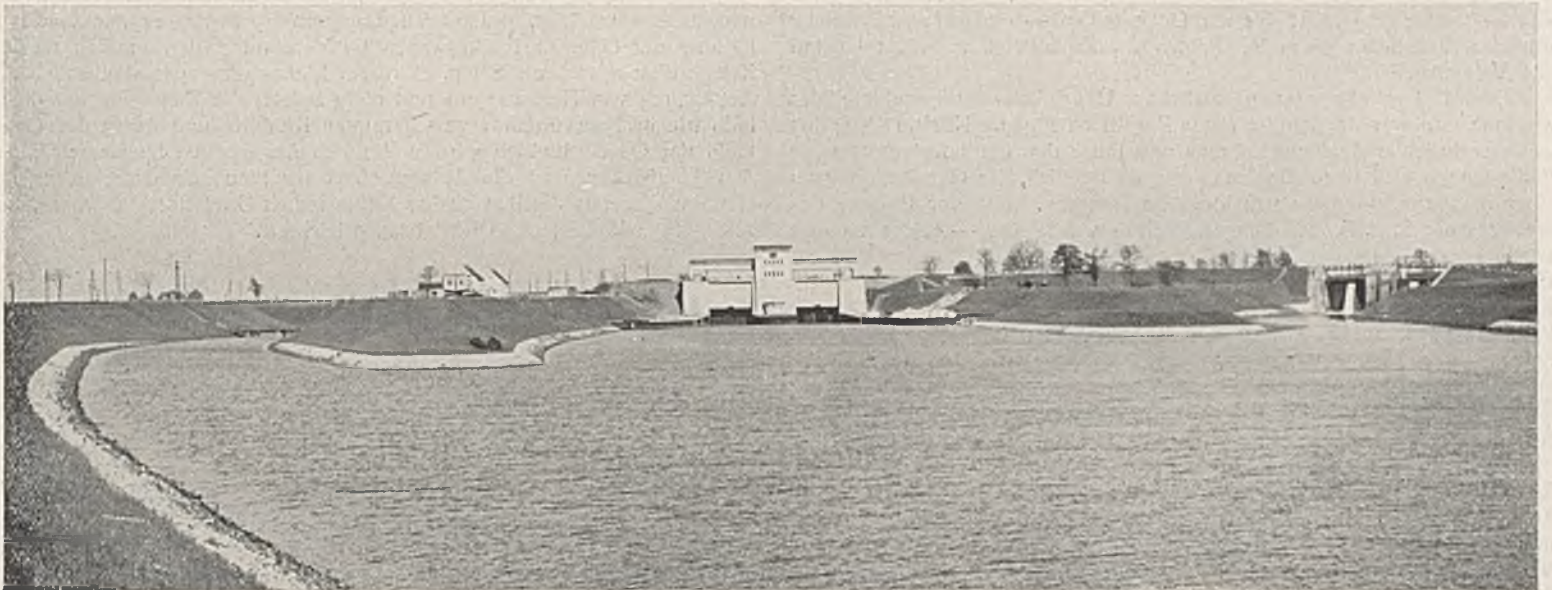


DIE BAUTECHNIK

17. Jahrgang

BERLIN, 22. September 1939

Heft 40/41



Alle Rechte vorbehalten.

Der Bau des Staubeckens Stauwerder bei Gleiwitz.

Von Regierungsbaurat Ulrich Liebsch, Vorstand des Wasserbauamts Brieg.

Zur Behebung der Unregelmäßigkeiten in der Wasserführung der Oder, die bekanntlich einerseits in trockenen Sommern zur Schiffbarhaltung erheblicher Wassermengen bedarf, andererseits besonders durch die nahe und lange Gebirgskette der Sudeten sehr hochwassergefährlich ist, wird seit einer Reihe von Jahren ein neues Staubeckenprogramm durchgeführt, das große Wasserspeicher in einer Reihe von Nebenflüssen, besonders im Oberlauf, vorsieht.

Während die „Preußag“ ein zusammenhängendes großes Sandfeld in Sandwiesen (Abb. 1) besitzt, beuten Ballestrem und Borsig durch eine gemeinsame Sandbahngesellschaft (Stitz Peiskretscham), kurz „S. B. G.“ genannt, ein größeres Sandfeld in der Nähe der Dramamündung in die Klodnitz bei Stauwerder (Sersno) aus. Der Spülversatz von Schaffgotsch befindet sich in den Anfängen. Diese Gesellschaft gewann bisher in beschränktem Umfange Sand in Odertal (Deschowitz) an der Oder —



Abb. 1. Lage des Staubeckens zum ober-schlesischen Industriegebiet.

Unter diesen Staubecken und auch wohl unter allen Staubecken Deutschlands nimmt das von Stauwerder (Sersno) bei Gleiwitz einen besonderen Platz ein. Das gilt sowohl hinsichtlich seiner Entstehung als auch hinsichtlich der Eigenart seiner Anlage und der technischen Einzelheiten.

Vorgeschichte.

Im ober-schlesischen Steinkohlenbergbau ist man seit mehreren Jahrzehnten zur Einschränkung von Bergsenkungsschäden und zum möglichst weitgehenden Abbau der Kohlenflöze in immer steigendem Maße bestrebt, die ausgekohlten Räume durch Einspülung von Sand wieder zu versetzen. Dieses Verfahren betreiben außer der Preußischen Bergwerks- und Hütten-AG „Preußag“, Hindenburg, vor allem die Gräfl. von Ballestrem'schen und A. Borsig'schen, neuerdings auch die Gräfl. Schaffgotsch'schen Steinkohlenwerke.

zwischen Heydebreck und Oppeln —, der mit der Reichsbahn verfahren wurde.

Der Anteil der genannten Privatgesellschaften an der ober-schlesischen Kohlenförderung beträgt etwa 50%.

Das Sandfeld der S. B. G. bei Stauwerder (Becken II), um das es sich bei den weiteren Ausführungen handelt, liegt an dem hohen Talrande von Drama und Klodnitz, der bis zu 20 m über Talsohle ansteigt. Seit etwa 1910 im Abbau, sind nicht nur die Erhebungen über Talsohle abgebagert worden, sondern man führte Baggereinschnitte bis zu 10 m Tiefe unter Talsohle aus, d. h. soweit die notwendige Wasserhaltung noch einigermaßen wirtschaftlich war.

Wie die „Preußag“ besitzt die S. B. G., abgesehen von dem erforderlichen Großbaggergerät im Baggerfeld, für die Sandförderung ein groß-

zügig ausgebautes, vollspuriges Grubenbahnsystem, die „Sandbahn“, zwischen Sandfeld und Kohlengruben (40 bis 50 km), mit großen Bahnhofs- und Werkstatanlagen in Pelskretscham, einem Verschiebebahnhof im Baggerfeld, den erforderlichen zahlreichen Brücken und Sicherungsanlagen auf der Strecke, den notwendigen Sturzbrücken vor den Spül-schächten der Gruben und umfangreichem rollenden Gerät.

In der Nachkriegszeit zeigte sich indessen bald, daß wegen der starken Durchsetzung des Sandes mit Ton und bei der gesteigerten Kohlenförderung dieses Sandfeld schneller als erwartet erschöpft sein würde und neue Felder erschlossen werden müßten. Das Nächstliegende und — wollte man nicht bis zur Oder gehen — einzig Wirtschaftliche war die Erschließung des Sandfeldes im Klodnitztal zwischen Laband und Vatershausen.

Dieses lag aber im gesetzlichen Überschwemmungsgebiete der Klodnitz und war damit dem freien Zugriff entzogen. Nur im Wege des wasserrechtlichen Ausbaufahrens und unter den darin festzusetzenden Bedingungen und Baumaßnahmen war es möglich, die Genehmigung zu einer Baggerung in diesem Gebiete zu erwirken. Mit der Prüfung des Antrages der S. B. G. auf Baggererlaubnis wurde der — leider zu früh verstorbene — damalige Vorstand des Wasserbauamts Gleiwitz, Dr.-Ing. Fritz Kahle, als zuständiger Ortsbaubeamter beauftragt. Er erkannte bald die Möglichkeit, die vorübergehend, lediglich für die Zeit und Zwecke der Sandgewinnung notwendigen Ausbaumaßnahmen unter gewissen Erweiterungen zur Errichtung eines großen Stauwerks von bleibendem Wert auszunutzen.

Aus eigenem Antrieb stellte er Ausbauentwürfe auf und führte jahrelang Verhandlungen über Ausbau und Kostenbeteiligung mit den interessierten Bergwerksgesellschaften, zu denen sich außer Ballestrem und Borsig inzwischen noch Schaffgotsch gesellt hatte. Allmählich gewann er seine vorgesetzten Dienststellen für seine Gedanken und brachte ein Vertragswerk zwischen Reich und Kohlenindustrie zustande, das neben der Sandbaggerung den Ausbau seines großzügigen Planes unter weitgehender Kostenbeteiligung der Kohlenindustrie sicherte.

Im Jahre 1929 wurden dann erstmalig Mittel in den Reichshaushalt für dieses Bauvorhaben eingesetzt und mit einleitenden Arbeiten begonnen.

Um die Jahreswende 1929/30 wurde nun zur Nutzbarmachung eines reichen Grundwasservorkommens nördlich bzw. nordöstlich Becken II von interessierter Seite gewünscht, daß die entwürfmäßig vorgesehene Einstauung der abwässerreichen, besonders stark phenolverseuchten Klodnitz in dem bisherigen Baggerraum der S. B. G. (Becken II), nahe den geplanten Wassergewinnungsstellen, unterbleiben solle und in diesem Raum nur der wenig verschmutzte Klodnitznebenfluß Drama sowie einige Bäche einzustauen seien.

Becken II sollte als Reinwasserbecken von dem übrigen Beckenraum sicher abgetrennt werden und für die Speisung mit Klodnitzwasser auscheiden. — Das bedeutete nicht nur eine Umstellung des Ausbauplanes, sondern änderte auch die Grundlagen der bereits abgeschlossenen Ausbau- und Finanzierungsverträge zwischen Reichswasserstraßenverwaltung und den Kohlegesellschaften.

Nach mancherlei Versuchen, die vielfach sich entgegenstehenden Wünsche aller Beteiligten entwürfs- und vertragsmäßig zu lösen, ist es dann im Jahre 1932 gelungen, unter Erweiterung der ursprünglich geplanten Bagger- und damit Stauräume einen alle Teile befriedigenden Entwurf (Abb. 2) aufzustellen. Mit den beteiligten Kohlegesellschaften wurden trotz erheblicher Schwierigkeiten neue Beteiligungsverträge geschlossen,

die, finanziell für alle Teile günstig, der Reichswasserstraßenverwaltung den Ausbau allein in die Hand gaben (früher nur teilweise), ferner konnten auch Dritte zu einem Kostenzuschuß herangezogen werden.

Hiernach sind die Ausbauforderungen wie folgt verteilt. Die beteiligten Kohlegesellschaften baggern und verfahren den Sand (auf ihre Kosten), während die RWV. als Ausbauunternehmer die erforderlichen Eindeichungen, Wasserumleitungen und Bauwerke ausführt.

Zweck und Eigenart der Anlage.

Der Hauptzweck der Anlage in wasserwirtschaftlicher Hinsicht ist, wie bereits erwähnt, die Speicherung von Speisewasser zur Schiffbarhaltung der Oder in Trockenzeiten im Verein mit den anderen diesem Zweck dienenden Staubecken. Darüber hinaus dient das Staubecken zur Auffangung von Hochwässern und nicht zuletzt der Reinigung der durch Industrieabwässer überaus verschmutzten Klodnitz und damit des Oberlaufes der Oder. Endlich wird erst durch Abgabe von Speisewasser aus den Staubecken und die Anlage eines für Staubecken Zwecke nötigen Umleitungskanals der Bau des oberschlesischen Großschiffahrtsweges, des Adolf-Hitler-Kanals, ermöglicht bzw. erleichtert.

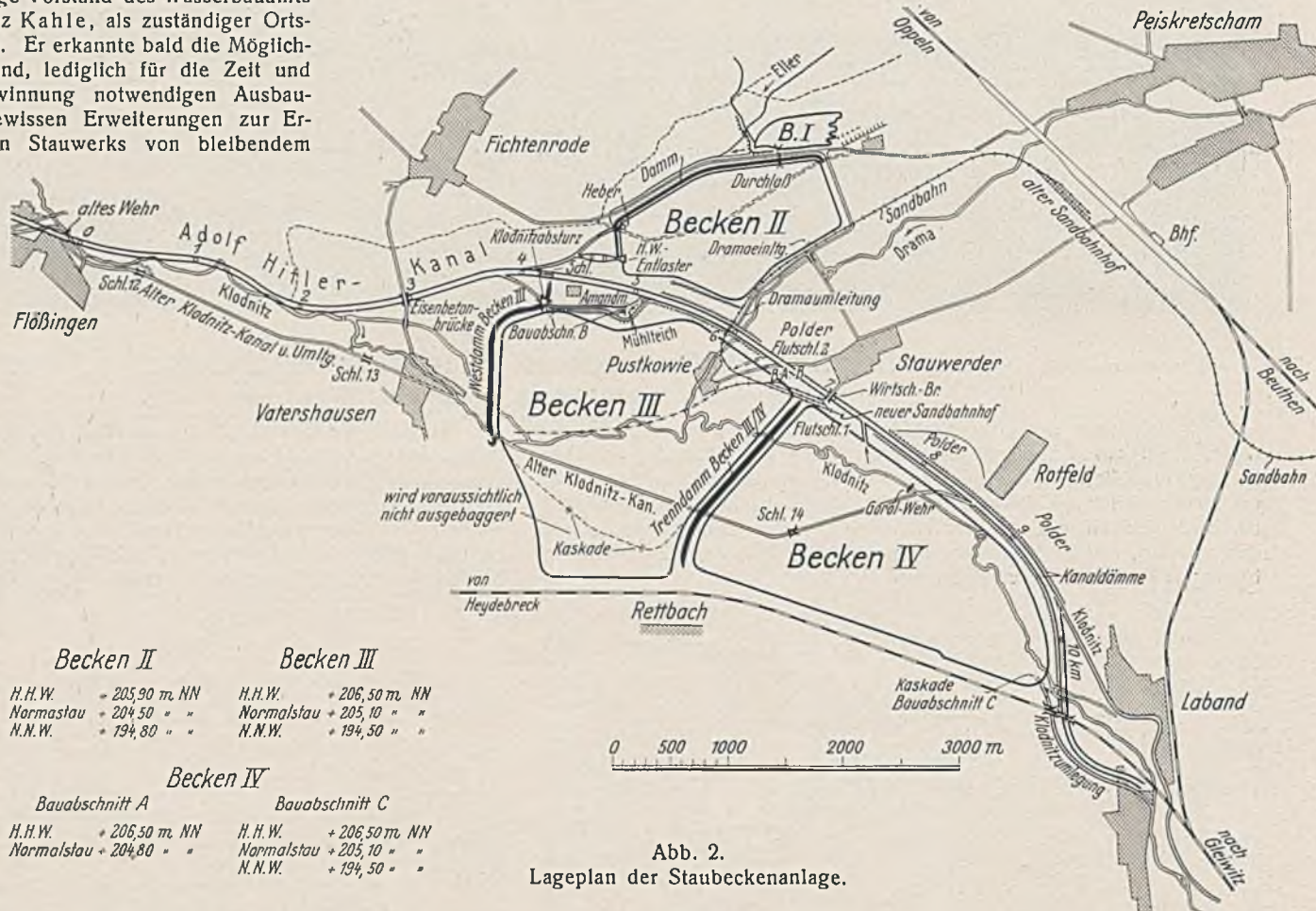


Abb. 2. Lageplan der Staubeckenanlage.

Die Eigenart des Staubeckens liegt in der Vereinigung von tiefem Geländeeinschnitt und Verwaltung über Gelände.

Der Beckenraum ist mithin sowohl in das Grundwasser eingeschnitten als auch zur Geländeüberstauung eingerichtet. So gelingt es, außer dem zufließenden Oberflächenwasser erhebliche Grundwasservorkommen aufzufangen und nutzbar zu speichern, und nicht zuletzt hierdurch wird eine so große Staubeckenanlage an einem verhältnismäßig unbedeutenden Fluß wie die Klodnitz sinnvoll und zweckmäßig.

Der Vorteil des gebaggerten Stauräume wird allerdings mit dem Nachteil erkauft, daß der Stauraum erst nach Beendigung der über etwa zwei Jahrzehnte durchgeführten Baggerungen voll, bis dahin anfangs in kleiner, dann abschnittsweise größerer Menge zur Verfügung steht.

Ausbauplan.

a) Einzelbecken.

Die Belange der Beteiligten, also die Schaffung eines Reinwasserbeckens sowie die Sicherung einer zweckmäßigen Sandgewinnung, ließen sich unter Wahrung der wassertechnischen und -wirtschaftlichen Aufgaben und Ziele der Reichswasserstraßenverwaltung nur durch eine Aufteilung des Beckengebiets in Einzelbecken lösen, und zwar galt das nach Abtrennung von Becken II auch für den neuen Beckenraum im Klodnitztal.

Der Sand kann wirtschaftlich nur in trockenem Zustande gewonnen, zu den Spülschächten befördert und an diesen abgekippt werden. Man muß ihn daher in trockener Baugrube unter Wasserhaltung baggern. Daraus folgte, daß Geländeüberflutungen durch Hochwasser zu vermeiden, also die neuen Baggerfelder — zweckmäßig unter Durchdämmung des ganzen Klodnitztals — einzudeichen und die Wasserläufe aus ihnen zu entfernen waren. Für das durch die Eindeichungen verlorengelassene HW-Überschwemmungsgebiet mußte Ersatzraum geschaffen werden.

Es ergab sich also eine Zerteilung des neuen Baggergebiets, von dem jeweils ein Teil als Stau-, der andere als Baggergebiet dient.

Der endgültige Gesamtstauraum setzt sich mithin aus den Einzelbecken II, III, IV zusammen.

Es bleibt zu erwähnen, daß Becken I, nördlich von Reinwasserbecken II, im Laufe der Plangestaltung durch Verlegung der alten Kunststraße Peiskretscham—Fichtenrode an den Nordrand des jetzigen Beckens II unter Zuschlagung dieses Gebiets zu Becken II auf ein flaches, für Speicherzwecke zu kleines Reststück zusammengeschumpft ist und nur noch als Ausgleichswehler für die von Norden kommenden Zuflüsse zum Becken II in Frage kommt.

Die Beckengruppe (I), II ist von der Beckengruppe III, IV durch einen breiten Erdkern völlig getrennt. Beide Beckengruppen werden gesondert bewirtschaftet.

Beckengruppe (I), II nimmt die Drama und die Bachgruppe der „Eller“ auf, die in besonderen Bauwerken dem Becken II zugeführt werden. Die Drama erhält oberhalb der Einmündung in Becken II durch ein besonderes Bett und Absperranlagen auch Abflußmöglichkeit zum Oberkanal (s. u.), die Eller eine zusätzliche Umleitung um Becken II zum Unterkanal.

Beckengruppe III, IV wird durch die Klodnitz und einige Randbäche gespeist. Hier geschieht die Einleitung über Kaskaden.

Alle Becken werden allseitig von Erddämmen umwallt, soweit nicht hohe Ufer vorhanden sind.

b) Umleitungskanal.

Für die Bau- und Baggerzeit war es nötig, die Klodnitz aus den Becken herauszunehmen, ebenfalls mußte der das Gelände der Becken III, IV kreuzende Klodnitzkanal für die Dauer aus diesem entfernt und ersetzt werden. Diese Notwendigkeiten bedingten die Anlage eines Umleitungskanals vom Ostende des Beckens IV bis in Gegend Flössingen, 4 km westlich der Becken.

Dieser Umleitungskanal, in zwei Stufen als Ober- und Unterkanal angelegt, nimmt während der Bau- und Baggerzeit die Klodnitz auf und ist gleichzeitig Schifffahrtskanal. Nach Fertigstellung der Gesamtanlage dient der Oberkanal nur noch der Schifffahrt, der Unterkanal sowohl dieser als auch der Wasserabfuhr aus den Becken. Mit den Becken III, IV ist der Oberkanal nacheinander durch Flutbauwerke verbunden. Der Ablauf aus den Becken II bzw. III, IV zum Unterkanal geschieht durch besondere Ablaufbauwerke und Stützkanäle.

Der neue Kanal ist vorsorglich in Querschnitt und Linienführung eines Großschifffahrtsweges ausgebaut, so daß nach Beschlußfassung über den Adolf-Hitler-Kanal der Umleitungskanal im Staubeckengebiet für seine neue Aufgabe nur wenig erweitert zu werden brauchte.

c) Bauwerke.

Das im endgültigen Zustande als Grundablaß und Hochwasserüberlauf ausgebildete Ablaufbauwerk der Becken III, IV dient während des ersten Bauabschnitts als „Klodnitzabsturz“ der Überleitung der Klodnitz aus dem Ober- in den Unterkanal. Becken II hat zwei Ablaufvorrichtungen, einen als Heber ausgebildeten Grundablaß und einen offenen Überlauf mit Kaskaden. Die Schifffahrtsverbindung zwischen Ober- und Unterkanal vermittelt eine Schleuse mit Anschlußkanälen.

