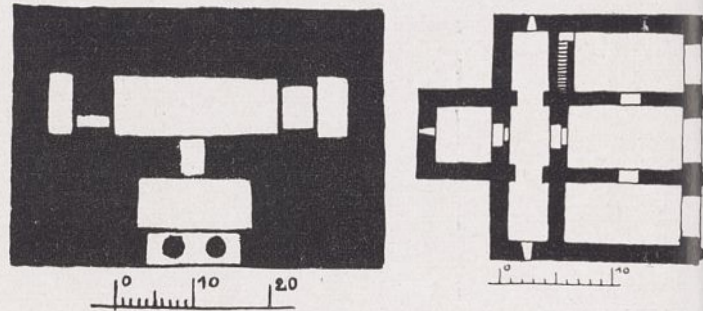


Abb. 4. Sindschirli, Bit-Chilani I (nach Wachsmuth).

Abb. 5. Hatra, Bau V (nach Andrae).

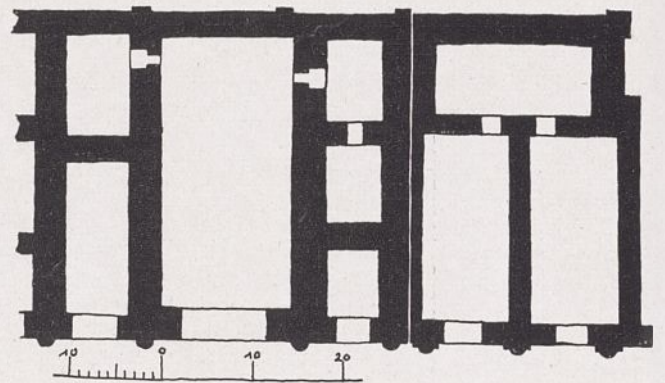


Abb. 6. Hatra, Hauptpalast (nach Andrae).

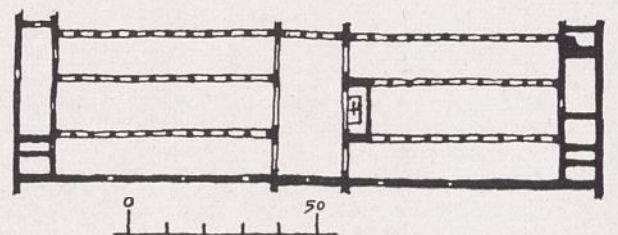


Abb. 7. Damaskus, Johanniskirche (nach Wulzinger).

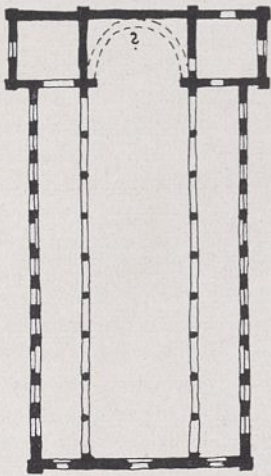


Abb. 8. Haß, Basilika.
6. Jahrh. (nach Butler).

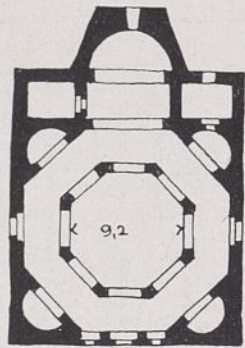


Abb. 9. Esra, St. Georg-Kirche, 515
(nach de Vogué).

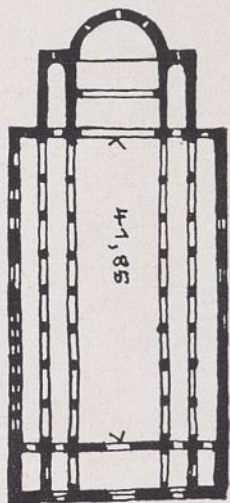


Abb. 10. Suwede, Kirche
(nach de Vogué).



Abb. 11. Dscherade, Kirche, 5. Jahrh.
(nach Butler).

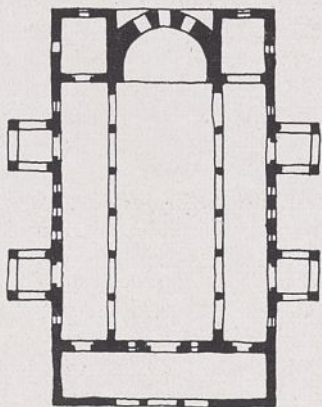
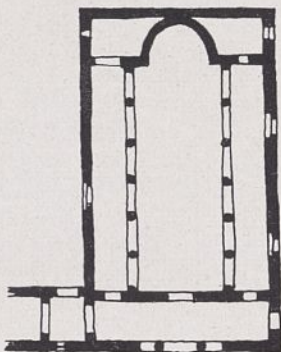


Abb. 12. Bakusa, Südkirche, 6. Jahrh. (nach Butler).

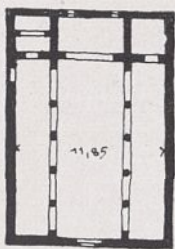


Abb. 15. Babiska,
St. Sergiuskirche, 609/10
(nach Butler).

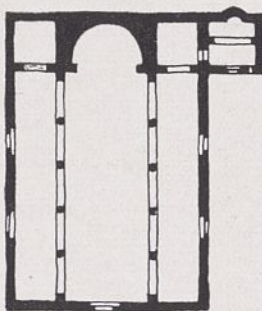


Abb. 14. Ksedsche,
Ostkirche, 414
(nach Butler).

Absonderung der Einzelteile im Querbau zurück. Wir müssen nämlich in dem sogenannten dreiteiligen Bema der syrischen Kirchen den Querbau erblicken, dem dann jeweilig der Lang- oder Zentralbau angeschlossen wird. Die Kirche in Haß (Abb. 8) und die Kathedrale in Esra (Abb. 9) mögen hierzu als Beispiele dienen⁴⁾.

Es gilt jetzt den Beweis zu liefern, daß das dreiteilige Bema tatsächlich eine bestimmte und charaktervolle Entwicklungsstufe des Querhauses darstellt. Vor allen Dingen ist darauf hinzuweisen, daß die Apsis, die Prothesis und das Diakonikon keine willkürlichen Abschlüsse der einzelnen Schiffe des Langhauses sind; sie bilden zusammen eine Einheit, der sich der Gemeinderaum anschließt. Diese dreigeteilte, aber geschlossene Einheit setzt sich nämlich in gleicher Weise vor einen dreischiffigen Raum wie vor eine fünfschiffige Anlage (Suwede [Abb. 10]) oder einen Zentralbau (Esra [Abb. 9], Musmije, Rusafa usw.), außerdem kann sie gelegentlich breiter (Haß [Abb. 8]) oder sogar auch schmaler (Suwede) als der dazugehörige Hauptraum sein. Dabei ist zu berücksichtigen, daß die Verbindung des dreigeteilten Ostabschlusses mit dem Zentralraum keineswegs nur an späten Lösungen, wie zum Beispiel an den aus dem 6. Jahrhundert stammenden Bauten in Esra und Rusafa, festzustellen ist; in Musmije wird dieser Planungsgedanke bereits im 3. oder 4. Jahrhundert verwirklicht. Aus alledem geht zweifelsohne hervor, daß der dreiteilige Abschluß und der Gemeinderaum zwei gesonderte Bauteile sind, von denen jeder seine jeweilige Gestaltung erhält.

Die selbständige Einheit des dreiteiligen Abschlusses ist somit erwiesen, es fragt sich jetzt, ob ihm auch ein Querschiffcharakter eigen ist? Im Grundriß ist es zweifellos der Fall, einmal, weil die drei Teile in ihrer Gesamtheit schon weniger tief als breit sind, zum andern, weil man in dem letztgenannten, parthischen Beispiel die regelrechte Vorstufe zu erblicken hat (Abb. 5). Hier in diesem älteren Bau war die Aufteilung des Querbaues in drei Teile nur angedeutet, in Syrien ist sie infolge der liturgischen Notwendigkeit endgültig vollzogen worden.

Etwas schwieriger ist der Nachweis des Querschiffcharakters für den Aufbau zu liefern. Gut erhaltene Beispiele sind auf uns nicht überkommen, ein unumstößlicher Schluß ist aus den Ruinen nur vereinzelt zu ziehen (vgl. Kirche in Dscherade [Abb. 11] und die Basilika in Haß [Abb. 8]); wir haben uns daher in der Hauptsache mit der Betrachtung der Lösungsmöglichkeiten abzufinden.

Es ist durchaus denkbar, daß bei einem geraden, durchgehenden, äußeren Ostabschluß alle drei Teile des Ostbaues unter ein Dach gebracht sein können. Ist das der Fall, so ist der Querhauscharakter offensichtlich zum Ausdruck gelangt, er kann dann nicht in Abrede gestellt werden. Wird dagegen die Apsis als Sonderglied herausgehoben und unterstrichen und werden zugleich die beiden Beiräume als untergeordnete Glieder behandelt oder sogar noch mit der Verlängerung der Seitenschiffdächer des Hauptraumes überdeckt, so könnte der Querhauscharakter angefochten werden, wenn man ihn nicht trotzdem ahnen müßte. Das verunstaltete Äußere darf nicht in die Wagschale geworfen werden; die Umbildung ist eine Folge der vorgenommenen Zerlegung des einheitlichen Querraumes in einzelne, aber doch zusammengehörige Glieder, von denen jedes einem bestimmten Zweck zu dienen hat.

Das Verschleiernwollen der inneren Verbundenheit der drei Einzelteile des Ostabschlusses erreicht um die Wende vom 5. zum 6. Jahrhundert seinen Höhepunkt, indem in dieser Zeit durch eine Gliederung der Ostfront jeder einzelne Teil des Ostbaues herausgeholt wird

⁴⁾ Aus der großen Zahl der syrischen Beispiele kann hier nur eine kleine Auslese herangeholt werden. Man ziehe zum Vergleich die bekannten Arbeiten von M. de Vogué und H. C. Butler heran. Besonders zu beachten sind ferner: H. Glück, Der Breit- und Langhausbau in Syrien, Heidelberg 1916; H. W. Beyer, Der syrische Kirchenbau, Berlin 1925; K. Liesenberg, Der Einfluß der Liturgie auf die frühchristliche Basilika, Neustadt a. d. H. 1928.

(Bakusa [Abb. 12], Turmanin). Diese starke Betonung der Einzelteile muß aber als eine gelegentliche Abschweifung angesprochen werden; die gerade durchgehende Ostflucht bleibt vom 4. bis in das 6. Jahrhundert die allgemein übliche Lösung, so daß im Grundrißplan die Apsis und die beiden Beiräume das charakteristische Rechteck bilden. Es erscheint fast wie eine Wiederbesinnung auf die ur-eigene Abstammung und auf den ursprünglichen Grundgedanken, daß im 6. Jahrhundert der Apsisraum mit Vorliebe eine rechteckige Gestalt erhält, während er sonst den beliebten Halbkreisabschluß besitzt (Kirche des Heiligen Sergius zu Babiska [Abb. 13], Ostkirche zu Bakira, Kirche des Heiligen Sergius zu Dar Kita u. dergl. m. bzw. Basilika zu Midschleija, Ostkirche Ksedschbe [Abb. 14], Basilika zu Ruweha u. dergl. m.). Indem die Apsis zum Rechteck wird, schließen sich ihr die beiden gleich tiefen Beiräume sinngemäß an, das Querbaumotiv tritt offensichtlich zutage.

Der Querhauscharakter erhält eine besondere Betonung, wenn die Apsis sich als selbständiger Baukörper an das Querhaus anlehnt, wie das an der Zentralkirche in Esra (Abb. 9) und an der Kirche in Suwede (Abb. 10) u. a. der Fall ist. Diese Lösung hat desgleichen ihren Vorläufer in dem genannten parthischen Bau zu suchen.

Wie kommt nun dieses Querhausmotiv nach dem Abendland? Es ist nicht angängig, Syrien als das unmittelbare Vorbild für den abendländischen Zweig dieser Entwicklung hinzustellen. In Syrien vollzieht sich eine Parallelentwicklung, die selbstverständlich auch im Westen gelegentlich ihren Niederschlag zeitigt. Der gemeinsame Ursprung ist aber in Nordmesopotamien zu suchen, und zwar kann wiederum der parthische Hatrenserbau herangezogen werden, zu dem, wie bereits ausgeführt, die syrischen Kirchenbauten in Abhängigkeit gebracht wurden.

Der Sprung vom Euphrat- und Tigrisgebiet nach dem Tiber ist nicht so groß und erscheint nicht als Gewaltakt, wenn man bedenkt, welche innigen politischen und wirtschaftlichen Beziehungen in den ersten nachchristlichen Jahrhunderten zwischen Rom und Vorderasien bestanden haben. Die Feldzüge Trajans, Lucius Verus' und Septimius Severus' mögen vor allem wieder ins Gedächtnis gerufen werden. Alle drei Herrscher bezwingen Nordmesopotamien und dringen jeweilig nach Süden bis nach Seleukeia bzw. Ktesiphon vor. Hatra, die Partherstadt, behauptet stets ihre Freiheit, denn sowohl Trajan (117 n. Chr.), als auch Septimius Severus (200 und 201) müssen nach längerer Belagerung unverrichteter Dinge wieder abziehen. Dagegen bleibt das übrige Nordmesopotamien unter römischer Herrschaft, ungeachtet dessen, daß Barsemius von Hatra mit Unterstützung des Partherkönigs Volagases IV. (190—209) vorübergehend das fremde Joch abstreifen konnte. Infolge des Widerstandes der Feste Hatra wird Nisibin unweit Hatra zur Metropole der römischen Kolonie erhoben. Die Unternehmungen nach dem Süden unter Lucius Verus und Septimius Severus werden aber jäh abgebrochen, da die Pest und andere Krankheiten im Heere zur Rückkehr zwingen. Die Pest soll damals von den flüchtenden Truppen des Lucius Verus nach Norden und nach Italien verschleppt worden sein. Die Kämpfe der Römer sind nicht ununterbrochen in Vorderasien geführt worden. Man sieht den Kaiser Septimius Severus bald in Asien, bald in Europa an der Spitze seines Heeres. Darf es da noch wundernehmen, daß auch morgenländische Bauideen nach dem Abendland „verschleppt“ werden? Die Kämpfe in Vorderasien zwischen den Parthern und Römern halten weiter an, das Kriegsglück wendet sich bald diesem, bald jenem zu, es ist dem letzten Partherkönig Artabanus IV. (209—226) hold; er verleiht bedeutende Landstriche seinem Reiche wieder ein. Die Sasaniden, die die politischen Nachfolger der Parther in Vorderasien werden, führen den Kampf gegen die Römer noch erbitterter fort. Sapor I. (240—271) bringt seine Macht zur kraftvollen Entfaltung, er dringt über Syrien bis nach Kappadokien vor, die

Römer müssen weiter weichen, Kaiser Valerianus (253 bis 260) gerät in Gefangenschaft, Sapor ist Herr von Vorderasien. Unter den Nachfolgern Saptors I. behaupten sich wieder die Römer; Nisibin wird noch 338 als befestigter Sitz der Römer genannt. In der Folgezeit tritt aber an die Stelle Roms Byzanz, indem oströmische Herrscher den Kampf mit den Sasaniden aufnehmen und mit wechselndem Glück führen.

Nicht allein diese kriegerischen Unternehmungen brachten das Abendland mit dem Morgenland in enge Berührung, auch auf dem geistigen und kulturellen Gebiet ist eine innige Fühlungnahme zu beobachten. Mit der Besitznahme des syrischen und galiläischen Küstenlandes durch die Römer vermengen sich in Asien heimische Bau- und Kunstideen mit den fremden, abendländischen, die nicht nur am Tempel-, Profan- und Wehrbau, sondern auch am älteren Synagogen- und jüngeren Kirchenbau ihren Niederschlag finden. Die heimischen Gedanken geben dabei hauptsächlich den Grundton für die Raumgestaltung an, während die fremden sich vornehmlich der äußeren Ausstattung bemächtigen⁵⁾.

Und nun zum Schluß sei noch des Christentums selbst gedacht! Das Christentum strahlte von Palästina radial nach Norden, Süden, Osten und Westen aus. Die Idee der Verehrung eines einzigen Gottes wurde aus Vorderasien in alle Welt gebracht. Bereits im 4. Jahrhundert wird das Christentum im römischen Reich nach schwerer Verfolgungszeit zur Staatsreligion erhoben, es hat im Abend- wie im Morgenland Wurzel gefaßt. Die Entwicklung des Christentums hat sich in den ersten Jahrhunderten nicht einseitig vollzogen, wir begegnen dem Christentum im Römerreich ebenso wie im Parther- und Sasanidenreich. Ueber das Schicksal der Christen unter den Arsakiden (Parthern) fehlen glaubwürdige Berichte, jedoch weiß eine Legende zu erzählen, daß der bischöfliche Stuhl zu Seleukeia schon in apostolischer Zeit gegründet sei. Wie dem auch sei, der erste, bisher nachweisliche Bischof hat um 510 in Seleukeia seines Amtes gewaltet. Größere christliche Gemeinden entstehen unter der Sasanidenherrschaft, vornehmlich unter Sapor I., der die Christen duldet und ihnen Schutz vor den Römern gewährt. Er siedelt sie in seinem Reich an, wo sie sich dann bis nach Persien hinein rasch verbreiten. So zog die Welle einmal von Westen nach Osten, sie schlug aber bald um. Sapor II. (309—380) verfolgte die Christen aufs schärfste und zwar gerade in der Zeit, als das Christentum im Westen vom Kaiser anerkannt wurde. Eine rückläufige Bewegung kann daher mit Recht angenommen werden. Auch die Abhaltung von Konzilien in Kleinasien und im Westen sowie die Einberufung von Synoden in den verschiedensten Städten, u. a. in Seleukeia, wo allein vom Jahre 410 bis 605 elf Synoden getagt haben, deutet auf ein Hin- und Herfluten von Leuten und Ideen in den ersten nachchristlichen Jahrhunderten hin.

Aus alledem ist mit Fug und Recht auch auf eine Wanderung von Planungsideen aus dem Osten nach dem Westen und umgekehrt zu schließen. Das Querschiffmotiv wird demnach um 500 aus Mesopotamien nach Rom gebracht worden sein, zumal es vorher in dieser klaren, nackten Form daselbst nicht anzutreffen ist. Das Querschiff der römischen Basiliken hat dieselben Grundeigenschaften wie seine östlichen Vorläufer, es ist ein selbständiges Raumgebilde, das eine ausgesprochene Querlage besitzt; ihm schließt sich der Hauptraum von gegensätzlicher Raumwirkung an. Wie im Osten, so ist es auch hier belanglos, welchen Charakter der angefügte Hauptraum trägt. In Asien wurde der Zentralbau in gleicher Weise wie der Langbau mit dem Querhaus verbunden, in Italien dagegen nur der Langbau. In Syrien fand eine scharfe Trennung der einzelnen Glieder des Querhauses statt, in Rom wird der durchgehende Querraum, wie in der älteren Zeit im Osten, bevorzugt. Im Morgenland tritt

⁵⁾ Darüber Näheres bei Friedrich Wachtsmuth, Der Raum, Bd. II, zurzeit in Vorbereitung.

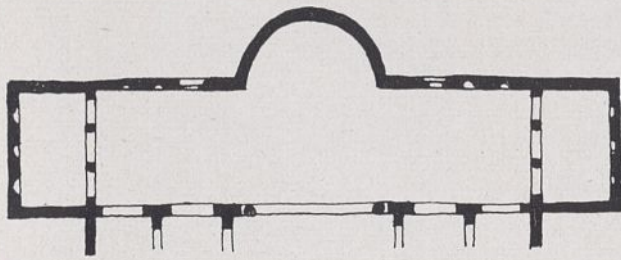


Abb. 15. Rom, St. Peter (nach Glück).

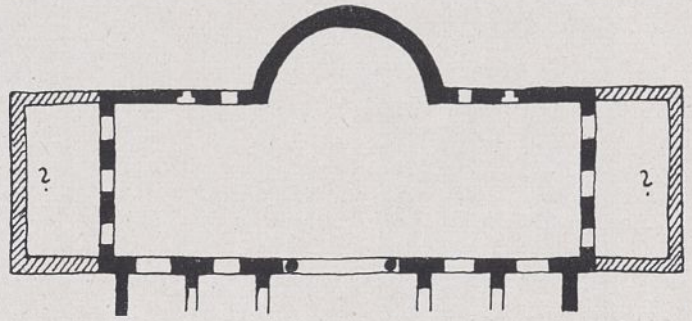


Abb. 16. Rom, S. Paolo fuori la mura (nach Glück).

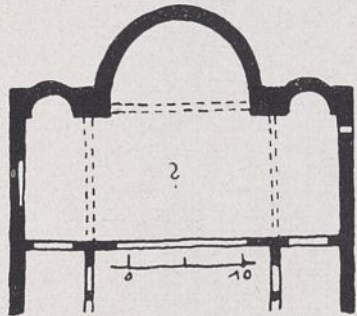


Abb. 17. Rom, S. Pietro in vincoli (nach Dehio).

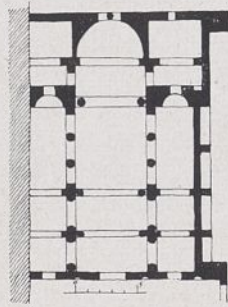


Abb. 18. Kodscha Kalessi, Kirche.

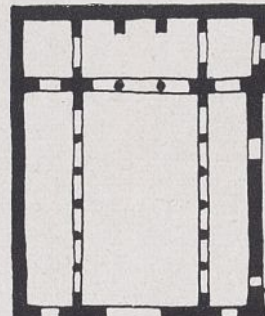


Abb. 19. Rom, S. Lorenzo fuori la mura (nach Dehio).

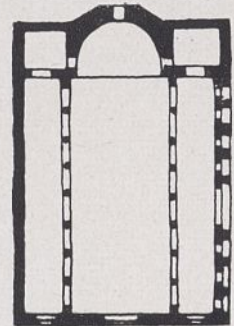


Abb. 20. Ravenna, S. Spirito (nach Dehio).

die Apsis (bzw. Nische) in den weitaus meisten Fällen nach außen nicht aus dem Querbau hervor, in Italien erscheint sie dagegen fast ausschließlich als selbständiges Anhängsel des Querhauses.

Diese abweichenden Eigentümlichkeiten in der Entwicklung im Osten und im Westen vermögen nicht den gemeinsamen Grundcharakter zu verschleiern. — Die Querschiffe der ältesten drei- und fünfschiffigen Basiliken Roms Sa. Maria Maggiore, St. Peter (Abb. 15), S. Paolo fuori la mura (Abb. 16) lehnen sich in ihrer Gestalt unmittelbar den parthischen Vorbildern an, an ihnen ist aber die in Hatra angedeutete Raumteilung ganz in Fortfall gekommen.

S. Pietro in vincoli in Rom (5. Jahrhundert, Abb. 17) zeigt Planungsgedanken, die wiederum im Osten gereift sind und die in vollendetster Form an der Kirche in Kodscha Kalessi (5. Jahrhundert, Abb. 18) im südlichen Kleinasien verwirklicht worden sind. Die scharfe Teilung des syrischen Querbaues ist fallengelassen worden, an ihre Stelle tritt in Kleinasien eine Bogenarchitektur, die vielleicht auch in Rom geplant gewesen sein könnte, wenn man den Ursprungsbau ins Auge faßt. Die Querbauten an S. Lorenzo fuori la mura in Rom (4. bis 6. Jahrhundert, Abb. 19) und an S. Spirito in Ravenna (5. bis 6. Jahrhundert, Abb. 20) verkörpern wieder rein syrische Bauideen. Die drei Teile des Querhauses werden durch Scheidewände voneinander getrennt, zugleich tritt der rechteckige Apsisraum von S. Lorenzo gar nicht aus dem Rechteck des Querbaues hervor, während der innen kreisrunde und außen polygonale Abschluß der Apsis von S. Spirito nur knapp vor die durchgehende Ostwand vorgezogen wird.

