

# DIE BAUTECHNIK

5. Jahrgang

BERLIN, 1. Januar 1927

Heft 1

Alle Rechte vorbehalten.

## Der Brückenbau und der Ingenieurhochbau im Jahre 1926.

Von Dr.-Ing. chr. Dr. techn. h. c. Schaper.

Die Belange des Brücken- und Ingenieurhochbaues konnten im vergangenen Jahre ebenso wie im Jahre 1925<sup>1)</sup> kräftig gefördert werden. Bedeutende Bauwerke für neue Anlagen wurden vollendet. Zu schwache

Brücken wurden durch neue ersetzt oder verstärkt. An die Stelle abgängiger Ingenieurhochbauten traten neue. Dabei wurde die Ingenieurbaukunst oft vor sehr schwierige Aufgaben für die Auswechslung der alten Überbauten gegenüber die neuen gestellt, weil der Eisenbahnbetrieb nicht unterbrochen werden durfte. Neue Maßnahmen zur Besserung des Unter-

haltungszustandes der Brücken und Ingenieurhochbauten wurden getroffen. Weitere Vorschriften für die Unterhaltung und Ausbildung dieser Bauwerke wurden herausgegeben. Die Versuche zur Klärung noch offener Fragen im Brückenbau wurden weitergeführt. Die Bestrebungen, den Baustoff für die eisernen Brücken und Ingenieurhochbauten weiter zu verbessern und zugleich damit die Wirtschaftlichkeit zu heben, hatten Erfolg.

Von Bauwerken, die für neue Anlagen im vergangenen Jahre vollendet wurden, seien genannt:

<sup>1)</sup> Vergl. „Die Bautechnik“ 1926, Heft 2.

<sup>2)</sup> Ebenda 1925, Heft 26.

1. Die zweigeschossige Eisenbahn- und Straßendrehbrücke über den Pregel in Königsberg i. Pr.<sup>2)</sup> mit anschließenden festen Brücken (Abb. 1).



Abb. 1. Drehbrücke über den Pregel in Königsberg i. Pr.

Die Stützweite jedes der beiden Arme der Drehbrücke mißt 28,70 m. Die Vorrichtungen zum Anheben und Drehen der Brücke sind neuartig. Die Schienen zwischen den festen Brücken und der Drehbrücke werden durch besondere Anordnungen im geschlossenen Zustande der Brücke so miteinander verbunden, daß sie bei allen Wärmegraden ohne jede Lücke, aber auch ohne jede

Zwängung eng aneinander stoßen, wodurch das stofffreie Befahren der

Übergangstellen gewährleistet ist.

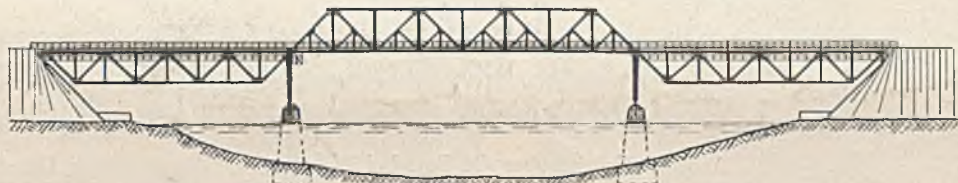


Abb. 2. Brücke über die Westoder bei Stettin.

2. Die zweigleisigen Eisenbahnbrücken über die West- u. Ostoder bei Stettin<sup>3)</sup> im Zuge der Güterumgehungsbahn (Abb. 2, 3 u. 4).

Bei beiden Brücken sind die Überbauten einfache Balkenträger mit parallel verlaufenden Unter- und Obergurten und abgeschragten Enden; bei der Brücke über die Westoder liegen die seitlichen Überbauten unter der



Abb. 3. Brücke über die Ostoder bei Stettin.

<sup>3)</sup> Über diesen Bau wird demnächst in der „Bautechnik“ ausführlich berichtet werden.

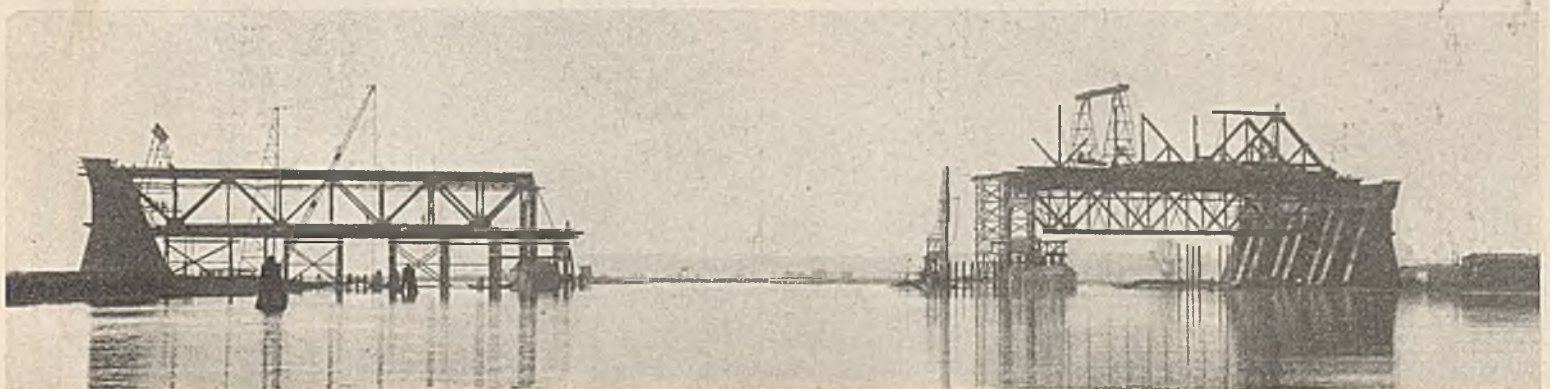


Abb. 4. Brücke über die Westoder bei Stettin im Bau.

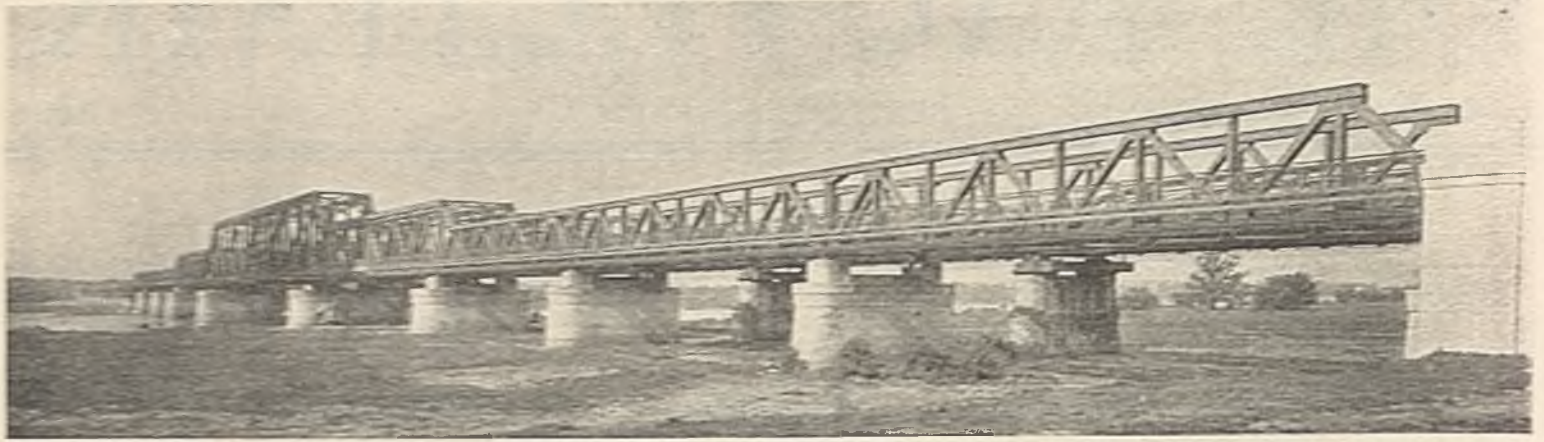


Abb. 5. Brücke über die Elbe bei Hämerten.

Fahrbahn, während der mittlere Überbau über der Fahrbahn angeordnet ist; bei der Brücke über die Ostoder liegen die Hauptträger aller drei Überbauten über der Fahrbahn. Die Lager der über den Mittelstützen zusammenstößenden Hauptträger der Überbauten der Ostoderbrücke sind als sogenannte gemeinsame Lager angeordnet. Die Lager der Hauptträger des mittleren Überbaues der Westoderbrücke liegen außen neben den Lagern der seitlichen Überbauten. Die Mittelstützen der Brücke über die Westoder sind eiserne Portale, die der Brücke über die Ostoder steinerne Pfeiler. Die Stützweiten der Überbauten der Brücke über die Westoder betragen 60 m, 120 m und 60 m, die der Überbauten über die Ostoder 62,5 m, 100 m und 62,5 m. Der Baustoff der Überbauten beider Brücken ist St 48. Die Mittelstützen beider Brücken sind mit Druckluft gegründet. Die Widerlager sind auf Pfählen gegründet und in aufgelöster Eisenbetondeckung durchgebildet. Die Überbauten der Brücke über die Ostoder wurden auf festen Gerüsten an Ort und Stelle zusammengebaut. Ebenso wurden die seitlichen Überbauten der Brücke über die Westoder aufgestellt. Der große Mittelüberbau wurde auf dem westlichen Seitenüberbau zusammengebaut (Abb. 4). Er wird in nächster Zeit an seine endgültige Stelle verschoben werden. Dabei wird das wasserseitige Ende von einem schwimmenden Gerüst und das landseitige Ende von zwei Verschubwagen getragen werden.

3. Die Brückenhallen in Frankfurt a. d. O.<sup>4)</sup>

Unter den zahlreichen Brücken, die an die Stelle zu schwacher Barwerke getreten sind, ragen durch ihre Abmessungen, ihre eigenartige Formgebung oder durch die Schwübigkeit ihres Einbaues folgende besonders hervor:

<sup>4)</sup> Vergl. „Die Bautechnik“ 1925, Heft 46.