Außer zahlreichen Nebenanlagen waren mehrere Brücken zu bauen, deren größte die Eisenbetonbrücke im Zuge der Straße Vatershausen—Fichtenrode ist.

Geologisches.

Das Staubeckengebiet liegt an der Grenze der oberschlesischen Kohle. In das Gebiet von Becken IV hinein reichen wohl noch schwache Kohlenvorkommen, sie sind aber nicht abbauwürdig und befinden sich zudem im sogenannten Wasserschutzbezirk, innerhalb dessen Tiefbohrungen verboten sind.

Geologische Hauptformation der Klodnitztalränder ist das Diluvium. Der südliche Talrand hat ziemlich gleichmäßige Schichtenfolgen, und zwar meist oben starke Bänke von Geschiebelehm und Letten, darunter Sande. In die Schichten eingelagert, in verschiedener Stärke und Höhe, findet sich „Kurzawka“, ein lößartiges Staubsandsediment.

Am nördlichen Talrande sind dieselben Bodenarten vorhanden. Indessen kann hier von einem einigermaßen gleichmäßigen Aufbau keine Rede sein. So sind im bisherigen Baggergebiete der S. B. G., im Becken II, die Schichtungen völlig durcheinandergeworfen. Der Geschiebelehm ist sehr stark verfallt, und die Falten sind vielfach mit Kies und Geröll gefüllt.

Hier findet man in oberen Lagen oft stärkere Kurzawka-Einlagerungen. Einheitlichere Schichten von Geschiebelehm und Letten liegen erst tiefer und steigen nach dem Ostteil des Beckens II bis nahe an die obere Grenze des Stauraums an. Mehrfach wurden trichterförmige Gebilde („Gletschertöpfe“) freigelegt. In den oberen Lagen liegen die Bodenarten sehr labil, und schon kleine Anschnitte führten öfters zu erheblichen Rutschungen, so besonders unterhalb des Bauwerks „Klodnitzabsturz“.

Offensichtlich ist der Schichtenaufbau des nördlichen Talrandes durch eiszeitliche Vorgänge stark beeinflußt worden. Man befindet sich hier im Gebiete der Endmoräne eines Eiszeitgletschers, der in südöstlicher Richtung wohl bis zu den Beskiden und Karpathen reichte. Auf dessen Vorhandensein und Abschmelzvorgänge dürfte auch die Entstehung des bis 1,5 km breiten Klodnitztals zurückzuführen sein, das 20 m tief und mehr mit Sanden ausgefüllt ist.

Diese Sande sind scharf, aber überwiegend feinkörnig (0,5 mm und darunter). Auch hier ist stellenweise Kurzawka eingelagert. Im Zuge alter Flußschlenken liegen Torf und Faulschlamm.

Sehr hoch ist der Gehalt des Bodens an Eisenoxyden und Säuren, besonders Kohlensäure, die sogar in aggressiver Form vorkommt und zu besonderem Schutz der Betonbauwerke zwang.

Das eigentliche Staubecken.

a) Beckenflächen.

Die Becken (I, II, III, IV) bedecken einen Flächenraum von rd. 10 km². Diese Flächen sind nicht völlig identisch mit den eigentlichen Baggerflächen, da zwischen diesen und den Beckendämmen Schutzstreifen zur Anlage flacher Beckenböschungen liegenbleiben müssen. Von den Beckenflächen entfallen auf Becken II (einschl. I) rd. 2 km², auf Becken III rd. 4,1 km² und auf Becken IV rd. 3,9 km².

b) Baggerraum.

Die Beckeninhalte sind von dem Ergebnis der Baggerung abhängig. Da den Sandgesellschaften gestattet wurde, nur Sand zu entnehmen, nicht spülfähige Bodenarten, wie Ton, Letten u. dgl., dagegen in den Baggerfeldern zu belassen, müssen von dem möglichen Größtaushub gewisse wahrscheinliche Abzüge gemacht werden. So hat man in Becken II mit einem Verbleib von 40% nicht spülfähigen Bodens gerechnet, eine Menge, die den tatsächlichen Verhältnissen auch recht nahekommt. In den Becken III und IV ist dagegen der voraussichtlich verbleibende, nicht spülfähige Boden erheblich geringer und auf höchstens 20% der Gesamtmenge geschätzt.

Die Tiefe des Baggereinschnitts ist, außer durch das Sandvorkommen, bestimmt durch die Wirtschaftlichkeit der Baggerung, die wieder von den Wasserhaltungskosten abhängt. Bei der Baggerung in Becken II hat sich eine Tiefe von rd. 10 bis 11 m unter der dortigen Talsohle (d. h. bis N. N. + 192,0 m) als untere wirtschaftliche Baggergrenze erwiesen. Am Becken III ist die S. B. G. zunächst tiefer, bis N. N. + 185,0 m, heruntergegangen. Bei dem starken, stetig wachsenden Wasserandrang ist es aber unwahrscheinlich, daß diese Tiefe durchgehalten wird.

c) Staugrenzen.

In dem dicht besiedelten Industriegebiet war man hinsichtlich der Flächenausdehnung des Staubeckens Beschränkungen unterworfen und hat daher auf Überstauung weiterer Flächen als der eigentlichen Baggerfelder verzichtet. Dadurch ist es gelungen, landeskulturelle Schädigungen auf ein Mindestmaß herabzudrücken.

Den vorhandenen bzw. zu erbaggernden Stauraum galt es nun aber so weitgehend auszunutzen, als die örtlichen Verhältnisse es zuließen.

Das Klodnitztal hat ein starkes Gefälle (stärker als 1 : 1000). Am Ostende vom Becken IV ist die Geländehöhe im Durchschnitt N. N. + 207,0 m, am Westende, bei über 6 km Beckenlänge, ist sie im Durchschnitt N. N. + 200,0 m. Dieses erhebliche, auch weiter abwärts vorhandene Talgefälle sowie eine unterhalb der Becken liegende Staustufe in der Klodnitz bei Flössingen ermöglichen nach dem Staubeckenplan durch den bis dort etwa 4 km langen, geräumigen Unterkanal eine Ausnutzung der Baggereinschnitte bis zur Ordinate N. N. + 194,5 m, die somit als untere Staugrenze aller Becken bestimmt wurde.

An diesen Verhältnissen hat auch die 3 km lange Fortsetzung des Unterkanals bis zum neuen Wehr westlich Flössingen als Haltung IV—V des Adolf-Hitler-Kanals nichts Wesentliches geändert.

Für die obere Staugrenze der Becken III und IV war in erster Linie die Rücksicht auf die große, am Ostende von Becken IV gelegene Ortschaft Laband mit ihren industriellen Werken, der Herminenhütte und den Nickelwerken, maßgebend. Durch die Beckenanspannung durfte deren allein durch die Klodnitz mögliche Vorflut nicht unterbunden werden.

Die obere Staugrenze (des Hochwasserschutzraumes) wurde daher auf N. N. + 206,5 m gelegt. Der höchste Beckenwasserstand bleibt damit am Ostende Becken IV noch unter Gelände, so daß auch Verwässerungsschäden vermieden werden. Am Westende Becken III wird

die ursprüngliche Talsohle zwischen den hohen Talrändern dagegen bis zu 7,0 m überstaut.

Der höchste Nutzstau liegt auf N.N. + 205,1 m und damit am Ostende Becken IV unter Grundwasserhorizont.

Die oberen Staugrenzen im Becken II sind zunächst mit N.N. + 205,9 m bzw. N.N. + 204,5 etwas niedriger gesetzt als bei Becken III, IV. Das geschah mit Rücksicht auf die Landeskultur im Dramatal, deren Entwicklung man abwarten will. Laut Planfeststellung möglich und zu erwarten ist die Heraufsetzung dieser Staugrenzen ebenfalls auf N.N. + 206,5 m bzw. N.N. + 205,1 m. Hierauf sind jedenfalls Dämme und Bauwerke dieses Beckens bereits zugeschnitten. Zumindest wird eine solche Heraufsetzung des Nutzstaus möglich sein, da der Hochwasserschutzraum wegen zahlreicher Ableitungs- und Verteilungsmöglichkeiten für HW voraussichtlich nur in Katastrophenfällen in Anspruch genommen zu werden braucht. Für die Lage des Staus in Becken II zum Grundwasser gilt Ähnliches wie bei Becken III, IV.

d) Stauraum.

Es ist hiernach mit folgenden wahrscheinlichen Größen der Beckenstauräume zu rechnen:

Gesamtstauraum einschl. Hochwasserschutzraum

Becken II, III, IV rd. 95 Mill. m³,

Gesamtnutzraum hiervon rd. 80 Mill. m³.

Von dem Gesamtstauraum von 95 Mill. m³ entfallen auf

Becken II rd. 12 Mill. m³

Becken III rd. 41 Mill. m³

Becken IV rd. 42 Mill. m³.

Das Fassungsvermögen von Becken IV als Hochwasserschutzbecken während der Ausbaggerung von Becken III beträgt zwischen Normal-(Kanal-) und Höchststau 3 bis 4 Mill. m³, womit die Spitzen von HW-Wellen abgefangen werden können.

Der Baggerraum unterhalb N.N. + 194,5 m bis N.N. + 192,0 m bzw. tiefer scheidet für Nutzstauzwecke aus. Er ist für die Beckenwirtschaft aber als Absitzraum für die sohlendichtenden Sinkstoffmengen, besonders der Klodnitz, sehr wichtig. Im Becken II, in dem die saubere Drama aufgefangen wird, wird sich dieser Raum voraussichtlich zu Nutzen des Stauraumes allmählich weitgehend mit der im Becken in höheren Lagen verbliebenen Kurzawka durch deren allmähliche Abspülung füllen.

Die tiefliegenden Baggerräume sind endlich für Fischereizwecke nützlich.

e) Niederschlagsgebiet und Speisewasser.

Die Größen der Einzugsgebiete der Beckenzuflüsse sind für die Klodnitz 570 km², für die Drama 120 km² und für die Eller 50 km², zusammen 740 km².

In Anbetracht der bedeutenden Ausbaugröße des Beckens ist dieses Gesamtniederschlagsgebiet klein. Zudem ist der Verhältnissanteil des kleinen Beckens II erheblich größer als der der Becken III, IV.

Indessen ist der Gesamtabfluß ziemlich hoch, auch ist für Ableitung des Überschusses von Becken II nach Becken III, IV gesorgt.

Der NW-Zufluß beträgt etwa 2 bis 3 m³/sek, der HW-Zufluß etwa 120 m³/sek. Der Jahresabfluß des Einzugsgebiets liegt zwischen 140 und 170 Mill. m³.

Es ist wichtig, daß der Klodnitz und Drama aus Bergwerkswasserhaltungen ständig und unabhängig von den offenen Abflußmengen des Einzugsgebiets Speisewasser zufließt, der NW-Abfluß dadurch also immer ziemlich hoch bleibt.

Außer diesen offenen Zuflußmengen steht aber, wie erwähnt, noch Grundwasser zur Beckenspeisung zur Verfügung.

Seine Menge ist nach den bisherigen Pumpergebnissen der S. B. G. und der RWV. abzuschätzen. Aus Becken II pumpte die S. B. G. annähernd ein Jahrzehnt lang jährlich Wassermengen, die zum Füllen von mehr als der Hälfte dieses Beckens ausreichen würden.

Für den Grundwasseranfall der Becken III, IV geben die Aushubarbeiten für den Unterkanal einen Anhalt. Hier fiel zwei Jahre lang aus der 4 km langen, das Klodnitztal diagonal schneidenden Baugrube Grundwasser bis zu einer Menge von 1 m³/sek, das sind 25 Mill. m³ im Jahr, an. Daß dieses nicht aus der Klodnitz stammt, ließ sich im Laufe der Zeit an deren immer stärkerer Abdichtung feststellen.

Anscheinend bewegt sich in dem über 1 km breiten Klodnitztal mit seinen mächtigen Sandvorkommen ein starker Grundwasserstrom talwärts. Dieser ist auch bei Ausführung der Hafenanlage zwischen Gleiwitz und Laband in erheblichem Umfange angetroffen worden.

Bei der neuerdings in Angriff genommenen Baggerung der Sandbahngesellschaft im Becken III fallen denn auch bereits auf kleiner Fläche rd. 15 bis 18 m³/min = rd. 8 bis 9 Mill. m³/Jahr Grundwasser an.

Der Ursprung dieser Grundwassermengen — wenigstens für Becken II — ist durch Ermittlungen und Gutachten bekannt geworden. Sie stammen aus dem am Nordostende dieses Beckens festgestellten Grundwasserstrom,

der in starken Kles- und Schotteradern, dem sogenannten „Karpathenschotter“, ansteigt und beim Anschlagen durch Brunnen fast die jetzige Geländeoberfläche erreicht. Dieses Grundwasser soll aus dem Muschelkalk der Trias und damit aus einem Grundwasservorkommen herrühren, das weit über das eigentliche Einzugsgebiet der Klodnitz und ihrer Nebenflüsse hinausgeht. Der Grundwasserstrom im Klodnitztal dürfte denselben Ursprung haben.

Da er am Ostende Becken IV in Höhe der Nutzstaugrenze liegt, kommt er voll den Becken zugute. Seine nutzbare Wassermenge läßt sich natürlich schwer schätzen. Sie dürfte immerhin ein Viertel bis ein Drittel des Stauraums ausmachen.

f) Beckenwirtschaft.

Bei der Unsicherheit der mannigfaltigen, die Beckenwirtschaft beeinflussenden Faktoren kann hier nur eine angenäherte Schätzung mittlerer Verhältnisse gegeben werden.

Für die Beckenwirtschaft dürften an Zuflüssen zur Verfügung stehen:

offene Zuflüsse i. M. rd. 150 Mill. m³

Grundwasser . . . rd. 25 Mill. m³

zusammen: 175 Mill. m³,

also mehr als das Doppelte des Nutzinhalts.

Die Normal-Beckenabflüsse setzen sich zusammen aus den für den Klodnitzunterlauf abzugebenden, das sind 1 m³/sek, und aus den Speisungsmengen für den Adolf-Hitler-Kanal. Rechnet man damit, daß die Beckenanlage 8 Monate Füllzeit und 4 Monate Ablaufzeit hat, so fließen in der Füllzeit in den Klodnitzunterlauf rd. 21 Mill. m³
Die Abgabe für den Adolf-Hitler-Kanal kann nach bisheriger Planung in trockenen Jahren 45 Mill. m³ erreichen, davon während der Füllzeit rd. 70 %, also rd. 32 Mill. m³
so daß die offenen Abflüsse in der Füllzeit rd. 53 Mill. m³ betragen.

Setzt man Verdunstungsverluste in Höhe von 900 mm im Jahr an, so sind das bei 10 km² Fläche . . . rd. 9 Mill. m³
zusammen: 62 Mill. m³.

Mithin Zuflüsse minus (offene Abflüsse + Verdunstung) 175 — 62 = 113 Mill. m³.

Der Umfang der für die Beckenwirtschaft verfügbaren mittleren Wassermenge wird nun weiter beeinflußt durch die Versickerung und besondere Entnahmen.

Der Westdamm Becken III wird (siehe unten) bis zur mittleren Ordinate N.N. + 192,0 m gegen Durchflüsse möglichst dicht abgeschlossen. Es besteht weiter, wie die bisherigen Erfahrungen an dem seit Ende 1936 gefüllten Becken IV lehren, die Wahrscheinlichkeit, daß sich Beckensohlen und Böschungen stark mit den erheblichen Sinkstoffmengen der Klodnitz versetzen und abdichten werden, zumal, wenn während der Baggerzeit in Becken IV die Klodnitz nur in Becken III aufgefangen wird. Man plant nun zwar eine Vorkläranlage für die Klodnitz oberhalb der Becken, da die Verschmutzung der Sohle in Becken IV schon jetzt unerwünscht groß ist. Trotzdem dürften noch reichliche Sinkstoffmengen für den Dichtungszweck übrigbleiben bzw. zeitweise absichtlich eingeleitet werden. Diese Dichtungsart ist an Kanalprofilen in reinem Sand weitgehend erprobt. Es ist daher mit einiger Sicherheit zu erwarten, daß in Becken III und IV die Versickerung gering sein wird. In Becken II dürfte durch die Abspülung der in höheren Lagen noch reichlich vorhandenen und sich als undurchlässiger Schlamm auf der Sohle ausbreitenden Kurzawka der gleiche Vorgang eintreten. Hier werden gegebenenfalls noch Dichtungsmaßnahmen am Abschlußdamm nötig werden.

Die beabsichtigte Wasserentnahme Dritter spielt insofern eine untergeordnete Rolle, als das Brauchwasser zum größten Teil dem Becken wieder zufließt.

Nicht zu übersehen ist, in welcher Weise sich das Auffangen eines großen Teils der Grundwasserströme im Klodnitztal durch die Becken auf die Landeskultur des Talgeländes unterhalb der Becken auswirken und in welcher Weise die Wasserführung im Klodnitzlauf und die Bewirtschaftung der Wassermühlen sich gestalten wird. Abhilfemaßnahmen, z. B. in Form von Oberflächenberegnungen, würden zu Lasten der Beckenwirtschaft gehen.

Trotzdem darf erwartet werden, daß auch in trockenen Jahren Wasservorräte in Größe von mindestens einer einmaligen Füllung des Nutzraums zur Verfügung stehen.

Beschreibung der baulichen Anlagen.

a) Der neue Kanal.

Der neue Oberkanal, jetzt Haltung V—VI des Adolf-Hitler-Kanals, beginnt in Verlängerung des von Laband kommenden Teilstücks des Adolf-Hitler-Kanals — früher des Klodnitzkanals — am Ostende von Becken IV. Er zieht sich unmittelbar an der Nordgrenze von Becken IV und III entlang und auf der Geländerrippe zwischen Becken III und II hindurch. In seinem Ostteil neben Becken IV verläuft er in der Klodnitz-

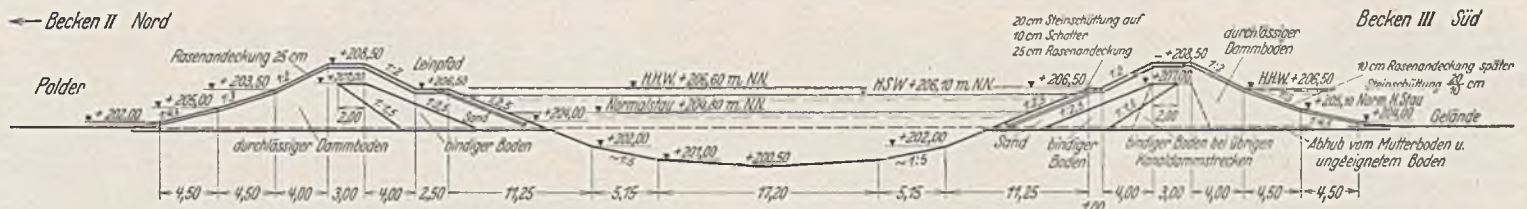


Abb. 3. Querschnitt des Oberkanals sowie der Kanalbeckendämme zwischen km 5 und 6.

niederung, durchbricht dann den hohen Geländerücken zwischen den Tälern der Klodnitz und Drama, quert das letztere Tal und endet schließlich in dem hohen Gelände zwischen Klodnitztal und der Eller.

Im Verlaufe seiner Talstrecken ist er nur wenig in das Gelände eingeschnitten und beiderseits von Hochwasserdämmen eingefasst. Diese sind gegen die Becken III und IV auch gleich Beckenabschlußdämme, so daß sie auf einer Seite vom Kanal, auf der anderen von den Becken bespült werden.

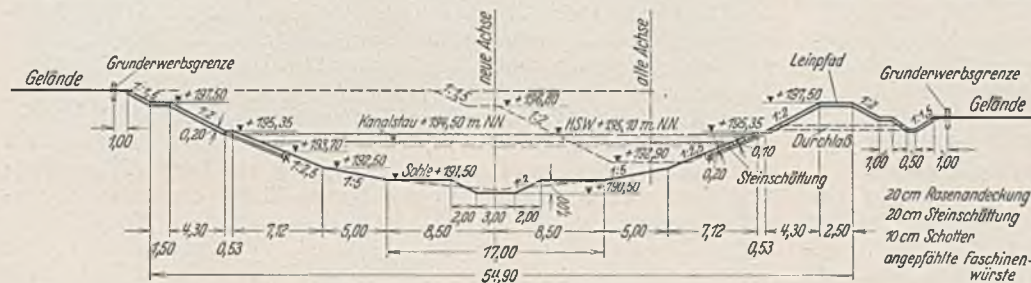


Abb. 4. Querschnitt des Unterkanals im Einschnitt mit Klodnitzkanalquerschnitt.

In den Talgebieten der Klodnitz und Drama werden von den Dämmen des Oberkanals einige Polder abgeschnitten. Ein solcher Polder verbleibt auch zwischen Becken II und Kanal, da das Becken hier von einem besonderen Damm begrenzt wird.