Parallel den Querschiffbildungen laufen von alters her auch querschifflose Lösungen. In diesen bleibt der Lang- oder Zentralraum die Hauptsache, Nischen oder Apsiden bilden dann deren unmittelbaren Abschluß. Ein charakteristisches Beispiel aus dem Altertum lernen wir im älteren Anu-Adad-Tempel zu Assur kennen; Tiglatpileser I. (1115 bis 1105) setzt den von seinem Vater begonnenen Bau fort und vollendet ihn. Die Haupträume des Doppeltempels sind rd. 7×10 m große Langräume, an deren eine Schmalseite sich jeweilig die $4,25$ m breite und $5,8$ m tiefe Raumnische anschließt. Dieselbe Lösung kehrt am Nabo-Tempel in Assur aus dem Ende des 7. Jahrhunderts v. Chr. wieder (Abb. 21), ungeachtet dessen, daß dazwischen im 8. Jahrhundert und vorher im 5. und 2. Jahrtausend v. Chr. die

oben besprochenen Lösungen mit dem Lang- und Querraum zur Ausführung gelangten.

In der parthischen Kunst stehen ebenfalls die großen Langhallen mit und ohne anschließenden Querraum friedlich nebeneinander. Man vergleiche nur den Hauptpalast in Hatra: der nördliche Flügelausbau besitzt den Querraum, während die Haupthallen ohne Querraum geblieben sind (Abb. 6).

Beide Arten der Lösungen begegnen uns auch in Syrien und im Hauran. Die verkappte Querschiffbildung herrscht freilich unzweifelhaft vor, aber die Basiliken in Schakka (2. bis 3. Jahrhundert) und Tafcha (4. bis 5. Jahrhundert [Abb. 24]), sowie die Ostbasilika in Kalat-Seman (5. bis 6. Jahrhundert) und die Basilika in Sebed und die Kirche zu Kalb-Luse (beide aus dem 6. Jahrhundert) sind würdige Vertreter der querschifflosen Anlagen. Der Abschluß des Mittelschiffes — gelegentlich auch der Seitenschiffe (Kalat-Seman) — wird durch die unmittelbar ansetzende Apsis gebildet, ein Querbau mit der Prothesis und dem Diakonikon fehlt. Die Abtrennung des Ostteils der Seitenschiffe in Kalb-Luse (Abb. 22) und die dadurch entstehenden Gemächer müssen als ein Behelf bezeichnet werden; auch hier ist der Querschiffcharakter nicht zum Ausdruck gebracht worden.

Nach diesen Ausführungen dürfte es keinen mehr wundern, daß beide Lösungsarten auch im Westen verwendet worden sind. Es wäre aber falsch, wollte man unter Hinweis auf die Basiliken in Ravenna, wo der morgenländische Einschlag sich auch sonst verschiedentlich ausprägt, nur die eine Lösung unter östlichem Einfluß entstanden denken. Das Querschiff ist aus dem Osten nach Italien gekommen; querschifflose Anlagen waren den Römern geläufig, trotzdem ist auch an diesen aus der frühchristlichen Zeit manches morgenländische Motiv verwendet und verarbeitet worden⁶⁾.

In den beiden parallelaufenden Entwicklungen der Raumlösungen hat die Nische aus der altbabylonischen Zella in ihrer Weiterbildung eine ausschlaggebende Rolle gespielt (Abb. 23). Sie wird an der querliegenden Zella am Tempel von Kar-Tukulti-Ninurta genau so verwendet wie am sargonidischen Tempel in Chorsabad. Sie wird zum Raum an den parthischen Bauten, nachdem sie an den Tempeln in Assur den Charakter einer Raumnische

⁶⁾ Darüber Näheres bei Friedrich Wachtsmuth, Der Raum, Bd. II, zurzeit in Vorbereitung.

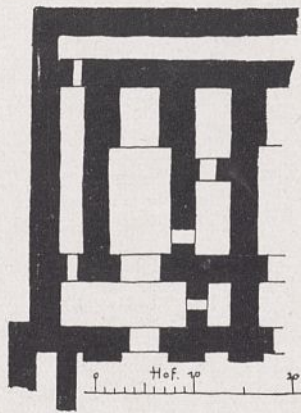


Abb. 21. Assur, Nabu-Tempel
(nach Jordan).

Abb. 22 (rechts).
Kalb-Luse, Kirche
10. Jahrhundert
(nach de Vogué).

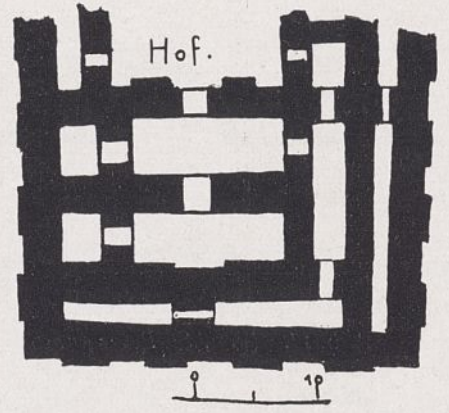
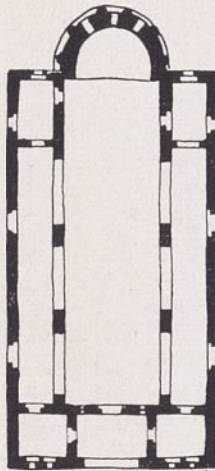


Abb. 25. Babylon, Ninmacho-Tempel
(nach Koldewey).

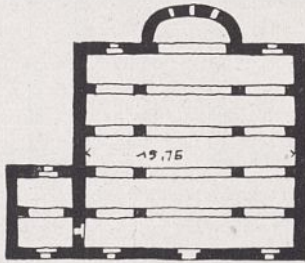


Abb. 24. Tafcha, Basilika
(nach de Vogué).

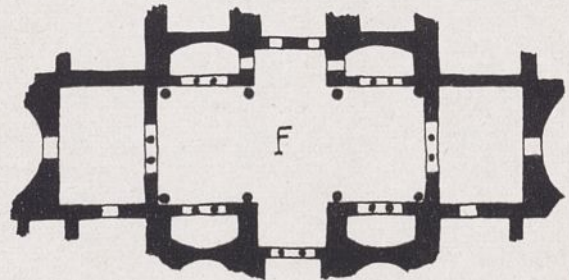


Abb. 25. Rom, Frigidarium in den Caracallathermen
(nach Krencker).

angenommen hatte. Diese Raumnische kehrt bei den syrischen Kirchenbauten wieder und zwar einmal, indem sie, wie ihre assyrischen Vorläufer, nicht aus dem Rechteck des Gesamtbaues heraustritt, und das andere Mal, indem sie nach dem parthischen Muster als selbständiges Anhängsel erscheint. In gleicher Weise wird die Raumnische, jetzt die Apsis, im Westen ausgebildet. So ist aus der babylonischen Zellanische die christliche Apsis entstanden, wobei nicht in Abrede gestellt werden soll, daß vornehmlich in bezug auf die Bildung der Gestalt auch andere westliche Motive in Betracht zu ziehen sind.

In den eingangs angeführten Darlegungen weist H. Glück auch auf den „uralten Bestand“ des Querraumes mit dem dreiseitigen, entweder runden oder eckigen Abschluß im Mittelmeergebiet hin und bringt u. a. die rechteckigen Stirngemächer an den Schmalseiten des Querschiffes von St. Peter in Rom in enge Beziehung zu den gleichartigen Erweiterungen der Haupträume in den römischen Thermen, z. B. der Frigidarien in den Caracalla- (Abb. 25) und den Trierer Thermen.

Das Motiv der Stirnseitengemächer, d. h. der Angliederung von rechteckigen Räumen an die Schmalseiten von Querräumen und die räumliche Verbindung der Nebengasse mit dem Hauptraum, ist tatsächlich ein uraltes Motiv, ein „uralter Bestand“, der Baukunst. Es erscheint am besprochenen Ishtar-Tempel in Assur im 3. Jahrtausend v. Chr., wenn man die Gesamtanlage ins Auge faßt; es begegnet uns an fast sämtlichen „bit-chilani“-Bauten des Küsten- und Binnenlandes; es kommt in gleicher Weise an den Palastbauten Nabopolassars und Nebukadnezars in Babylon im 7. und 6. Jahrhundert v. Chr., sowie am Palast des Darius I. (522—485) in Susa vor; es erlangt schließlich seine Höchststeigerung in dem Partherpalast in Assur. Die Stirnseitengemächer sind hier zu offenen Hallen geworden, die nicht nur zwei, sondern alle vier Seiten besetzen, zugleich hat sich das Rechteck des überdachten Raumes in einen quadratischen, offenen Hofraum entwickelt. In dieser eindrucksvollen Gestalt

lebt das uralte Motiv in Vorderasien bis in die Gegenwart hinein fort. Im Abendland findet es seine glanzvollste Verwertung in den Thermenanlagen, wo wiederum der rechteckige Raum infolge der notwendigen Ueberdeckung zu seinem Recht gelangt und an die Stelle des großen, quadratischen Hofraumes tritt.

Das „Stirnseitengemächermotiv“ an St. Peter sowie dessen Vervollkommnung, das „Viernischenmotiv“ an den Thermen, stammen aus Vorderasien, von wo das Nischenmotiv auch nach Süden, nach Abessinien (Aksum) verpflanzt worden ist. Die Cellae coemeteriales des Abendlandes als einziges Vorbild für die Nischenlösung — Konchenbildung — in den Thermen und Basiliken Roms hinzustellen, ist, wie oben zu sehen war, nicht angängig, da das Motiv viel älter als diese selbst ist. Aber auch jeder mittelbare Einfluß ist ihnen mehr oder weniger ganz abzuspreden —, die prunkvollere Lösung war bereits im Osten erfunden, sie konnte zur Nachahmung reizen, nicht die kleinen unansehnlichen Kapellen. Es soll an anderer Stelle auch nachgewiesen werden, daß der stattlichste und älteste christliche Bau mit der Dreikonchenanlage — die Geburtskirche in Bethlehem — in der Konchenbildung rein morgenländische Bagedanken verkörpert.

Die Ausführungen haben gezeigt, daß der Querbau, die Nischen-(Apsis-)Bildung und das mehrfache Konchensystem vorderasiatischen Ursprungs sind. Es bedarf jedoch der besonderen Unterstreichung, daß der Querbau kein nebensächlich eingeschobenes Element ist, sondern daß er in seiner ursprünglichen Gestalt das Hauptglied der Anlage, — ja, das Allerheiligste gewesen ist. Als besondere Eigenart soll hier noch verzeichnet werden, daß diese drei Grundmotive aufs innigste zusammengehören. Diese innere Zusammengehörigkeit kann sich sogar bis zur Verschmelzung steigern, wie wir das mit dem Querbau- und Stirnseitengemächermotiv am Ishtar-Tempel sahen und wie wir das mit dem Nischen-(Apsis-) und Querbau-motiv an den syrischen Kirchen beobachten konnten.



Abb. 1. Blick auf die mittlere Apsis des Caldariums von außen.
Aus: „Die Trierer Kaiserthermen“.

DIE BISHERIGEN ERGEBNISSE DER AUSGRABUNGEN IN TRIER.

Von Regierungsbaurat Hans Lehmann, Trier.

Als die Hauptversammlung des Deutschen Vereins für Ton-, Zement- und Kalkindustrie am 24. Februar 1908 in Berlin den Beschluß faßte, „einen besonderen Ausschuß mit den einleitenden Schritten zum *Wiederaufbau der römischen Kaiserpfalz in Trier* zu betrauen“, wurde die Allgemeinheit auf die großartigen Baureste, die die römische Kultur auch innerhalb unserer Reichsgrenzen hinterlassen hat, aufmerksam gemacht. Auf dem im nächsten Jahre in Trier abgehaltenen Denkmalpflegetag wurde von den berufenen Sachverständigen der Wiederaufbaugedanke aus archäologischen Erwägungen zwar einmütig abgelehnt, ebenso einmütig wurde aber die Forderung erhoben, das Bauwerk in seiner ganzen Ausdehnung zu untersuchen und die Ergebnisse vorzulegen. Das damalige Kultusministerium stellte in dankenswerter Erkenntnis der wissenschaftlichen Bedeutung dieser Aufgabe die erste Rate aus den für das Gesamtunternehmen vorgesehenen 200 000 M für das Etatsjahr 1912 zur Verfügung.

Zum archäologischen Leiter der Grabungen wurde der Direktor des Provinzialmuseums in Trier, Prof. Dr. E. Krüger, zum technischen Leiter der damalige Vorstand des preußischen Hochbauamtes in Quedlinburg, Regierungsbaumeister D. Krencker, jetzt ordentlicher Professor für Geschichte der Baukunst an der Technischen Hochschule Berlin, bestimmt. Den wissenschaftlichen Beirat bildeten Prof. Dr. G. Loeschke und Geheimrat P. Clemen, Bonn, Prof. Dörpfeld und Prof. Dragendorff, Berlin, und Geheimrat Fabricius, Freiburg. Nach G. Loeschkes Tod übernahm Geheimrat Prof. Dr. Fr. Winter, Bonn, den Vorsitz in dieser Kommission.

Dem Einsatz einer an den großen Ausgrabungsobjekten des Südens geschulten technischen Kraft ist es in erster Linie zu danken, daß dieses Unternehmen trotz der mißlichsten äußeren Umstände zu gutem Ende geführt werden konnte und daß die *heimische Architekturforschung*, die hinter den glänzenderen und größeren Aufgaben in dem

an solchen Schätzen reicheren Ausland oft genug unwürdig hat zurückstehen müssen, die gebührende Anerkennung gefunden hat.

Durch die tatkräftige Förderung der Notgemeinschaft der Deutschen Wissenschaft ist es möglich geworden, die Ergebnisse der Grabungen an den Kaiserthermen jetzt in einem monumental Werk¹⁾ vorzulegen, das bestimmt ist, eine Reihe von Veröffentlichungen der „Kommission zur Erforschung der spätrömischen Kaiserresidenz und frühchristlichen Bischofsstadt Trier“ einzuleiten.

In einem Vorbericht über die Grabungen, deren überwiegender Teil bis zum Ausbruch des Krieges geleistet war, konnte bereits Umfang und Art der gesamten Bauanlage dargestellt werden, auch zu der damals bereits vorgenommenen Periodisierung der Baureste haben die neuen Forschungen nur noch wenig beitragen können. Das Wesentliche an dem Vorbericht war die Erklärung des bis dahin als Kaiserpalast gedeuteten Baues als Thermenanlage. Gerade das ist das unbestrittene Verdienst Krenckers, daß er trotz aller Widerstände von seiten der traditionellen Wissenschaft die Erkenntnis von dem Wesen und dem Zweck dieses großzügigen Römerbaues, die ihm bald nach Beginn der Grabungen kam, durch umfassende Untersuchungen bekräftigt hat, die einerseits der besonderen Aufgabe, eben der Erforschung dieses Baues, dann aber auch der gesamten Bauforschung auf diesem noch etwas wirren Gebiet zum Segen geworden ist. Wie fruchtbar solche Untersuchungen sein können, wenn sie unter gebührender Beachtung historisch-archäologischer Grundsätze so tief in die bautechnischen und raumkünstlerischen Probleme eindringen, hat uns kaum jemals eine Abhandlung aus dem weiten Gebiet der Bauforschung überzeugender vor Augen führen können. Wenn ein verständnisvolles Zusammenarbeiten von Archäologen und Bauforschern solche Ergebnisse zeitigen kann, wie sie in dem Werk: „Die Trierer Kaiserthermen“ niedergelegt sind, so sollte man wirklich hoffen und wünschen, daß der Versuch der Lösung schwierigster Probleme der Bauforschung *nur* in dieser so wenig gehandhabten Zusammenarbeit für die Zukunft die Regel bleibt.

Die Kaiserthermen liegen nahe dem Kreuzungspunkte der Hauptachsen der antiken Stadt; das ist wichtig für die Beurteilung des Bauwerks; auf der Tatsache dieser bevorzugten Lage haben frühere Forscher ihre Deutung der Ruinen als Kaiserpalast aufgebaut.

Die umfangreiche Vorarbeit, die durch Architekten und Wissenschaftler wie Wilhelm, Chr. W. Schmidt, Quednow, Seyffarth und Boutron geleistet wurde, mußte Stückwerk bleiben, da einmal die unvollständige Aufdeckung der teilweise sehr stark überbauten Ruinen zu falschen Schlüssen verleitete und auf der anderen Seite die gesamte einschlägige Forschung noch zu sehr in ihren Anfängen steckte. Trotzdem müssen die zeichnerisch nicht zu übertreffenden Aufnahmen Schmidts oder die bestechend-elegante Rekonstruktion F. Boutrons anerkannt werden.

Zu den technischen Schwierigkeiten der Grabungsarbeiten, die in der Bewältigung ungeheurer Schuttmengen oder ihrem Durchdringen durch mehrere Meter tiefe Schächte bestanden, gesellten sich die umständlichen und nicht immer erfolgreichen Verhandlungen mit den verschiedenen Eigentümern des Geländes, von dem der preußische Staat nur etwa zwei Fünftel besitzt, hinzu. Auch die Technik des Thermenbaues wurde eingehendster Untersuchung unterzogen. Die sorgfältige Beobachtung aller Einzelheiten gestattete, den gesamten Bauvorgang von der Gründung aus zu rekonstruieren, die Rüstungen, die Wölbungen, die Baustoffe und ihren Zusammenhang mit den Funktionen der Wände, den Mauerverband und

¹⁾ Trierer Grabungen und Forschungen, Band I. 1: Die Trierer Kaiserthermen. Abt. I: Ausgrabungsbericht und grundsätzliche Untersuchungen römischer Thermen von D. Krencker, E. Krüger, H. Lehmann und H. Wachtler Gr. Fol. XXXVII u. 280 S. mit 527 Abb. und 17 Taf. Augsburg 1929. Dr. Benno Filser G. m. b. H. Geb. 80 RM.

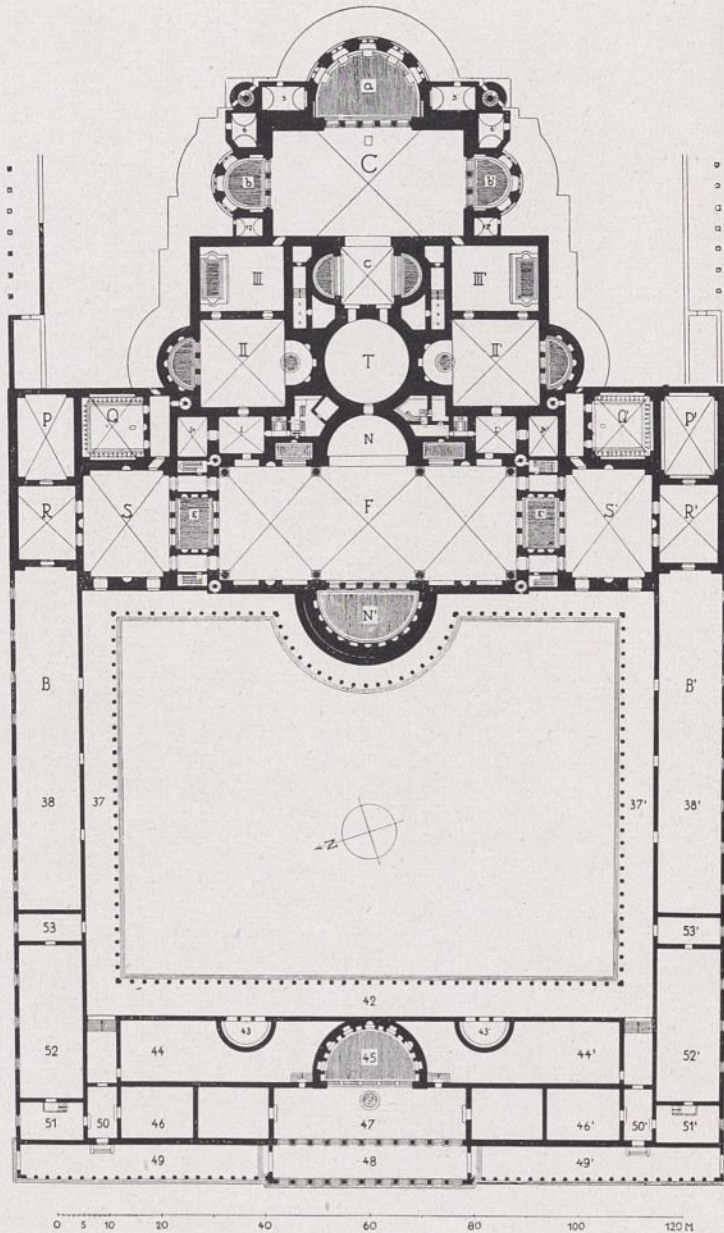


Abb. 2. Erdgeschoß der Kaiserthermen. Rekonstruktion von D. Krencker.

C Caldarium (Warmbaderaum) mit den Piscinen a, b, b'. c Nischenraum. I, II, III, I', II', III' Durchgangsräume nach C für den Schwitz-, Massier- und Reinigungsvorgang. Ia und Ia' Nebenräume zu I und I'. T Tepidarium. F Frigidarium (Kaltbaderaum). N' große Piscina. E und E' Flügelpiscinen mit seitlichen Fluren. S, R, P und S', R', P' Gesellschafts- und Ankleideräume. Q und Q' vielleicht Aborte. B und B' lange Hallen. In der Mitte Palaestra mit Säulenhallen 37, 37', 42; daran zwei Exedren (Sitzräume) 45, 45'. 45 große monumentale Nische (Wasserkunst?, Kultraum?). 44 und 44' Höfe. 48, 49, 49' große Säulenhalle an der Straße. Bestimmung der übrigen westlichen Räume unsicher.

Aus: „Die Trierer Kaiserthermen“.

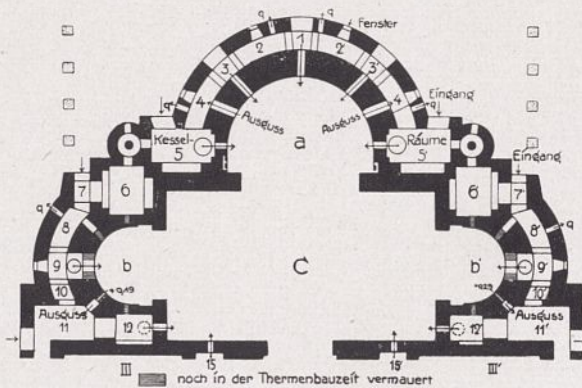


Abb. 5. Hypokaustengeschoß (Heizungsgeschoß) unter dem Caldarium.

5, 5', 6, 6', 9, 9', 12, 12' Kesselräume (6 u. 6' später nicht als solche benutzt). 1—4, 1'—4'—7—11, 7'—11' Kellergänge zur Verbindung der Kesselräume und zur Bedienung der Öfen für die Fußbodenheizung.

Aus: „Die Trierer Kaiserthermen“.

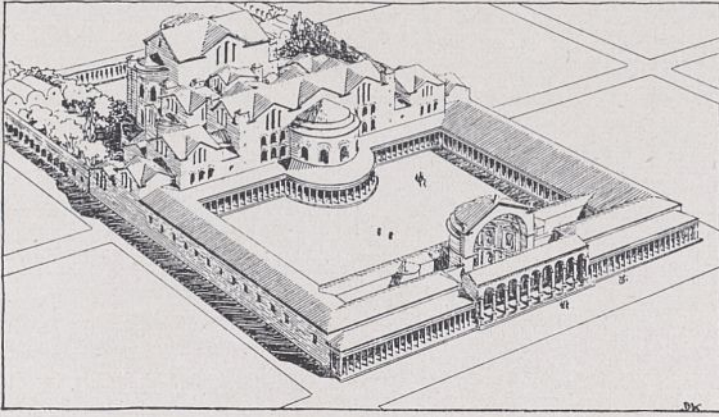


Abb. 4. Vermutliche Ausgestaltung der Kaiserthermen in Constantinischer Zeit.