1. Die zweigleisige Eisenbahnbrücke über die Elbe bei Hämerten<sup>5)</sup> (Abb. 5).

Die neue Brücke mußte neben der alten errichtet werden, weil der sehr starke Eisenbahnverkehr durch den Umbau nicht im mindesten gestört, behindert oder gefährdet werden durfte. Die neun westlichen Flutüberbauten (in der Abb. 5 ganz links), liegen unter der Fahrbahn, die anderen neun Überbauten über der Fahrbahn. Die Hauptträger der ersteren sind Parallelträger mit gemeinsamen Lagern über den Pfeilern, die Hauptträger der letzteren sind zu einem abgestuft durchlaufenden und symmetrischen Parallelträger mit Gelenken zusammengefaßt. Die Stützweite des großen Stromüberbaues mißt 106 m. Er mußte im freien Vorbau zusammengebaut werden. Das Brückenbild ist in sich geschlossen, schlicht und einfach und paßt sich der flachen Elbeniederung sehr gut an. Der Baustoff ist St 48.

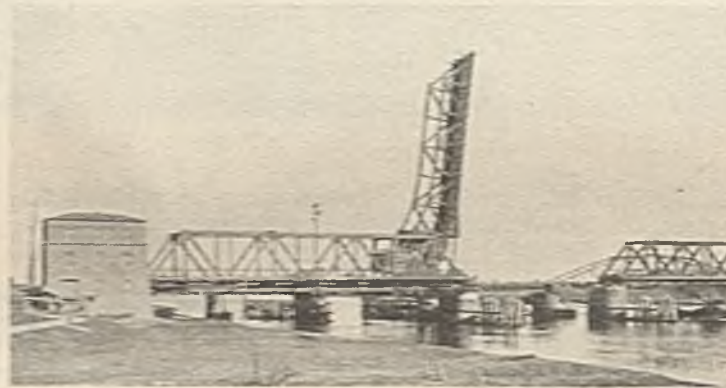


Abb. 6. Brücke über die Ems bei Weener.

2. Die eingleisige Eisenbahnbrücke über die Ems bei Weener<sup>6)</sup> (Abb. 6).

Die Brücke ist deshalb besonders bemerkenswert, weil sie neben sechs festen Überbauten von 50,64 m Stützweite eine Klappbrücke von 29,10 m Stützweite aufweist. Die letztere besitzt neuartige Bewegungsrichtungen und ausgezeichnet wirkende Anordnungen zum stoßfreien Befahren der Schienen an den Übergangsstellen von der beweglichen Brücke zu den festen Überbauten.

3. Die zweigleisige Eisenbahnbrücke über den Lech bei Hochzoll<sup>7)</sup> (Abb. 7 u. 8).

Die Stützweite des Überbaues mißt 91 m. Die Hauptträger sind Zweigelenbogen mit Zagband; an den Enden sind die Bogen abgeschragt.

<sup>5)</sup> Vergl. „Die Bautechnik“ 1925, Heft 15 u. 16, 1926, Heft 3, 4 u. 8.  
<sup>6)</sup> Vergl. „Zentralblatt der Bauverwaltung“ 1926, Nr. 47. „Die Bautechnik“ 1925, Heft 23 u. 24.  
<sup>7)</sup> Vergl. „Die Bautechnik“ 1926, Heft 20 u. 22.

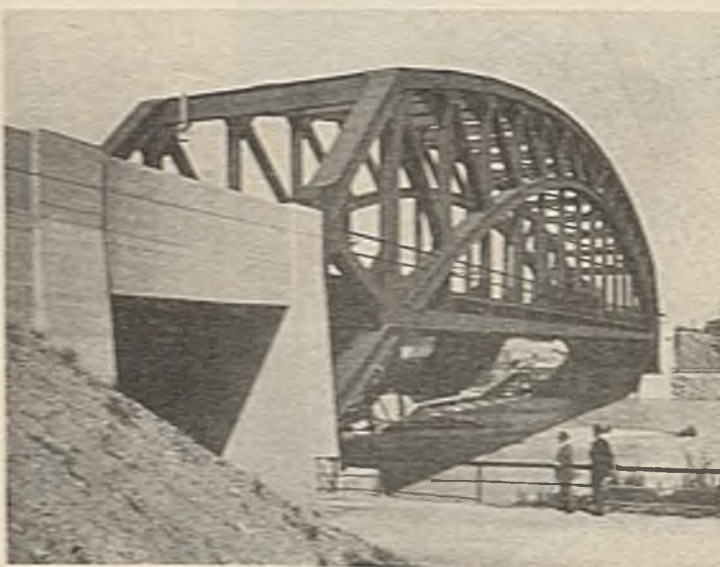


Abb. 7. Brücke über den Lech bei Hochzoll. Seitenansicht.

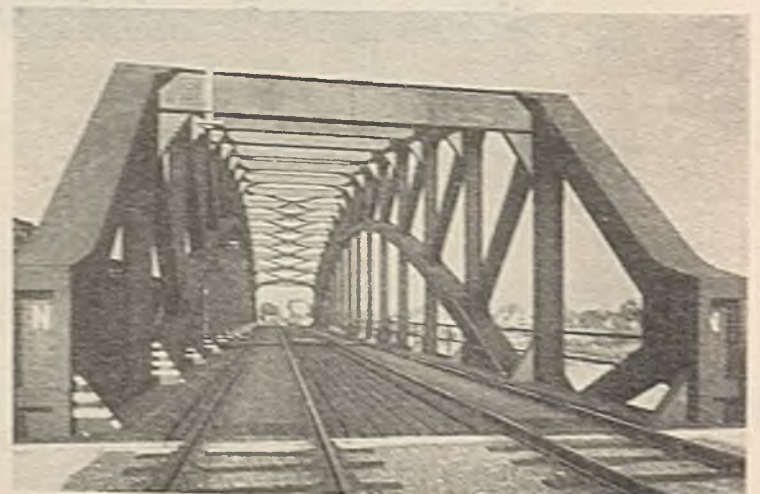


Abb. 8. Brücke über den Lech bei Hochzoll. Innenansicht.

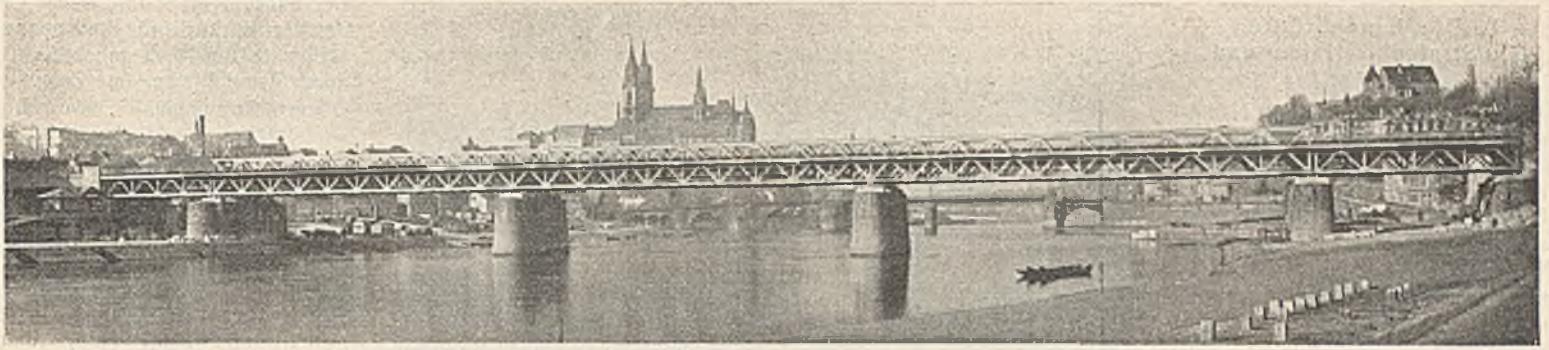


Abb. 9. Brücke über die Elbe bei Meißen.

um ohne Härte zu den anschließenden kleinen Überbauten und Dämmen überzuleiten.

Die beiden Abbildungen lassen die ausgezeichnete Wirkung der Bogenträger und den sehr ruhigen, klaren Eindruck der Innenansicht des Überbaues erkennen. Baustoff: St 48.

4. Die zweigleisige Eisenbahnbrücke über die Elbe bei Meißen<sup>8)</sup> (Abb. 9).

Die neuen eingleisigen Überbauten sind auf den alten Pfeilern gelagert; sie wurden unter Benutzung der alten, ebenfalls eingleisigen Überbauten als Montagegerüste und bei eingleisigem Eisenbahnbetriebe errichtet. Mit Rücksicht auf das Stadtbild von Meißen mit seiner hochragenden Albrechtsburg wurden für die Überbauten schlichte, einfache Formen gewählt. Die Hauptträger der Überbauten über den drei Strom-

vier Gleisen vertrag nur für kurze Zeit die Einschränkung auf einen zweigleisigen Betrieb. Die neuen Überbauten wurden nacheinander auf der einen Seite neben dem alten Überbau auf einem festen Gerüst zusammengebaut und mit Hilfe von großen Portalkranen gegen die beiden Überbauhälften, in die der alte Überbau zerlegt war, ausgewechselt. Aus der Abb. 11 ist zu erkennen, welche Schwierigkeiten der Einbau der neuen Überbauten bereitete. Baustoff: St 48.



Abb. 10. Brücke am Stern in Altona.



Abb. 11. Brücke am Stern in Altona im Bau.

öffnungen sind durchlaufende Parallelträger ohne Gelenke mit gekreuzten unter 45° geneigten Streben. Die kleinen seitlichen Überbauten zeigen Parallelträger mit einfachen, auch unter 45° geneigten Streben. Die Fahrbahn liegt in der Höhe der Obergurte der kleinen Überbauten und in der Höhe der Kreuzungspunkte der Streben der Stromüberbauten. Die Stützweite der letzteren beträgt 56,2 m. Baustoff: St 48.

5. Neue eingleisige Überbauten im Zuge des Gleises Halle—Cottbus der Elbebrücke bei Torgau.

Die neuen Überbauten wurden bei eingleisigem Betriebe auf dem Gleise Cottbus—Halle unter Benutzung der alten Überbauten als Montagegerüste zusammengebaut und auf den alten Pfeilern gelagert.

6. Die viergleisige Eisenbahnbrücke über die Straßenkreuzung am Stern in Altona<sup>9)</sup> (Abb. 10 u. 11).

Die neue Brücke besteht aus zwei zweigleisigen Überbauten mit vollwandigen, über drei Öffnungen durchlaufenden Hauptträgern, deren Stegblechhöhe 2,7 m beträgt. Sie sind an die Stelle eines zusammenhängenden, viergleisigen Überbaues getreten, deren Hauptträger teils vollwandig und teils fachwerkartig waren. Der Einbau der neuen Überbauten war außergewöhnlich schwierig. Der sehr starke Verkehr auf den



Abb. 12. Brücke über die Havel in Potsdam.