Der Unterkanal, jetzt Haltung IV—V des Adolf-Hitler-Kanals, beginnt an der Einmündung des Tals der Eller in das Klodnitztal. Nach Kreuzung der Straße Vatershausen—Fichtenrode folgt er im wesentlichen dem alten Klodnitzlauf bis zum Unterwasser des Flußwehres hart östlich Flössingen.

graben zur Wasserabführung vorgesehen und die meist in Sand liegenden Sohlen zunächst waagrecht in 3 m Normaltiefe unter Stau angeordnet. So blieb die Querschnittfläche gewahrt, und der einspülenden Wirkung des Durchflusses wird die allmähliche Ausbildung der Sohlenmulde überlassen.

Die ursprüngliche Absicht, den Querschnitt der Kanäle den örtlichen Gegebenheiten entsprechend verschieden und kleiner auszubilden, hat man auf Grund der Erfahrungen während des Baues fallen gelassen, und man hatte schon für Staubecken zwecke einen einheitlichen größeren Querschnitt gewählt.

Die Querschnitte der Untergräben der Becken II und III sind muldenförmig mit waagrechtlicher Sohle. Diese Gräben haben Längsgefälle. Wegen des tiefen Geländeeinschnitts haben die Böschungen, ebenso wie am Unterkanal, Bermen erhalten. Die wasserführenden Querschnitte sind verschieden und den Abflußgrößen der Becken angepaßt (Abb. 5, 6).

Die Klodnitzumleitung durch den Amandmühlteich wird durch Anschluß des Mühlteichdammes an den Oberkanaldamm und seine Verlängerung bis zum „Klodnitzabsturz“ unter Beseitigung der Querdämme geschaffen.

Der Schleusenoberkanal erhielt flacher geböschte Querschnitte. Mit Rücksicht auf das große Schleusenengefälle und den unsicheren Untergrund entschloß man sich, ihm eine Tonschale zu geben.

b) Kanaldämme.

Die Kanaldämme gegen die Becken sind sowohl an der Innen- wie Außenseite dem Wasserangriff ausgesetzt, während die gegenüberliegenden Kanaldämme eine trockene Außenseite haben. Bei ersteren wird aber der Wasserdruck vom Kanal zum Becken im allgemeinen ebenfalls überwiegen, da man den Kanal bis zum höchsten schiffbaren Wasserstand entsprechend der Füllung des Beckenhochwasserschutzraums anspannt.

Nur in dem äußerst seltenen Fall völlig gefüllten HW-Schutzraums der Becken kann ein geringer umgekehrter Wasserdruck auftreten.

Man hat den größten Teil der Kanaldämme so aufgebaut, daß der Kern aus Geschiebelehm und die äußeren Querschnittsteile aus Sand bestehen, die Dämme damit also gegen beiderseitigen Wasserdruck sicher sind. Damit wurde bei dem Vorkommen großer Mengen bündigen Bodens zugleich der Massenausgleich auf dieser Strecke erreicht. In der Auftragsstrecke zwischen Becken III und II ist die Dammdichtung wegen des Anschlusses an die ursprünglich vorgesehene Tonsohle auf die Innenseite der Dämme gelegt.

Die Dammdichtungen sind bis auf die Aueniehmdecke des Klodnitztals heruntergeführt. Da sich der Kanal durch den Klodnitzschlamm gut verdichten wird, erscheint stärkere Wassersickerung vom Kanal zu den Becken ausgeschlossen.

Die Dämme auf der Beckenseite sind mit im Längsschnitt waagerechten Kronen angelegt, auf der Landseite haben sie Längsgefälle entsprechend dem HW-Spiegelgefälle im Oberkanal.

Die Bermen bzw. Leinpfade der Einschnittstrecken sind auch auf den Dammstrecken vorhanden. Bei Stauwerder wechselt der Leinpfad an der dortigen Brücke das Ufer.

Die Querschnittausbildung ist aus Abb. 3 erkennbar.

c) Beckendämme.

Sämtliche den Oberkanal nicht berührenden Beckenabschlüsse sind ebenfalls als Erddämme ausgebildet.

Becken II grenzt mit seiner langen Flanke im Nordosten teils an Becken I, das infolge Abbaggerung des Talrandgeländes eine Erweiterung des Tales der Eller darstellt, teils im weiteren Verlauf an dieses Tal selbst und ist wegen höherer Einstauung daher an dieser Flanke gegen das Tal abzdämmen. Der Beckendamm beginnt am Nordostende des Beckens in Geländehöhe. Mit fallendem Talgelände nimmt er nach Westen an Höhe zu. Er schwenkt dann am Westende des Beckens gegen den dort noch vorhandenen hochgelegenen südlichen Talrand ein und verläuft in diesem (nahe Amandmühle).



Abb. 5. Untergraben Becken II.

Nach dem Staubeckenplan endete er hier, läuft nun aber durch Flössingen weiter. Im Staubeckengebiet liegt der Unterkanal nur im Einschnitt. Längsgefälle ist den Kanälen nicht gegeben.

Der Adolf-Hitler-Kanal, also auch Ober- und Unterkanal, ist dem Querschnitt der westdeutschen Kanäle angepaßt und hat 91 m² normalen Wasserquerschnitt (Abb. 4).

Der zum Teil tiefen Einschnitte wegen haben die Böschungen Bermen erhalten, die auf einer Seite für den üblichen Treidelverkehr als Leinpfade ausgebildet sind.

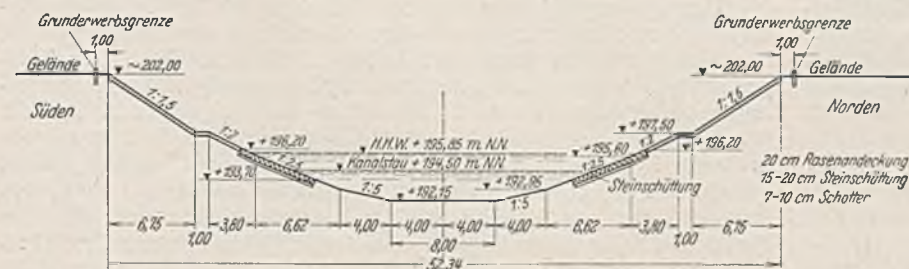


Abb. 6. Untergraben Becken III.

Die nur wenig eingeschnittenen und in reinem Sand liegende Kanalstrecke zwischen Becken II und III sollte eine Tonsohle erhalten und war daher um 1 m vertieft und entsprechend verbreitert. Da die Dichtung später durch Verspülen von Klodnitzschlamm mit bestem Erfolg durchgeführt wurde, blieb die Profilerweiterung (Abb. 3).

Mit Rücksicht auf die Bauausführung im Trockenen unter Benutzung der Vorflut bzw. unter Wasserhaltung sind die Sohlen nicht von vornherein profilmäßig angelegt. Man hat vielmehr einen geräumigen Mittel-

Im Anschluß an diesen Höhenrand ist der Süd- und Südoststrand des Beckens, der im Dramatal liegt, noch von Dämmen eingefäßt, um für Stauzwecke ungeeignete Flächen auszupoldern. Einer dieser Dämme verläuft annähernd parallel zum Oberkanal, der andere wird durch die Anfahrrampe der S. B. G. zum Becken III gebildet.

Becken III wird am Westende durch einen das Klodnitztal kreuzenden Damm abgesperrt. Dieser Damm reicht von dem südlichen hohen Talrande am Ostende des Orts Vatershausen bis in die Gegend Amandmühle.

Zwischen Becken III und IV ist für die Baggerzeit in diesen Becken ein Trenndamm angelegt, der das Klodnitztal ebenfalls in ganzer Breite durchfährt.

Becken III und IV werden im Süden völlig von dem hohen Talhang abgeschlossen. Im Norden grenzen diese Becken nur auf kurzen Strecken an hohes Gelände. Überwiegend bildet der Oberkanal mit seinen hochwasserfreien Dämmen die Grenze.

Die Querschnittsbildung und Bauart der Dämme richtet sich nach dem vorhandenen Schüttmaterial und den örtlichen Erfordernissen.

Die Kronenbreite des bis zu 5,5 m hohen Hauptdammes von Becken II beträgt bei geringerer Dammhöhe 3 m, bei größerer 5 m mit Übergang zwischen beiden Strecken. Der Damm ist beiderseits 1 : 3 geböschet. Er ist aus Geschiebelehm des Beckeninhalts mit beiderseitigen 0,5 bis 1,5 m starken Vorlagen scharfen Sandes geschüttet worden. Im Westteil sitzt er auf einer 1 bis 2 m mächtigen Sandschicht, die auf Geschiebelehm lagert. Hier wird der Sand mit einem Sporn aus Geschiebelehm bis zum Anschluß an den unterliegenden bündigen Boden durchfahren. Diese Sandschicht nimmt aber auf der mittleren Strecke des Dammes an Mächtigkeit erheblich zu, so daß das gleiche Verfahren hier nicht möglich war. Vorläufig sind hier keine weiteren Dichtungsmaßnahmen vorgesehen und bleiben vorbehalten (Abb. 7).

Der Damm wurde aus Geschiebelehm mit Sandvorlage gebaut, da bei der damals (1930) wegen der großen Arbeitslosigkeit beschleunigt zu beginnenden Bauausführung Sand wenig, Geschiebelehm aber reichlich zur Verfügung stand und von der Geologischen Landesanstalt als für Dammbau günstig beurteilt wurde.

Der Süddamm von Becken II besteht aus einem Lehmkern mit Sandvorlage. Er hat den gleichen Querschnitt und lehnt sich an das verfüllte Bett des Amandmühlgrabens an.

Der Westdamm des Beckens III ist der wichtigste Damm der Hauptbeckengruppe III, IV. Er ist zugleich der höchste Damm, ihm kommt daher eine besondere Bedeutung zu. Seine Querschnittsbildung mit 5 m Kronenbreite und von oben nach unten von 1 : 2 bis 1 : 4 sich abflachenden Innen- und Außenböschungen geht aus Abb. 8 hervor. Der Dammkörper besteht aus reinem Sand ohne besondere Korntrennung.

Im Südteil des Dammes, im Gebiete des alten Klodnitztals, war der Untergrund mehrere Meter unter Gelände teils moorig, teils kurzawkadurchsetzt und erschien bei der Bedeutung des Dammes zu unsicher. Er ist daher auf größerer Fläche bis zu einwandfreiem Baugrund abgetragen worden. Im Südteil lehnt sich der Damm streckenweise an den hohen Talrand an. Hier ist durch eine tiefliegende Dränung in der Naht für Abfangung des von der Hangseite kommenden Grundwassers gesorgt. Obwohl er erst nach Ausbaggerung von Becken III, also planmäßig 1946, in Benutzung genommen wird, wurde er bis N.N. + 207,5 m bereits im Bauabschnitt A geschüttet, da der Unterkanalanshub hierfür zur Verfügung stand und es zweckmäßig erschien, den Damm längere Zeit ablagern zu lassen. Zunächst ist noch eine Lücke für das alte Klodnitzbett offen geblieben. Durch diese entwässerte die S. B. G. zuerst das Baggerfeld. Sie hat später durch den Dammfuß in Geländehöhe eine Pumprohrleitung verlegt. Der Damm wird sodann auch hier durchgeschüttet. 1 bis 1½ Jahre vor Vollendung des Beckens entfernt die S. B. G. in einer Schlitzbaugrube die Rohrleitung. Der Schlitz wird dann sorgfältig geschlossen. Kurz vor Inbetriebnahme von Becken III wird sodann der ganze Damm beckenseitig mit der Dichtung aus eisernen Spundwänden und Ton und der Steinbefestigung versehen. Ferner wird nunmehr die vorgesehene Entwässerungsanlage des luftseitigen Böschungsfußes durch Steinpackung, Dränage und Abführungsgraben eingebaut. Ebenso erhält jetzt der den nördlichen Beckenrand bildende Kanaldamm seine Steinbefestigung.

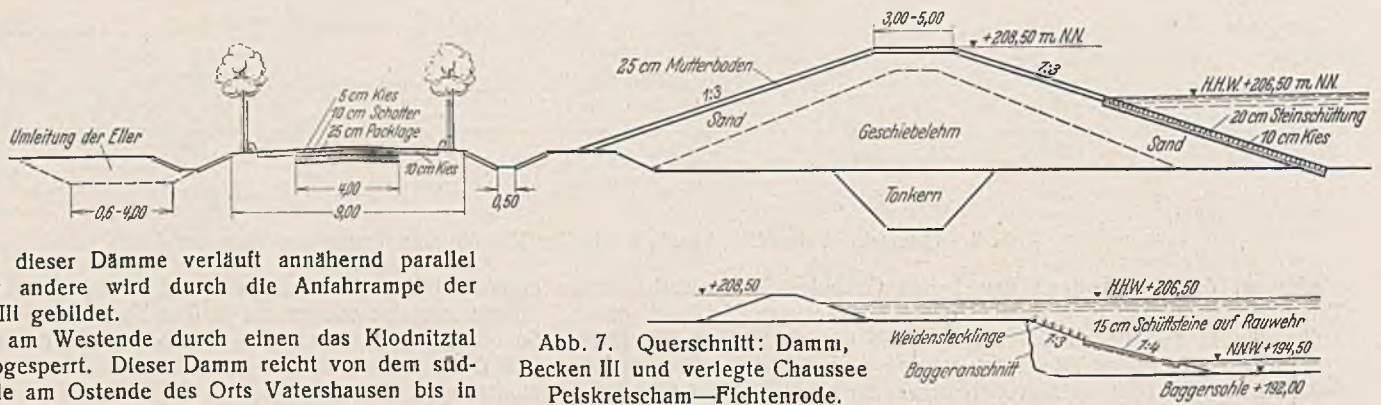


Abb. 7. Querschnitt: Damm, Becken III und verlegte Chaussee Peiskretscham—Fichtenrode.

Den Querschnitt des Trenndammes der Becken III, IV zeigt Abb. 9. Die Böschungen sind wieder 1 : 3 angelegt. Im mittleren Drittel besteht der Damm aus einem Kern aus Geschiebelehm, der bis auf den Auenlehm der Talsohle heruntergeführt wurde, während die äußeren Drittel aus Sand geschüttet sind. Zunächst mußten Lücken für Klodnitz und Klodnitzkanal offen gelassen werden, die später nach Umleitung der Wasserläufe in den Oberkanal sorgfältig geschlossen wurden. Der Damm erhielt wasserseitig (Becken IV) eine 20 cm hohe Steinschüttung auf 10 cm Kies. Diese wird nach Trockenlegung von Becken IV zur Ausbaggerung und vor Einstauung von Becken III auf die andere Dammsseite gelegt.

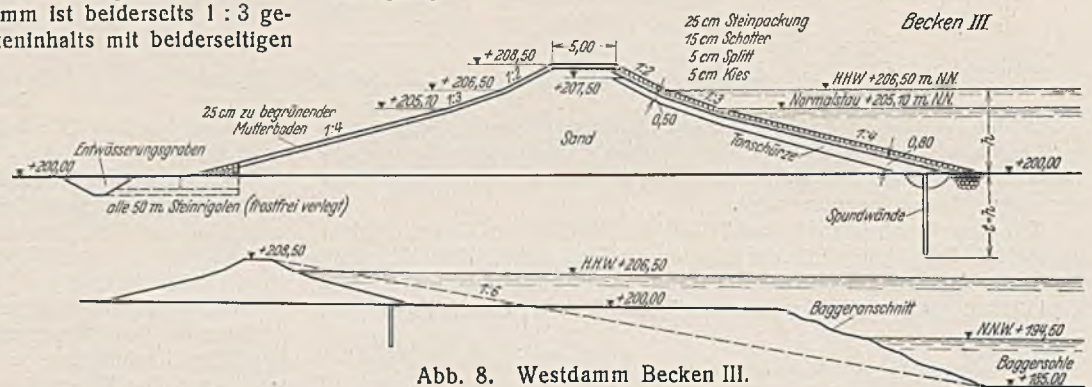


Abb. 8. Westdamm Becken III.

Nach Einstauung von Becken IV, Ende Oktober 1936, drückte zunächst Drängewasser durch die Beckensohle unter dem Auenlehm stellenweise stärker nach Becken III hindurch. Mit zunehmender Verschlämmlung von Becken IV dürfte die Durchlässigkeit vom Becken her abnehmen und nur noch das Wasser des Grundwasserstroms anfallen.

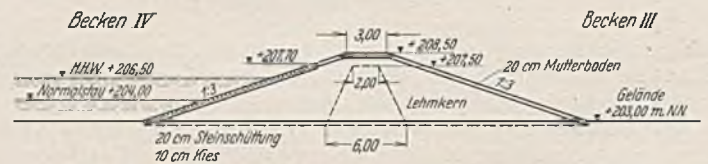


Abb. 9. Trenndamm der Becken III und IV.

d) Beckeneinschnitte.

Von größter Bedeutung für die Sicherheit der Becken ist die Gestaltung bzw. wahrscheinliche spätere Einstellung der unregelmäßigen Baggeranschnitte im Beckenvorgelände der Dämme. In Becken II ist der anstehende Sand teils durch Eisenoxyde verfestigt, teils mit andersartigen Schichtungen durchsetzt, so daß die hier fast senkrechten hohen Anschnitte jahrelang nahezu unverändert stehengeblieben sind. Wenn auch in Becken III, IV auf die Innehaltung flacher Böschungen gedrängt wird, werden sich Steilböschungen nicht überall vermeiden lassen. Es ist nun festgesetzt, daß die Sohlenpunkte der Baggertiefschnitte nicht näher an die Dämme heranrücken dürfen als bis zur Schnittlinie einer Neigung 1 : 6 mit der Baggersohle, angesetzt an der inneren Dammkronen. Es bleibt dann soviel Boden vor den Dämmen stehen, daß sich durch dessen allmähliche Abflachung im Wasser, vom Dammfuß gerechnet, Neigungen von 1 : 10 und flacher einstellen können. Solche Böschungen dürften in standfestem bzw. sandigem Boden ausreichen. Werden ungünstige, rutsch- bzw. fließfähige Bodenschichten angeschnitten, z. B. Kurzawka, dann müssen die Baggerschnitte ausweichen und entsprechend größere Vorlandbreiten frei bleiben. Für Anschnitte im hochliegenden Gelände ohne Dämme hält man Flächen außerhalb einer Neigung von 1 : 5, gemessen vom Sohleneinschnittspunkte des Baggers, normalerweise für ungefährdet.

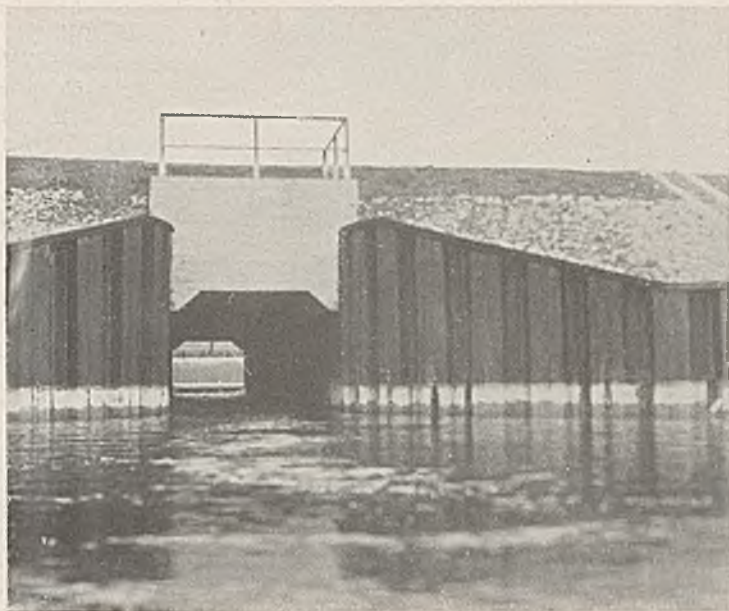


Abb. 10.

In Becken II hat man sich zur Schaffung genügender Sicherheit für die Umfassungsdämme und im Belange der Beckendichtung genötigt gesehen, der steilen Baggerböschung am schmalen Westende eine Vorlage aus gemischtem Boden zu geben, der durch den Arbeitsdienst eingebracht wurde.

Diese Vorlage ist im unteren Teile durch Steinschüttung auf Rauwehr gedeckt, im oberen Teile wird eine Sicherung aus lebenden Weidenstecklingen erprobt. Da die Wasserstände dieses kleinsten Beckens wohl häufiger wechseln dürften, erscheint dieser Versuch aussichtsreich. Die Steilböschung der südlichen Beckenseite, die durch Abspülung genügend abgeflacht wird, bleibt ungedeckt. An allen übrigen Beckenseiten bleibt der tonige Boden höher stehen und sich selbst überlassen.

Bauwerke.

a) Umlegung der Straße Peiskretscham—Fichtenrode und Verlegung der Eller.

Die alte Kunststraße Peiskretscham—Fichtenrode führte mitten durch das Becken II. Sie lag zum größten Teil auf starken Sandvorkommen. Daher wurde sie zu Beginn der Baggerarbeiten laut Vereinbarung zwischen S. B. G. und Reichswasserstraßenverwaltung an den Nordrand des jetzigen Beckens II zwischen dieses und Becken I in bereits abgebagertes Gelände verlegt. Sie verläuft unmittelbar neben dem Umschließungsdamm von Becken II (Abb. 7) und hat ein Ostwestgefälle von 1:550. Ebenso mußte auch der Verbindungsweg von dieser Straße über Kropschmühle nach Stauwerder umgelegt werden. Der neue leichtchaussierte Ersatzweg führt am Ost- und Südrande des Beckens entlang. Am Ostrand lehnt er sich an die Böschung des hochgelegenen Geländes und liegt in Staudammhöhe. Am Südrande verläuft er in Höhe des HHW-Spiegels, kann also bei großen Hochwässern unter Umständen überflutet werden.