Aus: „Die Trierer Kaiserthermen“.

die Hilfsbaustoffe zu beschreiben und kritisch zu beurteilen. Nach diesen Ausführungen ist es z. B. ganz klar, daß hier für die Verwendung der Ziegeldurchschußschichten lediglich technische, aber keinerlei ästhetische Gründe, die viele Forscher angenommen haben, maßgebend waren. Der Ziegeldurchschuß hatte den Zweck, die aus Kalksteinmauerwerk gebildeten Verblendungen der Wände, zwischen denen ein Klamottengußbeton eingebracht wurde, zusammenzuhalten. Als vertrauenswürdige Bauelement wurde der Ziegel auch überall da verwendet, wo die Wandteile besondere statische Funktionen zu erfüllen hatten, also bei schwerbelasteten Pfeilern, in Widerlagern, Gewölben, Bögen. An der Ausbildung der Wände lassen sich gerade bei den Trierer Bauten die Fortschritte in der Technik des Mauerwerks verfolgen. So ist beim Amphitheater, dem frühesten der Monumentalbauten, der Ziegel noch nicht verwendet, das Füllmauerwerk ist schichtenweise gepackt, die Verblendung aus Kalksteinhandquadrern hat keinen innigen Verband mit dem Mauerwerk. Bei den Barbarathermen (2. Jahrhundert) findet der Ziegel im Mauerwerk sparsame Verwendung, das Format ist noch uneinheitlich und groß. Die Wände sind ihrem Material nach entsprechend ihren statischen Aufgaben unterschiedlich behandelt; die schwer belasteten Mauerteile bestehen aus kubischen Sandsteinquadrern, die füllenden Flächen aus Füllmauerwerk mit Kalksteinverblendung. Während bei allen diesen Bauten die Wand gleichmäßig stark ist, tritt bei der ganz mit Ziegeln verblendeten Basilika (Anfang 5. Jahrhundert) die Auflösung in füllende und tragende Flächen auf; bei dem römischen Kern des Trierer Domes (Ausgang 4. Jahrhundert) ist die Wand verhältnismäßig dünn, Lasten und Gewölbeschub werden hier schon durch Strebpfeiler aufgenommen. Diese technischen Kriterien würden geradezu eine historische Festlegung der Bauten gestatten, wenn keine anderen Datierungsmerkmale vorlägen. Wie alle Monumentalbauten in Trier, so sind auch die Kaiserthermen nicht auf jungfräulichem Gelände entstanden; mehrere ältere Baublöcke mußten dem Neubau weichen. Von dieser Vorthermenperiode wurden noch umfangreiche und außerordentlich interessante Reste aufgefunden, die kleineren öffentlichen und privaten Badeanlagen und Wohnbauten angehören. Ihnen wurde jedoch nur da nachgegangen, wo von ihrer Aufdeckung besondere Ausbeute für die Klärung der Kernpunkte der Spatenuntersuchungen zu erwarten war. Erstes und wichtigstes Ziel der Grabungen blieb, Grundriß und Aufbau der Baueanlage in der Thermenperiode festzustellen. Da ergibt sich wie bei fast allen monumentalen Thermenbauten ein Grundriß, der ganz auf Achsialität aufgebaut ist. Wie der Schnitt durch einen regelmäßigen Kristall wirkt die Komposition der Räume in ihrer Grundrißprojektion. Auf einer Längsachse sind das Frigidarium, der Kaltbadesaal, das Tepidarium, der laue Raum, und das Caldarium, der Warmbadesaal, aufgereiht. Beiderseits werden diese Räume von Nebentrakten begleitet, die durch die Apodyterien am Frigidarium eingeleitet werden und in den

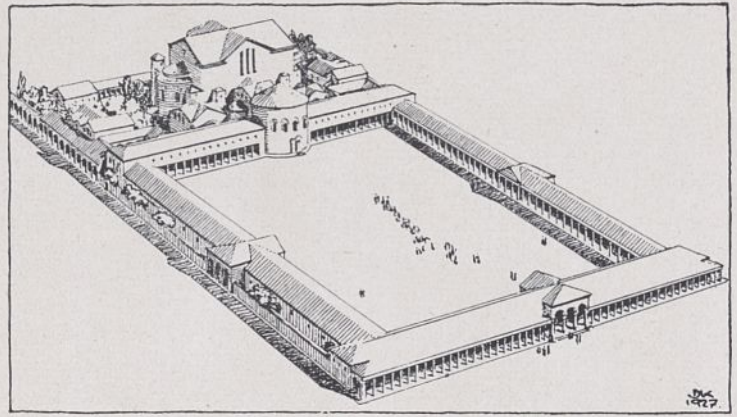


Abb. 5. Der „grüne“ Umbau der Kaiserthermen. Ungefähre einstige Gestaltung.

Aus: „Die Trierer Kaiserthermen“.

Räumen III (den Schwitzräumen) beim Caldarium ausklingen. Immer wieder sind die Räume durch Achsenbeziehungen unter sich und mit dem Gesamtkörper verbunden. Westlich von dem Kernbau breitet sich die Palästra aus, von hallenartigen Bauten umgeben und nach Westen abgeschlossen durch ein Nymphaeum, das die Längsachse der Anlagen nach der Straße zu krönt.

Im Aufbau macht sich die Gebundenheit des Thermenbaues nicht so bemerkbar wie im Grundriß. Die riesigen Säle des Caldariums und des Frigidariums ragen als Dominanten aus dem Baukörper heraus. Verständlich für den, der mit dem Architekten jener Zeit daran denkt, daß sich der Badebetrieb nur in *einem* Stockwerk, also auf *einer* Ebene abspielt und daß auch die Höhenentwicklung eines jeden Raumes an seine Fläche und seinen Zweck gebunden war. Für den römischen Architekten ist Dach und Decke eine Einheit, deshalb muß der Baukörper im Aufbau zu einer Gruppe von Einzelräumen auseinanderfallen.

Von dem früheren Aufbau geben heute die Ruinen nur noch ein mangelhaftes Bild. Am besten sind die östlichen Teile des Caldariums erhalten, die dieses Ueberleben bis auf unsere Zeit ihrer Benutzung als Eckbastion in der mittelalterlichen Stadtmauer verdanken. Hier sind die Mauern bis fast zum Gewölbeansatz vorhanden und vermitteln dem Besucher wenigstens ungefähr den räumlichen Eindruck eines solchen Thermensaales. Von den Räumen III, dem Vorsaal des Caldariums und dem Tepidarium stehen nur noch geringe Teile über den einstigen Fußboden hinaus. Nach Westen zu reicht der Abbruch tiefer — bis auf die Fundamente — herunter, doch ist deren Verlauf noch einwandfrei festzustellen gewesen. Sehr umfangreich sind die betriebstechnischen Einrichtungen einer solchen Riesenbäderanlage: die zahlreichen Gänge für die Bedienung, die Vorrichtungen für die Beheizung, Wasserversorgung und Entwässerung, die zwar gerade bei den Kaiserthermen nur noch mangelhaft erhalten sind, aber auf Grund der Untersuchungen an besser erhaltenen Bäderanlagen doch mit Sicherheit erklärt werden können.

Die Grabungen ergaben eine Fülle von Beobachtungen von Einzelheiten, die entschieden eine erwünschte Bereicherung unserer baugeschichtlichen Kenntnisse bedeuten. Der Erhaltungszustand eines jeden Raumes wurde durch zeichnerische und photographische Aufnahmen genauestens festgelegt, die Veränderungen späterer Zeiten wurden aufs sorgsamste beobachtet, so daß für die zeichnerischen Rekonstruktionen eine denkbar zuverlässige Grundlage geschaffen wurde. Diese Rekonstruktionszeichnungen stellen eine auch für den Laien wertvolle Verarbeitung der Forschungsergebnisse dar. Nach ihnen sind zwei körperliche Modelle gefertigt worden, die das Verständnis der Anlage wesentlich erleichtern. Das ist zumal für alle diejenigen Teile des Gebäudes von Bedeutung, die in Wirklichkeit nur in den Fundamenten erhalten sind, bei denen daher alle Anhaltspunkte für die Raumwirkung fehlen.



Abb. 7 und 8. Vom Tempelbezirk im Altbachtal.
 Links: Kultbild einer Muttergöttin vor dem Eingang einer zerstörten Kapelle. In der Mitte dieses Bildes das Kultbild eines stiergestaltigen Gottes in einer Kapelle, von der nur noch die Fundamentgräben erhalten sind. — Rechts: Kultbild der Pferdegöttin Epona.
 Aufnahmen der Trier-Kommission.

messen, welchen Umfang die Forschungsaufgaben haben, die in Trier der Wissenschaft gestellt sind. Es wird leicht vergessen, daß Trier die Weltstadt nördlich der Alpen war, daß Trier von den antiken Schriftstellern dem Range nach Städten wie Rom, Karthago, Konstantinopel und Alexandria eingereiht wird.

Da die Bebauung des Stadtgeländes in Trier schnell voranschreitet, ist es Pflicht der berufenen Wissenschaftler, das, was der heimischen Forschung an Untersuchungsgelegenheiten verlorengeht, vorher möglichst auszubeuten. Solche Aufgaben treten immer wieder hervor, sie wachsen sich oft aus kleinen Anfängen zu großen Unternehmungen aus, die z. T. in ihrer Wichtigkeit den größten internationalen Aufgaben nicht nachstehen. So wurde vor mehreren Jahren im Anschluß an ein bereits bekanntes Nationalheiligtum der Treverer auf der linken Moselseite eine umfangreiche Bauanlage, vielleicht ein Theater, aufgedeckt, dessen Untersuchung hinter drängendere Unternehmungen zurückgestellt werden mußte. So wurde weiter vor zwei Jahren bei der Errichtung eines Neubaus für das staatliche Hindenburg-Realgymnasium im Herzen auch der römischen Stadt Trier eine umfangreiche Palastanlage, vielleicht einer der hier anzunehmenden Kaiserpaläste ausgegraben, die mit einem Wohnteil, der sich um zwei Peristyle gruppiert, und einem Hofteil, einer schmalen Raumfolge, die sich auf drei Seiten um einen großen Säulenhof legt, eine Fläche von rd. 14 000 qm einnimmt.

Aber alle diese Bauten, die wir ja aus andern Ländern in ungezählten Beispielen und Abwandlungen kennen, treten zurück hinter der großen Entdeckung, die uns im Altbachtal innerhalb der Stadtgrenzen einen riesigen Tempelbezirk beschert hat. Hier liegt eine Aufgabe vor, die nach Art und Umfang einfach einzigartig ist. Eine

heilige Stadt, hinter der der Ruhm von Delphi und Olympia verblaßt! Was hier seit 1924 durch die sogenannte Trier-Kommission und ihren Ausgrabungsleiter an Erkenntnissen für den Gang deutscher Geschichte dem Boden abgerungen ist²⁾, rechtfertigt vollkommen die darauf verwendeten Mittel, zu denen Reich, Staat, Provinz, die Stadt Trier und die Deutsche Notgemeinschaft nach bestem Können beigetragen haben. Nicht die 60 Tempel und Tempelchen jeder Form und Größe, nicht die beispiellose Ausdehnung dieser Kultstätte als Gesamtanlage, nicht die wertvollen Einzelfunde, baulichen Details oder Namen bisher ungekannter Götter machen diese Grabung zu einer Angelegenheit, an der die gesamte wissenschaftliche Welt teilnimmt. Die wertvollste Ausbeute besteht in der Tatsache, daß hier der Boden dem Fachmann eine ununterbrochene Darstellung vom Ablauf unserer Geschichte von der Steinzeit bis zum Sieg des Christentums preisgibt. Hier sind die germanischen Kultgebäude, noch aus Holz bestehend, nachweisbar, hier werden die germanischen Muttergottheiten verehrt, hier wird den Göttern, die Tacitus dem römischen Merkur, Herkules und Mars gleichsetzt, geopfert, und wir verstehen den Stolz der Treverer, die sich nach Tacitus ihrer germanischen Abstammung rühmen. Wie dann Bauformen und Kultbilder allmählich romanisiert werden, wie das junge Christentum mit den heidnischen Götzen aufräumt, wie neues Leben aus den Ruinen blüht durch die ersten fränkischen Siedlungen, das alles läßt sich hier, und zwar *nur hier*, verfolgen, wenn auch die aufgezeigten Ergebnisse oft erst nach mühseliger Kleinarbeit greifbar werden.

²⁾ Vgl. S. Loeschke: Die Erforschung des Tempelbezirkes im Altbachtale zu Trier. Berlin 1928. Ernst Siegfried Mittler u. Sohn, Buchdruckerei G. m. b. H.

DIE REKONSTRUKTION DES MAUSOLEUMS PUMA PUNKU UND DER SONNENWARTE KALASASAYA IN TIHUANAKU IN BOLIVIEN.

Von Edmund Kiss, Recklinghausen.

Wenn man von Cuzco, der ehemaligen Hauptstadt des Inkareiches Peru mit der Eisenbahn in sechzehnstündiger Fahrt nach Puno und von dort mit dem Dampfer in zwölfstündiger Reise über den Titikakasee nach dem bolivianischen Seehafen Guaqui kommt, um abermals mit der Bahn in fünf Stunden nach La Paz, der Hauptstadt Boliviens zu gelangen, so sieht man auf der ganzen durchmessenen Strecke zu Wasser und zu Lande dasselbe rätselhafte Bild. Alle Berghänge bis in ihre höchsten Gipfel hinein sind mit einem zarten Netz wunderlicher wagherchter Linien wie die Blätter eines Notenbuches besät, und das nicht nur an der Bahnstrecke, sondern auch in allen Nebentälern, deren Einblick für kurze Zeit im Vorüberfahren möglich ist. Wie mit dem Lineal gezogen laufen die geraden Striche in Hunderten von Lagen übereinander durch Täler und Schluchten, und wenn man mit der Mula abseits der Bahnstrecke durch das wüste unfruchtbare Land reitet, immer begleiten den einsamen Reisenden die rätselhaften Linien auf den Bergen Boliviens und Perus.

Alle diese Linien sind von Menschenhand geschaffen, und dies in einem Lande, das heute von einer geradezu trostlosen Oede ist und das wegen seines rauhen Klimas und seiner dünnen Höhenluft nur eine spärliche indianische Bevölkerung ernährt. Dennoch muß das Klima in vorgeschichtlicher Zeit besser gewesen sein, denn sonst wäre es nicht möglich, daß eine dichtgedrängte Bevölkerung auf der Hochebene zwischen den Anden gelebt und daß dies damals so reiche Land Kulturen von einer Höhe hervorgebracht hätte, daß ihre geringen Reste uns mit Staunen erfüllen. Die sonderbaren Linien, die sich über die Berghänge ziehen, sind nichts anderes als gemauerte Terrassen, die teils als Trockenmauerwerk aus roh behauenen Blöcken, teils aus regelrecht bearbeiteten Werksteinen gebaut sind. Sie dienten in dem gebirgigen Lande ackerbaulichen Zwecken und waren gute Humus- und Feuchtigkeitssammler.

Der Grund dafür, daß das Klima auf dem Andenhochlande früher besser war als heute, ist vielleicht der, daß die heutigen Seen Titikaka, Poopo, Coipasa und Salares de Uyuni eine zusammenhängende Wasserfläche bildeten, deren Länge etwa 1500 km und deren Breite im Mittel 200 km betrug, daß das Land also mildes Seeklima besaß. Dieser größere Titikakasee ist noch heute in seiner Strandlinie erhalten, nicht nur in Form von Felsauswaschungen und Deltabildungen antiker Flüsse und Bäche, sondern auch von regelrechten Kalkablagerungen. Besonders deutlich sind die Kalkablagerungen auf einer Strecke von etwa 400 km in den Uferbergen des Poopos, an den Höhen von Oruro und La Joya als weißer Strich auf rotem Sandstein gebildet. Sie sind vom Fenster des Eisenbahnabteils während der Fahrt von Antofagasta über Oruro nach La Paz gut zu sehen.

Nun liegt die Strandlinie bei Oruro 84 m tiefer als der Spiegel des heutigen Titikakasees, aber 52 m höher als der Spiegel des heutigen Lagos Poopo. Die Strandlinie sinkt somit gradlinig von Norden nach Süden und bildet, so sonderbar es klingen mag, die Begrenzung eines schiefen, also scheinbar unmöglichen Sees. Diese schiefe Strandlinie ist mit dem Schicksal der Andenmetropole Tihuanaku und damit mit dem der unten beschriebenen Bauten Puma Punku und Kalasasaya eng verknüpft.

Die vorgeschichtliche Andenstadt Tihuanaku liegt auf der Hochebene Boliviens in 3858 m Meereshöhe. Der Titikaka liegt auf 3815 m, also 26 m tiefer als Tihuanaku. Die Entfernung des vorgeschichtlichen Stadtkernes vom See beträgt in der Luftlinie etwa 25 km. Dennoch besitzt Tihuanaku fünf Häfen mit teilweise erhaltenen Molenmauern und einen 700 m langen Hafenskanal.

Innerhalb der Ruinenstadt liegt eine Stelle, die von den Eingeborenen Puma Punku genannt wird. Sie umschließt ein Trümmerfeld mit einem deutlich erkennbaren Kern von gewaltigen Blöcken, die die Fundamente und Wände einer künstlerisch sehr reifen Anlage bilden, eines Mausoleums, welches wahrscheinlich als Begräbnisstätte für die Priesterkaste diente. Die Ruinen von Puma Punku liegen auf einem Hügel, der in Terrassenform mit gemauerten Stufen ausgebildet war. Vorhandene Mauerreste und Messungen mit dem Nivellierinstrument haben den ehemaligen Bestand mit hinreichender Genauigkeit festgestellt. Leider ist diese Ruinenstätte wie alle anderen in Tihuanaku Jahrtausende hindurch als Steinbruch benutzt worden, willkommen für die, welche mit den sorgfältig behauenen und mathematisch genau geschliffenen Werksteinen irgendwelche Bauten für ihre Zwecke errichten wollten. Glücklicherweise war es dabei nicht möglich, die Werksteine von etwa 10 t Gewicht aufwärts wegzuführen, denn die schlechten Wegeverhältnisse ließen dies nicht zu. Auf diese Weise ist manches erhalten geblieben, was sonst sicher verschwunden wäre, namentlich aber Steine, die für den Versuch einer Rekonstruktion wichtig waren, und das sind die schweren monolithischen Portale und die gewichtigen, mit künstlerischer Bildhauerarbeit bedeckten Werksteine, die das Gefüge des alten Bauwerkes erkennen lassen. Da außerdem, wie der Ruinenplan zeigt, der Grundriß der Anlage auf die zum Teil über hundert Tonnen schweren Bodenplatten eingemeißelt ist und die Stellen, auf denen Wände gestanden haben, durch geringere Verwitterung als erhabene Flächen auf den Grundplatten stehen geblieben sind, so war die Vornahme der Rekonstruktion kein Wagnis, das unbedingt mißlingen mußte.

Der ganzen Anlage ist ein Hafenbecken in doppelter Form vorgelagert. Zwischen Hafen und Mausoleum lief eine vielleicht 30 m breite Uferstraße hin.

Von breiter Terrassenplattform führten zwei Türen in das Innere des Gebäudes zu offenen Hallen, deren Wände mit Nischen — vielleicht zur Aufnahme kleiner Idole — bedeckt waren. Durch winzige Schleusen betrat man die mit schweren Steinplatten überdeckten Vorräume der Grabkammern. Von ihnen aus führten kleine Türen in die Zellen, die der Unterbringung von Mumien verstorbener Priester dienten. Auf der westlichen Außenseite des Bauwerkes war den Grabkammern eine Reihe von großen, nach außen offenen Nischen vorgelagert, in denen vermutlich Altäre standen. Das Mausoleum diente zur Aufnahme von nur dreizehn Toten.

Das Mausoleum Puma Punku ist nie fertig geworden. Die schweren Werksteine stehen noch heute an der Stelle, an die sie der Polier hatte stellen lassen, um sie an einem der folgenden Tage zu versetzen. Der Meißel liegt neben der begonnenen Bildhauerarbeit, das Lot aus Silber oder Bronze desgleichen, weil es vergessen wurde, als man zum Feierabend ging, wie es auch heute vorkommt, und man hoffte, es am anderen Tage bei Arbeitsbeginn wiederzufinden. Diese kleine alltägliche Hoffnung aber wurde nicht erfüllt. Lot und Meißel warten noch heute auf den Polier und den Maurer, und die Steine, die aufgereiht in der Nähe der Grundrißplatten stehen, werden nicht mehr versetzt werden, obschon sie recht lange darauf haben warten müssen. Tihuanaku, und damit das Mausoleum Puma Punku, ist in einer Nacht von einer Flutwelle überspült worden, die der große See aufwarf. Daß dies Nachts geschah und fast kein Mensch dem Verderben entronnen sein dürfte, zeigen die meterdicken Schichten von menschlichen und tierischen Gebeinen, untermischt mit Knochen solcher von ausgestorbenen Tierarten, wie des Toxodons, die weithin die Alluvien Tihuanakus füllen und über die man hinweggeht wie über ein grauweißes Feld.

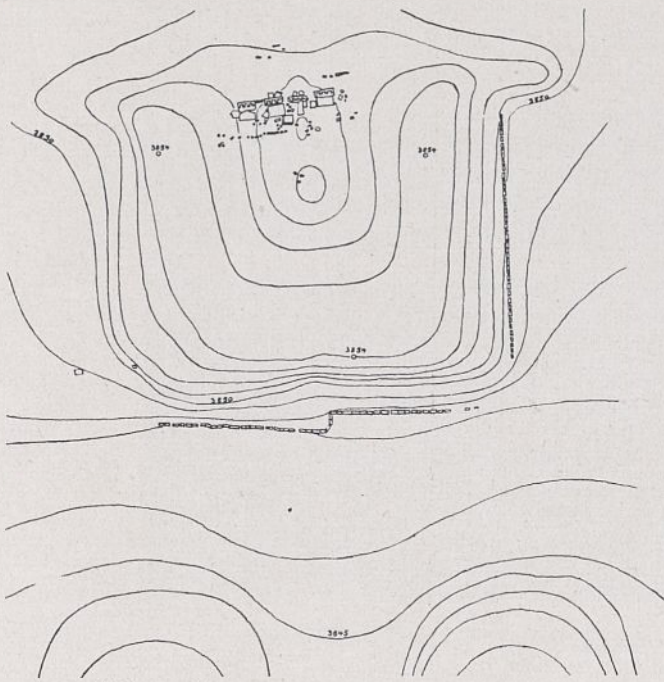


Abb. 1. Lageplan des heutigen Zustandes.

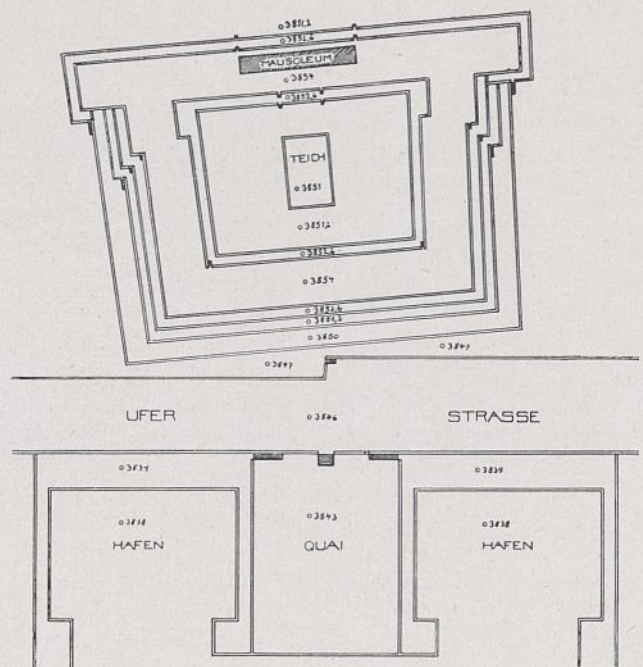


Abb. 2. Lageplan der Rekonstruktion. M. 1 : 5000.

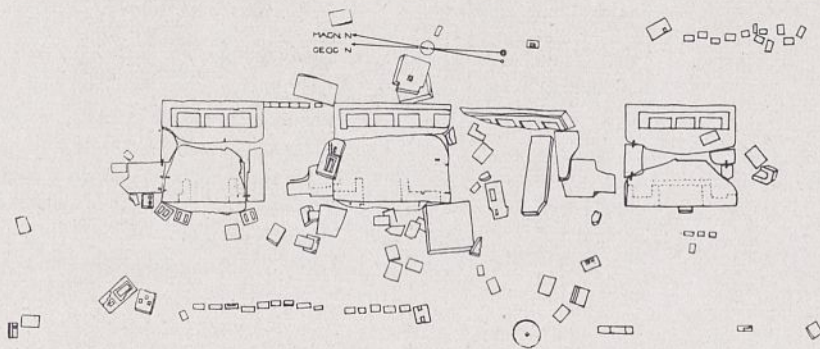


Abb. 3. Ruinenfeld. M. 1 : 500.

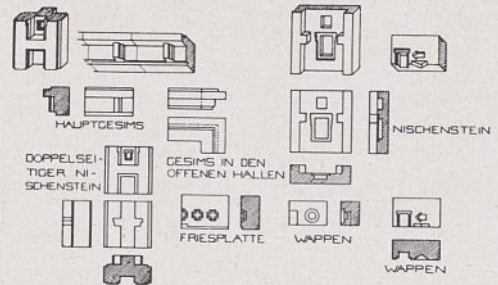


Abb. 4. Einzelheiten. M. 1 : 160.