7. Havelbrücke bei Rathenow.<sup>10)</sup>

Die neue Brücke ist aus denselben Gründen wie die neue Elbebrücke bei Hämerten neben der alten errichtet worden. Sie zeigt der neuen Elbebrücke bei Hämerten verwandte Formen. Baustoff: St 48.

8. Zweigleisige Eisenbahnbrücke über die Havel bei Potsdam (Abb. 12).

Mit Rücksicht auf das schöne Stadtbild in Potsdam ist hier eine besonders schöne Trägerform gewählt worden. Die Stromöffnung wird von einem durch einen Vollwandträger versteiften Stabbogen überbrückt, dessen Stützweite 61 m beträgt. Die kleinen Seitenöffnungen werden von vollwandigen, 14,6 m weit gestützten Trägern überspannt. Die Überbauten sind eingleisig. Der Baustoff ist St 48. Der Umbau vollzog sich in der Weise, daß die alten eingleisigen Überbauten des einen Gleises seitlich verschoben und auf Hilfsunterstützungen gelagert wurden (Abb. 12), der Betrieb dieses Gleises dann über die verschobenen Überbauten geleitet wurde und nun die neuen Überbauten an der freigewordenen Stelle auf festen Gerüsten zusammengebaut wurden. Nach der Fertigstellung dieser Überbauten wurde der Betrieb des anderen Gleises auf sie gelegt. Die alten Überbauten dieses Gleises konnten dann abgebrochen und die neuen Überbauten an ihrer Stelle errichtet werden.

<sup>8)</sup> Vergl. Der „Bauingenieur“ 1925, S. 845 u. f.

<sup>9)</sup> Über die Brücke wird demnächst ein ausführlicher Bericht in der „Bautechnik“ erscheinen.

<sup>10)</sup> Vergl. „Die Bautechnik“ 1926, Heft 27 und 29.

### 9. Die Landebrücken in Stralsund-Hafen und Altefahr.<sup>11)</sup>

Die alten Brücken hatten Hauptträger, die unter der Fahrbahn lagen, dauernd in das Seewasser eintauchten und trotz sorgfältiger Unterhaltung immer mehr von Rost zerstört wurden. Bei den neuen Brücken sind die Hauptträger über der Fahrbahn angeordnet und somit dem Angriff des Seewassers entzogen. Die neuen Brücken sind mit zweckmäßigen, neuartigen Hubvorrichtungen ausgerüstet.



Abb. 13. Brücke über die Mosel bei Güls.

Der Baustoff ist St 48. Beim Umbau der Brücke wurde die Schienenoberkante um 1 m gehoben. Dadurch wurde eine im Zuge der Oderbrücke liegende zweiarmige Drehbrücke entbehrlich. Der neue große Überbau dieser Brücke ist an die Stelle der Drehbrücke und zweier 26 m weit gestützter fester Überbauten getreten. Die gewölbte Brücke über die Warthevorflut ist aus hartgebrannten, schön gefärbten Klinkern hergestellt und zeigt gute, ruhige Formen.

### 10. Die zweigleisige Eisenbahnbrücke über die Mosel bei Güls (Abb. 13).<sup>12)</sup>

Der Strom wird in drei Öffnungen von vollwandigen, 64 m weit gespannten Bogenträgern, die in der Mitte die Fahrbahn bis zur Geländeroberkante überragen, überbrückt. Der Baustoff ist St 48.

Die neuen zweigleisigen Überbauten wurden neben den alten auf festen Gerüsten zusammengebaut, vorübergehend für den Vorgang des Einschlebens mit Zugbändern ausgerüstet und mit Wasserdruckpressen auf Verschubwagen abgesetzt. In einer nächtlichen Betriebspause wurden die alten Hauptträger an den Lagern und die alten Fahrbahnenteile an den



Abb. 14. Brücke über die Oder bei Cüstrin.

Pfeilern und Widerlagern durchgebrannt, nachdem auch die alten Überbauten mit Wasserdruckpressen auf Verschubwagen gelagert und etwas angehoben waren. Dann wurden die alten Überbauten mit den Verschubwagen auf querliegenden Verschubbahnen ausgefahren und gleichzeitig die neuen Überbauten eingefahren. Schließlich wurden die neuen Überbauten durch Absenken der Druckwasserpressen auf die neuen Lager, die neben den alten eingebaut waren, abgesetzt.

### 11. Die zweigleisigen Eisenbahnbrücken bei Cüstrin über die Oder (Abb. 14), über die Warthe (Abb. 15) und über die Warthevorflut (Abb. 16).<sup>13)</sup>

Die eisernen Überbauten der beiden zuerst genannten Brücken sind eingleisig, ihre Hauptträger sind an den Enden abgeschrägte Halbparabelträger mit Strebenfachwerk und Unterteilung. Die großen Überbauten sind 80 m und die kleinen 53,40 m weit gestützt.

<sup>11)</sup> Vergl. „Der Bauingenieur“ 1926, Heft 43.

<sup>12)</sup> u. <sup>13)</sup> Über die Eisenbahnbrücke über die Mosel bei Güls und die Eisenbahnbrücken bei Cüstrin werden demnächst ausführliche Berichte in der „Bautechnik“ erscheinen.

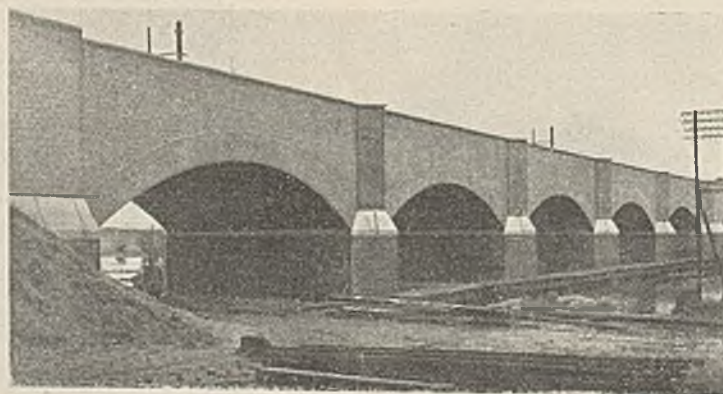


Abb. 16. Brücke über die Warthevorflut bei Cüstrin.

### 12. Die Hellerstraßenbrücke bei Breslau (Abb. 17).

Die Hauptträger des neuen Überbaues sind über die beiden Öffnungen durchlaufende Träger ohne Gelenke mit je 64 m Stützweite. Die Obergurte steigen in schön geschwungener Linie von den Brückenenden zur Brückenmitte an. Die Trägerhöhe beträgt an den Enden 6,4 m und über dem Mittelpfeiler 14,4 m. Mit Rücksicht auf die starke Rauchgasentwicklung der Lokomotiven unter der Brücke ist die Tafel der Fahrbahn und der Fußsteige in Eisenbeton hergestellt, und die Querträger und Fußsteigkonsole sind mit Beton ummantelt. Die Untergurte sind durch



Abb. 15. Brücke über die Warthe bei Cüstrin.

untergehangte Eisenbetonplatten dem Angriff der Rauchgase entzogen. Die Geländere sind mit Rücksicht auf die spätere Elektrisierung der unter der Brücke liegenden Gleise massiv ausgebildet.

Wo es wirtschaftlich vorteilhaft und technisch durchführbar war, wurden die zu schwachen Brücken durch Hinzufügen neuer Teile verstärkt. Zwei bemerkenswerte Ausführungen dieser Art sind die folgenden:

#### 1. Verstärkung des eisernen Eisenbahnviaduktes Mittweida—Markersbach (Abb. 18).

Die eisernen Pfeiler wurden durch Hinzufügen neuer wagerechter und senkrechter Glieder, die Überbauten durch Einbau je eines weiteren Hauptträgers außen neben den beiden alten verstärkt. Die neuen Hauptträger wurden durch zwei Eisenbahnkrane (Abb. 18) in Betriebspausen eingesetzt. Die alte Fahrbahn, die aus unmittelbar auf den Hauptträgern auf liegenden Belageisen bestand, war ebenfalls zu schwach. Die Belageisen wurden durch hölzerne Querschwellen ersetzt. Die 240 m lange Fahrbahn wurde an einem Sonntag in der sehr kurzen Zeit von 13 Stunden umgebaut.

2. Verstärkung der eingleisigen Überbauten im Gleis Reppen—Frankfurt a. d. O. der Oderbrücke bei Frankfurt a. d. O.<sup>14)</sup> (Abb. 19).

Gelingt es, die zu verstärkenden Überbauten vom Eigengewicht zu entlasten und die Verstärkungsteile in diesem Zustande aufzubringen, so nehmen die Verstärkungsteile an der Aufnahme des Eigengewichtes und der beweglichen Lasten teil. Im anderen Falle beteiligen sich die Verstärkungsteile nicht an der Aufnahme des Eigengewichtes. Es ist klar, daß im ersten Falle nicht unerheblich an Gewicht für die Verstärkungsteile gespart wird. Dies Verfahren ist also das wirtschaftlichere, wenn die Vorrichtungen zur Entlastung der Überbauten vom Eigengewicht keine großen Kosten erfordern. Im vorliegenden Falle gelang die Entlastung vom Eigengewicht ohne Aufwendung großer Mittel dadurch, daß einer der 53,4 m weit gestützten Überbauten der neuen Brücke über die Oder bei Cüstrin (Abb. 14) vor seinem endgültigen Einbau als Entlastungsträger für die Verstärkung jeder der elf 39,4 m weit gestützten Überbauten der Oderbrücke bei Frankfurt a. d. O. benutzt wurde (Abb. 19). Jeder der alten Überbauten wurde durch Schlaufen mit den Querträgern des jeweils über ihm liegenden Überbaues verbunden. Durch Anziehen der Schlaufen wurde das Eigengewicht des alten Überbaues auf den darüberliegenden Überbau übertragen, der dabei auf Rosten aus I-Trägern über den Endpfosten der alten Nachbarüberbauten gelagert war. Nach Vollendung der Verstärkung eines Überbaues wurde der Entlastungsüberbau auf dem Gleise mit Schubwagen über den Nachbarüberbau gefahren. Der Betrieb der zweigleisigen Strecke mußte während der Arbeiten eingleisig auf dem Gleise Frankfurt a. d. O.—Reppen geführt werden.