Die neue Kunststraße nach Fichtenrode kreuzte die Eller und deren Überschwemmungsgebiet und unterbrach sie auf einer Teilstrecke. An Stelle des angeschnittenen Grabenstücks wurde ein neuer Graben mit 2 bis 4 m Sohlenbreite, zur Hochwasserabführung geeignet, unmittelbar nördlich neben der neuen Chaussee angelegt. Am Westende des Beckens wurde dieser Graben unter der Chaussee hindurch zunächst seinem alten Bett wieder zugeleitet und die Chaussee mit einer Eisenbetonbrücke übergeführt.

Während der Bauzeit des Unterkanals war der natürliche Abfluß der Eller in die Klodnitz unterbrochen. Die Vorflut wurde unter Benutzung eines alten Gerinnes (Hochofengraben) und eines kurzen neuen Grabenstücks in einem Troggerinne über den Unterkanal zur Klodnitz geleitet. Später ist der Graben über ein Absturzbauwerk am Heber (s. u.) in den Untergraben Becken II eingeführt und nach Westen abgedämmt worden.

b) Einleitung der Eller.

Die Zusammenfassung des Abflusses der drei Gräben der Eller geschieht durch einen Abfanggraben zum Becken I. Dieser ist talab verdämmt, jedoch kann bei Beckenhöchststau und damit entsprechendem Rückstau in Becken I und Abfanggraben durch Absperrung von Becken II Hochwasser der Gräben durch eine Dammscharte in das trockengelegte Grabenstück talabwärts und von hier in dem Chausseegraben um Becken II herum in den Unterkanal geleitet werden (s. d.). Zur Verbindung von Becken I nach II dient ein Durchlaß aus Stahlpundwänden mit Beton-

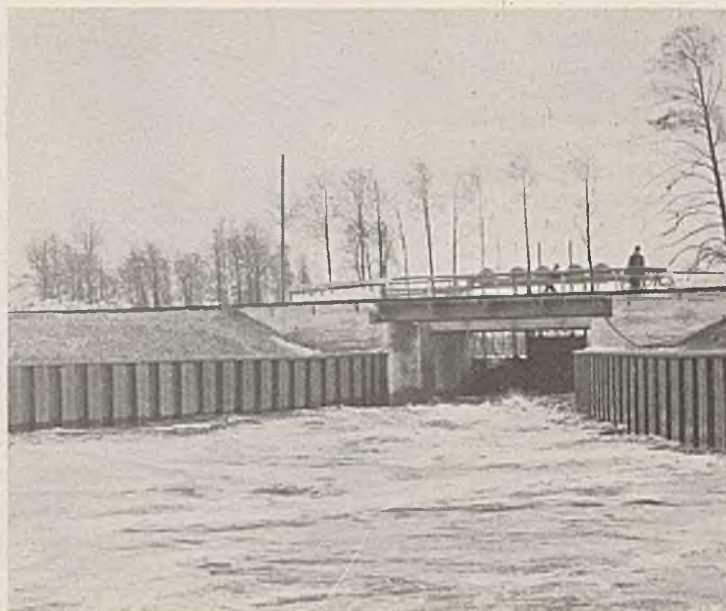


Abb. 11.

sohle und -kappe sowie Betonhäuptern. Gegen Becken I ist ein halbkreisförmiger, oben ausgerundeter Betonüberlauf zur Haltung eines Mindeststaus von N.N. + 205,4 m in Becken I vorgesehen. Die Betonhäupter sind gegen Becken I und II durch Nadeln verschließbar (Abb. 10).

Im Becken ist ein befestigtes Sturzbett vorgesehen, aus dem das Wasser in alten Baggerrinnen auf 1 km Länge dem tiefen Teile des Beckens zufließt.

c) Drama einleitung in Becken II und Oberkanal.

Die Einleitung der Drama in Becken II geschieht durch ein massives Bauwerk mit drei eisernen Schützen. Über das Bauwerk führt eine Eisenbetonbrücke im Zuge des Weges Kropschmühle—Peiskretscham und beckenseitig unmittelbar neben der Straßenbrücke die Sandbahnbrücke im Zuge der Sandbahn zum Becken III. Einzelheiten des Bauwerks sind aus Abb. 11 ersichtlich.

Da die Ausführung der ursprünglichen Absicht, das Wasser über eine an das Bauwerk anschließende, bis zur Beckensohle reichende Kaskade einzuleiten, mangels Ausräumung dieses Beckenteils nicht ausführbar war, leitete man, wie bei der Eller, das Wasser in etwa 1 km langem Lauf durch allmählich in kleinen Gefällestufen abfallende Baggerrinnen der tiefen Beckensohle zu. Dieser Lauf wird allmählich ausgebaut.



Abb. 12.

Um nun den Überschuß des Beckens II an Zufluß aus dem verhältnismäßig größeren Niederschlagsgebiet den anderen Becken nutzbar zu machen und um ferner dem Oberkanal Speisewasser zuzuleiten, hat man in der Höhenlage und unter teilweiser Benutzung des alten Amandmühlgrabens ein neues Dramagerinne zum Oberkanal geführt, das an beiden Enden massive Abschlußbauwerke mit eisernen Schützen hat (Abb. 12). Der Oberkanal bleibt stets mit den Becken III, IV durch Flutbauwerke verbunden.

Die nahe der Drama einleitung in Becken II liegende Kropschmühle wurde wegen Gefällverlustes durch die neue Dramaführung zum Oberkanal durch Einbau einer neuen Turbine entschädigt, so daß ohne Schädigung der Oberlieger nunmehr alle Möglichkeiten einer zweckmäßigen Ausnutzung des Dramawassers ausgeschöpft sind. Die Drama einleitung zum Oberkanal hat bereits Hochwasser abgeführt.

d) Heber Becken II.

Als Grundablaß des Beckens II ist ein zweirohriges Heberbauwerk erbaut worden, welches das Wasser aus dem Becken bis zur Geländehöhe hebt und dann dem Untergraben zuführt (Abb. 13a u. b). Dieses Bauwerk wird in seinen Einzelheiten in einem besonderen Aufsätze behandelt.

Das Tosbecken dieses Bauwerks ist für das oben erwähnte Absturzbauwerk der Eller zum Untergraben benutzt worden. Da die Eller durch den Unterkanal abgeschnitten wurde, mußte ihr Wasser, bevor es endgültig in Becken II aufgenommen werden konnte, im Bauzustande bereits

während längerer Zeit in den Unterkanal eingeführt werden. Aber auch später bei vollem Becken II soll Hochwasser der Eller nicht durch, sondern um Becken II auf diesem Wege, wie erwähnt, abgeführt werden.

Zwischen Graben und Unterkanal sind etwa 8 m Gefälle zu überwinden und bei HW Wassermengen bis zu 15 m³/sek abzuführen. Andere übliche Bauarten, wie Kaskaden u. dgl., erwiesen sich als unpraktisch bzw. zu teuer, daher entschloß man sich zu einer neuartigen Konstruktion, einer frei geführten eisernen Schußrinne im Trogprofil mit parabelförmig heruntergezogenem Schnabel, der kurz über dem Tosbecken des Hebers endet. Die Rinne wird in der Mitte durch einen Pendelrahmen getragen. Der obere Einlauf besteht aus einer langgestreckten Betonüberlaufwanne mit abfallender Sohle. Bei größerer Wasserführung soll das Wasser ohne Gefällebruch mit stetig sich vermehrender Geschwindigkeit abwärts schießen. Die Probe hat das Bauwerk bei etwa 13 m³/sek bereits vortrefflich bestanden (Abb. 14 u. 15).



Abb. 13a.

e) Hochwasserüberlauf Becken II.

Entsprechend den Vorschriften über Talsperren ist für Becken II außer dem Grundablaß (Heber) eine offene Hochwasserentlastung vorgesehen. An das Gelände angepaßt, besteht die Entlastung zunächst aus einem massiven Überfall geringer Höhe mit gepflastertem Tosbecken zwischen Wangen aus eisernen Spundwänden, der am Beckenrande im Zuge der Dammachse nach Auslauf des Dammes im hohen Gelände in dieses eingeschnitten ist, und aus einem dem allmählich abfallenden Gelände angepaßten, langgestreckten Gerinne, das nur wenig in

das Gelände eingeschnitten ist und durch drei, wie der oberste Überfall ausgebildete kleine Gefällstufen unterbrochen wird. Den Abfall vom Gelände zum Unterkanal vermittelt eine fünfstufige Betonkaskade mit Spundwandwangen (Abb. 16).

f) Klodnitzabsturz:
Grundablaß und Hochwasserüberlauf
Becken III.

Die den Oberkanal und Amandmühlteich durchfließende Klodnitz stürzt in einer Stufe von über 10 m aus dem Ober- in den Unterkanal. Das große massive Wehrbauwerk „Klodnitzabsturz“, das nach Inbetriebnahme von Becken III für dieses Becken und später auch zugleich für Becken IV Grundablaß und Hochwasserüberfall ist, zeigt in seiner jetzigen äußeren Gestalt Abb. 17. Dieses Bauwerk wird ebenfalls in einem besonderen Aufsätze näher behandelt.



Abb. 13b.

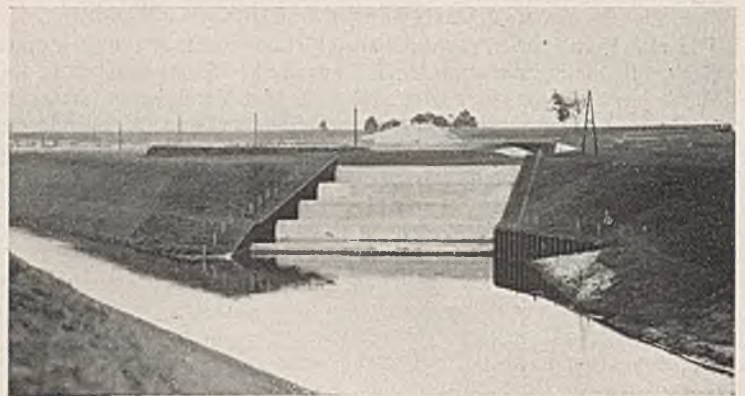


Abb. 16.



Abb. 14.

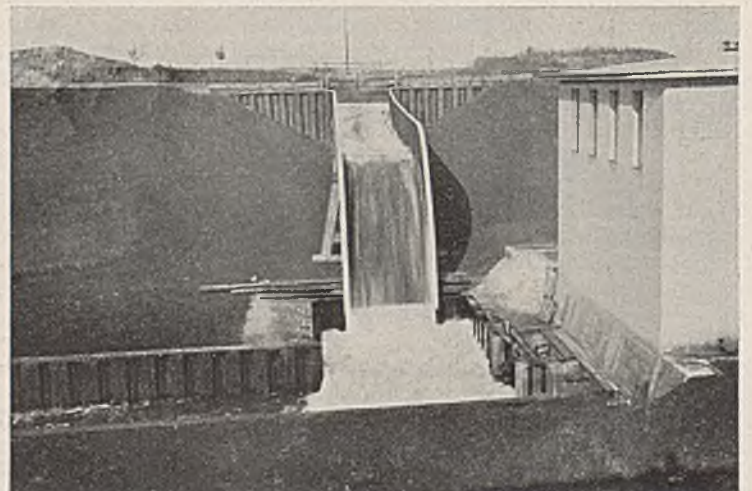


Abb. 15.



Abb. 17.

g) Schleuse Stauwerder.

Während in dem Entwurf eines Staubeckens Stauwerder der 10 bis 12 m hohe Abstieg in zwei hintereinander liegenden Einschiffschleusen geplant war, erhält der Großschiffahrtsweg (Adolf-Hitler-Kanal) nur eine einstufige Zwillingschleuse. Ihre Kammerbreite beträgt 12 m, die nutzbare Kammerlänge 72 m. Die Häupter sind massiv, die Kammerwände bestehen aus rückwärts verankerten Peiner Kastenspundwänden. Der

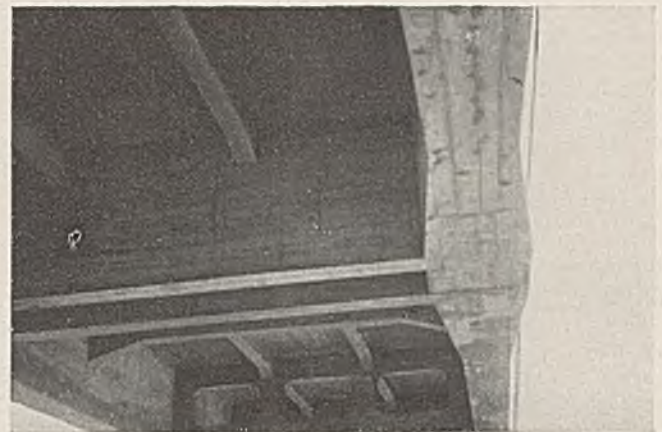


Abb. 19b.

stangen verankert, während sie auf den Pfeilern beweglich aufgelagert sind. Die äußere Form der Brücke ist aus Abb. 19a, weitere Einzelheiten sind aus Abb. 19b erkennbar.

Während des Baues der Brücke wurde der Verkehr über einen Erdamm mit Bohlenbahn neben der Brücke geleitet.

Die Vorflut der Unterkanalbaugrube oberhalb der Straße zu der unterhalb der Straße vollzog sich auch während des Brückenbaues durch den unten beschriebenen Spundwanddurchlaß, während der Umleitungsamm von einem geschlossenen Holzdurchlaß gekreuzt wurde.

j) Wirtschaftsbrücke bei Stauwerder.

Zur Befahrung der im Gebiete der Becken III und IV belegenen, noch längere Zeit während der Bauzeit landwirtschaftlich nutzbaren

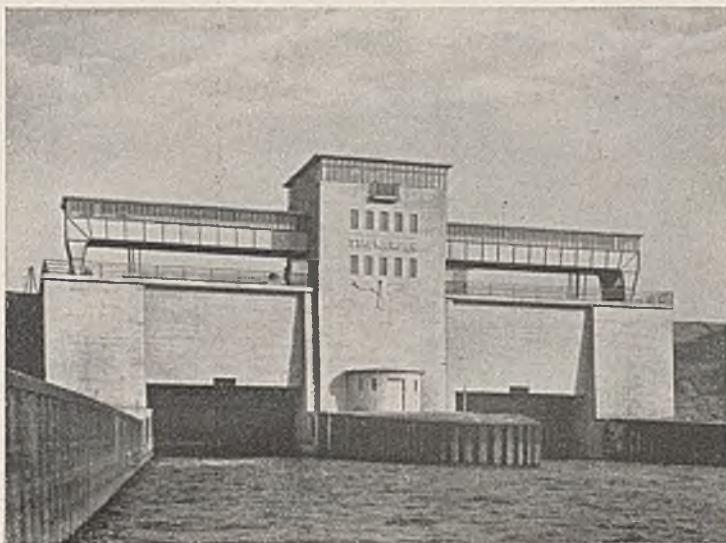


Abb. 18.

Trenndamm zwischen den Kammern ist in aufgelöster Betonkonstruktion, die Kammersohlen sind massiv hergestellt. Die Baugeschichte und Einzelheiten dieser Schleuse werden in einem Sonderaufsatze behandelt (Abb. 18).

h) Eisenbetonbrücke über den Unterkanal.

Der Unterkanal wird etwa 1 km westlich Becken III von der Kunststraße 1. Ordnung Vatershausen—Fichtenrode gekreuzt. Diese ist mittels einer Eisenbetonbrücke von 10 m Breite und rd. 63 m Länge über den Unterkanal geführt worden.

Die Pfeiler sind massive Betonkörper in Spundwandkasten und in offener Baugrube mit Wasserhaltung hergestellt. In den als verlorene Widerlager ausgebildeten Endwiderlagern sind die Endträger durch Eisen-



Abb. 20.

Flächen, sowie zur Überführung des Leinpfades von der einen Oberkanalseite auf die andere ist bei Stauwerder im Zuge einiger den Kanal kreuzender Wege eine Brücke erbaut worden. Sie ist nur für die Bauzeit bis 1957 gedacht, da die Treidelei bis dahin eingehen dürfte (Abb. 20).

k) Flutbauwerk I.

Das die Verbindung von Becken IV zum Oberkanal bildende Flutbauwerk I ist ein Nadelwehrverschluß, der beiderseitig aus rückwärts verankerten Holzspundwandwangen mit zwischenliegender Betonsohle besteht und mit Holznadeln nach Bedarf zugestellt wird. Abb. 21 zeigt die äußere Form eines ähnlichen Bauwerks.



Abb. 19a.

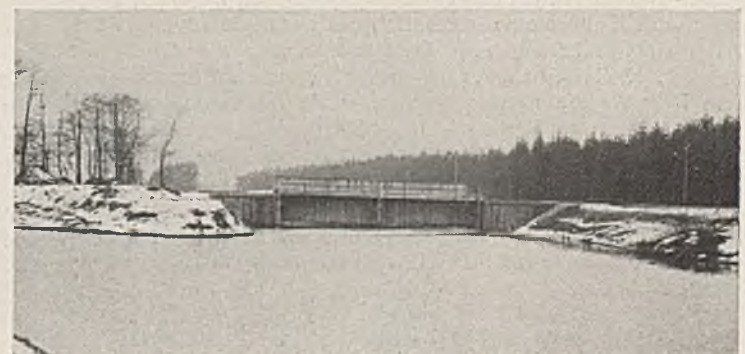


Abb. 21.

l) Poldergebiete am Oberkanal.

Die Polder nördlich des Oberkanals lagen zum Teil so niedrig, daß sie bereits durch normalen Kanalstau überstaut wurden. Man hat sich daher entschlossen, in dem Gebiete beiderseits Rotfeld die tiefliegenden Geländeteile mindestens bis etwa 50 cm über Normalstau aufzuheben. Während infolge höherer Geländelage östlich Rotfeld nur kleinere Teilflächen hierfür in Frage kamen, wurde westlich Rotfeld der gesamte Polder aufgehöhht. Die Entwässerung dieser Flächen geschieht durch Gräben bzw. Mulden und den Kanaldamm kreuzende Betonrohrdurchlässe mit Rückstauklappen zum Oberkanal. Bei HW im Kanal können diese meist als Wiesen genutzten Flächen vorübergehend nicht entwässern.

Das den Poldern zufließende fremde Wasser wird indessen in Rand- und Auffanggräben gesammelt und diese Gräben, hochwasserfrei eingewallt, östlich von Rotfeld durch den Polder, westlich am Rande des Polders um diesen herum, über Steinkaskaden zwischen eisernen Spundwänden in den Kanal geleitet.

Die in guter Ackerkultur stehenden Polderflächen im Dramatal nördlich des Oberkanals entwässert man durch ein besonderes Pumpwerk von 12 PS Leistung. Zuleiter ist das alte, im Zuge des Verbindungsweges nach Kropsch-Mühle durchschüttete, jetzt trockene Drama-bett, dem auch das Wasser von dem westlichen Polder-teil jenseits des Sandbahndammes durch eine Betonrohrleitung unter diesem zuläuft (s. Abb. 12).

m) Kanaleinläufe.

Nahe Stauwerder ist ein Bach in den Oberkanal, ebenso sind einige Bäche im Zuge des Unterkanals einzuleiten.

Hierfür wurden muldenförmige Schußrinnen in Beton auf den Böschungen angelegt. In diese Schußrinnen gießen Betonrohre aus, die das zufließende Wasser unter den hier in Geländehöhe liegenden Leinpfaden durchleiten.

Am Oberkanal ist ferner östlich der Wirtschaftsbrücke zur Sicherung der hohen Böschungen am Geländerande eine Abfangmulde angelegt, die ihr Wasser ebenfalls durch Schußrinnen — hier in Kastenform — dem Kanal zuführt.

n) Beregnungsanlage Fichtenrode.

Das Wiesengelände unmittelbar westlich der Becken wurde früher berieselt. Da durch den tiefliegenden Unterkanal das Grundwasser in dem ohnehin trockenen sandigen Boden noch erheblich abgesenkt wird, würde das Land ohne künstliche Bewässerung unbrauchbar werden. Es ist daher eine Beregnungsanlage, bestehend aus zwei 12-PS-Dieselmotorpumpen und Perrot-Düsenregnern, hierfür vorgesehen, die von einer Bewässerungsgenossenschaft übernommen werden soll.

Bauausführung.

a) Bauabschnitte und Umleitung der Wasserläufe.

Die Umstellung der Sandgewinnung von einem Becken auf das andere und die Dauer der Baggerungen machen eine entsprechende Aufteilung und Anpassung der Bauarbeiten sowie eine mehrfache Umleitung der Wasserläufe nötig.

Es sind demnach mehrere Bauabschnitte zu unterscheiden (Abb. 22):

Bauabschnitt I (A) (bis 1937).