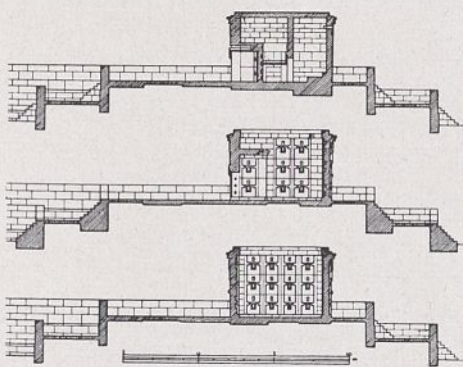


Abb. 5. Querschnitte. M. 1 : 500.

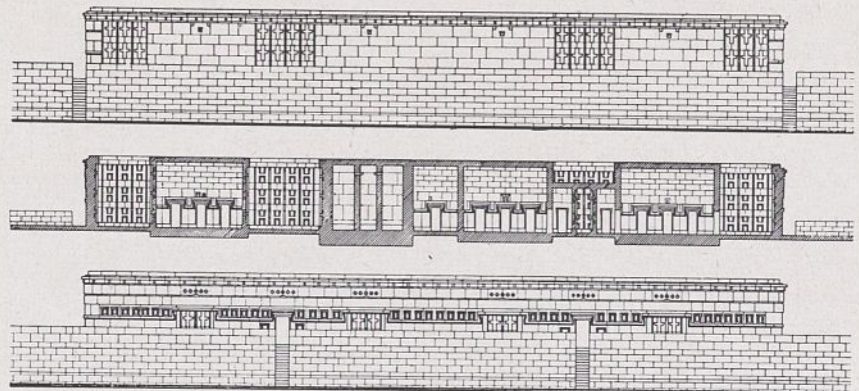


Abb. 6. Ansichten und Längsschnitt. M. 1 : 500.

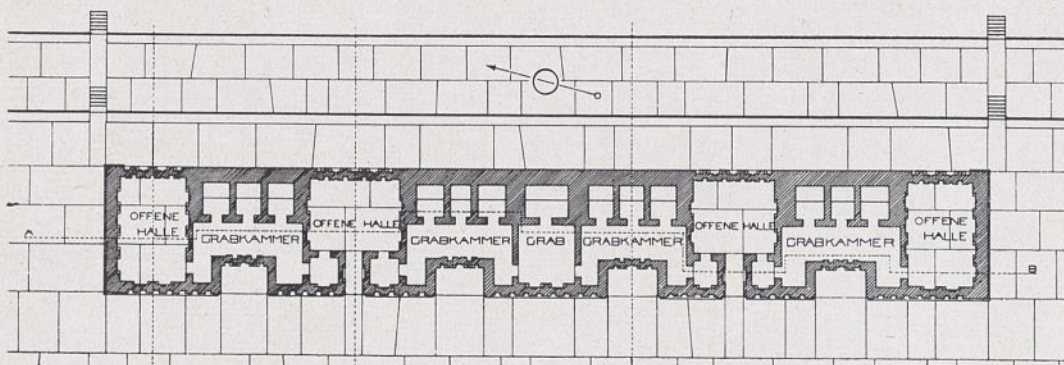


Abb. 7. Grundriß. M. 1 : 400.

Abb. 1 bis 7. Mausoleum Puma Punku in Tihuanaku in Bolioien.

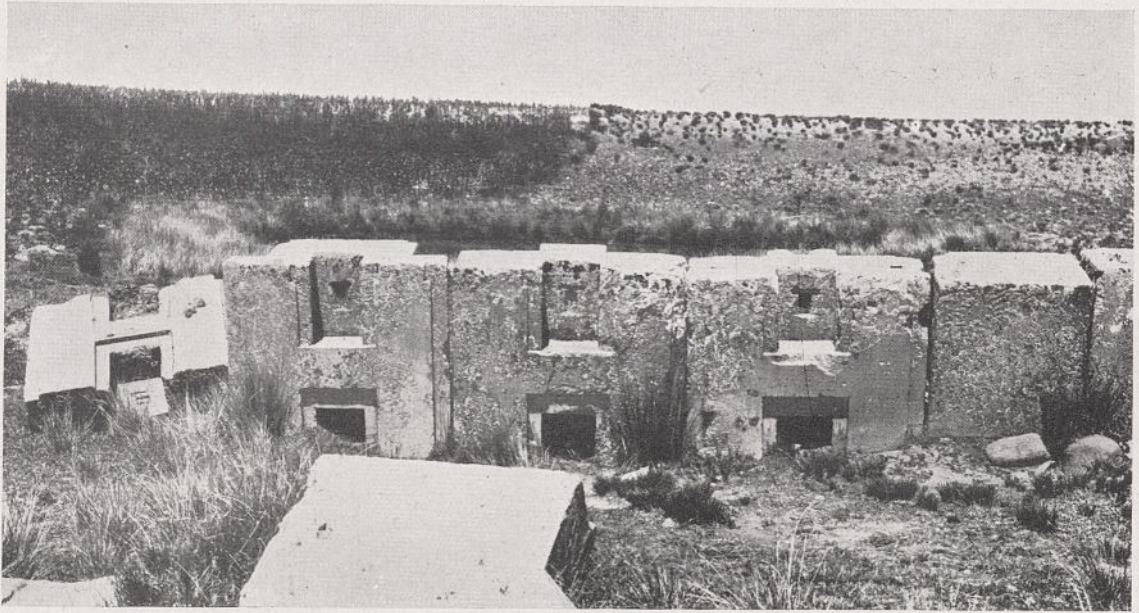


Abb. 8. Mausoleum Puma Punku, Nischensteine fertig zum Versetzen aufgestellt.
Aufnahme Professor Posnansky, La Paz.

Im Eingang des Artikels wurde die schiefe Strandlinie erwähnt. Damals scheint es geschehen zu sein, daß sich der amerikanische Kontinent aus irgendeinem Grund schief legte und das Wasser in hoher Flutwelle ablaufen ließ, alles lebende Wesen dabei erstickend, was sich in ihrer Bahn befand.

Es ist ein Wunder, daß in Tihuanaku überhaupt noch ein Stein vorhanden ist, und wenn die gebliebenen Blöcke nicht so schwer wären, daß sie sich dem Abtransport passiv widersetzen, so wäre ganz sicher nichts mehr vorhanden. Zweifellos ist das Ruinenfeld schon seit Jahrtausenden von den vielen Völkern und ihren Herren, die eine Gastrolle auf dem Hochlande gegeben haben, ausgeplündert worden, angefangen von den Inkas bis zurück zu den Völkern im Dunkel der vorgeschichtlichen Zeit. Dennoch war das, was an Plünderung geschehen war, nichts gegen das, was das vordringende Christentum der Conquista in dieser Hinsicht geleistet hat. Pedro de Cieza de Leon, ein spanischer Chronist der zweiten Generation nach der Eroberung, erzählt in seiner Chronika del Perú, er habe in Tihuanaku noch ragende Mauern vorgefunden. Heute sind sie nicht mehr vorhanden, sondern stecken in den zahlreichen Kirchen, die über das ganze Land verstreut sind.

Auch Kalasasaya, die weiträumige Sonnenwarte der vorgeschichtlichen Astronomen, ist verstümmelt worden, und dennoch sind ihre Reste mit den Ausmaßen von 138×118 Metern noch beträchtlich genug, um sich ein Bild davon zu machen, wie sie ehemals ausgesehen haben mag. Da ihre Zweckbestimmung heute feststeht, so konnte ein Versuch der Rekonstruktion unternommen werden, wenn auch z. B. die Anlage von Puma Punku weniger Schwierigkeiten bot. Kalasasaya ist bis auf die schweren Riesenblöcke seiner Umfassungswände und einiger weniger Steine im Inneren der Anlage nebst denen, die noch unter dem Schutt liegen, ausgeplündert.

Der Grundriß der Anlage ist im wesentlichen erhalten und so klar, daß er auf den Zentimeter genau festliegt. Anders steht es mit dem Aufbau, über den geringere Anhaltspunkte vorliegen. Das glücklicherweise erhaltene Sonnentor zeigt auf der einen Seite den berühmten Kalenderfries, auf der anderen eine Folge von großen und kleinen Nischen übereinander. Da in der Nähe ein weiteres monolithisches Tor steht, das den Figurenfries fortsetzt, so ist damit die Voraussetzung gegeben, daß die Portale in einer Wand saßen, über die sich der Fries wie ein Schmuckband hinzog. Auf der anderen Seite der Wand

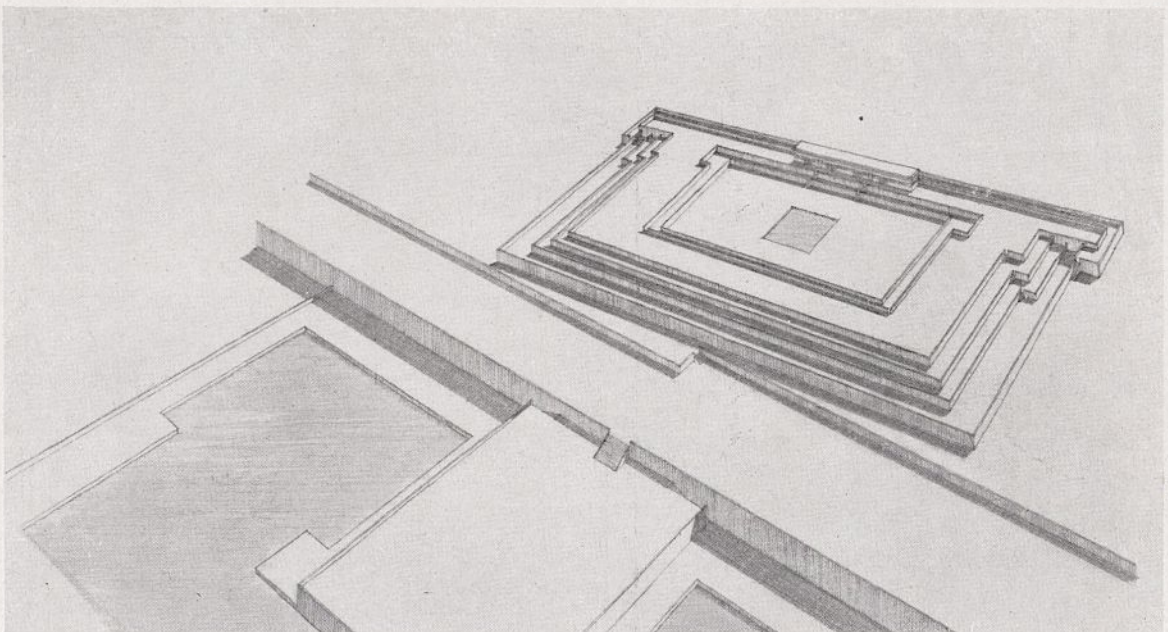


Abb. 9. Mausoleum Puma Punku, Rekonstruktion. Flugbild.

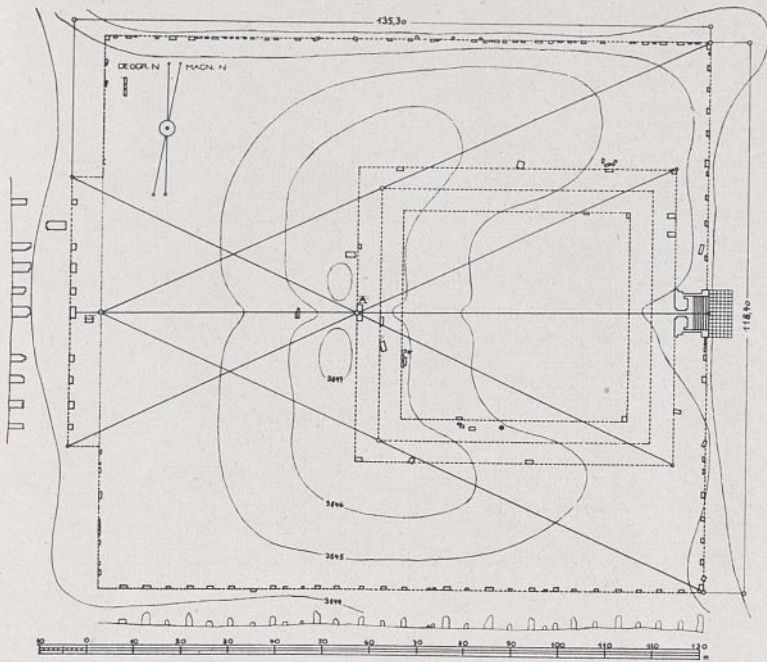


Abb. 10. Ruinenplan.

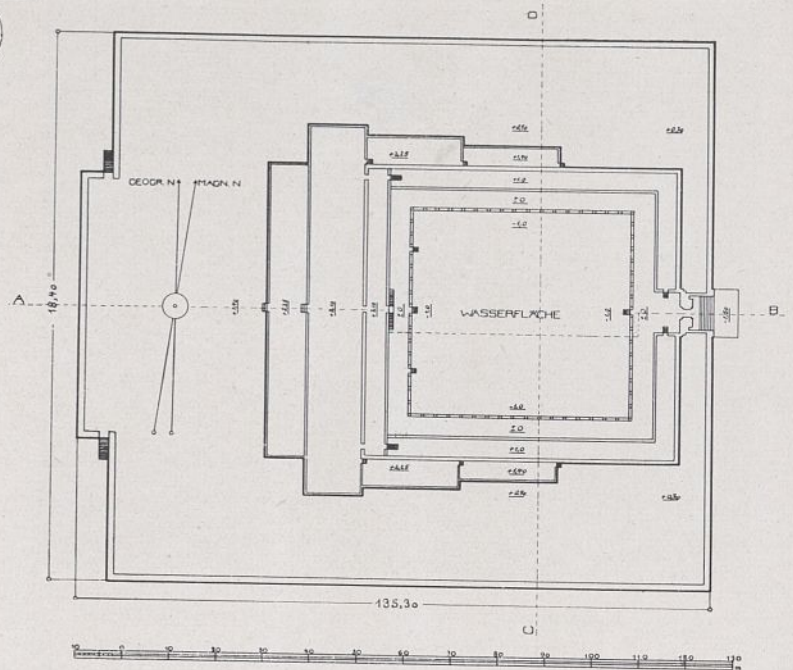


Abb. 11. Lageplan der Rekonstruktion.

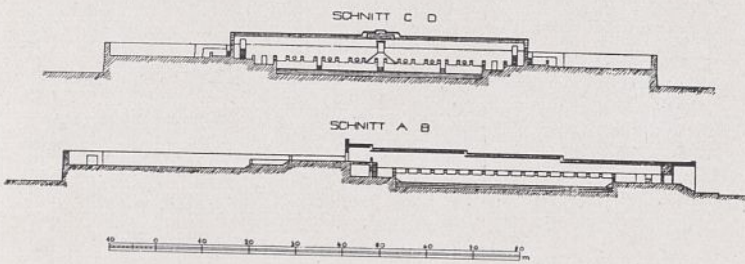


Abb. 12. Schnitte.

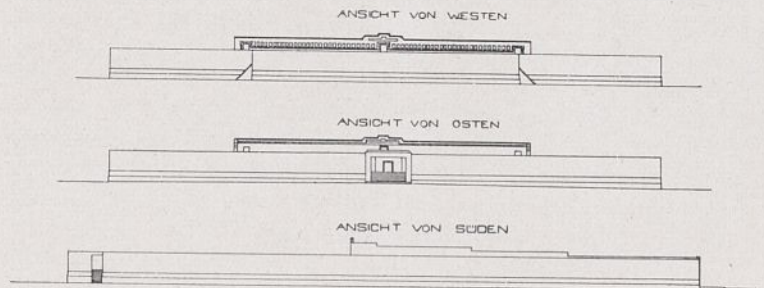


Abb. 15. Ansichten.

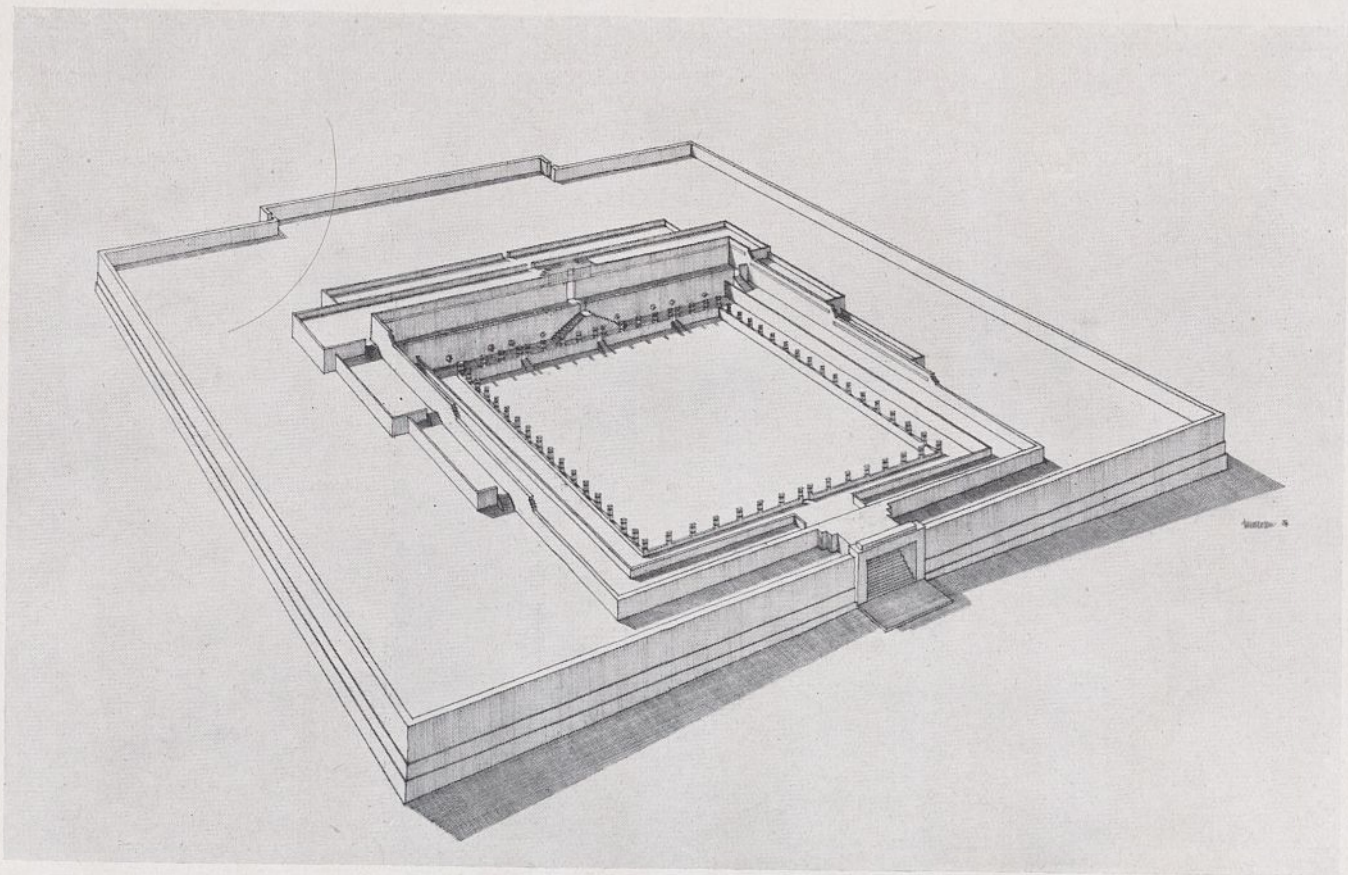


Abb. 14. Rekonstruktion. Flugbild.

Abb. 10 bis 14. Sonnenwarte Kalasasaya in Tihuanaku in Bolivien.

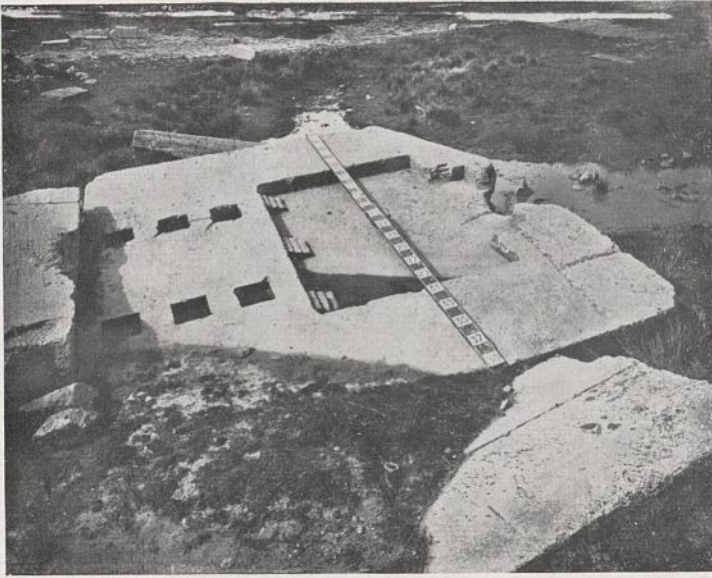


Abb. 15. Grundrißmodell der Sonnenwarte Kalasasaya.
Aufnahme Prof. Posnansky, La Paz.



Abb. 16. Westwand der Sonnenwarte Kalasasaya.
Aufnahme Prof. Posnansky, La Paz.

müssen dann folgerichtig die Nischen — ähnlich wie bei Puma Punku — in rhythmischer Folge angebracht gewesen sein. Da außerdem noch ein guterhaltenes Fassadenmodell aus Andesitlava in der Nähe der Sonnenwarte liegt, so kann die Anlage der Wand in ihrem Aussehen nicht mehr zweifelhaft sein. Wo sie stand, ist aus dem Zweck ersichtlich, dem sie diente, nämlich der Sonnenbeobachtung. Das Sonnentor konnte nur auf dem heute noch vorhandenen Fundament in der Mitte der inneren Anlage stehen, von wo aus die Beobachtungen erfolgen mußten.

Die Innenanlage ist in der üblichen Stufenform erbaut, wie sie am besten das beigegebene Schaubild zeigt. Um die unterste Terrasse in der Mitte zog sich wahrscheinlich eine Säulenfront entlang mit den in der Kirche des modernen Tihuanakus eingebauten Kapitellen, zumal einige dieser Kapitelle im Inneren Kalasasayas noch heute liegen. Ein gemeißelter Grundrißplan von etwa 2×5 Meter Flächengröße aus Andesit, der hinter dem Gebäude im Osten in der sogenannten Modellwerkstatt liegt, zeigt die Bauanlage in verkleinertem Maßstabe.

Das genannte Modell hat auch die Möglichkeit geboten, die Wiederherstellung des östlichen Hauptportals

mit seiner breiten Freitreppe auf dem Papier niederzulegen, da es die Platzerweiterung hinter dem Portal und die rechts und links zu den Umgängen hinaufführenden Stufen deutlich erkennen läßt. Außerdem zeigen die Stellen, auf denen Mauern gesessen haben, deutliche Erhebungen über der Fläche des sonst stärker verwitterten Steines der Bodenplatte.

Der Fußboden der großen Anlage war mit Platten belegt. Ein Rest ist vor dem östlichen Haupteingang vor der Freitreppe noch erhalten. Bei dem Bedarf der heutigen Bevölkerung an Baustoffen aber wird auch dieser letzte Rest verschwinden, da die Platten nicht besonders schwer sind.

Die Rekonstruktionen des Mausoleums Puma Punku und der Sonnenwarte Kalasasaya geben ein angenähertes Bild zweier Monumentalbauten und damit der Kultur eines großen wissenschaftlich gebildeten Volkes. Es sind Bauten, die sich an künstlerischem Geschmack und an Großartigkeit der Baugesinnung wohl mit der modernen Zeit messen können. Diese vorgeschichtliche Kultur aber mußte infolge des Spruches eines harten Schicksals in wenigen Stunden durch eine Flutwelle des großen Sees von Tihuanaku sterben und ließ nur ihre Steine als stumme Zeugen zurück.



Abb. 17.
Tür der Sonnenwarte Kalasasaya.
Material Andesitlava.
Aufnahme Prof. Posnansky, La Paz.

DIE KÜNSTLICHE ENTWÄSSERUNG DER RHEINNIEDERUNG BISLICH-EMMERICH.

Von Regierungsbaurat Stracke und Regierungsbaumeister a. D.
Dr. rer. pol. Beermann in Düsseldorf.