Zwei bedeutende Bauwerke, die an die Stelle von abgängigen getreten sind, sind die Hallen der Bahnhöfe Alexanderplatz (Abb. 20) und Schlesi-scher Bahnhof (Abb. 21) in Berlin. Das Eisenwerk der fachwerkartigen Binder und Pfetten beider Hallen war von den Lokomotivgasen derart angegriffen worden, daß bei starkem Sturm oder bei großer Schneebelastung ein Einsturz befürchtet werden mußte. Die neuen Binder beider Hallen sind vollwandig. Die neuen Oberlichter der Halle des Schlesi-schen Bahnhofes sind raupenförmig; sie sind aber nicht, wie es bei älteren Ausführungen in der Regel zu

finden ist, so angeordnet, daß sie unmittelbar zusammenstoßen, weil die Traufe zwischen zwei eng aneinanderliegenden Oberlichtern schwer zugänglich und schlecht zu unterhalten ist; zwischen je zwei Oberlichtern ist vielmehr ein breiter Streifen der Dachhaut durchgeführt. Die Halle des Bahnhofes Alexanderplatz hat ein im First liegendes und in der Längsachse verlaufendes dachförmiges Oberlicht und auf beiden

Seiten je ein sich der Dachfläche anschmiegendes und ganz durchlaufendes Oberlicht. Bei beiden Hallen ist für gute Rauchabführung gesorgt, bei der Halle des Bahnhofes Alexanderplatz noch besonders dadurch, daß über den an den Hallen wänden liegenden Gleisen in der Dachhaut Rauchschlitze angeordnet sind, die nach dem Innern der Halle zu durch hölzerne Schürzen abgeschlossen sind (Abb. 20 hinten).

Die beiden genannten Hallen und die Halle des Anhalter Bahnhofes in Berlin wurden mit großen fahrbaren, eisernen Gerüsten versehen, die es ermöglichen, jederzeit ohne Gefahr bei den Arbeiten und für den Eisenbahnbetrieb die Dächer nachsehen und unterhalten zu können.<sup>15)</sup>

Für Brücken und Ingenieurhochbauten wurden im ganzen 39 500 t Flußstahl St 37 und 41 400 t hochwertiger Baustahl St 48 eingebaut.

Die „Vorläufigen besonderen Bedingungen für die Lieferung von Farben für Eisenbauwerke“, die „Vorläufigen besonderen Bedingungen für die Entrostung und das Anstreichen von Eisenbauwerken“ und die „Vorläufigen Richtlinien für die Ausführung und Unterhaltung des Anstrichs von Eisenbauwerken“ wurden auf Grund der Erfahrungen der letzten Zeit neu bearbeitet und in den „Vorschriften für die Lieferung von Farben und die Ausführung von Anstrichen für Eisenbauwerke (FAE)“ zusammengefaßt.

Um zur Förderung des so außerordentlich wichtigen Rostschutzes der Eisenbauten viele noch offene Einzelfragen hinsichtlich der Beschaffenheit einwandfreier Rostschutzfarben zu beantworten, wurden umfangreiche Anstrichversuche ausgeführt. Dazu wurden lange Brückenzüge mit möglichst vielen Überbauten und größere Bahnhofshallen ausgesucht, um unter gleichen Bedingungen eine große Anzahl verschiedener Farben und Farbenzusammensetzungen prüfen und vergleichen zu können. Erwähnt seien die Versuche an 58 Überbauten der Brücke in km 134,8 der Strecke



Abb. 17. Hellerstraßenbrücke bei Breslau.

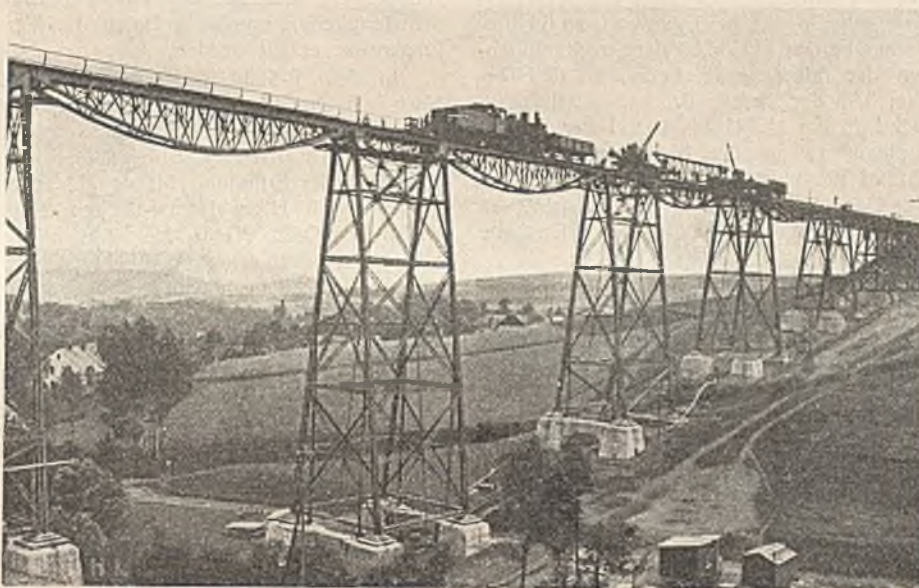


Abb. 18. Viadukt Mittweida—Markersbach.

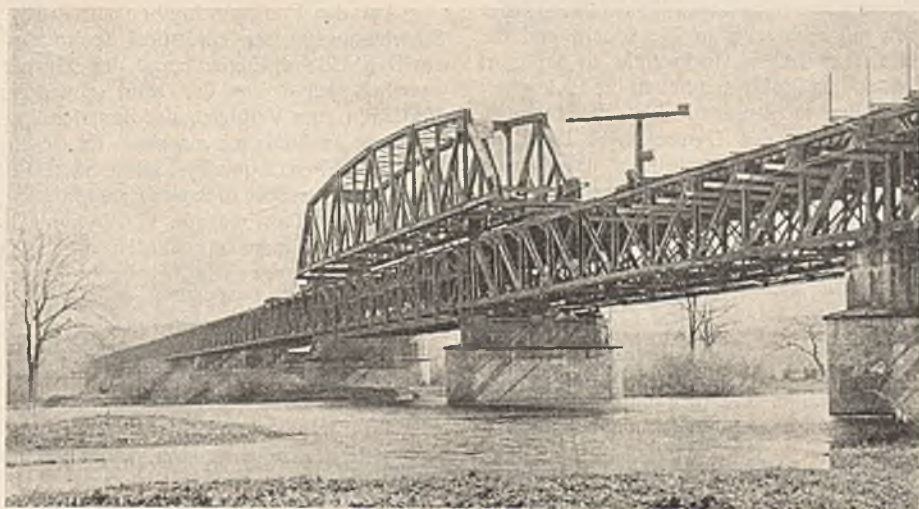


Abb. 19. Verstärkung der Oderbrücke bei Frankfurt a. d. Oder.

<sup>14)</sup> Vergl. „Die Bautechnik“ 1926, Heft 48 u. 51.

<sup>15)</sup> Über diese Gerüste wird demnächst ein ausführlicher Bericht in der „Bautechnik“ erscheinen.



Abb. 20. Bahnhof Alexanderplatz.

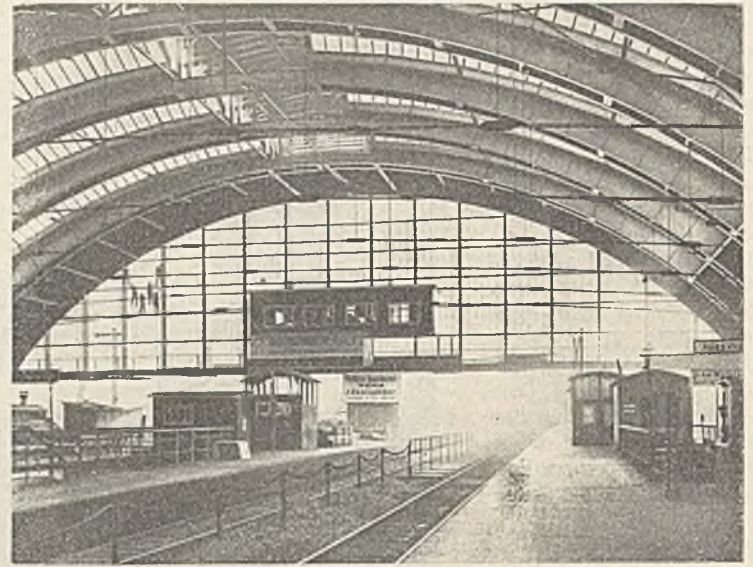


Abb. 21. Schlesischer Bahnhof.

Stettin—Altdamm, an 52 Überbauten der Flutbrücke der linken Wesermarsch, an 7 Überbauten der Werranebenbrücke bei Eschwege, an 6 Überbauten der Brücke über den Flethgraben in km 35,83 der Strecke Oldenburg—Bremen, an 8 Überbauten der Talbrücke bei Bebra, an 12 Überbauten der Ohleflutbrücke in km 5,95 der Strecke Brockau—Carlsmarkt, an 10 Überbauten der Ruhrbrücke in km 12,711 bis 13,011 der Strecke Mülheim (Ruhr)—Heißen—Dahlhausen, an der breiten und langen Ratswegbrücke über den Ostbahnhof Frankfurt a. M., an 14 Überbauten der neuen Brücken über die Oder und Warthe bei Cüstrin, an 17 Überbauten der Oderbrücke bei Pommerzig und an der Bahnhofshalle in Remscheid.

Diese in großem Maßstab angelegten Versuche, die nach einheitlichen Gesichtspunkten unter der Leitung des Eisenbahn-Zentralamtes durchgeführt werden, werden sicher weiteres Licht in das noch teilweise dunkle Gebiet des Rostschutzes der Eisenbauten bringen. Die Versuche haben keine besonderen Kosten verursacht, da die Anstriche an Überbauten ausgeführt wurden, die sowieso gestrichen werden mußten.

Gegen den Angriff der Rauchgase und der Feuchtigkeit besonders empfindliche Glieder sind die Sprosseneisen der Oberlichter von Hallen und Dächern. Zur Klärung der Frage, welcher Rostschutz für diese Glieder der beste ist, sind die Oberlichter großer Hallen und Dächer mit emaillierten, feuerverzinkten, feuerverbleiten und elektrolytisch verbleiten Sprosseneisen versehen worden.