Die S.B.G. baggerte im Becken II. Während dieser Zeit sind die Hauptbauarbeiten ausgeführt worden, d. h. es wurden die Chausseeumlegung im Becken II und der Anschlußweg nach Stauwerder ausgeführt, der Ober- und Unterkanal einschließlich Stichgräben angelegt, alle Becken umwallt, alle Kanaldämme geschüttet, die Drama-einleitung in Becken II und die Dramazuleitung zum Oberkanal, ferner die Bauwerke: Flutbauwerk I, Klodnitzabsturz, Schleuse, Hochwasserüberlauf und Heber Becken II sowie die Brücken erbaut. Auch die Bauwerke für die Einleitung der Eller in Becken I, II und Unterkanal wurden hergestellt. Endlich wurden alle Polder mit Nebenanlagen hergerichtet und die nötigen Grabenzuleitungen zum Ober- und Unterkanal ausgeführt.

Bis kurz vor Ablauf dieses Bauabschnitts befanden sich alle Wasserläufe noch in ihren alten Betten, sie kreuzten also die neuen Becken- und Kanaldämme sowie den Oberkanal noch in besonderen offen gelassenen Lücken.

Bauabschnitt II (B) (1937 bis 1945).

Als Überleitung zu diesem Bauabschnitt, in dem das Becken III ausgebaut wird, wurden die Wasserläufe in ihre neuen Betten geleitet

und zur Trockenlegung von Becken III die vorhandenen Kanal- und Dammlücken geschlossen. Der Klodnitzkanal wurde in Ober- und Unterkanal umgelegt. Die Klodnitz wird nunmehr in Becken IV eingestaut, fließt durch Flutbauwerk 1 dem Oberkanal zu und in diesem um Becken III herum, um über den Klodnitzabsturz und durch den Unterkanal sowie ein Auslaufbauwerk westlich Flössingen ihr altes Bett wieder zu erreichen. Die Drama wurde zunächst in den Oberkanal und wird nunmehr auch in Becken II eingeleitet. Die Eller fließt ebenfalls dem Becken II zu, das durch den Heber entwässert wird. Für Stauzwecke steht in diesem Zeitabschnitt Becken II ganz und Becken IV mit seinem Hochwasserschutzraum zur Verfügung.

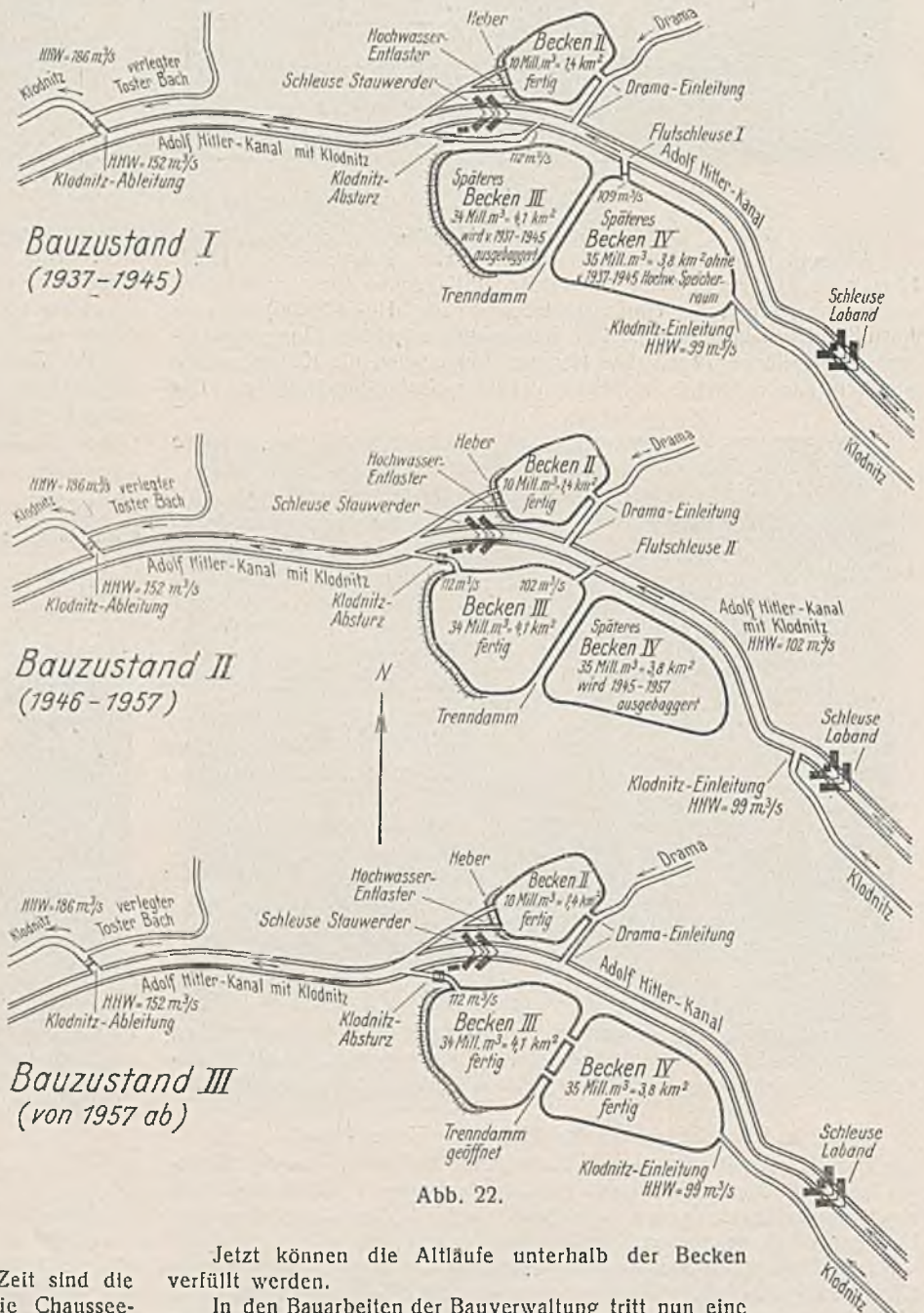


Abb. 22.

Jetzt können die Altläufe unterhalb der Becken verfüllt werden.

In den Bauarbeiten der Bauverwaltung tritt nun eine mehrjährige Pause ein.

Gen Ende von Bauabschnitt B wird der Anschluß des Bauwerks Klodnitzabsturz an die Tiefbaggerohle von Becken III ausgeführt und das Bauwerk als Grundablaß ausgebaut, ferner werden Flutbauwerk 2 zwischen Oberkanal und Becken III angelegt, die Kaskaden für die südlichen Randbäche erbaut und endlich die noch fehlenden, da bisher unnötigen Ramm-, Dichtungs-, Entwässerungs- und Böschungsschutzarbeiten an den Dämmen des Beckens III fertiggestellt.

Bauabschnitt III (C) (1946 bis 1957).

Als Einleitung zu diesem Abschnitt wird Becken IV durch Abdämmung und Umleitung der Klodnitz bei Laband in den Oberkanal durchflußfrei gemacht und trockengelegt; die Klodnitz fließt nun um Becken IV herum und wird durch Flutbauwerk 2 in das fertige Becken III eingeleitet, um dort eingestaut und über den Klodnitzabsturz abgelassen zu werden. Gleichzeitig wird der Oberkanal bzw. Amandmühlteich gegen dieses Bauwerk abgeschlossen. Flutbauwerk 1 geht ein und wird verdammt.



Abb. 23a.

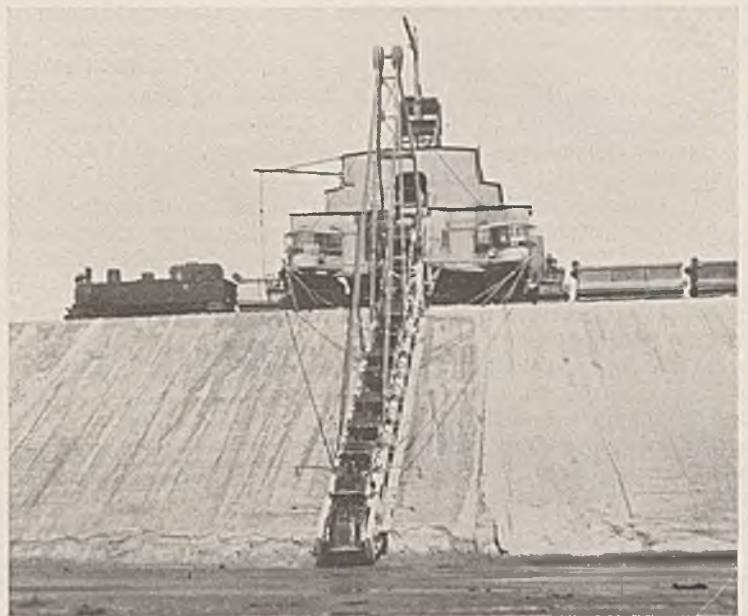


Abb. 23b.

Es stehen rd. 55 Mill. m³ Stauraum zur Verfügung. Jetzt folgt die Ausbaggerung von Becken IV, und wieder tritt eine Pause in den Bauarbeiten ein. Nach Abschluß aller Baggerarbeiten verbleibt nur noch die Herstellung der Klodnitzkaskade in Laband zur Wiedereinleitung der Klodnitz in Becken IV, Herstellung einer Bachkaskade sowie die Durchstechung des Trenndammes III/IV. Hiernach dient der Oberkanal nur noch der Schifffahrt, während die Klodnitz in Becken III und IV eingestaut und das Speisewasser durch Bauwerk Klodnitzabsturz abgelassen wird.

b) Die Sandbaggerung in den Staubecken.

Die Baggerarbeit in den Becken ist Sache der Sandgesellschaften.

In Becken II baggerte die S. B. G. In den Becken III und IV werden sowohl die S. B. G. als auch Schaffgotsch baggern. Die Fläche im Becken III ist im Norden der S. B. G., im Süden Schaffgotsch zugewiesen, im Becken IV verläuft die Trennlinie nordsüdlich.

Zur Ausbaggerung von Becken II standen der S. B. G. zwei große Eimerkettenbagger von je 1200 bis 1500 m³ Stundenleistung und fünf Löffelbagger von 2 bis 4 m³ Löffelinhalt zur Verfügung. Die beiden Eimerbagger und mehrere auf Greiferbetrieb umgearbeitete Löffelbagger sind wieder in Becken III eingesetzt. Der Baggerbetrieb geschieht in der Hauptsache elektrisch. — Die Jahresleistung richtet sich nach der Abnahme der angeschlossenen fünf Gruben und schwankte je nach der Kohlenförderung zwischen 2,5 und 3 Mill. m³, entsprechend einer Tagesleistung von 8000 bis 10000 m³.

Zur Zeit in Folge des Vierjahresplans ist die Forderung auf mehr als 12000 m³/Tag angewachsen.

Zum Verfahren des Sandes dienen schwere dreiachsige Wagen mit Klappboden und hebbaren Wagenkästen, an deren Seitenwänden vorn und hinten Räder angebracht sind. An den Sturzstellen der Gruben wird der Sandzug über eine Brücke gedrückt, die an

beiden Hauptträgern je eine obere und eine untere gebogene Fahrachse hat, auf die die Seitenräder der Wagenwände auflaufen. Durch die Zugbewegung heben die Seitenräder bei Auffahrt auf die Fahrachsen die Wagenwände hoch, gleichzeitig wird der Klappboden in Form eines Eselrückens emporgehoben, und der Sand rutscht von diesem

Eselrücken aus dem Wagen hinaus. Der Entleerungsvorgang eines Zuges dauert 2 bis 3 min. Jeder Zug hat etwa 24 Wagen, von denen jeder rd. 25 m³ faßt; er befördert also rd. 600 m³ Sand (Abb. 23a u. b). Die Richtung der Baggerung verläuft etwa von Süden bzw. Südwesten nach Norden bzw. Nordosten, damit die Baggeranschnitte tagsüber immer der Sonne zugekehrt und so auch im Winter bei nicht zu starkem Frost im allgemeinen offen und abräumbar sind.

Baggert wurde im Becken II von einer Baggerebene, die etwa in Höhe der Talsohle lag, und zwar arbeiteten die Löffelbagger im Hochschnitt voran, sodann folgten die Eimerbagger im Tiefschnitt.

An den Beckenrändern (II) im Westen und Süden, teilweise auch im

Norden, ist der Baggerschnitt meist sehr steil, nahezu senkrecht. Da, wie erwähnt, nicht spülfähige Bodenarten nicht ausgebaggert werden und stehenbleiben, hat Becken II einen tiefen Westteil, in dem die Sohlenhöhen zwischen N.N. + 192 m und N.N. + 194 m liegen, und einen höher gelegenen Ostteil, dessen Höhe allmählich auf N.N. + 204,5 m ansteigt. Außerdem sind einige über Stau hinausragende Inseln im Beckenraum verblieben. Das derzeit endgültige Aussehen des Beckens zeigen

Abb. 24a u. b.

Im Becken III (Abb. 25) ist die geplante gemeinsame Baggerung und Förderung von S. B. G. und Schaffgotsch nicht zustande gekommen. Daher errichtet jede Gesellschaft einen eigenen Bagger- und Förderbetrieb.

Die S. B. G. hat für die Sandgewinnung in den Becken III und IV einen neuen Betriebsbahnhof auf der Höhe von Stauwerder



Abb. 24a.



Abb. 24b.

zwischen Trenndamm und Kanal angelegt und kann von hier nach- einander beide Becken beschicken. Um hierher zu gelangen, mußte sie den Kanal hoch überbrücken und lange Anfahrtrampen schütten. Die Rampe auf der Nordseite ist gleichzeitig Polderdamm für das Dramatal.

Im Becken III, IV kommt fast nur Tiefschnitt in Frage, der zur Zeit bis 15 m unter Gelände (N.N. + 185,0 m) reicht.

Am Westdamm entsteht eine flachere Böschung, da die S.B.G. alle verfügbaren Sandmengen restlos nutzen will.

Das Grundwasser in den Becken wird in offenen Pumpensümpfen an den westlichen Beckenenden gesammelt und gepumpt. Die Wasserhaltung in Becken III wird gemeinsam mit Schaffgotsch erfolgen.

Schaffgotsch fördert bisher seinen Sand von der Oder mit der Reichsbahn in Großraumwagen. Diese Beförderung ist auch für Becken III beabsichtigt. In Rettbach an der Hauptbahnstrecke Gielwitz—Heydebreck, die am Südrande von Becken IV und III entlang führt, ist zu diesem Zweck ein Übergangsbahnhof mit Umladevorrichtung gebaut. Für die eigentliche Sandförderung aus dem Becken zu diesem Bahnhof wird von Schaffgotsch ein Sonderwagenpark von 15-m³-Kippwagen unterhalten. An Baggergerät ist im Baggerfeld ein großer Eimerbagger mit Hoch- und Tieflerler eingesetzt, am Bahnhof für den Umladebetrieb ebenfalls ein Bagger mit Förderband.

Die Aufnahme der Baggerung war für Mitte 1938 in Aussicht gestellt, hat sich aber bis Anfang 1939 verzögert.

c) Erdarbeiten des Reichs.

Die Kanaleinschnitte sind zur Behebung der Arbeitslosigkeit zumelst im Handschacht ausgehoben worden. Die Baugruben wurden unter Benutzung natürlicher Vorflut bzw. durch Pumpen trocken- gelegt. Im allgemeinen ließ sich der Boden mit Spaten lösen, teilweise war Spitzhacke nötig. Später, mit abnehmender Arbeitslosigkeit und für Sonderarbeiten, wie z. B. Aushub des Mittelgrabens im Nassen, wurden vereinzelt Bagger angesetzt.

Völlig im Baggerbetrieb (Eimerkettenbagger) wurde die Strecke Laband—Rotfeld hergestellt. Hier lag der neue Kanal zum großen Teil im Zuge des Klodnitzkanals. Um die Schifffahrt möglichst wenig zu behindern, wurde diese Kanalerweiterung während einer Wintersperre durchgeführt.

Die Dämme wurden sämtlich lagenweise geschüttet und entweder gewalzt oder gestampft. Für Walzung wurden die Lagen bis 0,5 m, für Stampfung bis 1 m bemessen. Gestampft wurde besonders der Westdamm des Beckens III. Dieser Damm besteht durchweg aus scharfem Sand ohne besondere Korntrennung. Jede Lage wurde mit Stampfplatten von 2 t bei 0,8 × 0,8 m² Plattenfläche bzw. 3 t bei 1 × 1 m² Plattenfläche bearbeitet, dabei erhielt jeder Punkt 4 bis 6 Stampfschläge. Obgleich 3 bis 10% Sackmaß gegeben wurden, waren bei keinem Damm nennenswerte Sackungen festzustellen.

Bei den Bodenaufschlüssen wurden geschichtliche und vorgeschichtliche Funde mannigfaltiger Art gemacht. Außer Scherben- und Gefäß- funden vandallischer Siedlungen kamen steinzeitliche Faustkeile u. dgl. häufig vor. Auch viele Tierknochen und Skeletteile wurden aufgedeckt, so z. B. wurde das Nashorn, der Riesenhirsch und das Mammut festgestellt. Auch eine riesenhafte Elchschaufel wurde gefunden.

Besondere Bauausführungen.

a) Unterkanal.

Die Bauausführung des Unterkanals war dadurch erschwert, daß im Zuge von drei Vierteln der Länge des neuen Kanals die Klodnitz floß. Man war nun bereits bei den Oberkanalarbeiten im Flußtale mehrfach auf Nester mächtiger Wassereichen gestoßen und mußte hiermit auch im Unterkanal rechnen. Aushub im Nassen durch Bagger erschien sehr schwierig und teuer. Man entschied sich daher auch hier für Trockenlegung der Baugrube unter Umleitung der Klodnitz, die sich durch Ausnutzung örtlicher Gegebenheiten unschwer ermöglichen ließ.

Man verband einfach durch kleine Durchstiche die Klodnitz mit dem Vatershausener Mühlgraben und diesen wieder mit der Haltung 12—13 des Klodnitzkanals und sperrte die Klodnitz gegen den neuen Kanal durch

ein behelfsmäßiges Nadelwehr, das gleichzeitig den Klodnitzpiegel bis zu 80 cm auf Haltungshöhe 12—13 an hob (Abb. 21). Oberhalb Schleuse 13 wurde in einem Durchstich zum alten Klodnitzbett das Flußwasser wieder aus dem Kanal genommen und durch ein weiteres Behelfsnadelwehr, das gleichzeitig den Kanalstau hielt, abgeführt. Ein weiteres Hilfswehr sperrte den Klodnitzlauf oberhalb dieser Wiedereinmündung gegen den neuen Kanal.

Diese Umleitung konnte entsprechend den vorhandenen Querschnitten des Klodnitzkanals bis zu 30 m³/sek bewältigen. Dabei wurde die geringe Schifffahrt durch gelegentliche Schlepphilfe aufrechterhalten. Größeren Hochwassern sollte durch Öffnen der Behelfsnadelwehre im Klodnitzbett der Weg in Altlauf und Baugrubengelände frei gemacht werden.

Der Unterkanalausbau fiel in eine Periode trockenerer Jahre, mit denen man bei dieser Ausführung auch rechnete. Er sollte — im alten Querschnitt — in rund einem Jahr ausgeführt sein. Bauliche Schwierigkeiten und die spätere Erweiterung auf den Querschnitt des Adolf-Hitler-Kanals erforderten aber eine Bauzeit von etwa drei Jahren. Weit über zwei Jahre ist die Umleitung ohne Störung im Betriebe gewesen. Erwartungsgemäß sind auch große Hochwasser, die zur Überflutung der Baugrube gezwungen hätten, ausgeblieben. Der Nutzen der Umleitung hat ihre Anlagekosten um ein Vielfaches überschritten und eine saubere Arbeit ermöglicht.

Der 4 km lange Unterkanal endete am Klodnitzwehr dicht bei Flössingen. Mittels eines kurzen Grabens zum Unterwasser dieses Wehres erhielt die lange Baugrube offene Vorflut bis zur Unterwasserhöhe des Wehres, so daß der weitaus größte Teil der Erdarbeiten ohne künstliche Wasserhaltung möglich war. Gelegentlicher Rückstau bei Klodnitzhochwasser wurde in dem Umlaufgraben durch ein Behelfschütz gekehrt.

Da der Unterkanal die Chaussee Vatershausen—Fichtenrode, deren Verkehr nicht unterbrochen werden durfte, kreuzte, baute man zur Ausnutzung der vorerwähnten offenen Vorflut auch für das obere Kanalstück zwischen beiden Kanalteilen einen offenen überbrückten Durchlaß aus Holzspundwänden, die entsprechend der Abgrabung tiefer gerammt wurden.

Der im Aushub weitaus überwiegende Sandboden wurde, soweit er nicht zur Schüttung des Westdammes Becken III diente, im Gelände des Beckens III zu späterer Abbaggerung und Verkauf an die S.B.G. abgesetzt. Ungeeigneter Boden wurde neben den Altläufen abgesetzt. Er soll später durch den Arbeitsdienst in die Altlaufbetten zwecks Landgewinnung einplanert werden.

b) Schließung der Dammlücken.