1. Allgemeines über den Niederrhein. Die niederrheinische Tiefebene besitzt ausgedehnte Niederungen, die unter dem Hochflutspiegel des Rheines liegen. Das Ueberschwemmungsgebiet beginnt unterhalb Bonn und erweitert sich allmählich zu einer Breite von 6 km bei Düsseldorf, von 10 km bei Ruhrort und 25 km bei Emmerich; es ist rd. 200 km lang und einschließlich des engeren Strombettes rd. 100 000 ha groß. Die Bemühungen um den Schutz der Niederung gegen Hochwasser und Eisgang des Rheines reichen Jahrhunderte zurück. Die Schutzdämme wurden zunächst vereinzelt und nach örtlichen Bedürfnissen angelegt, aber allmählich, schon unter den Clever Grafen Anfang des 15. Jahrhunderts beginnend, zu einer zusammenhängenden Deichlinie ausgebaut. Auch Friedrich der Große ist bekannt als Förderer dieser und ähnlicher Landeskulturaufgaben. Umfangreiche Arbeiten fallen ferner in die zweite Hälfte des 19. Jahrhunderts, nachdem das preußische Landwirtschaftsministerium mit den Deichangelegenheiten betraut worden war. Hand in Hand mit der Regelung des noch unstillen Strombettes durch die preußische Rheinstrombauverwaltung wurde eine Banndeichlinie — Sommerdeiche sollen hier nicht betrachtet werden — geschaffen, deren Krone durchschnittlich 5 m breit war und 0,70 m über dem Hochwasserstande von 1882 lag. Infolge der Häufung der Hochwasser in den Jahren 1919/1920, 1924 und 1925/1926 und infolge der Beobachtung, daß das letztere durch ungünstiges Zusammentreffen der Hochwasserwellen verschiedener Nebenflüsse höher war, als das bis dahin höchste eisfreie Hochwasser 1882/85, wurden die Anforderungen an die Abmessungen der Deiche erhöht auf eine Kronenbreite von 4 bis 5 m und eine Kronenhöhe von 1 m über HHW. Nach diesen Richtlinien ist in den letzten Jahren unter Wahrung eines genügend breiten Hochwasserbettes eine größere Zahl der Niederungen neu eingedeicht worden, die durch die letzten Hochwasser am meisten geschädigt waren; bestehende Deiche sind verstärkt worden.

Gleichzeitig wurde der Binnenentwässerung erhöhte Aufmerksamkeit zugewendet. Sie blieb für diese Zeiten anhaltender Rheinhochwasser unvollkommen. Ihre Verbesserung ist zum Teil nur unter Mitwirkung der holländischen Deichverbände möglich. Der wichtigste und umfangreichste Plan des linken Niederrheins zielt hin auf die Errichtung eines gemeinsamen Pumpwerkes in Nymwegen und nötigenfalls einiger Zwischenpumpwerke; der Plan liegt im Entwurf vor. Teile sind auf preußischem Gebiet schon verwirklicht und zwar das Zwischenpumpwerk bei Cranenburg im Kreise Cleve 1923, die Pumpwerke an den Mündungen des Spoykanals und des Zweistromes in den Griethausener Altrhein (Speypumpwerk und Voßholtsches Pumpwerk) 1927 und 1928. Auf der rechten preußischen Rheinseite ist die künstliche Entwässerung der Niederung Bislich—Emmerich in den Jahren 1924 bis 1927 bis auf einige Restarbeiten durchgeführt worden. Die folgenden Darlegungen sollen die Ausführung dieses Planes behandeln.

2. Die natürlichen Entwässerungsverhältnisse der Niederung Bislich—Emmerich. Die Niederung Bislich—Emmerich (Abb. 1) ist rd.

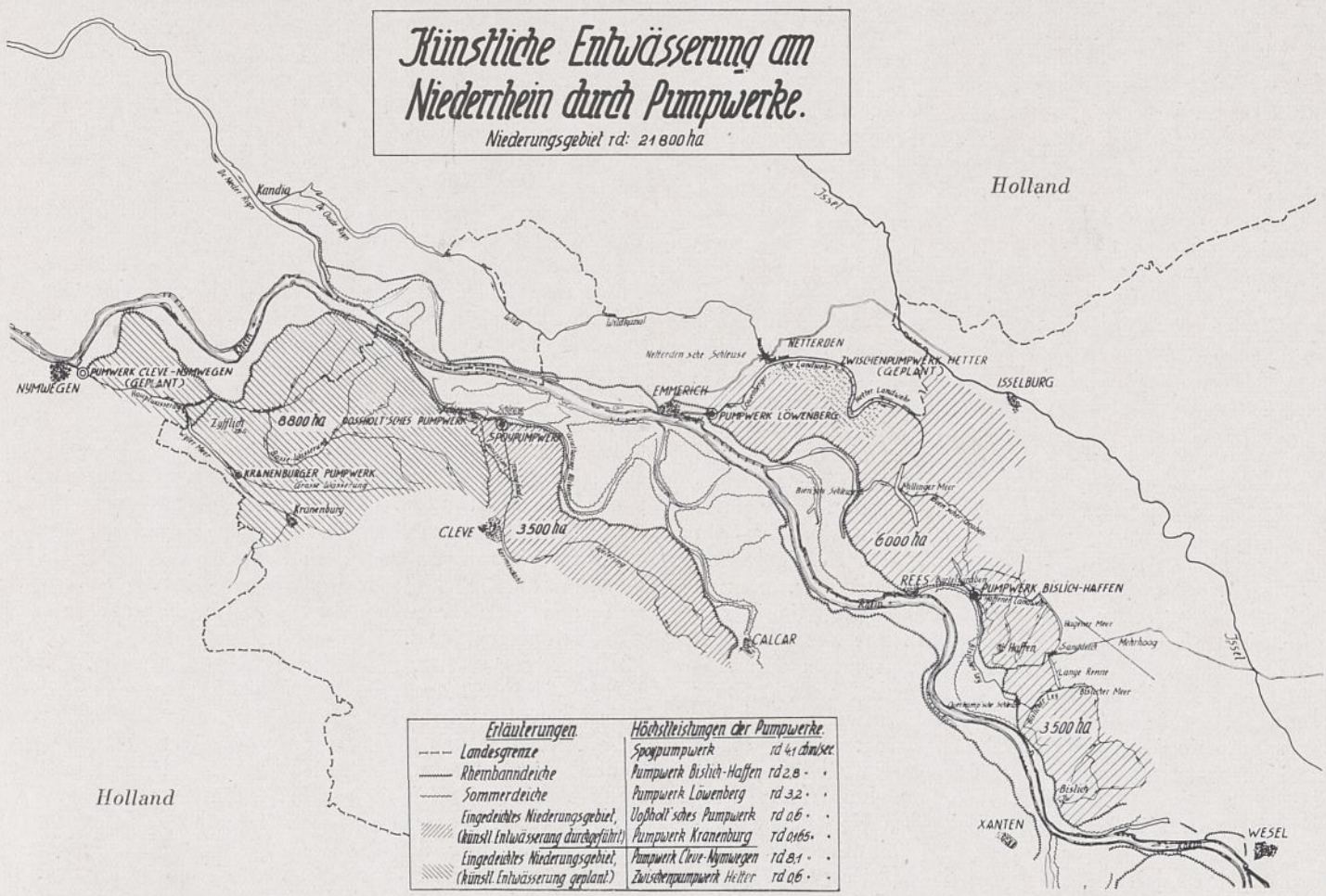


Abb. 1. Uebersichtsplan der Entwässerungsgebiete.

M. 1 : 520 000.

9400 ha groß. Sie ist unterteilt in die fünf Deichverbände (hier Deichschauen genannt) Bislich, Haffen-Mehr, Rees, Oberhetter und Niederhetter. Sie ist gegen Rheinhochwasser durch eine zusammenhängende Banndeichlinie geschützt, die unterhalb Emmerich ihre Fortsetzung findet in einem auf holländischem Gebiet sich bis Kandia hinziehenden hochwasserfreien Flügeldeich.

Die Niederung Bislich—Emmerich hat im großen und ganzen mit dem Rhein gleichlaufendes Gefälle; ihre tiefsten Niederungsflächen liegen am östlichen, dem Rheine abgekehrten Rande der Niederung in alten, jetzt größtenteils verlandeten Rheinarmen. Die natürliche Entwässerung der Niederung weist verwinkelte, durch besondere Vereinbarungen zwischen den Deichschauen behinderte Verhältnisse auf. Im Zusammenhang betrachtet, hebt sich ein Hauptentwässerungszug heraus, der sich am östlichen Rande in Richtung der alten Rheinarme hinzieht. Von diesem Entwässerungszuge führen vier Querverbindungen, die Bislicher Ley, die Haffener Landwehr, der Bienensche Graben und die Löwenberger Landwehr, durch vier in der Banndeichlinie ziemlich gleichmäßig verteilte Entwässerungsschleusen zum Rhein. Der Hauptentwässerungszug ist unterhalb der Abzweigungen der Bislicher Ley und der Haffener Landwehr für die gewöhnliche Entwässerung unterbrochen worden. Für diese ist also die Niederung in drei Teile, den Bislicher Polderteil, den Haffener Polderteil und den Polderteil Rees-Emmerich geteilt.

Bei niedrigen und mittleren Rheinwasserständen — bis etwa 2,50 m am Pegel in Emmerich — entwässert die Niederung durch die erwähnten vier Schleusen im Banndeich nach dem Rhein hin und durch eine weitere Schleuse in der als Rückstaudeich dienenden Straße Emmerich—Netterden nach dem parallel zum Rhein fließenden Wildkanal und durch diesen weiter nach Kandia in den holländischen Neder-Rijn. Bei Rheinwasserständen von 2,40 bis 3,0 m am Emmericher Pegel hört die gute Entwässerungsmöglichkeit auf und bei weiter steigendem Rhein schließen sich die Schleusen in dem Banndeich bald unter dem äußeren Ueberdruck. Jetzt bleibt in dem oberen Polderteil, dem Polderteil von Bislich, der durch den sogenannten Sanddeich gegen das tiefer gelegene Haffener Gebiet abgeschlossen ist, alles Wasser zurück. Auch im Polderteil von Haffen, der nur durch einen Hochwasserentlastungsgraben mit dem Polderteil Rees-Emmerich in Verbindung steht, hört zunächst jeder Abfluß auf. Nur aus dem Polderteil Rees-Emmerich fließt noch solange Wasser zum Wildkanal ab, bis die Schleuse bei Netterden bei einem Rheinwasserstande von etwa 5,5 m E.P. sich ebenfalls unter dem Ueberdrucke des von Kandia bis Emmerich rückstauenden Rheines schließt. Bei ganz großen und länger andauernden Rheinhochwässern — das größte bekannte war das vom Januar 1926 mit einem Wasserstand von 7,85 m am Pegel in Emmerich — steigen schließlich die Binnenwasserspiegel in den Poldergebieten so hoch an, daß das Wasser aus dem Polderteil Bislich über den im Sanddeich liegenden Ueberlauf in den Polderteil Haffen, aus diesem durch den erwähnten Hochwasser-Entlastungsgraben in den Polderteil Rees-Emmerich abfließt, der dann größtenteils unter Wasser gesetzt wird. Hierunter leidet am stärksten das sogenannte Hettergebiet, das tiefstgelegene Weiden- und Wiesengebiet der ganzen Niederung, das nur wenig über dem Mittelwasserstand des Rheins liegt. Ein freilich ziemlich unzulänglicher Versuch zur Besserung ist schon in früheren Zeiten gemacht worden durch den Abschluß dieses Gebietes von dem an seinem Rande entlang fließenden Hauptvorfluter, der Hetter Landwehr. Entlang diesem Hauptentwässerungsgraben wurde, durch einen Damm von ihm getrennt, ein besonderer Entwässerungsgraben für das Hettergebiet, die Tote Landwehr, hergestellt, die mit einer Schleuse in den Hauptentwässerungsgraben, die Hetter Landwehr, einmündete. Der Damm und die Schleuse sollten das tiefe Hettergebiet gegen die höheren Wasserstände des Hauptentwässerungsgrabens schützen. Der Zweck ist wegen der zu langen Unter-

brechung der Abflußmöglichkeit aus dem Hettergebiet nicht erreicht worden.

3. Die künstliche Entwässerung.
a) Grundlagen. Das Niederungsgebiet weist durchweg guten Boden auf. Die landwirtschaftliche Nutzung ist sehr intensiv und die Erträge auf Ackerland, Wiese und Weide sind dementsprechend hoch, soweit und solange die Entwässerung gut ist. Um so größeren Schaden haben die schlechte Entwässerung bei etwas höheren Rheinwasserständen und das zeitweise Aufhören jeglicher Vorflut bei hohen Rheinwasserständen gebracht, zumal auch die höheren in bester Kultur befindlichen Flächen überschwemmt wurden. Der Wunsch nach künstlicher Entwässerung des Gebietes ist deshalb sehr alt. Die Anfänge der Entwurfsbearbeitung stammen aus den ersten Zeiten der Dampfmaschine. Die Verwirklichung war aber immer an den hohen Kosten der vorgesehenen Dampfschöpfwerke gescheitert und an dem Mißtrauen einzelner Gebietsteile gegen eine Aenderung ihrer Vorflut zugunsten der benachbarten Gebiete. Den Nachkriegsjahren blieb die Verwirklichung der alten Pläne vorbehalten.

Abgesehen von dem Plan eines Rhein-Issel-Kanals in der Nähe von Rees, der auch die Entwässerung verbessern sollte, wählten alle früheren Entwürfe Schöpfwerke mit den verschiedensten Gebietsabgrenzungen in der Nähe der Kreuzungsstellen der Wasserläufe mit dem Banndeich. Der im Jahre 1884 aufgestellte Entwurf des damaligen Oberdeichinspektors Gravenstein sah zwei Pumpwerke vor, und zwar das erste unterhalb Bislich für den Bislicher Polder allein, das zweite an der Löwenberger Schleuse bei Emmerich für den übrigen Teil der Niederung. Eingehende Untersuchungen in späteren Entwürfen erwiesen aber als wirtschaftlicher und wirkungsvoller, dem Löwenberger Pumpwerk nur das Gebiet von Rees bis Emmerich zuzuweisen und für das Gebiet von Bislich bis Rees ein Pumpwerk an der Haffener Schleuse zu errichten. Diese Lösung entsprach auch besser dem Grundsatz, daß das Wasser auf möglichst kurzem Wege zum Pumpwerk zu führen ist. Es wird zur Zeit untersucht, ob es zweckmäßig ist, für die besonders tief gelegene Hetter Niederung ein Zwischenpumpwerk anzulegen.

Für das Löwenberger Pumpwerk ergab sich ein Niederschlaggebiet von 75 qkm, für das Pumpwerk Bislich-Haffen von 47,7 qkm. Der größte Zufluß der Niederschläge zum Pumpwerk zur Zeit der höchsten Rheinwasserstände wurde für das Löwenberger Pumpwerk zu 30 l/sek/qkm, für das Pumpwerk Bislich-Haffen zu 40 l/sek/qkm angenommen. Als größte Druckwassermenge wurde, gestützt auf Messungen bei früheren Hochwässern und auf das Vorhandensein einer durchgehenden Lehmdecke und von Quelldeichen an den Hauptquellstellen, in beiden Poldern ein Zufluß von 50 l/sek für 1 km Deich angesetzt. Die Pumpwassermengen zur Zeit der höchsten Rheinwasserstände, also im Winter, errechneten sich danach für Löwenberg mit 45 l/sek/qkm, für Bislich-Haffen-Rees mit 59 l/sek/qkm. Auf die Polderflächen bezogen ergibt dies eine Absenkung des Wasserstandes im Löwenberger Polder von rd. 5,7 mm, im Bislich-Haffener Polder von rd. 5,1 mm in 24 Stunden.

Diese Abflußmengen erscheinen gegenüber anderen Schöpfwerksanlagen und den Richtlinien des Unterausschusses für Schöpfwerkswesen gering. Sie erklären sich aus den vorliegenden besonderen Verhältnissen. Die Niederschläge im Entwässerungsgebiet sind verhältnismäßig gering. Auf die Bewältigung außergewöhnlicher Hochwässer wurde zunächst verzichtet, aber eine Erweiterungsmöglichkeit der Pumpwerke vorgesehen. Auch das Speicherungsvermögen der verschiedenen, im Hauptentwässerungszuge liegenden Seen konnte als ausgleichend berücksichtigt werden. Die großen Rheinhochwässer am Niederrhein fallen erfahrungsgemäß mit den großen Niederschlägen nicht zusammen, sondern treten erst mehrere Tage später auf. Die höchsten Niederschläge sind also schon zum großen Teil bei niedrigen Druckhöhen, bei denen die Pumpen nach den

Querschnitt

Pumpwerk Löwenberg

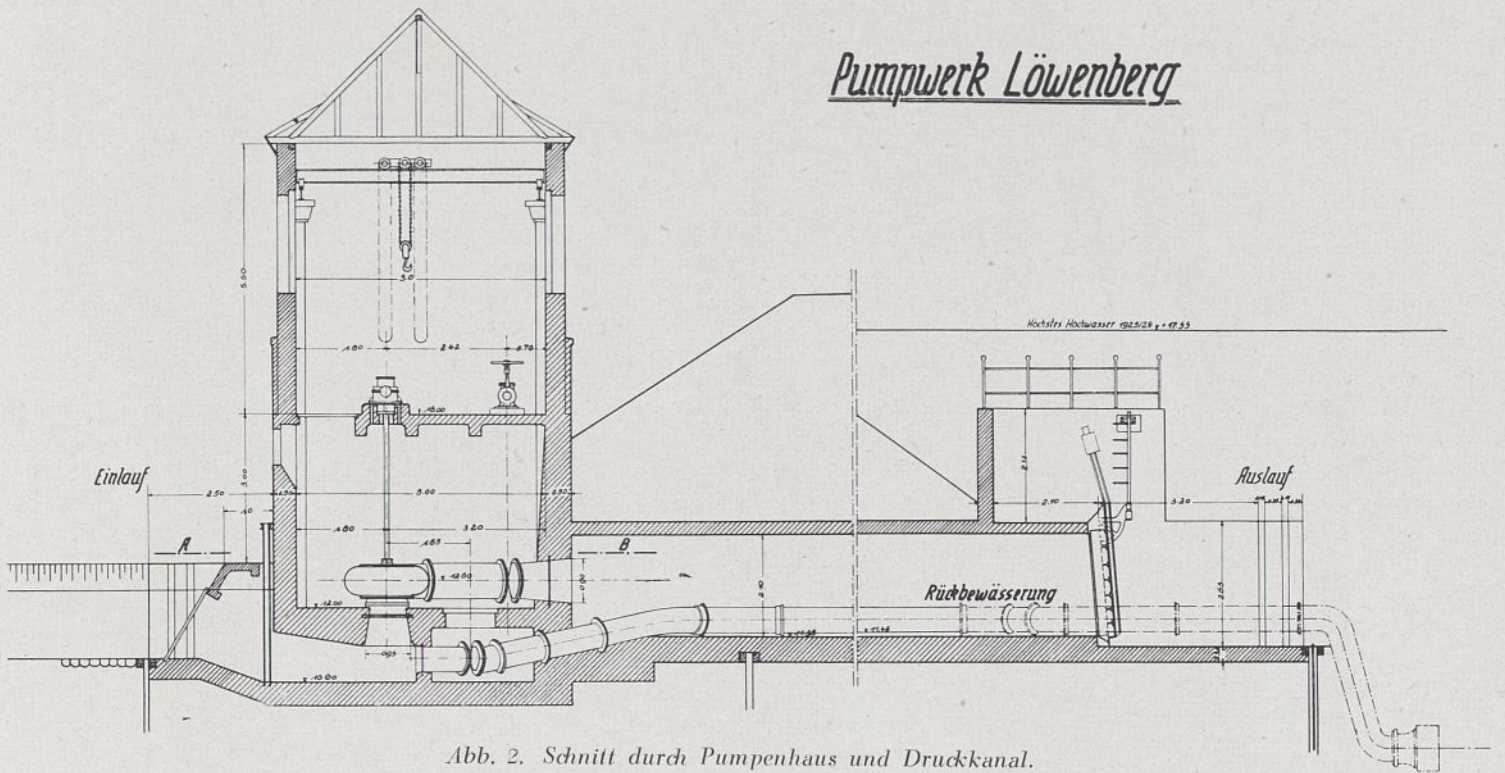


Abb. 2. Schnitt durch Pumpenhaus und Druckkanal.

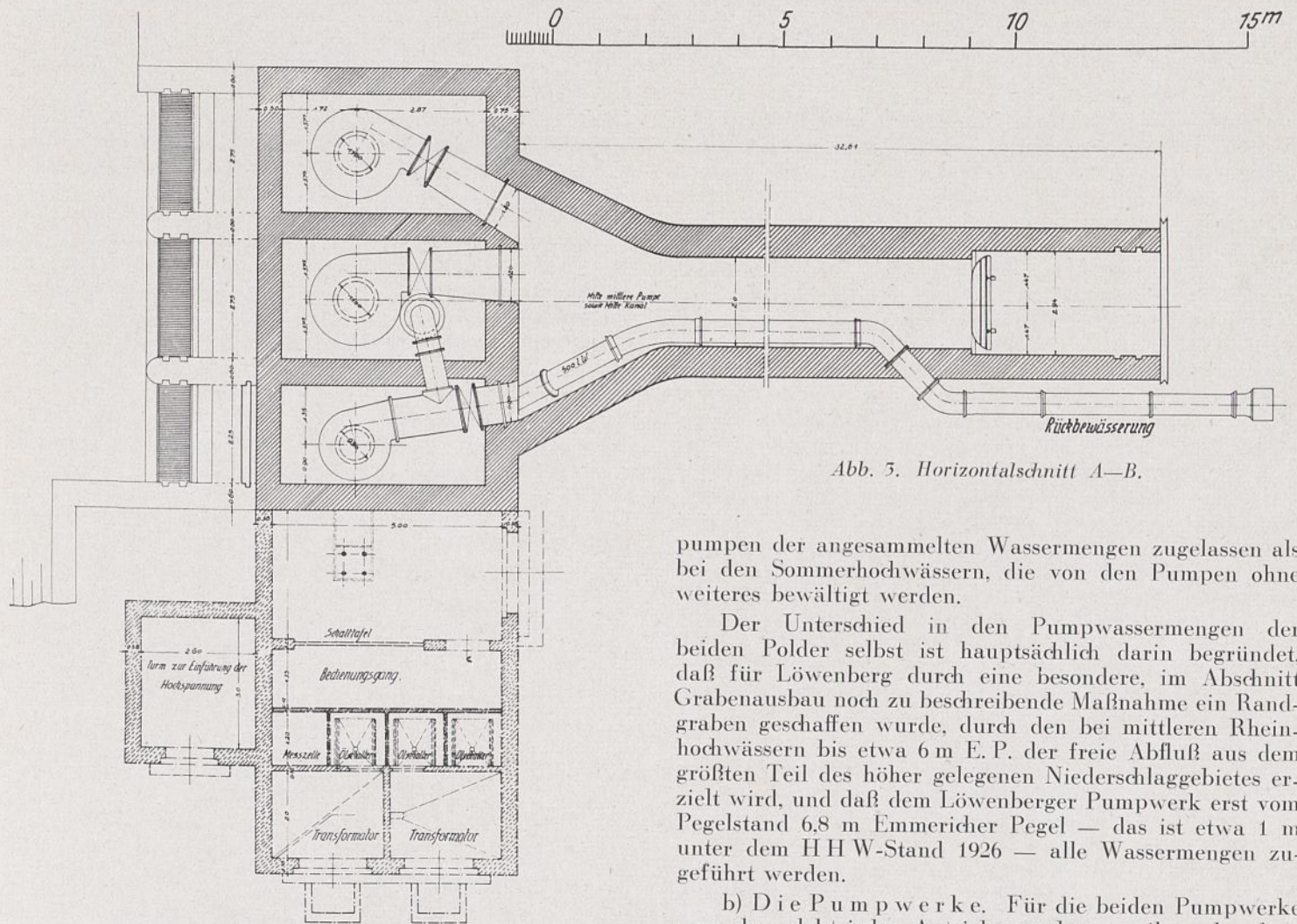


Abb. 5. Horizontalschnitt A—B.

Pumpversuchen bedeutend mehr leisten, abgepumpt oder, wie bei Löwenberg, durch den Wildkanal frei abgefließen, bevor die Pumpwerke mit den größten Förderhöhen arbeiten. Ferner wurde für die Winterhochwassermengen, um die es sich hier handelt, eine längere Frist zum Aus-

pumpen der angesammelten Wassermengen zugelassen als bei den Sommerhochwässern, die von den Pumpen ohne weiteres bewältigt werden.