Im Verein mit dem Deutschen Eisenbau-Verband wurden die „Versuche im Eisenbau“ fortgesetzt. Die im Staatlichen Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem durchgeführten Versuche zur Feststellung der Knickfestigkeit von kleinen Stäben mit rechteckigem Querschnitt und die in der Materialprüfungsanstalt der Technischen Hochschule in Stuttgart angestellten Knickversuche mit Stäben aus Profileisen haben die Richtigkeit der Knickspannungslinie der Vorschriften für Eisenbauwerke, Berechnungsgrundlagen für eiserne Eisenbahnbrücken der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft gut bestätigt. Das in diesen Vorschriften angegebene Berechnungsverfahren für Druckstäbe, das auch für die Hochbauvorschriften fast aller Länder Deutschlands angenommen worden ist und dem auch die zuständigen Behörden und Verbände für die Berechnung von Leitungsmasten zugestimmt haben, hat damit eine sehr sichere Grundlage gewonnen. Die von einzelnen Seiten immer noch gegen die Richtigkeit der in den obengenannten Vorschriften angegebenen Knickspannungslinie geäußerten Bedenken dürften damit hinfällig werden, und die Wünsche, die Knickspannungslinie der Vorschriften der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft durch die alte Tetmajer-Linie, die bekanntlich auf sehr schwachen Füßen steht, zu ersetzen, dürften hoffentlich nun endgültig verstummen.

Weiter wurden an gegliederten Druckstäben des alten ausgebauten Überbaues der Warnowbrücke bei Niex Knickversuche durchgeführt. Dabei zeigten Stäbe, die nur aus vier in den Ecken eines Quadrates angeordneten und durch schwache Flacheisenvergitterung miteinander verbundenen Winkeleisen bestanden, wider Erwarten sehr hohe Knickfestigkeiten.

Versuche zur Feststellung der Festigkeit in den Leibungen der Nietlöcher sind im Gange.

Die Erfahrungen mit dem hochwertigen Baustahl St 48 sind durchaus gut. Die im Betriebe befindlichen, aus St 48 hergestellten Überbauten haben bisher in keinem Teile den geringsten Schaden gezeigt. Bei der Abnahme und bei der Verarbeitung des St 48 haben sich bis auf einige

Ausnahmen, wie sie bei jedem Baustoff zu verzeichnen sind, keine Schwierigkeiten ergeben. Durch die Verwendung des St 48 sind große Ersparnisse erzielt worden.

In dem F-Stahl<sup>10)</sup> erstand dem St 48 ein scharfer Wettbewerber. Nach eingehenden erfolgreichen Versuchen<sup>11)</sup> an Walzerzeugnissen aus F-Stahl, der aus dem Berliner 3-t-Boßhardt-Ofen stammte, erbaute die Linke-Hofmann-Lauchhammer A.-G., um die Möglichkeit zu schaffen, den Wert der Erfindung für den Eisenbau zu erproben, in ihrem Werke Gröditz mit Hilfe der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft einen 10-t-Boßhardt-Ofen. Der Ofen wird bald in vollem Betriebe sein. Der F-Stahl ist bekanntlich ein Siliziumstahl. Die Hüttenwerke traten erklärlicherweise bald nach dem Bekanntwerden des F-Stahles in Versuche ein, den Siliziumstahl im Siemens-Martin-Ofen und in der Thomasbirne herzustellen. Die Versuche hatten Erfolg, und die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft hat dann auch nicht gezögert, die Herstellung dreier Brücken in Siliziumstahl, der aus dem Siemens-Martin-Ofen stammt, in Auftrag zu geben. Die Vergleiche der Preise und Eigenschaften der Erzeugnisse aus Siliziumstahl, der aus dem Boßhardt-Ofen, dem Siemens-Martin-Ofen und der Thomasbirne stammt, werden bald zeigen, welcher Stahl der beste und wirtschaftlichste ist.

Für die Eisenbauten aus Siliziumstahl hat die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft nach Benehmen mit dem Verein Deutscher Eisenhüttenleute und dem Deutschen Eisenbau-Verband „Vorläufige Vorschriften für die Lieferung von Eisenbauwerken aus Siliziumstahl“ bearbeitet und herausgegeben.

Auf das Preisausschreiben zur Erlangung geeigneter Spannungs- und Schwingungsmesser sind fünf Spannungs- und fünf Schwingungsmesser aus Deutschland, England und der Schweiz eingegangen. Der Preisrichterausschuß stand vor der sehr schwierigen Aufgabe, ein einwandfreies Verfahren zum Vergleich der Zuverlässigkeit und Güte der eingegangenen Apparate ausfindig zu machen. Es ist ihm dies in hervorragender Weise gelungen. Die von dem Preisrichterausschuß konstruierte Versuchseinrichtung besteht aus einem elektrisch angetriebenen Schütteltisch<sup>12)</sup>, der in ganz kleine Schüttelbewegungen von beliebig hoher Zahl versetzt werden kann. Die Schwingungsmesser wurden auf dem Schütteltisch befestigt. Bei den Schüttelbewegungen des Tisches zeichnete der Schwingungsmesser die Schwingungen auf. Die Bewegungen des Tisches selbst wurden photographisch festgelegt. Der Vergleich dieser photographischen Aufzeichnungen mit den Aufzeichnungen der verschiedenen Schwingungsmesser bildete die sichere Grundlage für die Beurteilung der Apparate. Die Spannungsmesser, die außer den statischen Spannungswerten die durch die dynamischen Einflüsse hervorgerufenen Längsschwingungsspannungen in den Baugliedern anzeigen sollen, wurden mit ihrem einen Endpunkt auf dem Schütteltisch und mit dem anderen Endpunkt auf einem außerhalb des Tisches befindlichen festen Bock gelagert. Der Vergleich der photographischen Aufzeichnungen des Schütteltisches mit den Anzeigen der Spannungsmesser gab wieder einen sicheren Maßstab für die Beurteilung dieser Apparate. Keiner der eingegangenen Apparate kann als voll befriedigend bezeichnet werden. Das Preisausschreiben hat aber durch das vom Preisrichterausschuß angegebene Prüfverfahren sichere Fingerzeige für die Konstruktion einwandfreier Apparate gezeitigt, und es werden sicher bald zuverlässige Schwingungs- und Spannungsmesser zur Verfügung

<sup>10)</sup> Vergl. „Die Bautechnik“ 1925, Heft 45. — <sup>11)</sup> Ebenda 1926, Heft 17. — <sup>12)</sup> Ebenda 1926, Heft 49.

stehen. Das kann als ein äußerst befriedigendes Ergebnis des Preis Ausschreibens bezeichnet werden. Über die Preisverteilung wird an anderer Stelle ausführlich berichtet werden.

Um endlich auch für die Berechnung und Konstruktion der nach den Regeln der Ingenieurbaukunst herzustellenden Bauten aus Holz, wie der freitragenden Dächer, der Lehrgerüste usw., eine einheitliche Grundlage zu schaffen, wurden im Einvernehmen mit dem Deutschen Holzbauverein

die „Vorläufigen Bestimmungen für Holztragwerke (BH)“ herausgegeben.<sup>10)</sup> Die neuen Vorschriften werden dazu beitragen, die Verwendung des Holzbaues da, wo er wirtschaftlich und am Platze ist, zu fördern.

<sup>10)</sup> Amtliche Ausgabe. Eingeführt durch Verfügung der Hauptverwaltung vom 12. Dezember 1926 82 D 16600. Berlin 1926. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn.

## Die Kohlen-Förder- und -Lageranlagen der Farbwerke vorm. Meister, Lucius & Brüning in Höchst a. M.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Geheimrat Buhle, Professor in Dresden.

### 1. Der von J. Pohlig A.-G., Köln, ausgeführte Teil.<sup>1)</sup>

Die Anlage dient dazu, die auf dem Main ankommenden Kohlen- und Koksschiffe zu entladen und ihren Inhalt zunächst nach einem im Mittelpunkte der Farbwerke liegenden Hauptbunker („Fabrikbunker“, Abb. 1) zu schaffen, an den die Verbrauchstellen des Werkes strahlenförmig angeschlossen sind. Neben ihm, durch die „Mainzer Landstraße“ getrennt, liegt noch ein „Verkaufsbunker“. Ein Teil der Kohle soll jedoch nicht zu den Bunkern gebracht, sondern auf einem großen Lagerplatz gestapelt werden, wo er als „Reserve“ dient für den Fall, daß die Schifffahrt durch Eis oder Hochwasser gestört sein sollte. Der Lagerplatz besitzt Einrichtungen, um die Kohlen wieder aufzunehmen und zu den Bunkern zu fördern. Außerdem ist noch eine „Brecherei“ vorhanden und eine Einrichtung zum Entladen und Fördern der mit der Bahn ankommenden Brennstoffe. Das war die zu lösende Aufgabe.