Es ist bereits erwähnt, daß während der Aushubarbeiten der Kanäle und der Schüttung der Dämme, in letzteren Lücken für Klodnitz und Klodnitzkanal gelassen werden mußten. Diese konnten erst geschlossen werden, nachdem die Klodnitz in ihr neues Bett geleitet war bzw. der Kanalverkehr umgelegt werden konnte. Die Klodnitzumleitung war außer von der Herstellung von Ober- und Unterkanal abhängig von der Fertigstellung des Bauwerks „Klodnitzabsturz“. Außerdem mußte das Flutbauwerk 1 zwischen Becken IV und Kanal fertig sein. Die Umleitung des Kanalverkehrs war von der Fertigstellung der Schleuse Stauwerder abhängig.

Die Klodnitz mußte also in zwei Abschnitten umgeleitet werden. Um die Klodnitzlücke im Trenndamm III/IV ordnungsmäßig im Trockenen schließen zu können, war der Klodnitzlauf im Becken IV trocken- zulegen. Die Klodnitz kreuzte die Haltung 14—15 des Klodnitzkanals und wurde durch das Gorolwehr gestaut. Das neue Oberkanalbett, dessen östlichen Teil km 8,2 bis 9,5 man zu dieser Zeit für den Klodnitzkanalverkehr bereits fertiggestellt und befüllt hatte, war aus baulichen Rücksichten bei km 8,2 durch einen Trenndamm gegen den noch trockenen Kanalteil km 4,5 bis 8,2 abgetrennt. Dieser wurde durch die Drama entwässert, die noch das neue Kanalbett bei km 6,0 kreuzte. Man schloß nun zunächst die Dramalücken in den Kanaldämmen bis auf einen geringen Querschnitt, dämmte die Drama ab, leitete sie in den tieferen Profiltteil km 6,0 bis 5,0 und schloß schnell den südlichen Kanaldamm. Dann wurde



Abb. 25.

die Drama in ihr neues Zuführungsbett zum Oberkanal eingestaut und der nördliche Kanaldamm geschlossen (s. Abb. 12). Danach wurde der Dramaeinlaß aus dem neuen Bett zum Oberkanal geöffnet. Die Umleitung gelang erwartungsgemäß.

Inzwischen war ein hölzernes Überlaufbauwerk — Rinne mit Sturzbett — im Abschlußdamm bei km 8,2 betriebsfertig geworden, und nun schloß man das Gorolwehr. Die Klodnitz strömte durch das kurze Stück des Klodnitzkanals in den Oberkanal und füllte durch die Überlaufrinne den Kanalteil km 4,5 bis 8,2. Nach Erreichung der Spiegelgleichheit und Überströmen des Klodnitzabsturzes wurde der Abschlußdamm km 8,2 beseitigt. Diese Füllmaßnahmen haben sich gut bewährt, ein Durchreißen des Dammes wurde vermieden, Beschädigungen sind nicht eingetreten.

Das Flutbauwerk 1 zwischen Becken IV und Kanal war dicht gesetzt, und nun konnte das Schließen der Klodnitz- und Kanallücken im Trenndamm III/IV im Trockenem vor sich gehen.

Diese Arbeiten mußten mit großer Eile betrieben werden, da bei Klodnitzhochwasser die Gefahr der Überflutung von Becken IV und damit der Dammbeschädigung an den unvollkommen geschlossenen Lücken bestand. Gerade mit Beendigung der Arbeiten hat dann auch Ende Oktober 1936 ein Hochwasser das Becken IV völlig unter Wasser gesetzt. Nunmehr floß die Klodnitz durch Becken IV und Flutbauwerk 1, und die Kanaldammlücke bei km 8,2 wurde verbaut.

Auch am Ende des Unterkanals oberhalb Klodnitzwehr Flossingen war eine besondere Umleitungsarbeit zum Schluß der Bauarbeiten notwendig. Hier floß die Klodnitz auf einer Bodenrippe zwischen neuem Unterkanal und Klodnitzkanal bzw. der Fortsetzung des Unterkanals als Adolf-Hitler-Kanal durch. Dieser Bodenblock mußte durchbagert werden. Da die Klodnitz in ihrem Bett rd. 1,5 m höher lag als die benachbarten Wasserläufe, leitete man sie während der Bauzeit wieder über einen hölzernen Absturz vorübergehend in den Klodnitzkanal.

Zusammensetzung des Betons und Dichtungsmaßnahmen.

Wie weiter oben erwähnt, ist das Grundwasser mehr oder weniger betonangreifend und erforderte eine besondere Sicherung des Betons der Bauwerke. Sämtliche in den Untergrund eingebetteten Betonflächen sind gesichert worden.

Die Bauwerksohlen bestehen im allgemeinen aus Granitpflastersteinen bzw. Klinkern mit Bitumenvergüß, das aufgehende Mauerwerk ist entweder in Stahlspundwände gefaßt oder mit bituminösen Anstrichen bzw. Pappen versehen.

Besonderer Wert wurde auf möglichste Dichtigkeit des Betons gelegt, und zu diesem Zweck sind umfangreiche Versuche mit verschiedenen Kornzusammensetzungen der vorhandenen Sande und Kiese und verschiedenen Bindemitteln, wie Traß, Portlandzement, Traßzement und Thurament, durchgeführt und bei den einzelnen Stufen des Überfallbauwerks Becken II erprobt worden. Im allgemeinen wurde ein Binde-mittelgemisch von 70 % Portlandzement und 30 % rheinischem Traß, vereinzelt auch Thuramentzement (60/40), verwendet, und zwar je nach Bauzweck und Beanspruchung 250 bis 350 kg auf 1 m³ Beton. Sand, Kies und Schotter wurde in vier Korngrößen, und zwar Feinstes, 3 bis 7 mm, 7 bis 30 mm, 30 bis 70 mm, nach Abstimmung beigegeben. Nur der Überbau der Eisenbetonbrücke der Straße Fichtenrode—Vatershausen wurde in reinem Portlandzement hergestellt. Rissebildung hat nicht ganz vermieden werden können, sie beschränkt sich aber auf besonders große bzw. besonders geformte Baublöcke.

Die Betonversuche sollen in einem späteren Aufsatz behandelt werden.

Bauausführung der Bauwerke.

Über die Bauausführung der kleinen Bauwerke sind weitere Besonderheiten nicht anzugeben. Über die Ausführung der Großbauten Klodnitzabsturz, Schleuse und Heber folgen Sonderaufsätze.

Baustoffumschlag und Förderbahn.

Die Baustellen der Großbauten Schleuse Stauwerder und Klodnitzabsturz, ferner des Hochwasserüberlaufs von Becken II und des Hebers lagen verkehrstechnisch sehr ungünstig. Wohl führte die Chaussee Peiskretscham—Fichtenrode unmittelbar an dem Heber vorbei. Indessen

sperren der Damm und Untergraben des Beckens II sowie zwischen beiden die Baustellen des Hebers alle anderen Baustellen lange Zeit von der Chaussee ab. Die überwiegende Menge der Baustoffe, wie Sand, Kies, Schotter, Steine und eiserne Spundwände, kamen zudem auf dem Wasserwege (Klodnitzkanal) von der Oder her zur Baustelle.

Der zweckmäßigste Umschlagplatz war die Ortschaft Vatershausen am Klodnitzkanal, zumal hier auch eine Chaussee herführte und ohne Schwierigkeit mit dem Umschlagplatz verbunden werden konnte. Für die Beförderung der großen Baustoffmengen von Umschlagstelle zu den Baustellen erschien daher die Anlage einer leistungsfähigen Förderbahn mit den notwendigen Umschlagvorrichtungen am Kanal in Vatershausen am zweckmäßigsten und wirtschaftlichsten. Der Wasserumschlag geschah für große Stücke durch ein einfaches Krangerüst mit Winden und Laufkatzen, für Massengut durch Greifer. Es erwies sich zur Vermeidung von Störungen auf den engen Baustellen als günstig, auch Landtransporte in Vatershausen auf die Förderbahn umzuschlagen, die alle Baustellen leicht erreichte, während zusätzlicher Straßenanschluß von Norden her über den Unterkanal kostspielig, unbequem und platzraubend gewesen wäre. Zu den Transporten dienten 2- bis 4-m³-Kasten- und schwere Plattenwagen. Insgesamt sind rd. 100 000 t Baustoffe und die Hauptmasse der Baustelleneinrichtungen der Unternehmer befördert worden.

Reihenfolge der Arbeiten.

Die Bauausführung begann im Winter 1929/30 mit der Umliegung der Eller, der Kunststraße Peiskretscham—Fichtenrode und des Anschlußweges nach Stauwerder. Im Herbst 1930 wurde sodann der Damm des Beckens II neben der Kunststraße als Arbeitsbeschaffungsmaßnahme in Angriff genommen, obwohl der Gesamtstaubeckenplan zu dieser Zeit bereits in Umarbeit war.

Erst im Herbst 1932 wurde an die weiteren Arbeiten auf Grund des neuen Planes herangegangen, und zwar waren dieses Aushubarbeiten am Oberkanal und Schüttung des Trenndammes der Becken III und IV sowie Schüttung der Kanaldämme längs der Aushubstrecke. Im Jahre 1933 begann auch der Aushub des Unterkanals und die Schüttung des Westdamms Becken III. Die Erdarbeiten sind in vier Oberkanal- und zwei Unterkanallosen nacheinander bis 1936 durchgeführt worden. Ihrem Fortschreiten folgten die Brückenbauten und Flutbauwerk 1. 1934 begannen die Bauwerksbauten am Westende des Oberkanals, also Klodnitzabsturz und Schleuse, später der Heber und Überlauf Becken II. Aus letzterem Aushub wurde der Süddamm Becken II geschüttet. 1935 bis 1937 wurden sodann Drama- und Ellereinleitung gebaut. Die Klodnitzumleitung wurde 1936/37 in Betrieb gesetzt, die Gesamtarbeiten des Bauabschnitts A wurden im Herbst 1937 beendet.

Baukosten.

Mit dem Anwachsen des Stauraums im Laufe der Entwicklung mußten naturgemäß die Kosten steigen. Es sei wiederholt, daß die Kosten für die Ausräumung der Becken zu Lasten der Sandgesellschaften gehen und daß als Ausbaurkosten nur diejenigen für Grunderwerb — auch der Baggerflächen — sowie für alle Kunstbauten, Kanäle, Dämme, Bauwerke ohne die Mehrkosten für die Großschleuse und die — allerdings geringfügige — Erweiterung der Kanalprofile auf das Großschiffahrtsmaß rechnen.

Diese gesamten Ausbaurkosten für das Staubecken einschließlich der Umleitungskanäle betragen rd. 15 Mill. RM, also bei 95 Mill. m³ Gesamtstauraum der Einheitspreis je m³ Stauraum etwa 0,16 RM. Zu dieser Bausumme tragen die sandfördernde Kohlenindustrie und Dritte etwa 6,5 Mill. RM bei, so daß den Fiskus 1 m³ Stauraum weniger als 0,10 RM kostet, ein außerordentlich günstiges Ergebnis, das allerdings mit dem Nachteil erkauft wird, daß der volle Stauraum erst 10 bis 15 Jahre später zur Verfügung steht als bei normalem Vollausbau eines ähnlich großen Beckens.

Der infolge des Ineinandergreifens vieler Einzelvorgänge, wegen des fast durchgängig schlechten Baugrundes und der ungünstigen Verkehrslage außerordentlich verwickelte Bauvorgang erforderte von allen an dem Bau Beteiligten eine außerordentliche Arbeitsanspannung.

Ich darf diese besonders hervorheben und allen Mitarbeitern an diesem interessanten Bauvorhaben für ihre unermüdete Pflichterfüllung und ihre weit überdurchschnittliche Leistung an dieser Stelle danken.

Alle Rechte vorbehalten.

Die Lahntalbrücke bei Limburg im Zuge der Reichsautobahn Frankfurt (M.)—Limburg—Köln.

Von Reichsbahnrat Dr.-Ing. Schmerber und Regierungsbaumeister Doldt, Frankfurt (M.).

Die Reichsautobahn überquert das romantische Lahntal etwa 900 m oberhalb des Domes von Limburg und 1100 m oberhalb der alten Lahnbrücke (Abb. 1). An Verkehrswegen sind außer der Lahn noch die auf dem linken Ufer gelegenen Bahnstrecken Limburg—Wetzlar und Limburg—Frankfurt (M.) und die Landstraße II. Ordnung Limburg—Eschhofen von dem Bauwerk zu überbrücken. Die Autobahn umfährt die Stadt in einem nach Nordosten ausweichenden Bogen mit freiem Blick in das Siedlungsgebiet der Stadt und das Lahntal. Das Flußtal wird an den höchsten Punkten der Lahnhöhen überbrückt. Bei einer Verlegung der Trasse weiter nach Osten wäre die Flußüberbrückung mit einem kleineren Brückenbauwerk wohl möglich gewesen; dann hätte man aber beim Aufstieg auf die Höhen des Westerwaldes zu große Steigungen bekommen, und außerdem wäre der freie Blick auf das Lahntal verlorengegangen.

Entwurfsgestaltung.

Wie aus dem Höhenplan (Abb. 2) zu ersehen, führt die Trasse in einem einseitigen Gefälle über das Lahntal hinweg. Die Brücke liegt auf etwa 1100 m in einem geraden Abschnitt zwischen zwei in der Gegenkrümmung liegenden Bogen von etwa 800 m und 1000 m Halbmesser (Abb. 3). Die verschiedenen hohen Höhenrücken zu beiden Seiten des Tales werden auf dem Südhang durch einen 10 m tiefen Einschnitt und auf dem gegenüberliegenden Höhenzug durch einen 7 m hohen Damm ausgeglichen. Die Fahrbahn liegt etwa 56 m über der Talsohle (Abb. 2).

An Hand dieser Unterlagen wurde eine Reihe von Vergleichsentswürfen aufgestellt, wobei die Lage der Brücke in nächster Nähe des Limburger Domes und des mittelalterlichen Stadtbildes im Hintergrunde des Bauwerks besonders zu berücksichtigen war. Der vorhandene Talquerschnitt und die Höhenlage der Trasse über der Talsohle führten zunächst zu der Konstruktion eines hochgestellten Bogenviaduktes.

Diese Brückenform wurde durch eine Reihe von Vergleichsentswürfen mit Bogenöffnungen von 40 bis 28 m näher untersucht.

Die wichtigsten Ergebnisse dieser Untersuchungen sind aus Abb. 4 u. 5 zu ersehen. In dem Entwurf Abb. 4 wird versucht, die Überbrückung der Lahn durch eine besonders große Öffnung von 45 m Lichtweite anzudeuten. Die übrigen Bogenöffnungen betragen 40, 35 und 30 m. Durch die verschieden großen Öffnungen wirkt jedoch die Brücke nicht einheitlich. Wie aus Abb. 5 zu ersehen, erzielte man mit einer Bogenlichtweite von 29,50 m und lauter gleichen Öffnungen ein ruhiges Brückenbild.

Wie die perspektivischen Aufnahmen des Brückenbildes von der alten Lahnbrücke aus (Abb. 6) und von einem Punkte etwa 800 m oberhalb der Brücke mit Blick gegen die Stadt und den Dom (Abb. 7) erkennen lassen, tritt

die Brücke mit dem Dom zusammen in Erscheinung. Bei dieser Lage der Brücke mußte eine Form gewählt werden, die sich trotz der großen Abmessungen in den Maßstab von Landschaft, Stadtbild und Dom gut einfügt. Große Öffnungen, seien es Bogen- oder Balkenbrücken, hätten den Dom in seiner Wirkung stark beeinträchtigt. Abb. 8 zeigt die nicht günstige Wirkung der Balkenbrücke mit Dom und Stadtbild im Hintergrunde. Es fehlt hier jegliche Verbindung zwischen dem mo-



Aufnahme: Heinz.

derneren technischen Bauwerk und dem mittelalterlichen Stadtbild. — Um einen räumlichen Eindruck von den Abmessungen der Brücke zu haben, wurde noch ein Modell im Maßstab 1:250 angefertigt. Die schlanke Brückenform tritt in der Ansicht des Brückenmodells (Abb. 9) besonders deutlich in Erscheinung.

Ausführungsentwurf.

An Hand des Untersuchungsergebnisses der verschiedenen Brückensysteme wurde dann der Bogenbrückenentwurf weiter ausgearbeitet.

Die geometrischen Abmessungen des Ausführungsentwurfs sind aus Abb. 10 zu ersehen. Bei einer Lichtweite der Bogen von 29,48 m ergaben sich für das Bauwerk 13 Bogenöffnungen mit 513,54 m Gesamtlänge. Die Flügelmauern zu beiden Seiten der Brücke sind 28 und 44 m lang. Während ursprünglich eine massive Brüstung vorgesehen war, ist man bei dem Ausführungsentwurf davon abgekommen, um mehr den Belangen des Autofahrers Rechnung zu tragen, dem ein möglichst weites Blickfeld geboten werden soll. Es kam daher ein eisernes Geländer zur Ausführung. Zur Ankündigung der Brücke für den Kraftfahrer und als Abschluß des Gitterwerks des eisernen Geländers sind an beiden Brückenenden steinerne Postamente vorgesehen. Die Ausbildung des Brückenanschlusses mit Anschluß an das eiserne Geländer zeigt Abb. 10.



Abb. 1.

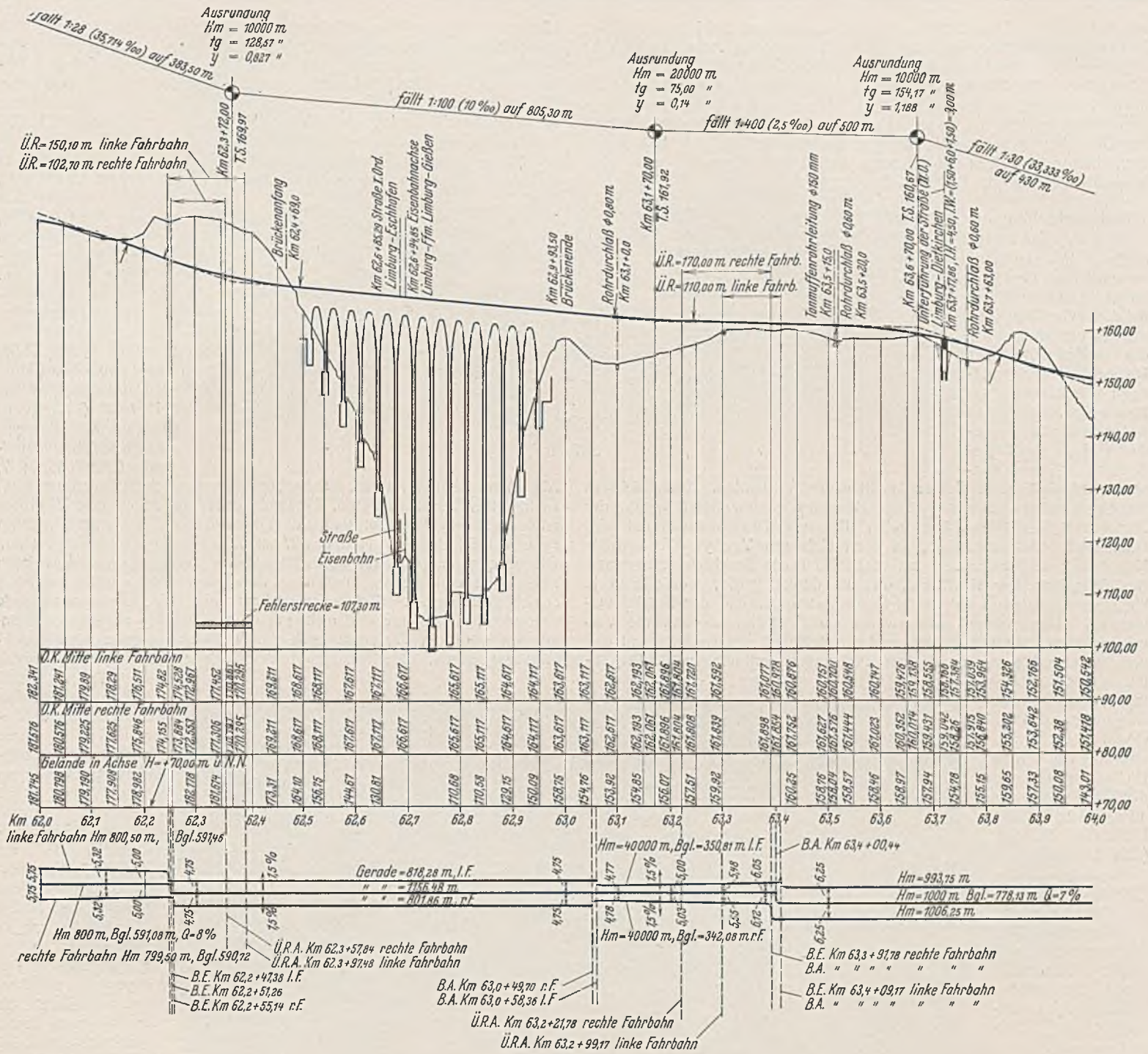


Abb. 2.

Bei der außerordentlich großen Höhe der Brücke wurde der Querschnitt sowohl als angängig eingeschränkt. Es ergab sich bei einem nur 2 m breiten Mittelstreifen eine Gesamtbreite der Pfeiler von 19 m (Abb. 10). Dieses geringe Maß läßt bei einer Bogenspannweite von 29,48 m das Brückenbild noch schlank erscheinen.