Der Unterschied in den Pumpwassermengen der beiden Polder selbst ist hauptsächlich darin begründet, daß für Löwenberg durch eine besondere, im Abschnitt Grabenausbau noch zu beschreibende Maßnahme ein Randgraben geschaffen wurde, durch den bei mittleren Rheinhochwässern bis etwa 6 m E. P. der freie Abfluß aus dem größten Teil des höher gelegenen Niederschlaggebietes erzielt wird, und daß dem Löwenberger Pumpwerk erst vom Pegelstand 6,8 m Emmericher Pegel — das ist etwa 1 m unter dem HH W-Stand 1926 — alle Wassermengen zugeführt werden.

b) Die Pumpwerke. Für die beiden Pumpwerke war der elektrische Antrieb gegeben, weil vorhandene Hochspannungsleitungen des Rheinisch-Westfälischen Elektrizitätswerkes in günstiger Nähe vorüberführten und in Vergleichsrechnungen zwischen Antrieb durch Elektro- und Rohlmotoren bei den zu erwartenden Pumpzeiten der Rohlmotor nicht günstiger abschnitt. Als Pumpen wurden wegen des günstigen Wirkungsgrades und wegen des möglichen Verzichtes auf eine Entlüftung für beide Pump-

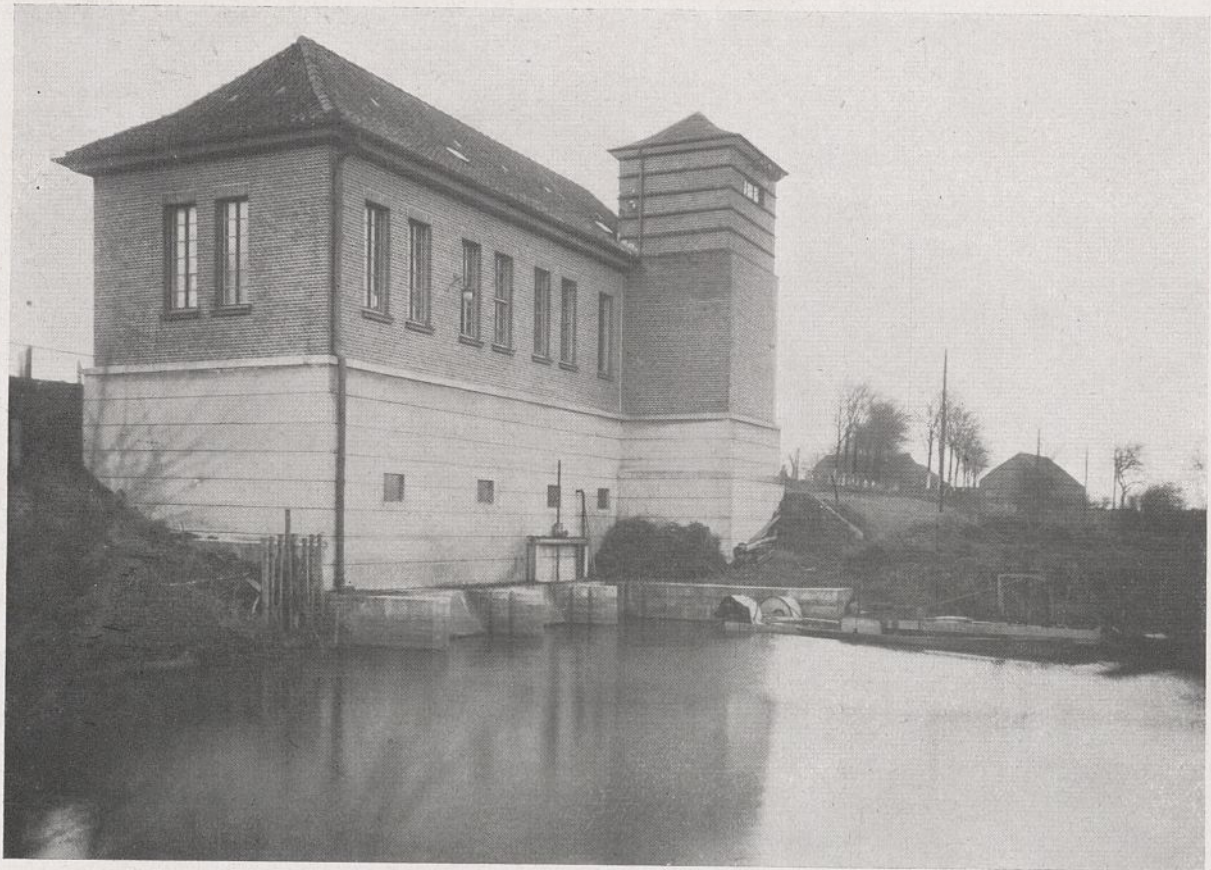


Abb. 4. Pumpwerk Löwenberg, Ansicht des Einlaufs mit Motorschiffmähler.

werke Schleuder(Zentrifugal)-Pumpen mit lotrechter Welle gewählt. Die Pumpen werden durch Drehstrommotore von 580 Volt mit wagerechter Welle angetrieben. Die Motore arbeiten auf im Oelbad laufende Kegelradgetriebe. Die Pumpenwellen sind ohne Zwischenlager an dem Kegelradgetriebe aufgehängt. Das Grundmauerwerk bis zum höchsten Außenwasserstand und der Druckkanal wurden in Eisenbeton ausgeführt, der übrige Teil des Pumpenhauses in Ziegelmauerwerk. In die Druckrohre wurden Absperrschieber eingebaut, die vom Motorenraum aus elektrisch und durch Handrad zu bedienen sind. Der Druckkanal erhielt außendeichs eine Rückschlagklappe. Die Gesamtanordnung ist aus der Abb. 2 und 5 (Pumpwerk Löwenberg) zu ersehen; die Anordnung des Bislich-Haffener Pumpenhauses ist die gleiche.

Für den Betrieb der Pumpwerke mußte mit wechselnden Fördermengen und Förderhöhen gerechnet werden. Um bei allen Betriebslagen mit möglichst hohem Wirkungsgrad zu arbeiten, wurde die Gesamtleistung auf mehrere Pumpensätze mit verschiedenen Drehzahlen verteilt. Es wurden gewählt für das Pumpwerk Löwenberg eine Pumpe 700 mm, zwei Pumpen je 900 mm Durchmesser. Auf die 700 mm-Pumpe arbeiten ein 27 PS-Motor und ein 82 PS-Motor, auf die 900 mm-Pumpen je ein 156 PS-Motor.

Die Welle des 27 PS-Motors ist unmittelbar mit der Welle des 82 PS-Motors gekuppelt, so daß ein Motor stets leer mitläuft. Das Pumpwerk Bislich-Haffen erhielt zwei Pumpen von je 900 mm, auf die je ein 145 PS-Motor und ein polumschaltbarer 19/65 PS-Motor arbeiten. Der polumschaltbare Motor ist durch eine ausrückbare Kupplung mit der Welle des normalen Motors verbunden, so daß dieser leer mitläuft, wenn der polumschaltbare in Betrieb ist. Jede Pumpe kann also mit drei Drehzahlen betrieben werden. Alles weitere über Fördermengen, Förderhöhen, Drehzahlen, Wirkungsgrade usw. ist aus den folgenden Leistungsbildern zu ersehen (Abb. 5 und 6).

Für beide Pumpwerke stand Drehstrom von 10 000 Volt zur Verfügung. Das Löwenberger Pumpwerk konnte von zwei Seiten gespeist werden. Die Umspanner wurden unterteilt, um günstige Wirkungsgrade zu erzielen, und zwar erhielten beide Pumpwerke je einen 75 kVA- und einen 250 kVA-Umspanner.

Auf Wunsch der Deichgenossen erhielt das Pumpwerk Löwenberg eine Rückbewässerungseinrichtung durch die 700 mm-Pumpe, um in längeren Trockenzeiten die Niederungsflächen vorübergehend einstauen zu können.

Der mechanische Teil für beide Pumpwerke wurde durch die Geue Pumpenbau-Gesellschaft, Berlin, die Getriebe

Pumpwerk Löwenberg Leistungsbild.														
Förderhöhe in m		Pumpzeit lager zu 24 Std.		PUMPEN						MOTORE				
grad.	man.	angen.	wertlich	Stanzahl/ Durchm.	Drehzahl	Leistungen in m³/sec. gefordert	Wirkungsgrad	PS. Einheit	Gen. Std.	Drehzahl	Wirkungsgrad	KW Einheit	Wirkungsgrad an der Welle des Motors	
1.60	1.66	1.3	7.6	1/700	236	0.45	0.77	73	23.4	4 260	96.5	87.5	19.7	3 590
2.40	2.77	7	3.75	1/700	236	0.50	0.61	75	23.6	3 260	96.5	88.0	19.8	2 730
2.60	2.66	4	3.12	1/700	236	0.55	0.43	73	20.9	2 560	96.5	88.0	17.5	2 160
3.40	3.23	2	0.97	1/700	355	0.60	1.23	74	74.7	1 740	90.5	60.7	1 420	
3.60	3.51	4	2.36	1/900	234	2.10	1.00-1.00	74	122.2	13 040	96.0	90.5	99.5	11 280
4.10	4.34	3	2.05	1/900	234	2.50	1.60-1.60	75	122.0	12 005	96.0	92.0	97.7	9 600
4.60	4.86	1	0.86	1/900	234	2.70	1.60-1.60	86	117.5	4 850	96.0	90.0	96.3	3 980
5.40	5.47	1	0.90	1/900	355	3.20	1.20-1.20	87	116.8	6 680	96.0	92.0	94.7	5 510
ZUS.	3.5							ZUS.	49 195			ZUS.	40 240	

Abb. 5.

Pumpwerk Bislich-Haffen Leistungsbild														
Förderhöhe in m		Pumpzeit lager zu 24 Std.		PUMPEN						MOTORE				
grad.	man.	angen.	wertlich	Stanzahl/ Durchm.	Drehzahl	Leistungen in m³/sec. gefordert	Wirkungsgrad	PS. Einheit	Gen. Std.	Drehzahl	Wirkungsgrad	KW Einheit	Wirkungsgrad an der Welle des Motors	
0.90	0.47	19	20.1	1	180	0.950	0.900	40	14.05	6 800	40.5	80.2	12.9	6 220
0.90	0.96	43	15.42	1	180	0.950	0.800	63	46.2	6 000	40.5	80.2	14.9	5 520
1.40	1.97	7	6.05	2	180	0.950	0.850-0.850	70	12.0-12.0	4 445	40.5	80.2	14.1	4 110
1.90	1.98	5	5.49	1	180	1.360	1.290	60	54.7	7 240	73.0	87.9	45.8	6 040
2.40	2.47	4	5.43	1	180	1.440	1.125	69	53.8	6 630	73.0	87.9	45.1	5 940
3.40	3.19	3	3.17	2	180	1.630	1.220-1.220	74	52-52	7 920	73.0	87.9	43.5-43.5	6 620
3.60	3.77	1	0.89	2	240	2.150	1.220-1.220	65.5	120-120	4 000	73.0	92.08	34.0-34.0	3 170
4.10	4.27	1	0.77	2	240	2.310	1.220-1.220	69	123-123	4 550	97.0	91.75	32.7-32.7	3 650
4.60	4.75	1	0.965	2	240	2.710	1.220-1.220	71.8	123.5-123.5	5 760	97.0	91.75	32.1-32.1	4 590
4.70	4.84	1	1.05	2	240	2.800	1.220-1.220	72	124-124	6 700	97.0	92.08	32.7-32.7	4 870
ZUS.	5.5							ZUS.	59 445			ZUS.	50 330	

Abb. 6.

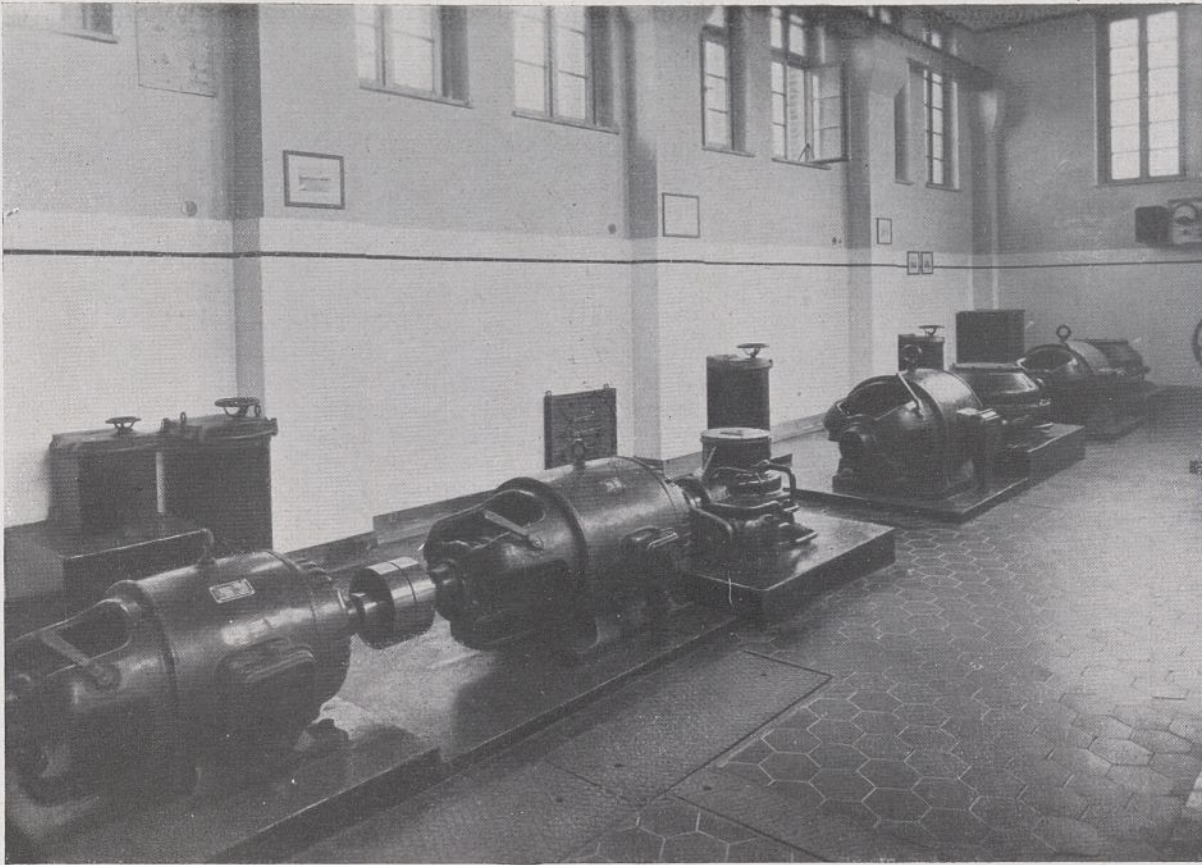


Abb. 7. Pumpwerk Löwenberg, Motorenraum.

durch Krupp, Essen, der elektrische Teil von Löwenberg durch das Sachsenwerk, Dresden, von Bislich-Haffen durch die Siemens-Schuckertwerke, Berlin, geliefert. Beide Pumpwerke wurden mit einer elektrischen Aegir-Fernmelde-Pegelanlage der Firma Georg Bloch, Dresden, ausgerüstet. Hierdurch kann der Pumpenwärter jederzeit den Binnen- und Außenwasserstand, also die geodätische Förderhöhe feststellen und den Betrieb möglichst wirtschaftlich nach der Bedienungsvorschrift einrichten, die sich auf die wesentlichen Punkte des Leistungsbildes aufbaut.

Eine Außenansicht und eine Innenansicht des Pumpwerkes Löwenberg stellen die Abb. 4 und 7 dar.

c) Der Grabenausbau. Neben der Wahl der Standorte der Pumpwerke an der Löwenberger und Haffener Schleuse war für den Ausbau der Vorfluter die Forderung ausschlaggebend, daß die Abflüßmengen von 45 bzw. 59 l/sek/qkm von den Gräben bordvoll dem Pumpwerk zugeführt werden können, und daß bei Mittelwasser der Grabenwasserstand mindestens 50 cm unter den tiefst gelegenen seitlichen Flächen bleibt. Alle Gräben wurden dementsprechend bemessen.

Der Anschluß der Deichschau Bislich an das Haffener Pumpwerk wurde durch die Reste der alten Rheinarme, die Lange Renne und das Hagener Meer, gesucht. Diese langen Seen beanspruchen nur sehr geringes Gefälle und stellen bei ihrer Nähe zum Pumpwerk für den Pumpbetrieb vorzügliche Ausgleichbecken dar. Der Sanddeich wurde durchbrochen, aber in ihm ein Schütz eingebaut, um den Wasserspiegel der Langen Renne beliebig anspannen zu können und weil die Deichschau Haffen-Mehr darauf bestand, sich bei etwaigem Versagen des Pumpwerkes gegen die Schau Bislich wie früher abschließen zu können.

Für den oberen Teil des Rees-Emmericher Polders wurde zunächst der natürliche Abflüßweg zur Bienenschen Schleuse durch Tieferlegung des Schleusendrempels und Ausbau des Bienenschen Grabens verbessert. Diese Maßnahme war wichtig, weil aus den höher liegenden Gebieten oberhalb des Millinger Meeres sowohl bei Beginn wie am Schluß eines Rheinhochwassers noch freier Abflüß auf

kürzestem Wege durch die Bienensche Schleuse möglich ist, wenn die Löwenberger Schleuse schon bzw. noch geschlossen ist. Die Hetter Landwehr und das Löwenberger Pumpwerk werden dadurch entlastet. Diese Entlastung wird noch vermehrt durch die Ausnutzung des Millinger Meeres als Rückhaltebecken. Im Gebiet von Löwenberg wurden ferner die Hetter- und Löwenberger Landwehr planmäßig ausgebaut. Die Tote Landwehr wurde mit der Löwenberger Landwehr verbunden und durch Verlängerung des alten Damms gegen die Hetter Landwehr abgeschlossen. In den Damm wurden eine verschließbare Schleuse und ein 50 m langer Ueberlauf eingebaut. Die Hetter Landwehr kann also von der Toten- bzw. Löwenberger Landwehr abgesperrt werden, so daß ihr Wasser zunächst nur zum Wildkanal abfließt, und die Tote Landwehr allein zur Löwenberger Landwehr bzw. zum Löwenberger Pumpwerk entwässert. Erst wenn bei einem Rheinwasserstande von etwa 6,80 m am Emmericher Pegel die Netterdensche Schleuse durch das in den Wildkanal zurückstauende Rheinhochwasser sich ganz schließt, geht das Wasser des gesamten Gebietes über den Ueberlauf zum Löwenberger Pumpwerk. Bei allen Rheinwasserständen, die niedriger sind als 6,8 m Emmericher Pegel, führen also die Hetter Landwehr und in ihrer Verlängerung der Wildkanal die Hauptwassermengen des größeren und höher gelegenen Teiles der Niederung um die tief gelegene Hetter Niederung herum auf natürlichem Wege ab.

Außer den genannten Hauptvorflutern wurde in allen Deichschaugebieten das Binnengrabennetz ausgebaut oder gründlich geräumt. Vor den beiden Pumpwerken wurden die Hauptvorfluter zu Mahlbussen erweitert.

d) Die Kosten. Die Gesamtkosten der künstlichen Entwässerung der Niederung Bislich-Emmerich betragen bisher 620 000 RM. Davon entfallen auf das Pumpwerk Löwenberg 175 000 RM, den Ausbau des hieran angeschlossenen Grabennetzes bisher 95 000 RM, das Pumpwerk Bislich-Haffen 160 000 RM und den Ausbau der zugehörigen Vorfluter 190 000 RM. Das geplante Zwischenpumpwerk in der Hetter und der restliche Ausbau des Grabennetzes von Löwenberg werden noch etwa 90 000 RM

kosten, so daß die Gesamtanlagekosten 710 000 RM betragen werden. Die Anlagekosten sind, nach dem Beitragsverhältnis der einzelnen Klassen berechnet, 26 RM auf einen Hektar der niedrigsten Klasse und 957 RM auf einen Hektar der höchsten Klasse. Der preußische Staat, die Rheinprovinz und der Landkreis haben wegen der Bedeutung des Unternehmens für die Allgemeinheit namhafte Beihilfen zu den Gesamtkosten gegeben.

4. Verwaltung und Betrieb der Entwässerungsanlagen. a) Die Bildung übergeordneter Deichverbände. Da die Entwässerungsgebiete der beiden Schöpfwerke mehrere Deichschaugebiete oder Teile davon umfassen, war es aus rechtlichen, verwaltungs- und betriebstechnischen Gründen zweckmäßig, diese Gebiete in neuen Entwässerungsgenossenschaften zusammenzufassen, die für den Zweck der Entwässerung den bestehenden Deichschauen übergeordnet sein mußten.

Die Deichschauen des Niederrheins werden nach dem von Friedrich dem Großen erlassenen Clever Deichreglement vom 24. Februar 1767 verwaltet. Durch spätere Gesetze, auch durch das preußische Wassergesetz, ist in der Verfassung dieser Deichschauen keine wesentliche Änderung eingetreten. Es lag deshalb nahe, sich ihrer bewährten Einrichtungen zu bedienen, mit denen die Bevölkerung in 160jähriger Uebung vertraut geworden ist. Es wurden also keine Wassergenossenschaften nach § 206 W.G., sondern Deichverbände nach § 298 W.G. gebildet, deren Satzungen das Clever Deichreglement zugrunde gelegt wurde. Die Deichschauen Bislich, Haffen-Mehr und Rees z. Teil wurden zum Deichverband Bislich-Haffen-Rees, die Schauen Rees z. Teil, Oberhetter und Niederhetter zum Deichverband Löwenberg zusammengeschlossen. Jeder Deichverband verwaltet und betreibt seine Entwässerungsanlagen selbständig einschließlich der Unterhaltung und regelmäßigen Räumung der Hauptvorfluter, die früher den einzelnen Deichschauen oder den Anliegern oblag. Zum Zweck der Grabenräumung hat sich der Deichverband Löwenberg einen Motorschilfmäher der Maschinenfabrik Paulsen u. Co. in Berlin beschafft, der sich bisher gut bewährt hat.

b) Die Belastung der Deichgenossen. Das nicht durch Beihilfen gedeckte Anlagekapital wurde von der Deutschen Boden-Kultur-Aktiengesellschaft, Berlin, als Darlehen mit ermäßigtem Zinsfuß gegeben. Ueber die reinen Betriebskosten liegen noch keine genügend langen Feststellungen vor, um zu einem richtigen durchschnittlichen Werte zu kommen. Sie werden voraussichtlich im Jahresdurchschnitt etwa 18 000 RM für beide Deichverbände zusammen betragen. Diese Betriebskosten, zuzüglich der Kosten für Verzinsung und Tilgung, haben sich bisher im Rahmen der ursprünglich veranschlagten jährlichen Belastung gehalten. Die demnächst fälligen, übermäßig großen Tilgungsraten werden allerdings zu ihrer Ueberschreitung führen.

Zur Aufbringung der jährlichen Belastung ist das Deichschaugbiet Löwenberg in fünf Klassen, das Schaugbiet Bislich-Haffen-Rees in drei Klassen aufgeteilt worden. Die augenblickliche Größe und Belastung dieser Klassen ist aus nachstehender Aufstellung zu ersehen:

Löwenberg		
1. Klasse	105 ha	56,00 RM/ha
2. ..	170	18,00 ..
3. ..	211	4,50 ..
4. ..	704	2,50 ..
5. ..	970	0,50 ..
Bislich-Haffen-Rees		
1. Klasse	108 ha	52,00 RM/ha
2. ..	504	16,00 ..
3. ..	1012	5,20 ..

Außerdem werden durch Heranziehung der ganzen rd. 9400 ha großen Deichverbandsgebiete zu Sätzen von 0,50 bzw. 0,80 RM/ha auch diejenigen, verhältnismäßig

hoch liegenden Ackerflächen belastet, deren Vorteil an der künstlichen Entwässerung nur ein mittelbarer ist durch Ersparnis von sonst notwendig gewesenem Ausbauten von Wasserläufen, insbesondere des Wildkanals, allgemeine Verbesserung der Vorflut, Verbesserung der Verkehrsverhältnisse auf den Wirtschaftswegen usw.