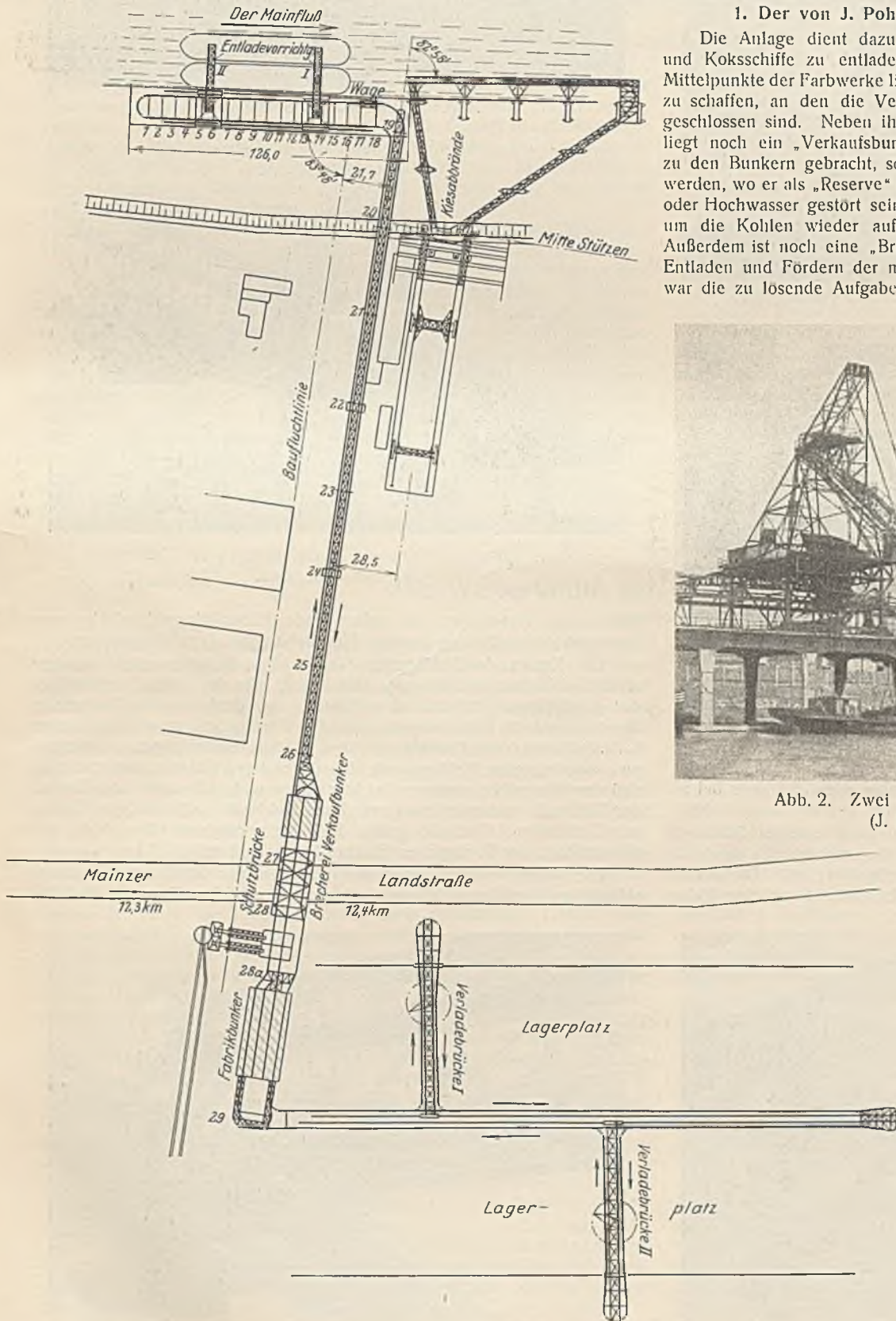


Abb. 1. Lageplan.

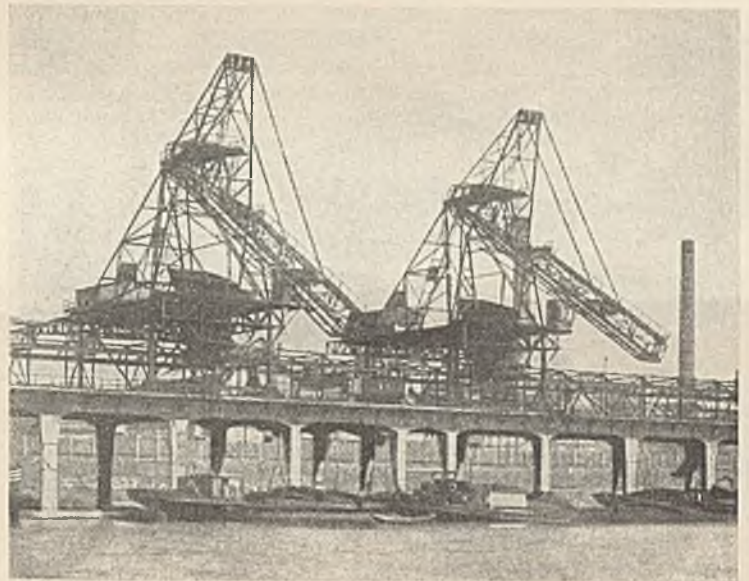


Abb. 2. Zwei Uferentlader auf Betonhochbahn. (J. Pohlig A.-G., Köln.)

Am Mainufer, gleichlaufend zu ihm, erstreckt sich zunächst eine 126 m lange und 17,6 m breite Hochbahn aus Eisenbeton. Auf dieser sind zwei Schrägbahnentlader für die Schiffe verfahrbar (Abb. 2). Die Schienenoberkante der Entlader, deren Spurweite 14 m beträgt, liegt rd. 5 m über dem Hochwasserspiegel. Auf ihren Schrägbahnen, deren Ausleger einziehbar sind, laufen Katzen von 5,5 t Tragfähigkeit. Die Ausladung von der vorderen Schiene bis zur äußersten Laststellung beträgt 20 m. Die Laufkatzen entladen die Schiffe mit Zweiseilgreifern von 3 m<sup>3</sup> Inhalt, die in Schütt-Trichter von 25 m<sup>3</sup> entleert werden, die (nach Abb. 3) in den fahrbaren Gerüsten der Entlader eingebaut sind.

<sup>1)</sup> Auszug aus der Schlußabhandlung der 1925 erschienenen Festschrift zur Jubiläumsfeier: „50 Jahre J. Pohlig — 25 Jahre J. Pohlig A.-G., Köln“ (1924).

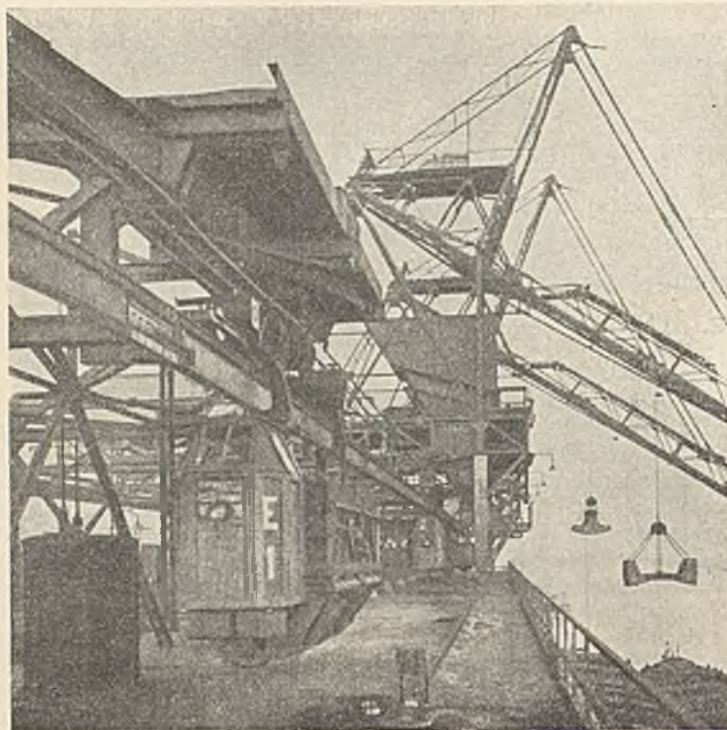


Abb. 3. Elektrohängebahnfahrzeug unter den Uferentladern.

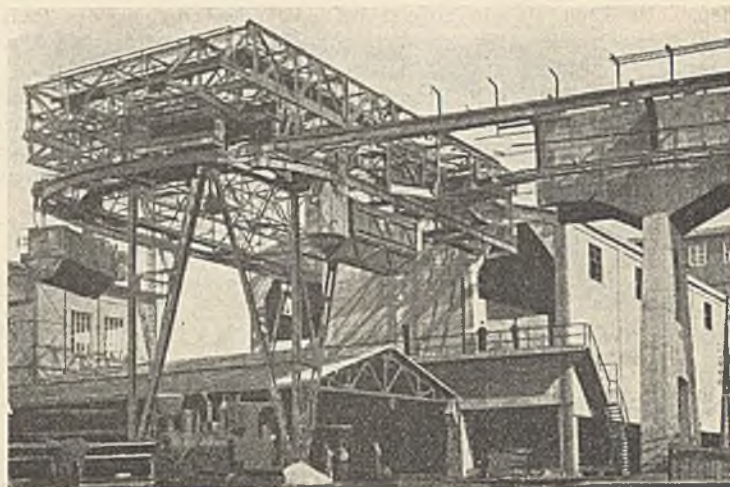


Abb. 6. Weichen am Silogebäude.

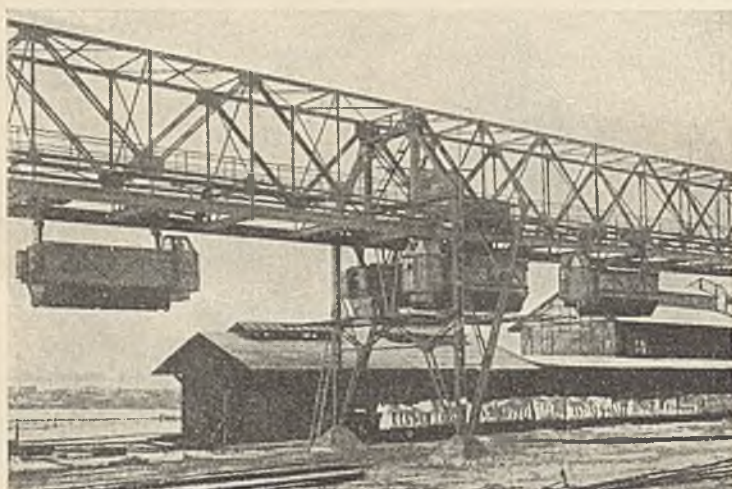


Abb. 4. Eiserne Hochbahn zwischen Ufer und Silo.



Abb. 7. Betonhochbahn und Verladebrücken mit Drehkränen auf dem Lagerplatz.

miteinander verbunden; am andern Ende führen sie rechtwinklig vom Flusse ab und auf einer eisernen Hochbahn (Abb. 4) zu den Bunkern.

Die Kästen der Pohlischen Wagen (Abb. 5) haben nicht weniger als  $12,5 \text{ m}^3$  Inhalt und fassen je 10 t Kohle. An der einen Stirnwand ist der geschlossene Führerstand angebaut, von dem aus die Fahrwerke, Bremsen und die Entleerungskappen des Wagens bedient werden können (D.R.G.M. 839 603). Der Wagen hängt an zwei zweiachsigen Laufwerken, und zwar ist jedes Gehänge mit einem allseitigen Gelenk ausgerüstet, so daß der Wagen Krümmungen leicht nehmen und sich unter dem Einfluß der Fliehkraft schräg stellen kann. Das Gewicht des vollständigen Wagens mit Last ist rd. 17 t, die größte Fahrgeschwindigkeit 180 m/Min.; die Gesamtlänge der Pohlischen Elektrohängebahn beträgt 2,3 km.

Die Wagen werden unter den Gerüsten der Schiffsentlader durch selbsttätige Auslaßvorrichtungen mit einer bestimmten Menge Kohle oder

Jeder Entlader leistet stündlich etwa 100 t Kohle oder 70 t Koks bei rd. 25 m Hubhöhe.