Die Pfeiler dieser Brücke sind an der schmalsten Stelle beim Übergang in den Bogen 4,52 m dick. Sie haben einen Anzug von 1:53. Bei der gewählten Achsweite der Bogen von 34 m mußte wegen der auf dem Südufer des Flusses liegenden Bahnstrecke und der Landstraße ein Pfeiler in die Flußmitte gestellt werden. Da der Fluß hier gestaut ist

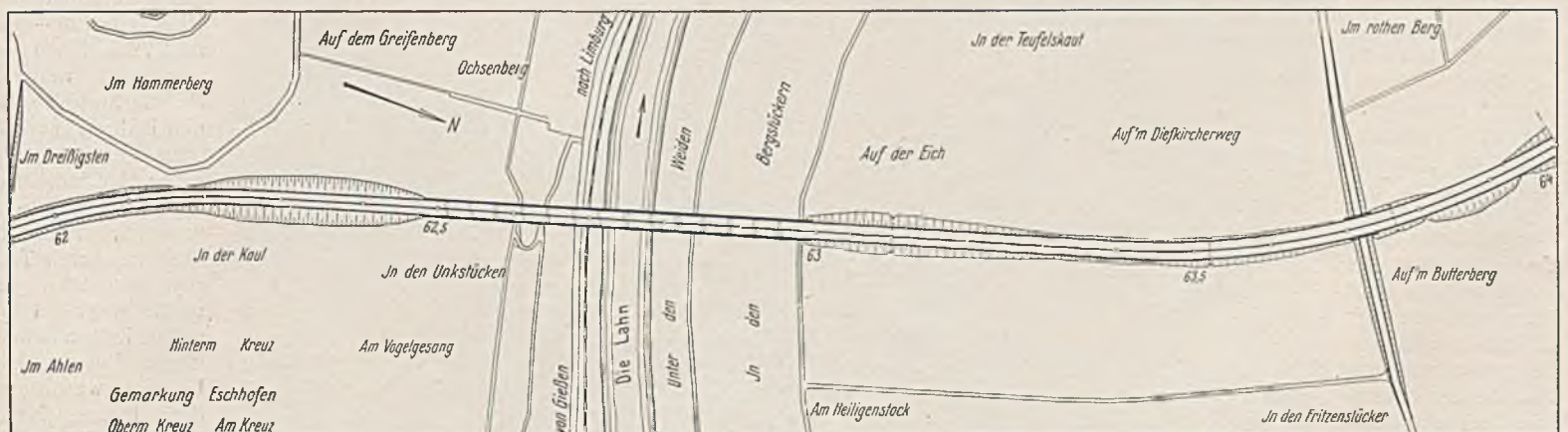


Abb. 3.

und nur eine geringe Strömung hat und außerdem auf jeder Seite des Pfeilers eine Schiffahrtrinne von etwa 28 m verbleibt, wird der Verkehr für die rd. 6 m breiten Schiffe (300 t) nicht beeinträchtigt.

Da der reine Halbkreisbogen bei diesen Ausmaßen sich wie ein im Scheitel abgeflachter Bogen ausnimmt, ist man im Laufe der Bearbeitung dazu übergegangen, den Bogen etwas zu erhöhen. Um das richtige Maß der Überhöhung zu treffen, wurden Modelle im Maßstab 1:100 mit 1 m, 1,50 m und 2 m Überhöhung angefertigt. Danach wurde eine Bogenüberhöhung von 1,50 m festgesetzt (Abb. 10).

Steinverkleidung.

Die Frage des Baustoffs war ein sehr wesentlicher Gesichtspunkt beim Bau dieser Brücke. Obgleich man sich von vornherein über die Schwierigkeiten der Beschaffung der gewaltigen Steinmenge im klaren war, konnte in Anbetracht der besonderen Lage und Bedeutung dieses Bauwerks auf die Steinverkleidung nicht verzichtet werden. Einen sicheren Aufschluß über bewährtes bodenständiges Steinmaterial ergab das Mauerwerk des 400 Jahre alten Domes. Das Steinmaterial des Domes ist nicht einheitlich, es setzt sich aus Trachyt (Westerwald), Kalkstein (Lahn), Schalstein und schließlich aus Basaltlava zusammen. Mit Ausnahme der Basaltlava, die zu dunkel wirkt, wollte man in ähnlicher Art die verschiedenen Steinsorten beim Bau der Brücke verwenden. Nach Art des Mauerwerks am Dom wurde dann die Vermauerungsart, der Fugenschnitt und die Sichtflächenbehandlung mit den verschiedenen Steinsorten an einem Probemauerwerk untersucht. Die Abmessung des Probemauerwerks wurde so gewählt, daß sie einem Pfeilerschaftes in Höhe der Talsohle

(Abb. 11) entsprach. An den vorhandenen Flächen wurden dann die verschiedenen Steinsorten und Vermauerungsarten ausprobiert. Die südliche Mauerfläche wurde in der Hauptsache aus Schalsteinen mit vereinzelt eingesprengten Trachytsteinen vermauert. Entsprechend der schleifigen Struktur des Schalsteins konnte man mit diesem Stein (Abb. 11) nur unregelmäßiges Bruchsteinmauerwerk mit sehr niedrigen Schichthöhen herstellen.

Die westliche Mauerwerksfront ist in der Hauptsache in Trachyt und Phonolith ausgeführt. Der Trachyt kommt im Westerwald in zwei Arten vor, die sich in Struktur und Aussehen wesentlich voneinander unterscheiden, ein gelblichgrau aussehender Trachytandesit mit

körniger Struktur aus Weidenhahn (Westerwald), der andere mit mehr hellgrauer Farbe und kompakterem Gefüge. Er kommt in der Hauptsache in Selters und Wölferlingen vor. Der ebenfalls im Westerwald (Wirges) vorkommende Phonolith ist ein außerordentlich spröder Stein mit sehr hoher Druckfestigkeit (2200 kg/cm^2). Seine Farbe ist dunkelgrau bis grünlichgrau mit kristalliner Struktur. Es zeigte sich, daß alle drei Steinarten in der Farbenzusammenstellung außerordentlich gut miteinander übereinstimmen.

Die an diesem Probemauerwerk ausgeführten Muster waren zu klein und ergaben keinen übersichtlichen Gesamteindruck. Man wollte hier,

entsprechend der Bedeutung des Bauwerks, mehr ein regelmäßiges Mauerwerk mit größeren Steinquadern haben. Die bisher ausgewählten Muster schienen zu ländlich klein in den Formaten. An Stelle

des hammerrechten Schichtenmauerwerks (DIN 1053, § 7, Abs. d) sollte mehr das unregelmäßige Schichtenmauerwerk (DIN 1053, § 7,

Abs. e) mit scharfen Kanten, durchgehenden waagerechten Fugen und nicht zu niedrigen Schichten treten. Es wurde daher ein neues, zweites Probemauerwerk errichtet (Abb. 12), bei dem diese Gesichtspunkte berücksichtigt sind. Die Schichthöhen sind von 37 cm bis herab auf 16 cm vorgesehen. Die Eckquadern (Abb. 12) wurden besonders kräftig bis zu 54 cm hoch ausgebildet und die anschließenden Füllsteine in 28 und 22 cm hohe Schichten aufgestellt. Kleinere als 16 cm hohe Schichten sind nirgends verwendet. Die Steine sind nicht numeriert. Bei den ungeheuren Steinmengen wäre ein Versetzen nach einem Steinversetzplan nicht durchführbar gewesen. Die Ecksteine bilden lediglich einen Rahmen für das

frei zu vermauernde Füllmauerwerk. Die Ausführung der Vermauerung wurde nach einer Steinzeichnung von einem 10 m hohen Stück Pfeilerschaft durchgeführt. Nach Ausschneiden der am ersten Probemauerwerk für ungeeignet befundenen Steine wurde die zweite Probemauer in der Hauptsache aus Trachytandesit und Phonolith hergestellt. Es mußte dabei darauf geachtet werden, daß die verschiedenfarbigen Steine richtig gemischt wurden.

Die dunkelfarbigem Phonolithen sind in Abb. 12 deutlich zu erkennen. Die Sockelsteine mußten besonders kräftig — sie sind 72 cm hoch — ausgeführt werden. Da die Sockelsteine und Eisbrecher stark der Verwitterung ausgesetzt sind, hatte man davon abgesehen, diese in dem weichen Trachyt auszuführen. Es wurde hierfür Phonolith, Kalkstein und Granit verwendet. Letzterer wurde aus dem Fichtelgebirge bezogen. Die gelbbis hellgrauen Gra-

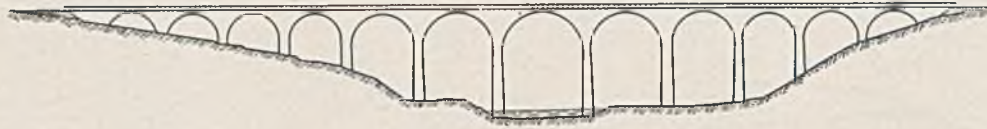


Abb. 4.



Abb. 5.

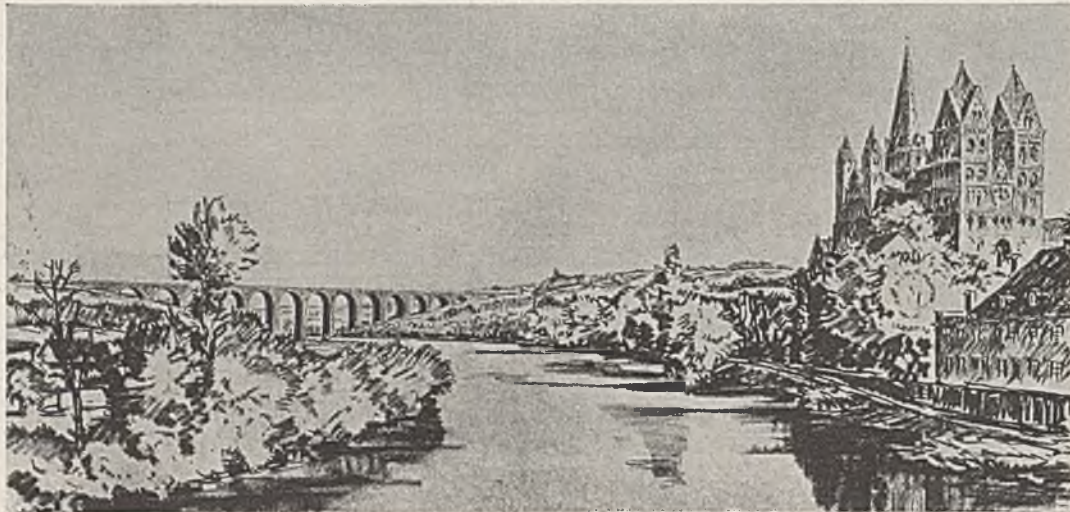


Abb. 6.



Abb. 7.

nite stimmten in der Farbe sehr gut mit den übrigen Steinen überein.

Für das Bauwerk wurden etwa 21 500 m³ Natursteine innerhalb eines Zeitraums von zwei Jahren benötigt. Von diesen Steinen entfallen etwa 12 100 m³ auf die Gewölbe, die voll in Naturstein ausgeführt wurden. Obgleich fast sämtliche Trachytbrücke (sechs Brücke) des Westerwaldes an der Lieferung beteiligt waren, konnten diese verhältnismäßig kleineren Werke die großen Steinmengen in



Abb. 8.

der kurzen Baufrist nicht anfertigen. Man sah sich daher genötigt, die nicht sichtbaren Bogensteine (rd. 6800 m³) an die sehr leistungsfähige Basaltlava-industrie der Eifel in Auftrag zu geben. Zur weiteren Entlastung der Brücke des Westerwaldes wurden dann noch im Laufe der Ausführung etwa 1700 m³ Bogensichtsteine in hell- bis gelbgrauem Granit aus dem Fichtelgebirge in Auftrag gegeben. In dem gleichen Granit wie die Sockelsteine wurden die der Ver-

Zusammenstellung 1.

| Gegenstand | Trachyt Phonolith m ³ | Granit m ³ | Kalkstein m ³ | Basaltlava m ³ | Gesamt-mengen m ³ |
|-----------------------|-------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|------------------------------|---------------------------------|
| 1. Pfeiler und Flügel | 7 300 | 675 | 200 | | 8 175 |
| 2. Gewölbe . . . | 3 650 | 1680 | | 6760 | 12 090 |
| 3. Wasserspeler . . | | 35 | | | 1 125 |
| Konsolen . . . | | 370 | | | |
| Abdeckplatten . . | | 490 | | | |
| Postamente . . | | 70 | | | |
| Mittelstreifen . . | | 160 | | | |
| zusammen | 10 950 | 3480 | 200 | 6760 | 21 390 |

witterung besonders stark ausgesetzten Wasserspeler, Konsolen und Gesimsabdeckplatten hergestellt. Aus der Zusammenstellung 1 sind die für die verschiedenen Bauteile verwendeten Steinarten und Mengen zu ersehen.

Um für die Festigkeitsuntersuchungen Anhaltspunkte über das Zusammenwirken der verschiedenartigen Steinsorten im Mauerwerkskörper zu haben, wurden die Mauerwerksfestigkeiten an der Versuchsanstalt für Holz, Steine und Eisen der Technischen Hochschule Karlsruhe untersucht. Die in die Untersuchung einbezogenen Steine waren Basaltlava (1254), Schalstein (1255), Kalkstein (1256), Trachyt Selters (1257), Trachyt Weidenhahn (1258) und Phonolith (1259). Den Untersuchungen der Mauerwerkskörper ging die Feststellung der Baustoffeigenschaften der einzelnen Steine voraus. Die hier durchgeführten Versuche sind aus der Zusammenstellung 2 zu ersehen.

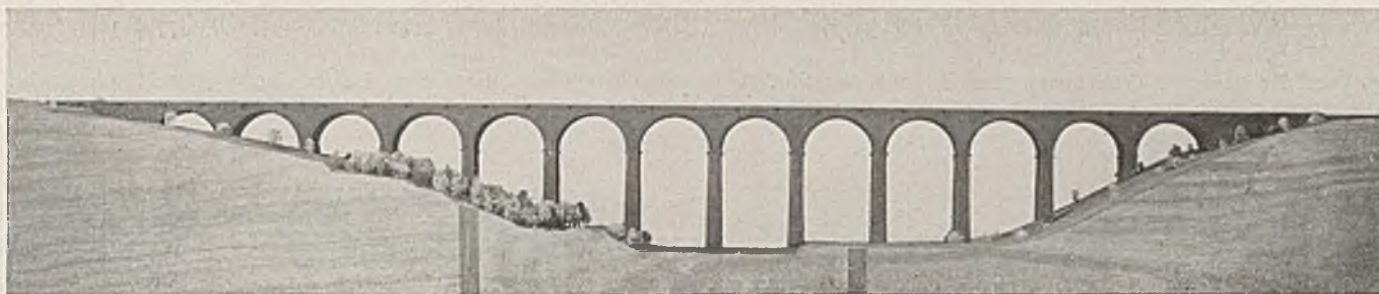


Abb. 9.

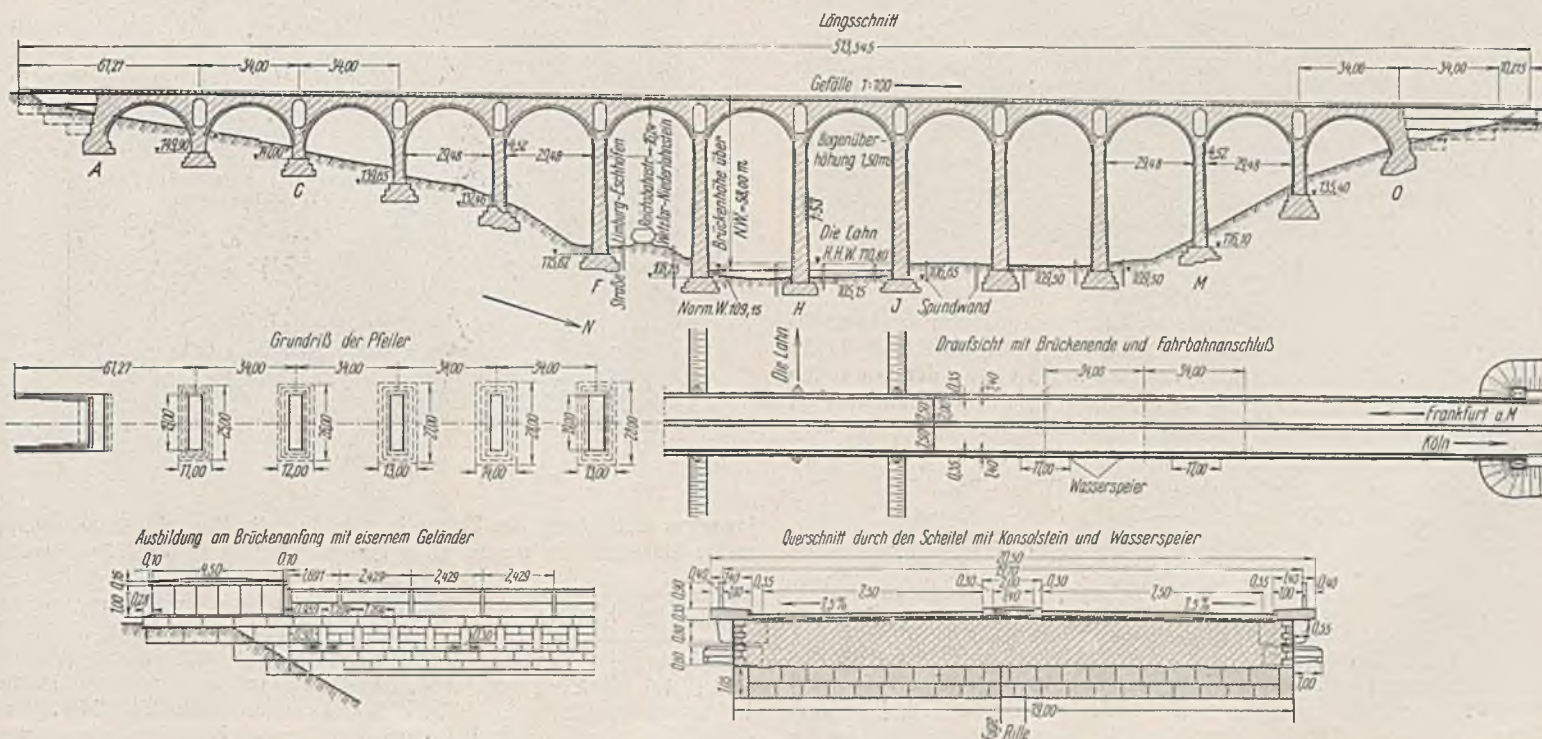


Abb. 10.

Zusammenstellung 2. Festigkeitsuntersuchungen der Mauerwerkskörper.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 7 | 8 | 9 | 10 | | 11 | |
|------------------------------------|---|----------------------------------|---------------------|---|----------------------------------|---|--|--|--|--------|---|----------------|
| | | | | Würfeldruckfestigkeit in kg/cm ² | | | | | Mörtelfestigkeit in kg/cm ² nach 21 Tagen | | E-Modul bei $\sigma = 40 \text{ kg/cm}^2$ | |
| Nr. des Gesteins oder der Mischung | Gesteinsart und Herkunft | Raumgewicht in g/cm ³ | Wasseraufnahme in % | vor dem Gefrieren Streuung in % | nach dem Gefrieren Streuung in % | Festigkeitsänderung durch Gefrierversuch in % | Mauerwerksfestigkeit in kg/cm ² und Streuung in % | Mauerwerksfestigkeit in % der Gesteinsfestigkeit | Würfel | Platte | 1 Belastung | 13 Belastungen |
| 1254 | Basaltlava (Eifel) | 2,29 | — | 1060 +10% —10% | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 1255 | Schalstein (Aumenau) | 2,77 | 1,92 | 1040 +14% —8% | 960 +9% —9% | —8 | 134 +13% —13% | 12,9 | 173 | — | 32 000 | 27 000 |
| 1256 | Kalkstein (Diez, Dehrn) | 2,69 | 0,30 | 1800 +9% —17% | 1850 +15% —22% | +3 | 162 +5% —7% | 9 | 411 | — | 292 000 | 309 000 |
| 1257 | Trachyt (Selters) | 2,44 | 2,98 | 1460 +24% —9% | 1560 +10% —10% | +7 | 145 +8% —8% | 9,9 | 432 | — | 148 000 | 147 000 |
| 1258 | Trachyt (Weidenhahn) | 2,44 | 4,42 | 830 +5% —5% | 830 +5% —2% | 0 | 200 +6% —8% | 24 | 408 | 1085 | 92 000 | 90 000 |
| 1259 | Phonolith (Wirges, Westerwald) | 2,54 | 1,19 | 2190 +5% —8% | 2190 +7% —8% | —1 | 256 +9% —7% | 11,7 | 410 | 750 | 218 000 | 209 000 |
| I | 1255/56/57 je 1/3 | — | — | (1430) ¹⁾ | — | — | 177 +7% —11% | 12,4 | 414 | 780 | 87 000 | 90 000 |
| II | 1257/58/59 je 1/3 | — | — | (1490) ¹⁾ | — | — | 227 +6% —3% | 15,2 | 463 | 920 | 114 000 | 111 000 |
| III | 1256/58/59 je 1/3 | — | — | (1610) ¹⁾ | — | — | 151 +16% —19% | 9,4 | 423 | 790 | 115 000 | 115 000 |
| IV | 1256/57/59 je 1/3 | — | — | (1820) ¹⁾ | — | — | 201 +6% —4% | 11,1 | 425 | 862 | 212 000 | 190 000 |
| III' | 1256/58/59 je 1/3 | — | — | (1610) ¹⁾ | — | — | 240 +4% —3% | 14,9 | 492 | 1100 | 171 000 | 155 000 |
| II' | 1257/58/59 je 1/3 | — | — | (1490) ¹⁾ | — | — | 235 +5% —6% | 15,8 | 500 | 1100 | 147 000 | 141 000 |
| V | 1254/57/58 $\frac{54}{2} + \frac{57}{4} + \frac{58}{4}$ | — | — | (1100) ¹⁾ | — | — | 310 ²⁾ | 28 | 455 | 1140 | 257 000 | 254 000 |
| VI | 1254/58/59 $\frac{54}{2} + \frac{58}{4} + \frac{59}{4}$ | — | — | (1280) ¹⁾ | — | — | 306 ²⁾ | 24 | 477 | 1150 | 244 000 | 231 000 |

¹⁾ Die hier genannte Gesteinsfestigkeit ist aus den Festigkeitswerten der verwendeten Gesteine anteilmäßig als Mittel errechnet und in Klammern gesetzt, da sie nur einen errechneten Wert darstellt. — ²⁾ Von den sechs Prismen Nr. V und VI gingen fünf bei der Höchstlast der Maschine von 500 t nicht zu Bruch.