5. Die Wirtschaftlichkeit. Gleichwie zur Feststellung der Betriebskosten noch keine genügend lange Beobachtungszeit vorliegt, kann auch die Wirtschaftlichkeit der künstlichen Entwässerung aus ihren sichtbaren Folgen noch nicht einwandfrei ermittelt werden, weil die Zeit zu kurz ist. Die Umstellung der Landflächen sowie des landwirtschaftlichen Betriebes auf die neuen Wasserverhältnisse und veränderten Nutzungsmöglichkeiten erfordert Jahre. Eingehende Feststellungen, die Diplom-Landwirt Dr. Hetzel aus Düsseldorf *) in den Entwässerungsgebieten vorgenommen hat und die sich auf Umfragen unter den Landwirten des Beteiligungsgebietes aufbauen, lassen jedoch klar erkennen, daß schon heute ganz wesentliche geldliche und allgemeine Vorteile für die entwässerten Flächen und das ganze Niederungsgebiet eingetreten sind. Allerdings lassen sich die Vorteile der Entwässerung zum Teil nicht oder nur sehr schwer zahlenmäßig erfassen. Hierunter fällt die Sicherung und Verbesserung der gesamten Betriebsweise durch die Verhütung von Wasserschäden mit ihren Folgen, die sich nicht auf das Schadenjahr allein erstrecken, wie Verminderung der Tierzahl infolge Ernteausfalles, Erkrankungen und Verluste der Tiere infolge anhaltender Nässe, geringere Düngernerzeugung und vermehrte Düngermittelbeschaffung, Verluste an aufgebrachtem Dünger, geringere Milch- und Fleischleistung des Viehes, Versumpfung von Wiesen, vermehrter Kraftfutterbedarf und vermehrte Winterfütterung, die wieder Vergrößerung des Feldfutteranbaues und Verminderung des Getreidebaues bedingt, verspätete Feldbestellung, verspäteter Weideauftrieb usw.

Im einzelnen konnte über die Steigerung des Hektarertrages durch Dr. Hetzel festgestellt werden, daß sich der Heuertrag schon ganz wesentlich, von 15 auf 30 Ztr. je Morgen, erhöht hat. Auch der Heupreis steigerte sich infolge des höheren Nährwertes von 1,50 RM auf 3 RM je Zentner. Ertrag und Güte des Heues lassen sich zweifellos noch steigern, wenn unter den Landwirten die Erkenntnis durchgedrungen ist, daß den veränderten Wasserverhältnissen in vielen Fällen Umbruch und Neuanfaat folgen muß. Die Ersparnis an Erntekosten durch erhöhte Anwendung von Gespannen und Maschinen auf den früher unbefahrten Wiesen beziffert Dr. Hetzel auf 50 bis 70 vH. Die Viehhaltung konnte ebenfalls um 50 bis 70 vH der auf ein Hektar aufgetriebenen Weidetiere vergrößert werden. Die Milchleistung und das Gewicht der einzelnen Tiere steigerte sich entsprechend. Die Wirkung der künstlichen Entwässerung zeigte sich schließlich, wenn auch erst einige Verkäufe getätigt wurden, in einer Wertsteigerung des Bodens. Der Bodenpreis hob sich um 50 bis 60 vH. Auch die Pachtpreise, die den besten Maßstab für die Wertsteigerung des Bodens abgeben, haben sich schon von 15 RM auf 50 bis 55 RM je Morgen erhöht.

Unter den Landwirten besteht im allgemeinen die Ueberzeugung, daß sich die Vorteile der künstlichen Entwässerung im Laufe der Jahre bedeutend vergrößern werden, wenn sich die landwirtschaftlichen Betriebe den veränderten Verhältnissen völlig angepaßt haben. Diese Anpassung durch geeignete Maßnahmen zu beschleunigen, soweit es die finanziell schwierige Lage der Landwirtschaft nur irgend gestattet, liegt wesentlich im Vorteil der beteiligten Landwirte.

*) Dissertation aus dem Kulturtechnischen Institut der Landwirtschaftlichen Hochschule Bonn-Poppelsdorf über das Thema: Der Einfluß des Hochwasserschutzes durch Deichanlagen am rechtsseitigen Niederrhein auf die Landeskultur.

DIE SÜDWESTSCHUTZMAUER AUF HELGOLAND UND IHRE VORGESCHICHTE.

Von Ministerialrat Verlohr, Berlin, und Regierungsbaurat Bahr, Helgoland.

(Schluß von Seite 52.)

III. Bau der Südwestschutzmauer.

1. Bau der Strecke von der Südspitze bis zum Blockhorn. a) Einrichtung des Baubetriebes. Inzwischen hatte die Marine im Jahre 1908 mit der Anlage eines Kriegshafens für kleine Fahrzeuge begonnen; und zwar war zuerst der Bau der Westmole vom Sathurn aus und in ihrem Schutz die Aufspülung eines Hafengeländes sowie die Anlage eines Hafens für Schießscheiben in Angriff genommen worden. Der Anschluß der Mauer konnte nun statt an die Südspitze der Insel an die neue Mole gelegt werden und gestaltete sich einfacher. Andererseits wurde die Anfuhr und Lagerung der Baustoffe zunächst erschwert; der geringe auf dem Unterland verfügbare Platz wurde von der Marine vollständig für ihre Bauten beansprucht. Der Beginn des Schutzmauerbaues verzögerte sich aber bis Ende des Jahres 1910. Zu der Zeit hatte die Marine schon große Geländeflächen aufgespült. Sie konnte nun der preußischen Bauverwaltung einen wenn auch knapp bemessenen Lager- und Werkplatz zur Verfügung stellen, der vor allen Dingen gegen Ueberflutung gesichert war. Auch wurde der Bauverwaltung die Anlage einer Löschbrücke im Scheibenhafen, also an geschützter Stelle bewilligt. Der Bau der Schutzmauer ist hierdurch, trotz mancher Hemmnisse, die sich aus dem Nebeneinanderarbeiten der Marine und der Bauverwaltung auf dem engen Raume ergaben, sehr erleichtert worden. Immerhin war die Einrichtung des Bauplatzes in den ersten Jahren schwierig. Der verfügbare Raum blieb recht beschränkt, überdies mußte je nach den Bauarbeiten der Marine fast in jedem Jahr ein anderer Platz bezogen werden. Dabei verlangte die Abhängigkeit der Baustoffanfuhr von der Witterung — die dadurch noch erschwert wurde, daß der Scheibenhafen nur für Küstensegler zugänglich war —, stets einen großen Vorrat an Baustoffen zu halten. Wirtschaftliche Gesichtspunkte mußten vor diesen Notwendigkeiten oft zurücktreten.

Die Gründungsarbeit auf der Anfangstrecke der Mauer im Frühjahr 1911 war einem Unternehmer übertragen. Dieser erlitt jedoch durch stürmisches Wetter mehrere Rückschläge und gab die Arbeit bald freiwillig auf. Die Bauverwaltung richtete nunmehr vollen Eigenbetrieb ein. Die Maschinenausrüstung einschließlich der Lokomotiven wurde auf elektrischen Betrieb eingestellt. Dampfmaschinen kamen von vornherein nicht in Frage, weil es auf der Insel an Süßwasser fehlt; Explosionsmotore waren in dem Spritzwasser der Brandung, dem nicht nur die eigentliche Baustelle, sondern bei schweren Stürmen der ganze Lagerplatz ausgesetzt war, zu empfindlich. Elektromotoren hatten den Vorzug, am leichtesten gegen Wasser geschützt werden zu können. Die durchgehende Einrichtung für elektrischen Betrieb war derzeit für eine Baustelle noch ungewöhnlich. Doch zeigte sich bald, daß man damit im allgemeinen auch die wirtschaftlichste Antriebsform gewählt hatte. Der Vorteil, daß die elektrisch ausgerüsteten Maschinen von ungelerten Arbeitern bei geringster Wartung bedient werden konnten, war bekannt. Im Betriebe ergab sich aber von selbst die Ausnutzung der Möglichkeit, die keine andere Antriebsform in diesem Maße bietet, Handarbeit durch Maschinenarbeit zu ersetzen, z. B. durch Anschluß von kleinen Wasserhaltungspumpen, Handbohrmaschinen für Zimmerarbeiten, Gesteinsbohrmaschinen und dergleichen. Unwirtschaftlich war nur der elektrische Lokomotivbetrieb, der durch die Kosten der Oberleitung zu sehr belastet wurde. Bei den Lokomotiven machte sich aber der Vorteil, daß ihre Antriebsmotoren gut gegen Spritzwasser gedeckt werden konnten, besonders geltend. Auch waren

Explosionsmotorlokomotiven derzeit noch nicht betriebs-sicher genug. Heute würden solche Lokomotiven in gut geschützter Sonderbauart wahrscheinlich den Vorzug verdienen. Der Strom wurde von der Kraftanlage der Marine bezogen.

Die Arbeiter, rd. 100 während der Sommermonate, mußten vom Festland herangezogen werden, da die Bevölkerung der Insel zum Teil bei den Bauten der Marine beschäftigt war und sonst lieber dem bequemeren Erwerb im Badeverkehr nachging. Zur Unterbringung der Arbeiter wurde eine Baracke mit 70 Schlafplätzen und eigener Verpflegung eingerichtet. Die Baracke war an einen Unternehmer verpachtet, dem die Preise für Unterbringung und Verpflegung vorgeschrieben waren.

b) Anfuhr der Baustoffe. Die ankommenden Baustoffe wurden auf einer besonderen im Scheibenhafen erbauten Löschbrücke, die mit zwei elektrischen Drehkränen von 2 t Tragkraft ausgerüstet war, gelöscht und von Hand zu den Lagerplätzen gefahren. Für die Betonzuschlagstoffe mußte wegen des Platzmangels trotz der verhältnismäßig geringen Mengen ein Schüttgerüst mit Aufzug errichtet werden.

c) Betonherstellung. Der Beton für die Blöcke, die auf dem Platz angefertigt wurden, und für die Füllung des Mauerkörpers wurde in zwei Mischmaschinen Bauart Draiswerke von 750 l Trommelinhalt gemischt. Es wurde nur Portlandzement verwendet und zum Anmachen Seewasser benutzt. Dem Granitschotterbeton wurden rd. 8 v H, dem Kiesbeton rd. 9 v H (Gewichtsteile) Wasser zugesetzt, der Beton wurde also weich hergestellt.

Beton mit geringerem Wasserzusatz hat zwar in der Theorie und bei Laboratoriumsversuchen größere Festigkeit und wurde derzeit auch noch für dichter angesehen. Aber der Füllbeton des Mauerkörpers mußte im Tidebereich stets mit großer Beschleunigung eingebracht werden; zum sorgfältigen Stampfen erdfeuchten Betons blieb hier keine Zeit. Auch war es wünschenswert, den Beton in der vollen Höhe einer Betonblock- oder Granitsteinreihe, also 0,75 m stark, in einer Schicht zu schütten. Das war nur bei Verwendung weichen Betons angängig. Aus diesem Zwang der Verhältnisse ergab sich jedoch, wie schon beim Bau der Probestrecke im Jahre 1905, die Erfahrung, die damals noch nicht allgemein galt: Auf der Baustelle wird der weiche Beton fester und namentlich dichter, weil die Stampfarbeit viel intensiver wirkt, als es sich bei erdfeuchtem Beton auch mit größter Sorgfalt und schärfster Aufsicht erreichen läßt. Auf die Dichtigkeit wurde aber von Anfang an der Hauptwert gelegt, weil sie für die Beständigkeit des Betons im Seewasser ausschlaggebend ist, während die Festigkeit in dem nur durch seine Masse wirkenden Mauerkörper bei weitem nicht ausgenutzt wird. Dazu kam noch, daß die Granitsteinschichten und die Basaltverblendung, die ja gleichzeitig als Schalung dienten, des besseren Einbindens wegen absichtlich uneben gehalten wurden; mit erdfeuchtem Beton hätte sich hier ein guter Anschluß nicht erzielen lassen. Doch auch bei der Anfertigung der Betonblöcke auf dem Platz in Formkästen ergab die Verwendung weichen Betons glattere und dichtere Außenflächen.

Der Füllbeton wurde mit Muldenkippern von 0,75 m³ Inhalt zur Baustelle gefahren. Bei einer größten Förderweite von 800 m trat eine Entmischung noch nicht ein; doch rüttelte der Beton sich auf Strecken von mehr als 500 m fest und klebte in den Wagen. Die auf dem Platz angefertigten Betonblöcke wurden frühestens nach 8 Wochen verwendet.

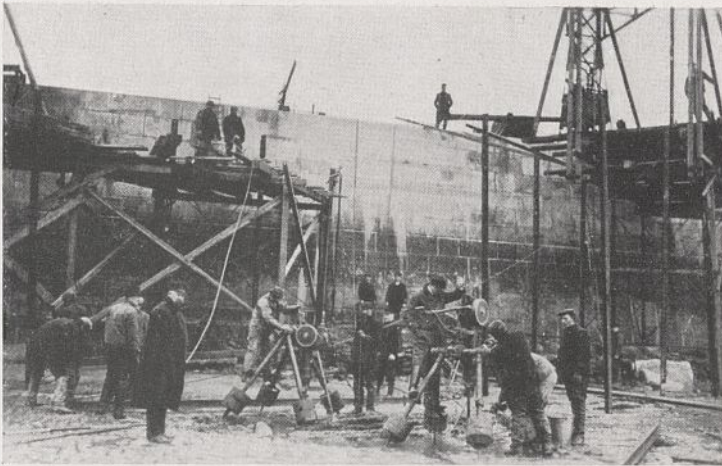


Abb. 50. Bohren der Löcher für die Gerüstschiene.

d) Schutzvorkehrungen gegen abbröckelndes Gestein. Die Mauer hatte im allgemeinen einen solchen Abstand von der Felswand, daß die Arbeiter von herabfallenden Gesteinsbrocken nicht getroffen werden konnten. Nur die Hörns und Stacks bildeten Gefahrpunkte. Hier wurden wie bei der Probestrecke Schutzdächer, bestehend aus Holzgerüsten mit Drahtgeflechtbespannung errichtet. Unfälle sind während der Bauzeit nicht vorgekommen, obgleich die Schutzdächer gegen schwere Felsstücke nicht sichern konnten.

e) Arbeit vor Ort. Die Arbeit begann mit der Aufstellung der Gerüste, von denen gewöhnlich 100 lfdm in Benutzung waren. Die Gerüstschiene wurden anfangs mit Handzugrammen eingeschlagen. Später wurden mit Gesteinsbohrmaschinen Löcher in den Felsen getrieben und die Schienen darin festgekeilt (Abb. 50).

Als dann wurde die Felssohle mit Schaufeln, Spitzhacken und Keilen von Tang, Geröll und verwitterten Schichten gereinigt und der Schlitz für die unterste Granitsteinreihe ausgestemmt, wobei die Gesteinsbohrmaschinen gute Dienste leisteten. Gesprengt wurde grundsätzlich nicht, um den schieferigen Fels nicht noch mehr zu zermürben.

Am Anfang der Mauer lag die Felsterrasse auf 200 m Länge so tief, daß sie nur bei einzelnen stark abfallenden Springtiden frei kam. Hier mußte die Sohlenreinigung und das Einbringen der Ausgleichschicht im Wasser vor sich gehen.

Besondere Aufmerksamkeit erforderten die Verwerfungsspalten, die sich durch die Terrasse in gleicher Weise wie durch die anstehende Wand hinziehen. Bis zu 5 m breit, sind sie gewöhnlich auf große Tiefe mit zerbröckeltem oder lehmartig verwittertem Felsboden ausgefüllt. War dieser Boden für die Belastung durch die Mauer (rd. 1 kg/cm²) auch tragfähig genug, so bestand doch die Gefahr, daß bei größerem Wasserstandsunterschied zwischen der Innen- und Außenseite ein Durchbruch unter der Mauer erfolgte. Deshalb wurden die

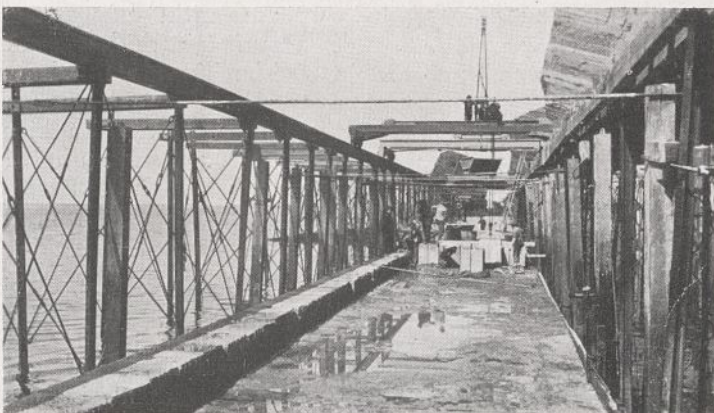


Abb. 52. Versetzen der Betonblöcke auf der Ausgleichschicht.



Abb. 51. Ausräumen einer Verwerfungsspalte.

Spalten 1 bis 2,2 m unter Bausohle ausgehoben und vorweg betoniert (Abb. 51). Da die Spalten zumeist nur in den Springtiden auf je 2 bis 5 Stunden zugänglich waren und bei westlichen Winden mit hohen Niedrigwassern manchmal wochenlang nicht freikamen, so brachten sie dem Vortrieb der Mauer gelegentlich unliebsamen Aufenthalt.

Auf der so vorbereiteten Sohle wurden die untersten Granitsteine in der üblichen Weise versetzt und mit Zementmörtel 1:1 vergossen. Zwischen der Granitsteinreihe und einer niedrigen Holzschalung, die mit wiederverwendbaren Böcken gegen das innere Gerüst versteift war (Abb. 52), wurde die Ausgleichschicht mit einem Schüttrichter (Abb. 53) eingebracht. Dann wurden schichtweise die Granitsteine und Betonblöcke versetzt, ebenso die Basaltverblendung vorgemauert und der Füllbeton eingebracht. Nach Möglichkeit waren stets mindestens drei Abschnitte in verschiedener Höhe im Bau (Abb. 54), um bei jedem Wasserstande arbeiten zu können.

Auf je 25 m Länge erhielt die Mauer eine Dehnungsfuge, auf durchschnittlich 12,5 m Länge zwei Entwässerungsröhre zur Ableitung des herüberschlagenden Brandungswassers.

Die Baugerüste wurden inzwischen vorgetrieben. Waren etwa 100 m Mauer hochgeführt, so wurde auf der fertigen Strecke das Zufuhrgleis verlegt und durch einen neuen Uebergang an das Gerüst angeschlossen.

Im allgemeinen erwiesen die Einzelreihen von Granitsteinen sich als standsicher gegen die im Sommer auftretende Brandung. Nur selten wurden Steine von der See fortgeschoben, wenn der Vergußmörtel noch nicht abgebunden hatte. Deshalb wurden auch die Betonblöcke, die entwurfsmäßig in Reihen zu 4 bis 5 gesetzt werden sollten, häufig auf 2 bis 5 eingeschränkt, um mehr Füllbeton einzubringen. Dadurch wurde die Einheitlichkeit des Mauerkörpers gesteigert und zugleich an Kosten gespart.

Das Abdecken des frischen Betons innerhalb des Tidebereichs zum Schutz gegen die Brandung zeigte sich überflüssig, obgleich der Beton meistens gleich nach dem Ein-

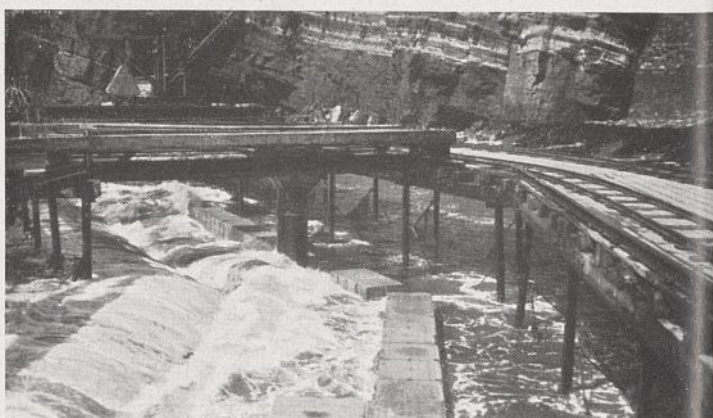


Abb. 53. Betonschüttrichter.

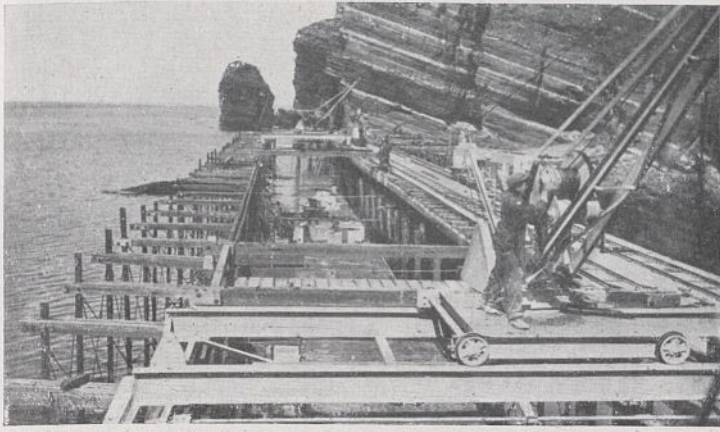


Abb. 54. Uebersicht der Baustelle.

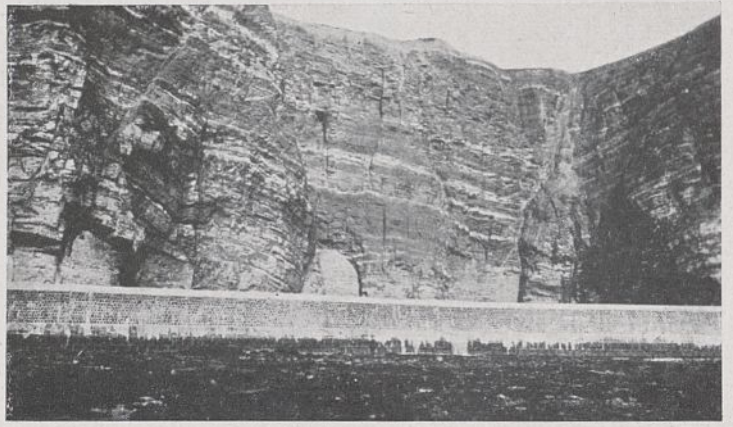


Abb. 55. Fertige Mauer von der Seeseite bei Niedrigwasser.

bringen vom steigenden Wasser überflutet wurde. Allerdings wurde ein Zement von kurzer Abbindezeit — jedoch kein Schnellbinder — verwendet und bei unruhigem Wetter nach Möglichkeit nicht betoniert. Hin und wieder wurde eine 10 bis 20 cm starke Schicht des Betons von der Brandung fortgewaschen; gegenüber den Kosten einer Abdeckung, die ziemlich schwer hätte sein müssen, fielen die Verluste nicht ins Gewicht.

Die Baugerüste vor Ort wurden jedesmal gegen Ende Oktober abgebrochen und im Frühjahr wieder aufgestellt. Das Gleis auf der Mauer blieb dagegen liegen. Doch mußte schließlich jede einzelne Schwelle mit zwei in die Mauer einzementierten Bolzen festgelegt werden, weil das Gleis sonst trotz des Schutzes durch die Brüstungsmauer von der Brandung fortgeschoben wurde. Das Einstemmen der Bolzenlöcher und das Zupassen der Schwellen auf dem Basaltmauerwerk verursachte hohe Kosten; deshalb wurde die Basaltverblendung des Absatzes von Station 2+60 ab zunächst fortgelassen, um nach Beendigung des ganzen Baues rückwärts nachgeholt zu werden.

Im Jahre 1911 wurden 260 m, im nächsten 300 m Mauer fertiggestellt (Abb. 55 und 56). Mitte 1915 wurde der Anschluß an die Probestrecke beim Blockhorn erreicht und damit der erste Bauabschnitt beendet.

2. Weiterführung der Mauer über das Blockhorn hinaus. Die Heranschaffung der Geräte und die Einrichtung der Baustelle war unter den schwierigen Verhältnissen der Insel besonders kostspielig. Eine Unterbrechung der Schutzbauten mußte hohe verlorene Ausgaben mit sich bringen. Schon im Jahre 1912 war daher die Fortsetzung der Mauer angeordnet worden; und zwar sollte sie sich um die Nordspitze herum bis Petersens Horn, nicht wie in den früheren Entwürfen bis Hahns Horn, erstrecken, um einen besseren Anschluß an die Felswand zu erzielen (vgl. Abb. 27). Die Kosten dieser Verlängerung waren auf 2 364 000 Mark veranschlagt.