Auf der Eisenbeton-Hochbahn fährt, von einem eisernen Stützwerk getragen, eine zweigleisige Elektrohängebahn, die (nach Abb. 3) durch die turmartigen Gerüste der Schiffsentlader hindurchgeführt ist. Die beiden Hängebahngleise sind an einem Ende der Hochbahn durch eine Kehre

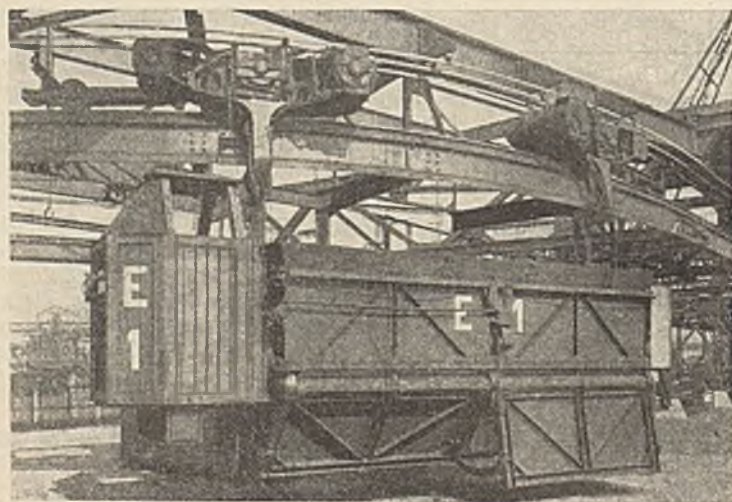


Abb. 5. Großer Selbstentladewagen mit Führerstand.



Abb. 8. Anschluß der Lagerplatzbrücke an die Betonhochbahn.



Koks gefüllt. An der Abbiegung der Bahn zur Fabrik steht eine selbsttätige Wiegevorrichtung mit Wagenzähler. Die nun folgende zweigleisige eiserne Hochbahn (Abb. 4) ist rd. 304 m lang bis zum „Verkaufsbunker“; dann überschreitet sie die Mainzer Landstraße (Abb. 1 u. 10) über einer Schutzbrücke und gelangt zuerst in die „Brecherei“, dann in den „Fabrikbunker“ und endlich auf die Lagerplatzbrücke. Die eiserne Hochbahn läuft zuerst mit einer geringen Steigung, später wagerecht. Die Schienenoberkante der Elektrohängebahn liegt am Wasser etwa 7,75 m, hinten rd. 12 m über dem Boden. Der Verkaufsbunker hat drei Taschen mit Abzieheinrichtungen zum Beladen von Fuhrwerken.

Hinter der „Brecherei“ gelangt die Elektrohängebahn in den „Fabrikbunker“, der in acht Zellen gegliedert ist (mit Pohlighschen Druckluftverschlüssen). Die Verteilung von hier zu den einzelnen Verbrauchstellen der Farbwerke geschieht durch verschiedene Fördermittel. Abb. 6 zeigt den rückwärtigen Austritt der Elektrohängebahn aus dem Fabrikbunker, wo sie wiederum im rechten Winkel zum großen Lagerplatz abbiegt. Hier liegen aber auch noch verschiedene Weichenverbindungen, Abstellgleise und eine zweite selbsttätige Wiege- und Zählvorrichtung.

Den Lagerplatz überquert eine mittlere Hochbahn aus Eisenbeton von etwa 300 m Länge. Die Schienenoberkante der beiden Hängebahngleise liegt rd. 12 m über dem Gelände. Am Ende der Hochbahn sind die Gleise wieder durch eine Kehre miteinander verbunden. Zu beiden Seiten der Hochbahn und senkrecht dazu liegt je eine fahrbare Verladebrücke (Abb. 7 u. 8), deren Hängebahngleise mit neuartigen Schleppweichen (D. R. P. 367 757 u. 368 208) an die ortsfesten Gleise angeschlossen sind. Die Wagen können die feste Lagerplatzbrücke und die fahrbaren Querbrücken im Ringverkehr umfahren. Jede Brücke hat 68 m Spannweite und noch eine freie Ausladung von 21 m. Die Elektrohängebahnwagen werfen ihren Inhalt nach Öffnen der Klappen durch den Führer auf den Lagerplatz ab, der 8 m hoch beschickt werden kann. Die Brücke wird von einer bestimmten Stelle aus gesteuert. Auf jeder Brücke steht ein Drehkran von 8 t Tragfähigkeit, 10,5 m Ausladung mit einem Zweiseilgreifer von 4,5 m<sup>3</sup> Fassungsvermögen. Diese Krane können das auf dem

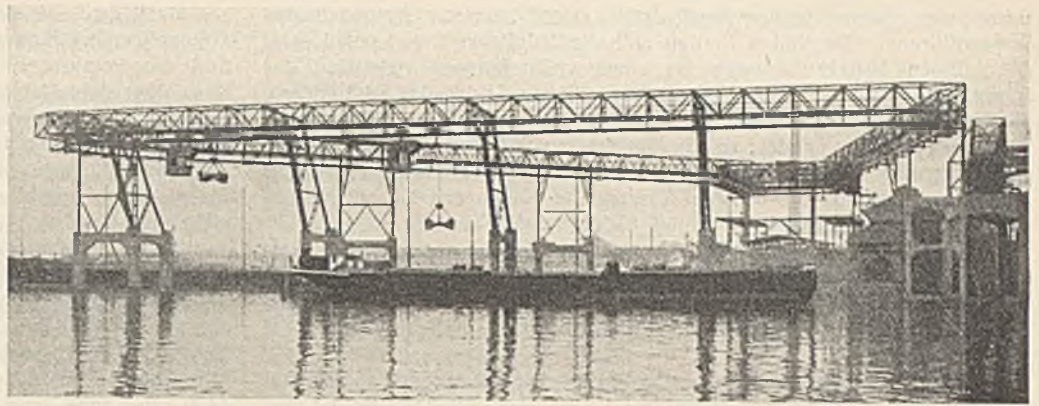


Abb. 9. Elektrohängebahnanlage Höchst a. M. Nebenanlage für Förderung von Kiesabbränden.

Lagerplatz liegende Gut wieder aufnehmen und durch Schütt-Trichter mit Füllmaschinen wieder an die Elektrohängebahn abgeben, die es zu den Bunkern bringt.

Die Förderwege sind: vom Schiff zum Lager 2050 m, vom Schiff zur Brecherei 1225 m, von dieser zum Fabrikbunker 60 m. Mit dem jetzigen Wagenpark können gleichzeitig z. B. gefördert werden: 250 m<sup>3</sup> vom Schiff zum Lager, 250 m<sup>3</sup> vom Schiff zur Brecherei, 350 m<sup>3</sup> (mit einem Wagen) von letzterer zum Fabrikbunker; das sind zusammen 850 m<sup>3</sup> bei etwa 30 Sek. Beladezeit. Die Schiffsentladeanlage leistet allerdings zurzeit erst zweimal 100 t; jedoch ist der Ausbau um weitere drei Entlader auf 500 t/Std. möglich. Auch die Lagerplätze sind noch erweiterungsfähig.

Neben dieser großen Brennstoff-Förderanlage wurde von Pohligh noch eine kleinere errichtet, die Schwefelkies-Abbrände aus Silos in Schiffe bringen soll. Sie ist eine ringförmige Elektrohängebahn von 345 m Länge (Abb. 1 u. 9) mit einem über den Schiffen laufenden Eisengerüst. Auf ihr verkehren Führerstandlaufkatzen mit Zweiseilgreifer-Windwerken. Über den Silos befinden sich fahrbare Brücken, die von den Elektrohängebahnwagen befahren werden. Diese ebenfalls recht umfangreiche Einrichtung dient auch zur Entladung von Gütern aller Art aus Schiffen in Eisenbahnwagen.

Bei dem Pohlighschen Teil der Höchster Anlage gelangten zum Einbau rd. 9400 m<sup>3</sup> Eisenbeton, 2300 t Eisenbau und 1525 PS an Elektromotoren. Der Lagerplatz faßt vorläufig 310 000 m<sup>3</sup> Brennstoff. (Fortsetzung folgt.)

Alle Rechte vorbehalten.

## Die Wasserkräfte der europäischen Länder.<sup>1)</sup>

Von Regierungsbaurath Momber, Goslar.

Wasserkraft kann dort gewonnen werden, wo Wasser zu Tal fließt. Da das Wasser bergauf durch Sonne und Wind befördert wird, so haben die Wasserkräfte neben den Windkräften den Vorzug, daß der Betriebsstoff unentgeltlich zur Verfügung gestellt wird. Die Wirtschaftlichkeit einer Wasserkraft hängt daher in der Hauptsache von den Ausbaukosten ab, während die Betriebskosten, die bei Wärmekraftwerken meist ausschlaggebend sind, im allgemeinen eine untergeordnete Bedeutung haben.

Große Wasserkräfte sind dort vorhanden, wo große Wassermengen oder große Gefälle, oder wenn möglich beides vereint, zur Verfügung stehen. Die Wasserkräfte eines Landes hängen daher ab von der Wasserführung der vorhandenen Flüsse, also der Größe ihrer Niederschlagsgebiete sowie deren Regenhöhen und Abflußmengen und ferner von der orographischen Beschaffenheit des Gebiets. Da im allgemeinen mit zunehmender Höhe eines Gebiets neben dem ausnutzbaren Gefälle auch die Regenhöhen und Abflußmengen zunehmen, so sind gebirgsreiche Länder meist reich an Wasserkräften.

Ein großer Nachteil der Wasserkräfte ist ihre Abhängigkeit von der wechselnden Wasserführung der Flüsse. Vorhandene Seen, die die Wasserführung gleichmäßiger gestalten, sind daher für eine Wasserkraftnutzung von Vorteil, namentlich wenn man den Abfluß künstlich regeln kann. Auch die Möglichkeit, durch Bau von Talsperren die Wasserführung der vorhandenen Flüsse den Ansprüchen des Energiebedarfs anpassen zu können, ist für die Ausnutzung der Wasserkräfte von Bedeutung. Auch hierfür liegen die wirtschaftlichen Verhältnisse im Gebirge wesentlich günstiger, da ein Staubecken um so größere Bedeutung für die Energiewirtschaft hat, je höher das unterhalb ausnutzbare Gefälle ist.

Die wichtigsten europäischen Länder sind im Verhältnis zu ihrem Energiebedarf nicht sehr reich an Wasserkräften, so daß ihre Dampfkraftwerke erheblich größere Bedeutung haben.

In Deutschland beträgt beispielsweise der derzeitige jährliche Energiebedarf über 40 000 Mill. kWh (= rd. 700 kWh je Einwohner), von dem durch Ausnutzung sämtlicher vorhandenen Wasserkräfte nur ein Teil gedeckt werden könnte.