Abb. 11.

Die Mauerwerksfestigkeit wurde an Mauerwerksprismen aus hammerrechtem Schichtenmauerwerk von 40 x 40 cm Grundfläche und 80 cm Höhe ermittelt. Es entsprach diese Vermauerungsart etwa der des ersten Probemauerwerks. Die Form und Vermauerungsart der Prüfkörper ist aus Abb. 13 zu ersehen. Die einzelnen Mauerwerkskörper sind nach folgenden Mischungsverhältnissen zusammengestellt:

- Mischung I Schalsteine — Trachyt (W) — Phonolith
- „ II Trachyt (S) — Trachyt (W) — Phonolith
- „ III Kalkstein — Trachyt (W) — Phonolith
- „ IV Kalkstein — Trachyt (S) — Phonolith
- „ V Trachyt (S) — Trachyt (W) — Basaltlava
- „ VI Trachyt (W) — Phonolith — Basaltlava.

Von jeder Mischung wurden drei Mauerwerkskörper hergestellt. Bei den Mischungen I bis IV wurde jede Gesteinsart zu gleichen Teilen, bei V und VI Basaltlava hälftig und die übrigen Gesteine mit je einem Viertel verwendet. Die Mischung V und VI kam hinzu, als die Basalt-

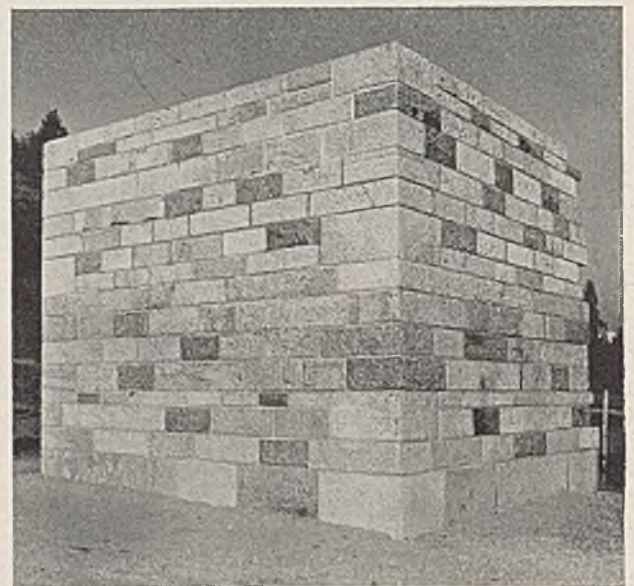


Abb. 12.

lava zur Entlastung der Trachytbrüche für die Bogenhintermauerungssteine hinzugezogen wurde. Die Vermauerung dieser Prüfkörper wurde nach Art des zweiten Probemauerwerks (unregelmäßiges Schichtenmauerwerk) mit besser bearbeiteten Steinen durchgeführt (Abb. 14). Die Mörtelfestigkeiten wurden an Würfeln 7 x 7 x 7 cm und teilweise auch an Platten 14 x 14 x 2,5 cm ermittelt. Der Mörtelsand hatte nebenstehende Kornzusammensetzung.

| Korngröße | Anteil |
|------------|--------|
| 0 bis 0,24 | 4 % |
| 0,24 . 1,0 | 35 % |
| 1 . 3 | 16 % |
| 3 . 7 | 45 % |



Abb. 13.

Da die Mörtelfestigkeit an Würfeln, die Mauerwerkfestigkeit aber an Prismen mit einem Verhältnis Seite zu Höhe 1 : 2 geprüft wurde, war es erforderlich, durch eine Prüfung der Mörtelfestigkeit an Prismen mit dem gleichen Seiten- und Höhenverhältnis den Zusammenhang zwischen Prismen- und Würfelfestigkeit zu erhalten. Es ergab sich dabei, daß man mit den Prismen nur 81% der Würfelfestigkeit erreichte.

Aus den Bruchbildern der Mauerwerkskörper (Abb. 15 u. 16) ist zu ersehen, daß die Bruchrisse bei Verwendung eines guten Mörtels zu gleichen Teilen durch die Steine und Fugen gehen. Die Fugen sind danach nicht die schwachen Stellen des Mauerwerkskörpers, sondern es ist vielmehr so, daß Stein und Mörtel als eine Einheit wirksam sind.

Zur Ermittlung des *E*-Moduls wurden an zwei gegenüberliegenden Seiten der Mauerwerkskörper Bolzen in die oberen und unteren Lagerfugen einzementiert. Zwischen den Bolzen wurde die Meßuhr eingebaut. Die Belastung wurde in Stufen von je 10 kg/cm² bis zu 40 kg/cm² gesteigert, wobei nach jeder Belastung zunächst wieder entlastet wurde. Nach der Steigerung auf 40 kg/cm² wurde zwölfmal von 0 bis 40 kg/cm² belastet.

Auf Grund der vorstehenden Untersuchung wurden für die verschiedenen Steinmischungsverhältnisse und Vermauerungsarten unter Zugrundelegung einer vier- bis fünffachen Sicherheit die in der Zusammenstellung 3 aufgeführten Druckspannungen als zulässig erachtet.

Einzelheiten über die Ausbildung der Gewölbebogen und der Festigkeitsberechnung.

Nach der festgelegten Bogenform von 1,50 m Überhöhung wurden Bogenabmessungen von 1,05 m im Scheitel und 1,40 m im Kämpfer errechnet. Für die statische Untersuchung lag ein Bogen zugrunde, der unter einem Neigungswinkel von etwa 21° gegen die Waagerechte ansetzt. Dieser Ansatzpunkt liegt 5,50 m über dem Bogenmittelpunkt (Abb. 17). Während man bei der reinen Halbkreisform mit mehreren Sparbogenöffnungen über dem Gewölbe die günstigste Stützlinie erzielt hätte, erwies sich bei dieser überhöhten Bogenform ein massiver Überbau als zweckmäßiger. Bei diesen Bogenauflasten weicht die Stützlinie von der Bogenachse kaum ab.

Die Stützlinie aus ständiger Last wurde nach dem graphischen Verfahren ermittelt. Die Untersuchung der Bogenreihe wurde nach der Elastizitätstheorie für fünf Bogen auf gleich hohen



Abb. 15.

Stützen durchgeführt. Die Ermittlung der Einflußlinie erstreckt sich über drei Felder. Die Kontinuität der Bogen wird hierdurch genügend genau erfaßt. In den Untersuchungen ist die Hintermauerung als mittragende Masse nicht berücksichtigt. Auf Grund der durchgeführten Versuche (Versuchskörper V und VI) wären Druckspannungen von 60 und 70 kg/cm² zulässig. Mit Rücksicht auf die erlaubten Zugspannungen konnten die Druckspannungen nur bis zu 36,5 kg/cm² ausgenutzt werden.



Abb. 14.

Zusammenstellung 3. Zulässige Druckspannung bei vier- bis fünffacher Sicherheit im Mauerwerksprisma.

| Mauerwerksarten | Druckfestigkeit des Mauerwerkskörpers in kg/cm ² | Zulässige Druckspannung bei vier- bis fünffacher Sicherheit kg/cm ² |
|-----------------|--|---|
| 1254 | — | — |
| 1255 | 134 | 30 |
| 1256 | 162 | 35 |
| 1257 | 145 | 30 |
| 1258 | 200 | 45 |
| 1259 | 256 | 50 |
| I | 177 | 35 |
| II | 227 | 50 |
| III | 151 | 30 |
| IV | 201 | 45 |
| III' | 240 | 50 |
| II' | 235 | 50 |
| V | 310 | 70 |
| VI | 306 | 60 |

Entsprechend der ermittelten *E*-Werte an den Versuchskörpern wurde die Berechnung mit einem Elastizitätsmodul von 240 000 kg/cm² für die Bogen und 176 000 kg/cm² für die Pfeilerschäfte durchgeführt. Die Spannungsergebnisse der Bogenuntersuchungen sind in Zusammenstellung 4 angegeben.

Der um 1,50 m überhöhte Kreisbogen erhielt die Form einer Ellipse. Für die Anfertigung der Steinschablonen der Bogensteine und der Lehrgerüstbinder wurde in möglichster Anpassung an die Ellipsenform der Bogen in fünf Kreisabschnitten mit

fünf verschiedenen Bogenmittelpunkten aufgetragen. -- An den Tangierungspunkten von Bogen und Pfeiler sind auf die 19 m tiefen Pfeiler 13 Stück Konsolsteine zur Abstützung der Lehrgerüste vorgesehen (Abb. 17).

Es war ursprünglich beabsichtigt, diese Konstruktionsteile in Naturstein auszuführen. Da jedoch ein solcher Stein bis zu 68 t belastet wird, erwies sich der Naturstein als ungeeignet. Es wurden daher durchgehende Breitflanschträger IP 40 eingebaut und mit Beton ummantelt. Der Beton erhält einen Vorsatz, so daß er in der Farbe mit dem Naturstein gut übereinstimmt. Der Achsabstand der Konsolen beträgt 1,40 m.

In der Mitte der inneren Bogenleibung ist eine rillenartige Vertiefung von 5 × 80 cm als Ausgleich bei ungleichem Setzen der zweimal verwendeten Gerüste zur Vermeidung eines ungewollten Absatzes vorgesehen.

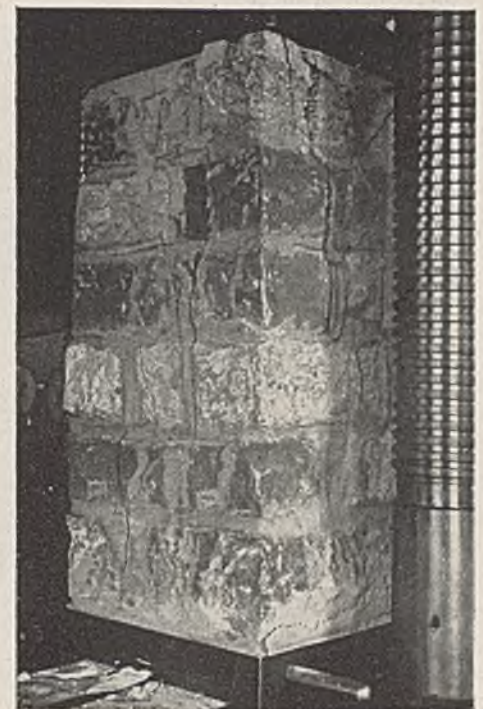


Abb. 16.

Zusammenstellung 4. Spannungen in den Gewölbbeugen. Gewölbedicke $d_k = 1,40$ m.

| | | Eigengewicht | Verkehr | | Temperatur | | Grenzwerte | |
|----------|------------|--------------------|--------------------|--------|--------------------|--------|--------------------|---------|
| | | kg/cm ² | kg/cm ² | | kg/cm ² | | kg/cm ² | |
| Scheitel | σ_o | + 10,77 | + 8,88 | - 2,56 | + 3,36 | - 3,36 | + 33,01 | + 4,85 |
| | σ_u | + 8,27 | - 8,29 | + 2,91 | - 3,78 | + 3,78 | - 3,80 | + 14,96 |
| Kämpfer | σ_o | + 26,05 | - 5,96 | + 4,99 | - 5,45 | + 5,45 | + 14,64 | + 36,49 |
| | σ_u | + 9,36 | + 6,65 | - 4,21 | + 5,34 | - 5,34 | + 21,35 | - 0,19 |
| Fuge II | σ_o | + 3,48 | - 4,70 | + 2,54 | - 2,48 | + 2,48 | - 3,70 | + 8,50 |
| | σ_u | + 22,03 | + 5,42 | - 2,11 | + 2,28 | - 2,28 | + 29,73 | + 17,64 |

Ausbildung des Brückenquerschnitts und der Gesimse.

Bei der festgesetzten Tiefe der Pfeiler von 19 m und wegen des nachträglich von 1 m auf 2 m verbreiterten Mittelstreifens mußte die Gesimsabdeckplatte 0,75 m über die Mauerflucht vorkragen, um den notwendigen Raum für die Fahrbahn zu gewinnen. Mit Rücksicht auf die Sicherheit des Verkehrs erwies sich der ursprünglich vorgesehene Mittelstreifen von 1 m als zu schmal. Der Mittelstreifen von 2 m wird in den anschließenden Kurven vor und hinter der Brücke in die normale Breite von 5 m übergeleitet (Abb. 3). Die Aufteilung des Brückenquerschnitts ist aus Abb. 17 zu ersehen.

Die vorkragende Gesimsplatte wurde auf Konsolsteine in Abständen von 1,20 m abgestützt. Die Gesimsplatte erhielt solche Abmessungen, daß sie mit dem Schrammbord eine durchgehende Platte bildet. Eine Abdeckplatte hat eine Grundfläche von 1,40 x 1,20 m und ist im Mittel 0,35 m dick. Bei dieser Querschnittausbildung mußten die Kabel im Mittelstreifen untergebracht werden.

Die gewählten Gesimsabmessungen wurden an einem Probemauerwerk überprüft. Das Probemauerwerk wurde in ungefährer Höhe der Brückenfahrbahn an dem seitlichen Talhang aufgestellt, so daß es von der Talsohle gut eingesehen werden konnte. Das fertige Probemauerstück mit Wasserspieln und der Geländerausbildung ist aus Abb. 18 zu ersehen.

Gründung.

Zur Ermittlung der Untergrundverhältnisse wurden zu beiden Seiten der zwölf Pfeiler und der beiden Widerlager insgesamt 32 Bohrungen niedergebracht. Es wurden Kernbohrungen bis zu 20 m Tiefe durchgeführt. Der tragfähige Untergrund wird in der Hauptsache von steil einfallenden, parallel zum Lahntal streichenden oberdevonischen Schiefen gebildet. Der Schiefer ist sehr dünnblättrig und nur in geschlossenen Bänken fest. An dem steilen Nordhang ist der tragfähige Untergrund stärker mit Gehängeschutt und Löß überdeckt. Im Flußbett wurde Schalstein angebohrt, der sonst nirgends im Bereich der Brücke auftritt. Auf Grund der Bodenuntersuchungen, wonach bereits 3 m unter der Flußsohle geschlossener Fels angetroffen wurde, konnte die Gründung des Flußpfeilers *H* mit einer einfachen Spundwandumschließung von etwa 11,5 m langen Bohlen durchgeführt werden. Mit der Gründung der Uferpfeiler *G* und *J* wurde erst begonnen, nachdem die Spundbohlen für Pfeiler *H* gezogen waren, da

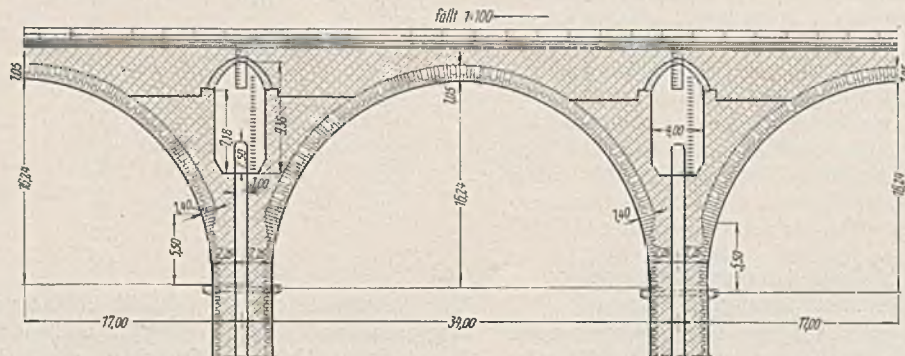


Abb. 17.

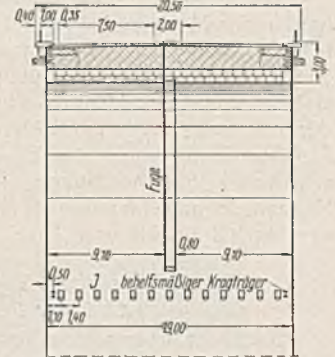
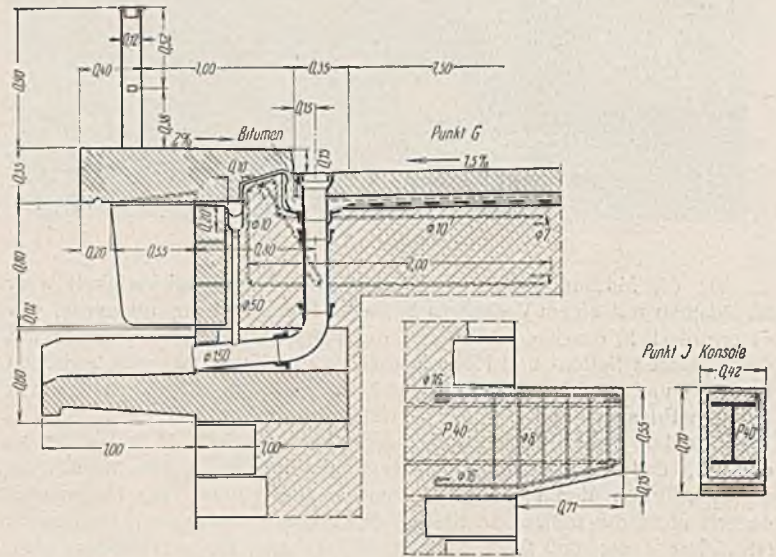


Abb. 18.

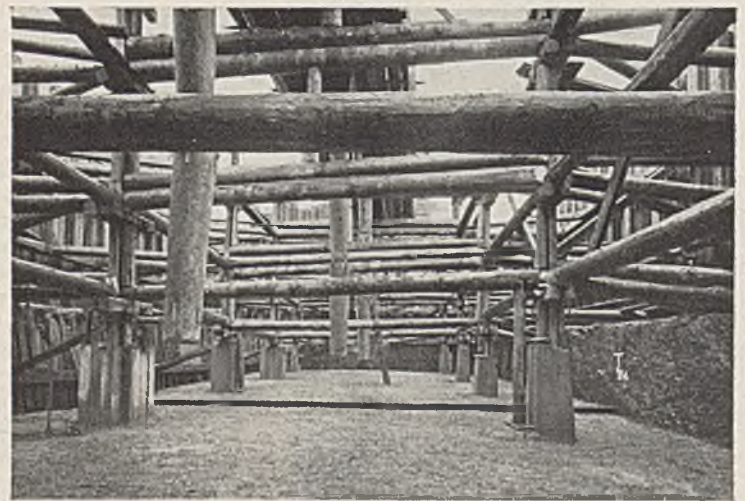


Abb. 19.

INHALT: Der Bau des Staubeckens Stauwerder bei Gießwitz. — Die Lahntalbrücke bei Limburg im Zuge der Reichsautobahn Frankfurt (M.) — Limburg — Köln.

Verantwortlich für den Inhalt: A. Laskus, Geh. Regierungsrat, Berlin - Friedensau.
Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin.
Druck der Buchdruckerei Gebrüder Ernst, Berlin.

sonst die Schifffahrtöffnung zu sehr eingengt worden wäre.

Gleichzeitig mit dem Pfeiler *H* wurde der Landpfeiler *L* in Angriff genommen (Abb. 10). Die Gründung geschieht nach den gleichen Gesichtspunkten wie beim Pfeiler *H*. Der feste Tonschiefer wurde wie bei allen Talpfeilern in einer Tiefe von etwa 7,50 m unter der Talsohle vorgefunden. Die Baugrube wurde auf die ganze Länge voll ausgeschachtet. Die Abspießung der fertig ausgeschachteten Baugrube des Pfeilers *K* mit der eingebrachten Betonausgleichssohle zeigt Abb. 19. (Fortsetzung folgt.)