Der Bau ging im Jahre 1915 sogleich über die Probestrecke hinaus weiter. Die Entfernung vom Lagerplatz bis zur Bauspitze wurde nun für die Anfuhr des fertig gemischten Betons zu groß. Im Winter 1913/14 wurde daher zwischen Stat. 5 und 6 der Mauer an der Brunschen Röst ein Arbeitsgerüst auf Schienen in gleicher Weise wie die Baugerüste errichtet (Abb. 57), und im Frühjahr 1914 wurden die beiden Betonmischmaschinen hierhergezogen. Für die Anfertigung der Betonblöcke auf dem Werkplatz kam eine dritte Maschine hinzu.

5. Unterbrechung des Baues durch den Krieg. Durch den Ausbruch des Krieges wurde die Arbeit im vollen Gange abgeschnitten. Als Festungsgebiet mußte die Insel am ersten Mobilmachungstag von der Zivilbevölkerung, also auch von der Belegschaft des Baubetriebes verlassen werden. Außer einigem fahrbaren Kleingerät konnte von der Baustelle nichts mehr fortgeschafft werden. Im September 1914 wurden die Baugerüste vor Ort durch einen für die Jahreszeit ungewöhnlich schweren Sturm beschädigt und auf der Arbeitsstrecke, die in 94 m Länge liegengeblieben war, einige Reihen von Granitwerksteinen und Betonblöcken heruntergeschoben. Ende Oktober 1914 gestattete die Kommandantur Helgoland, einige Arbeiter zur Bergung der Baustelleneinrichtung heranzuziehen. Daraufhin wurde mit vier Handwerkern der Abbau begonnen. Bevor aber nennenswerte Arbeit geleistet werden konnte, wurden die Baugerüste nebst Kranen und Gleisen durch einen Sturm in der Nacht vom 11. zum 12. November 1914 vollständig zerstört. Die Ueberreste wurden im Winter 1914/15 und im Sommer 1915 fortgeschafft. Die Sturmflut vom 15. Januar 1916 vernichtete auch das Betonmischgerüst vor der Brunschen Röst; die Trümmer wurden unter Zuhilfenahme von Militär im Frühjahr 1916 aufgeräumt. Die bei Ausbruch des Krieges vorhandenen Vorräte an Bau- und Betriebsstoffen, die Geräte und Baulichkeiten wurden von den Festungsbehörden verwendet.



Abb. 56. Fertige Mauer von der Felsseite bei Niedrigwasser.

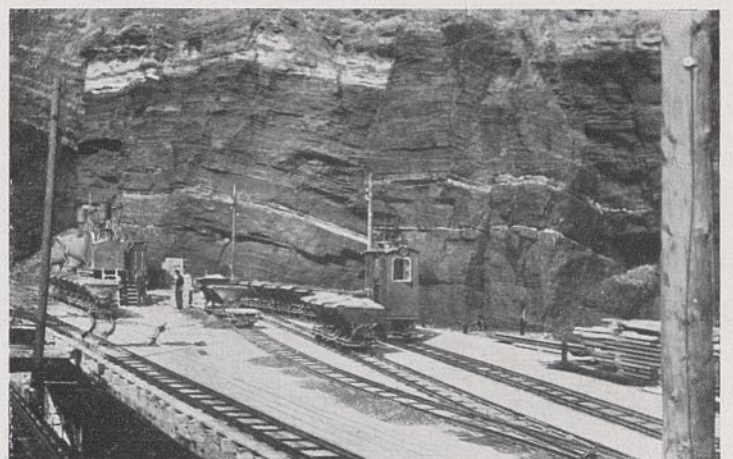


Abb. 57. Betonmischplatz an der Brunschen Röst.

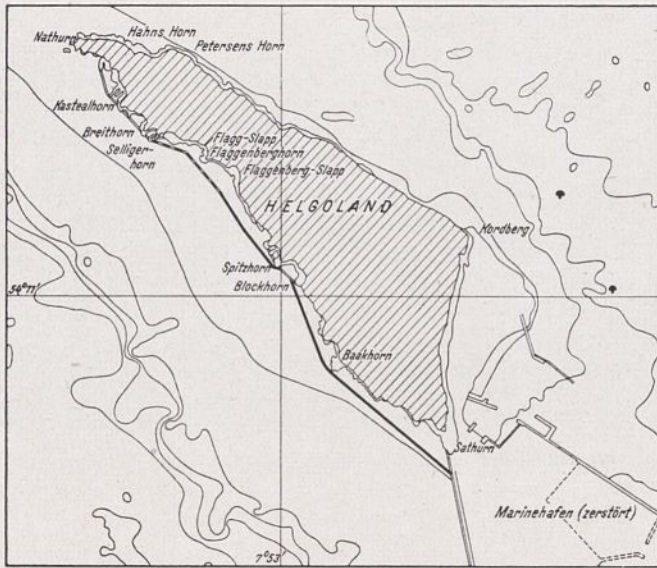


Abb. 58. Lageplan der Fortifikationsmauern und des Abschlusses der Südwestschutzmauer.

Durch den Versailler Vertrag wurde Deutschland auch die Zerstörung des Marinehafens und der Festung Helgoland auferlegt. Damit verlor die Insel ihren militärischen Wert; auf den früheren Zuschuß der Hälfte der Baukosten durch das Reich konnte nicht mehr gerechnet werden. Die Zerstörung der Insel geht immerhin so langsam vor sich, daß die sofortige Weiterführung der Mauer nach dem Kriege nicht unbedingt notwendig war. Man entschloß sich, die Fortsetzung des Baues wegen der mißlichen Finanzlage Preußens zunächst aufzuschieben und die Geräte größtenteils an andere staatliche Baustellen abzugeben.

So wurden in den Nachkriegsjahren nur einige kleine Arbeiten ausgeführt. Durch Explosion treibender Minen war die Mauer im Winter 1918/19 an drei Stellen beschädigt worden. Die Vorderseite der Mauer hatte zwar wenig gelitten; doch waren die Betonblöcke an der Rückseite auf etwa 20 m Länge bis 0,4 m weit herausgeschoben, im Innern der Mauer also Hohlräume entstanden. Diese Schäden wurden im Herbst 1925 nach dem Wolfholzschens Preßzementverfahren ausgebessert.

Südlich vom Baakhorn befand sich vor dem Kriege an der Felswand ein Abfallschacht, durch den nach altem Helgoländer Brauch der Müll von der Ortschaft des Oberlandes hinuntergestürzt wurde, um von der See fortgeschwemmt zu werden. Für diese selbsttätige Müllbeseitigung hatte man als Vorflutöffnung in der Mauer eine 10 m lange Lücke gelassen. Später war der Abfallschacht beseitigt worden; die Lücke wurde deshalb im Jahre 1924 geschlossen.

4. Vollendung der Mauer. a) Wahl des Endpunktes der Mauer. Immerhin konnte die Mauer, die halbfertig im Meer aufhörte, nicht für unbegrenzte Zeit in diesem Zustand liegenbleiben. Die Bauverwaltung entschied sich daher im Jahre 1925, der Mauer einen Abschluß zu geben, ihre Fortführung bis Petersens Horn aber wegen der schlechten Finanzlage Preußens endgültig fallen zu lassen.

Es gab für den Abschluß verschiedene Möglichkeiten. Man konnte die unvollendete Mauerstrecke fertigstellen und durch eine Querwand an den Felsen anschließen. Eben nördlich dieser Strecke liegt aber im Zuge der größten bekannten Verwerfung des Felsmassivs eine tiefe Einbuchtung der Südwestseite, das Flaggenberg Slapp, und ihr gegenüber eine etwas flachere an der Nordostseite; zwischen den beiden Buchten ist das Oberland nur noch 200 m breit. Diese gefährdetste Stelle der Insel blieb dann ungeschützt und wäre sogar in verstärkten Angriff geraten. Mindestens mußte die Mauer also am Flaggenberg Slapp vorbei bis zum nächsten Horn, dem Flaggenberg Horn, geführt werden. Nördlich von diesem

Horn liegt aber wiederum eine wenig widerstandsfähige, tief eingebuchtete Strecke, das Flagg Slapp.

Wie schon erwähnt, hatte die Festungsbauverwaltung in den Jahren 1904 bis 1908 auf der nördlichen Hälfte der Südwestküste zur Sicherung von Festungswerken mehrere Slapps durch Einzelmauern geschlossen. Ähnlich der preußischen Probestrecke zwischen die Hörns eingebaut, hatten diese Mauern eine schalenförmige Vorderseite mit Granitverblendung bis 1,7 m über M.H.W. Zwei derartige kurze Mauern zwischen Spitz Horn und Pfanne waren schon im Jahre 1915 durch die preußische Uferschutzmauer totgelegt worden. Mit den übrigen sollte nach dem Bauplan vom Jahre 1912 dasselbe geschehen; sie lagen zu dicht an der Felswand, um den mit der Schutzmauer beabsichtigten Zweck voll zu erfüllen. Zudem hätte ihre Einfügung in die durchlaufende Mauer Buchten mit verstärktem Seeangriff ergeben und wegen der verschiedenen Kronenhöhe die Durchführung der Baugleise erschwert.

Aber mit den reichlichen Geldmitteln der Vorkriegszeit durfte nicht mehr gerechnet werden. Die vier nördlichsten Mauern zwischen Selliger Horn und Nordspitze bilden immerhin eine ziemlich einheitliche, fast geschlossene Anlage, die nur durch die schmalen, widerstandsfähigen Hörns unterbrochen wird (Abb. 58). Es lag also nahe, sie als Ganzes jetzt doch im Schutzwerk der Südwestseite mitzuverwerten. So ergab sich die Endigung der durchlaufenden Mauer am Selliger Horn.

Mit den Vorbereitungen für den Abschluß wurde im Jahre 1925 begonnen, während die Bauarbeit selbst in den Jahren 1926/27 ausgeführt wurde. Sie erfolgte im wesentlichen auf gleiche Weise wie vor dem Kriege.

b) Aenderung des Querschnitts der Mauer. Am Mauerquerschnitt wurde die Basaltverblendung auf dem rückwärtigen Absatz endgültig — und damit auch auf der nachzuholenden Strecke des Vorkriegsabschnittes — fortgelassen. Der unverblendete Beton hatte sich hier so gut gehalten, daß sein Schutz überflüssig war. Nach den früheren Bauerfahrungen wurde auch die Zahl der Betonblöcke zugunsten des einheitlichen, billigeren Füllbetonkörpers weiter eingeschränkt. Die Betonmischungsverhältnisse wurden nicht geändert.

c) Einrichtung des Baubetriebes. Durch den Abzug der Marine war in den Restanlagen des zerstörten Kriegshafens reichlich Gelände frei geworden. So konnte jetzt ein zweckentsprechender Werk- und Lagerplatz eingerichtet werden (Abb. 59). Die Geräteausstattung wurde verbessert, die Handarbeit nach Möglichkeit ausgeschaltet. Recht gut bewährten sich für die vor Ort laufenden Maschinen schwallwasserdicht gekapselte Motore, wie sie für die Decksausrüstung von Seeschiffen verwendet werden.

d) Betonherstellung. Die Betonherstellung wurde dem heutigen Stande der Betonforschung angepaßt und unter Beibehaltung des entwurfsmäßigen Zementgewichts je m³ fertigen Betons das Verhältnis der Zuschlagstoffe untereinander nach der Kornzusammensetzung des angelieferten Materials bestimmt. Dieses bestand aus Wesersand und -kies sowie sächsischem Granitschotter. Als Zement wurde anfangs an Stelle des früher verarbeiteten Portlandzements ein Eisen-Portland-Zement gewählt. Die etwas längere Abbindezeit erhöhte aber die Verluste an frisch eingebrachtem Beton bei unruhigem Wetter ganz bedeutend. Von Hochfenzement war dasselbe zu erwarten. Trotz der besseren Haltbarkeit dieser Zemente im Seewasser mußte deshalb auf Portlandzement zurückgegriffen werden, der, wie vor dem Kriege, von der Fabrik Hemmoor geliefert wurde.

Besondere Aufmerksamkeit verlangte die Innehaltung des richtigen Wasserzusatzes. Die Zuschlagstoffe lagerten in offenen Haufen und waren nicht nur dem Regen und dem scharfen Seewind, sondern auch dem von der Westmole herüberwehenden Brandungsgischt ausgesetzt. Manchmal wurden sie noch auf dem Wege zur Mischmaschine in den Förderwagen von

der Brandung durchnäßt. Ihr Feuchtigkeitsgehalt schwankte also sehr schnell und in weiten Grenzen. Es war nicht möglich, die Wasserzugabe an der Mischmaschine rechnerisch vorzubestimmen und vorzuschreiben. Das übliche Verfahren auf kleinen Baustellen, die Bemessung der Wasserzugabe dem Gefühl der Mischmaschinenführer zu überlassen, bewährte sich aber auch hier recht gut. Nach einiger Uebung erreichte der Bedienungsmann bei der dritten Mischung jeder Tageschicht die richtige Konsistenz. Die hierfür verwendete Wasserzugabe konnte meistens für den Tag beibehalten werden. An einzelnen Tagen wurde die Höhe des gesamten Wasserzusatzes nachgeprüft, indem der Feuchtigkeitsgehalt der Zuschlagstoffe durch Trocknen bestimmt und die Wasserbeigabe der Maschine hinzugerechnet wurde. Es ergab sich, daß der Gesamtzusatz zwischen folgenden Werten schwankte: Für Schotterbeton zwischen 85 und 90 l auf eine Mischung, d. i. zwischen 7,73 und 8,18 vH (Gewichtsteilen) des Betons bei einem Soll von 8 vH; für Kiesbeton zwischen 96 und 99 l auf eine Mischung bzw zwischen 8,74 und 9,00 vH bei einem Soll von 9 vH. Diese Schwankungen waren unbedenklich, zumal sie von dem vorgeschriebenen Wert stärker nach unten als nach oben abwichen. Die tägliche Kontrolle der Konsistenz mit der Setzkegelprobe konnte daher als ausreichend gelten.

Die Druckfestigkeit des Betons wurde in regelmäßigen Zeitabständen an Proben, die aus der Mischmaschine entnommen wurden, ermittelt. Die erzielten Werte halten sich in normalen Grenzen.

e) Ausführung. An dem früheren, bewährten Bauverfahren vor Ort wurde nichts geändert. Im August 1927 war der Anschluß der Mauer an das Selliger Horn fertiggestellt. Die Baukosten der Reststrecke, die unter Umrechnung der vor dem Kriege unvollendet gebliebenen Strecke auf vollen Mauerquerschnitt 326 m lang war, betragen 1300 000 RM oder rd. 4000 RM für 1 m. Gegenüber der Vorkriegszeit sind die Kosten um rd. 100 vH gestiegen.

IV. Bewährung der Schutzmauer.

Durch die Unterbrechung infolge des Krieges ist die Bauzeit der Mauer so lang geworden, daß schon zahlreiche Beobachtungen über ihre Bewährung vorliegen.

Die Mauer hat auch in den schwersten Sturmfluten, unter denen die vom 13. Januar 1916 und vom 10. und

12. Oktober 1926 hervorzuheben sind, ihre Standsicherheit erwiesen und noch niemals eine Beschädigung durch Seegang erlitten.

Der unverblendete Beton an der Rückseite der Mauer hat sich im Seewasser einwandfrei gehalten. Da der Raum hinter der Mauer durch die Entwässerungsrohre mit dem Außenwasser in Verbindung steht, wird die Rückseite im Tidebereich täglich vom Seewasser gespült; der obere Teil der Mauer wird durch überkommende Brandung, je nach der Lage der einzelnen Strecken mit wechselnder Häufigkeit, an etwa 100 bis 200 Tagen im Jahr benetzt. Anfressungen oder Zersetzungen durch das Seewasser sind bisher nicht aufgetreten. Allerdings wird die unverblendete Fläche größtenteils von Betonblöcken gebildet, die vor dem Einbau wenigstens acht Wochen lang an der Luft erhärtet waren.

Eine schwerere, dabei unbeabsichtigte Probe auf die Haltbarkeit im Seewasser hatte der Beton des Mauerabschnittes, der bei Ausbruch des Krieges gerade im Bau gewesen war, zu bestehen. Die einzelnen Absätze dieser 94 m langen Strecke lagen in vier verschiedenen Höhen. Sowohl der Schotterbeton der unteren wie der Kiesbeton der oberen Schichten, der für längeres Liegenbleiben ohne Verblendung nicht bestimmt war, kam vom August 1914 bis Juni 1926, also 12 Jahre lang, in den schwersten Seeangriff, größtenteils innerhalb des Tidebereichs. Als dieser Beton bei der Weiterführung der Arbeiten im Jahre 1926 mit Sandstrahlgebläse von Algen und Tanganwachs gereinigt wurde, war er noch klingend hart und wies keine Spuren einer Zersetzung auf. Alle bei der Einbringung verbliebenen Unebenheiten, sogar die Spuren des Abfegens mit Stahldrahtbesen waren noch sichtbar.

Kalkausscheidungen und stellenweise geringe Zersetzung zeigte der Mörtel in den Fugen der Verblendung, soweit er in den ersten Baujahren keinen Traßzusatz erhalten hatte. Mit der Beigabe von Traß hörten diese Erscheinungen auf, bis auf geringe Kalkausscheidungen, die sich gewöhnlich in den ersten Wochen nach der Verarbeitung bildeten. Der Portlandzementbeton hat sich hier also bei hinreichendem Traßzusatz als durchaus widerstandsfähig gegen Seewasser gezeigt.

Nachteilig wirkt das Nebeneinander von Granit und Basalt auf der Krone der Brüstungsmauer. Die hohe Felswand steigert durch Abfangen des Windes und durch

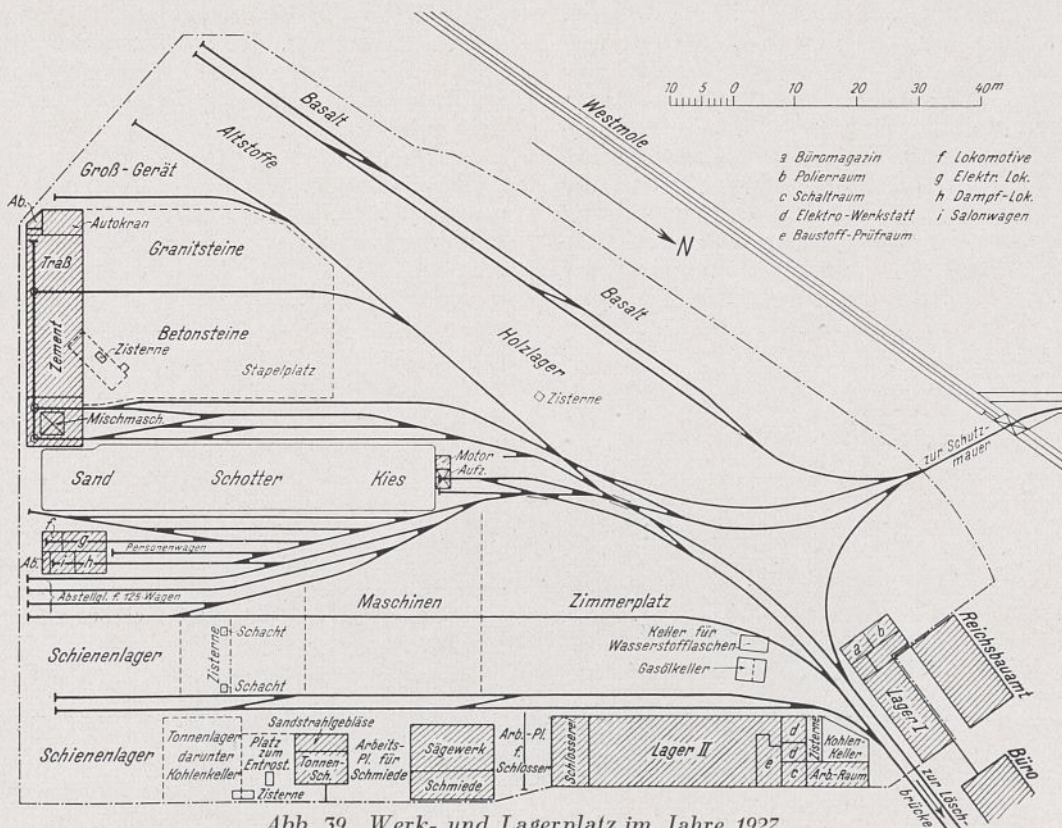


Abb. 59. Werk- und Lagerplatz im Jahre 1927.



Abb. 40. Die fertige Schutzmauer.



Abb. 41. Absturzhalde hinter der Schutzmauer.

Rückstrahlung die Wirkung der Sonnenstrahlen bedeutend, so daß die Krone der Brüstungsmauer sich an heißen Tagen stark erwärmt. Die verschiedene Wärmeaufnahme des hellen Granits und des dunklen Basalts und die verschiedenen Dehnungskoeffizienten beider Gesteine rufen ungleiche Dehnungen hervor. Infolgedessen entstehen in der Anschlußfuge zwischen Granit und Basalt auf der Oberseite der Krone oft Risse, die wieder Risse in den Fugen des Basaltmauerwerks bis zur landseitigen Kante der Mauerkrone nach sich ziehen. Dringt in die Risse Spritzwasser der Brandung ein, so frieren die Fugen auf. Alljährlich müssen Teilstrecken der Mauerkrone nachgefugt werden. Die Anordnung von Granitabdeckplatten über die ganze Breite der Krone wäre in der Anlage etwas teurer gewesen, hätte sich aber bei der Unterhaltung der Mauer bezahlt gemacht.

Die Wirkung der Mauer entspricht den Erwartungen. Zwar geht bei schweren Stürmen die Brandung in geschlossenen Massen über sie hinweg (vgl. Abb. 21) und füllt den Raum bis zur Felswand mit Wasser; doch wird die Kraft der Wellen so gebrochen, daß nur loses Geröll an den Absturzhalden noch in Bewegung gerät. Die Anordnung der geraden Vorderwand vermindert die brechende Wirkung der Mauer nicht. Das abstürzende Gestein hat sich schon an mehreren Stellen zu Halden angesammelt und begrünt (Abb. 41). Allerdings wurde bei der schweren Sturmflut vom 10. bis 12. Oktober 1926 das lose Geröll dieser Böschungen von der See, die hierzu noch Kraft genug besaß, stellenweise angegriffen und ist nachgerutscht. Es ist anzunehmen, daß auch diese Angriffe aufhören, sobald der ganze Raum hinter der Mauer mit Geröll gefüllt ist, auf welchem die Brandung

sich totläuft. Vielleicht wird der Fuß der Böschung aber durch eine Abpflasterung oder kleine Herdmauer noch besonders geschützt werden müssen. Doch werden darüber jedenfalls mehrere Jahrzehnte oder Jahrhunderte vergehen.

Gestört wurde die Ausbildung der Böschung dadurch, daß die Brandung, die bei Nordweststürmen schräg über die Mauer schlug, das Geröll nach Südosten schob und an den durch die Hörns gebildeten Engen zusammenhäufte. Durch sechs Querwände zwischen Mauer und Felswand in Abständen von durchschnittlich 200 m ist diese Geröllwanderung unterbunden.

Der Schutz der im stärksten Seeangriff liegenden, zugleich längsten Inselfseite ist also nunmehr vollendet (Abb. 40 bis 42).

Der erste Entwurf für die Südwestschutzmauer wurde im Jahre 1905 unter der Leitung des Geheimen Oberbau-rats Eich im Ministerium der öffentlichen Arbeiten von dem Regierungsbaumeister Zander, die Entwürfe der Jahre 1909 und 1910 wurden von den Regierungsbaumeistern Timm und Verlohr aufgestellt. Die Bearbeitung der Helgoländer Uferschutzbauten in der Provinzialinstanz lag vor dem Kriege dem Geheimen-Baurat S u a d i c a n i, nach dem Kriege dem Oberregierungs- und -baurat D i n k g r e v e ob. Die örtliche Bauleitung führte vor dem Kriege der Regierungsbaumeister Verlohr. Nach dem Kriege war die Bauabteilung dem Wasserbauamt Tönning — Vorstand Regierungsbaurat M a n n s d o r f — unterstellt. Die Vorbereitung der Arbeiten leitete der Regierungsbaumeister Seidel, die Ausführung der Regierungsbaumeister Bahr, der von dem Regierungsbaumeister a. D. Gochl unterstützt wurde.



Abb. 42. Fertige Mauer vom Oberland gesehen.