<sup>1)</sup> Vergl. „Die Bautechnik“ 1926, Heft 20, S. 293.

Die Wasserkräfte dienen in erster Linie der Erzeugung mechanischer und elektrischer Energie. Neben der Versorgung des Landes mit Licht und Kraft spielt die Verwertung der Wasserkraft in der elektrochemischen und elektrometallurgischen Industrie eine große Rolle, da bei deren großem Energiebedarf die Kosten der Energiebeschaffung von ausschlaggebender Bedeutung sind. Länder mit großen und billig zu gewinnenden Wasserkräften sind daher für eine Ansiedlung elektrochemischer und elektrometallurgischer Industrien besonders geeignet. Unter sehr günstigen Verhältnissen werden die Wasserkräfte auch zur Wärmegewinnung — Kochen, Heizen usw. — herangezogen.

Der Ausbau der Wasserkräfte hängt außer von dem Energiebedarf des Landes von der Möglichkeit ab, bei der Deckung dieses Bedarfes den Wettbewerb mit anderen Energiequellen, insbesondere Dampfkraftwerken, aufnehmen zu können.

Das im Verhältnis zu seiner Einwohnerzahl an Wasserkräften reichste Land Europas ist Norwegen. Bei einer Grundfläche von rd. 323 000 km<sup>2</sup> liegen etwa 40 000 km<sup>2</sup> in einer Höhe von über 1000 N.-N., etwa 90 000 km<sup>2</sup> zwischen 500 und 1000 N.-N. Die mittlere Höhe beträgt fast 500 N.-N. Bei einer Küstenlänge von etwa 2800 km liegt Norwegen den vom Ozean kommenden Regenwinden unmittelbar ausgesetzt, so daß vor allem die an der Westküste (ins Meer fließenden Flüsse für ihre meist nur kleinen Niederschlagsgebiete sehr große mittlere Abflußmengen aufweisen (40 bis 60 l/Sek./km<sup>2</sup> und mehr). Die großen Höhen, die in unmittelbarer Nähe des Meeres und der tief eingeschnittenen Fjorde vorhanden sind, gestatten die Ausnutzung großer Gefälle. Nach Osten zu nehmen die Regenhöhen und damit die Abflußmengen auf 1 km<sup>2</sup> Niederschlagsgebiet sehr stark ab, auch die ausnutzbaren Gefälle sind wesentlich geringer, dagegen gibt es hier Flüsse mit sehr großen Niederschlagsgebieten, so daß infolge ihrer großen Wasserführung auch hier wertvolle Kräfte gewonnen werden können. Ein sehr großer Teil der Niederschläge des Jahres fällt als Schnee. Die Schneeschmelze im Frühjahr gibt den Flüssen meist bis in den Juni hinein eine hohe Wasserführung, auch der Herbst bringt häufig starke Regenfälle und große Abflußmengen, dagegen kann die Wasserführung im Winter und Sommer sehr empfindlich abnehmen. Viele Seen, die etwa 4% der Oberfläche Norwegens bedecken, ermög-

lichen eine Aufspeicherung und damit einen besseren Ausgleich der Wasserführung. An vielen Stellen soll die Möglichkeit vorhanden sein, mit billigen Mitteln Stauseen für einen vollkommenen Ausgleich der schwankenden Wasserführung zu schaffen. Bis zu Beginn des Jahrhunderts dienten die ausgebauten Wasserkräfte in der Hauptsache der umfangreichen Papierindustrie des Landes, erst in den letzten 20 Jahren hat die elektrochemische und elektrometallurgische Industrie in immer steigendem Maße sich angesiedelt, um die billigen Wasserkräfte Norwegens zu nutzen. Die Ausbaukosten stellen sich im Mittel auf etwa 400 bis 500 R.-M. je kW und sind bei günstigen, örtlichen Verhältnissen häufig noch erheblich geringer gewesen. Die ausnutzbaren Wasserkräfte Norwegens können nach einem Vortrage des Direktors Kloumann auf der Weltkraftkonferenz in London 1924 auf 10 bis 12 Mill. kW geschätzt werden, also etwa 4 bis 5 kW je Einwohner.

Auch Schweden zeichnet sich durch seinen Reichtum an Wasserkraften unter den Ländern Europas aus. Von dem gesamten Gebiet von rd. 450 000 km<sup>2</sup> liegen nur 8 % über N.-N. + 600, etwa 30 % zwischen N.-N. + 240 und N.-N. + 600. Auch die Niederschlags- und Abflusssmengen sind im Verhältnis zur Größe des Abflußgebiets wesentlich geringer als in Norwegen. Dagegen ist der Reichtum an Seen sehr günstig für die Regelung der Abflußverhältnisse, die durch künstliche Maßnahmen mit geringen Kosten noch weitgehend verbessert werden kann.

Die Seen bedecken eine Fläche von über 36 000 km<sup>2</sup> oder rd. 8 % des Landes. Für den großen Wännersee mit rd. 5600 km<sup>2</sup> Wasserfläche wird ein Regulierungsplan bearbeitet.

Der Generaldirektor der Königlich schwedischen Wasserfalldirektion in Stockholm schätzt die sechsmonatige Leistung der vorhandenen Wasserkräfte auf etwa 10 Mill. PS, die neunmonatige auf etwa 6,5 bis 6,75 Mill. PS mit einem Arbeitsvermögen von etwa 32,5 Milliarden kWh. Auf den Kopf der Bevölkerung kommt also eine Leistung von rd. 1 kW. Etwa 30 % der Wasserkräfte befinden sich im Besitze des Staates. Ungünstig ist, daß nur  $\frac{1}{4}$  bis  $\frac{1}{5}$  der vorhandenen Wasserkräfte sich in Süd- und Mittelschweden befinden, fast  $\frac{1}{3}$  im südlichen Norrland und fast die Hälfte in dem dünn bevölkerten und industriell nur wenig entwickelten nördlichen Norrland. Während in dem südlichen Norrland durch eine Übertragung nach Süd- und Mittelschweden eine Ausnutzung der Wasserkräfte erleichtert wird, werden die sehr reichen Wasserkräfte des Nordens in absehbarer Zeit noch keine volle Verwendung finden können.

Die großen Wasserkräfte Schwedens sind im allgemeinen nicht in hohen Gefällstufen bei geringer Wassermenge vereinigt wie in Norwegen. Es handelt sich meist um den Ausbau von Flüssen mit sehr großen Niederschlagsgebieten und großen Wassermengen, die auf lange Strecken ein starkes Gefälle aufweisen. Das Gefälle wird meist in Stufen von 5 bis 30 m zusammengefaßt, größere Gefälle als 30 m sind nicht häufig vorhanden, Gefälle über 100 m sehr selten. Die Ausbauwassermengen betragen oft mehrere hundert m<sup>3</sup>/Sek. Im Trollhättan-Kraftwerk wird eine Wassermenge von 350 m<sup>3</sup>/Sek. mit 30,5 m Gefälle genutzt, am Götaälv sollen im Kraftwerk Lilla Edet später bis 1200 m<sup>3</sup>/Sek. bei 6,5 m Gefälle verarbeitet werden. Die ersten drei Turbinen weisen eine Schluckfähigkeit von je 150 m<sup>3</sup>/Sek. auf.

Da Schweden keine größeren Kohlenvorkommen besitzt, ist es auf eine möglichst gute Ausnutzung seiner wertvollen Wasserkräfte angewiesen. In den letzten Jahrzehnten hat der Ausbau sehr große Fortschritte gemacht. Im Jahre 1900 waren weniger als 200 000 kW in Wasserkraftwerken installiert, im Jahre 1920 schon über 900 000 kW und nur rund 275 000 kW in Wärmekraftanlagen.

Finnland ist das Land der vielen Seen. Von der Gesamtoberfläche von etwa 375 000 km<sup>2</sup> entfallen fast 50 000 km<sup>2</sup> auf die Seen. Noch größer ist der Anteil der Sümpfe und Moorgebiete. Daher zeichnen sich die Ströme Finnlands durch eine sehr gleichmäßige Wasserführung aus.

Nach Direktor Malmi von dem staatlichen Wasserkraftbureau Helsingfors beträgt z. B. beim Vuoksen der Anteil der Seen am Niederschlagsgebiet rd. 20,8 %, so daß die Hochwasserführung nur um 38 % größer als die Niedrigwasserführung des Flusses ist.

Trotzdem die mittlere Höhe des inneren Landes nur etwa auf N.-N. + 100 liegt, sind die Gefällverhältnisse günstig, da zahlreiche Flußstrecken mit starkem Gefälle vorhanden sind. Der Ausbau des Vuoksen auf der Strecke zwischen dem Saimasee und dem Laatokkasee mit einem Rohgefälle von rd. 71 m soll bei einer installierten Turbinenleistung von 425 000 kW eine Energieerzeugung von 2 Milliarden kWh ermöglichen. Die mittlere Leistung der Wasserkräfte Finnlands wird auf 1,5 bis 2,0 Mill. kW ( $\approx 0,6$  kW je Einwohner) geschätzt, wovon im Jahre 1922 etwa 140 000 kW ausgebaut waren. Etwa  $\frac{2}{3}$  der ausgebauten Wasserkräfte dienen zum Betriebe der Holzschleifereien und der Papier- und Zellulose-Industrie, die bei dem großen Waldreichtum Finnlands an erster Stelle steht. Die Ausbaukosten größerer Wasserkräfte sollen sich bei günstigen örtlichen Verhältnissen nur auf 250 bis 300 R.-M./kW stellen, so daß die Papierindustrie ihren Wärmebedarf zum Teil bereits mit Hilfe von Dampfspeichern aus elektrischer Energie deckt.

Esthland ist ein Land mit nur geringen Erhebungen über dem Meeresspiegel. Eine größere Wasserkraft kann an dem Narowa, dem Abfluß des Peipussees, der eine Oberfläche von 3600 km<sup>2</sup> hat und etwa 30 m über dem Ostseespiegel liegt, gewonnen werden. Im übrigen sind nur unbedeutende Wasserkräfte vorhanden.

In Dänemark ist eine Ausnutzung der Wasserkräfte nur in ganz geringem Umfange möglich, da sich das Land nur wenig über dem Meeresspiegel erhebt und auch die Abflusssmengen der vorhandenen Flüsse nicht groß sind.

Es besteht die Absicht, Wasserkraftenergie aus Schweden einzuführen.

Das europäische Rußland weist neben dem asiatischen Grenzgebirge, dem Ural und dem Taurischen Gebirge in der Krim nur geringe Erhebungen auf. Es besteht im allgemeinen aus völlig ebenen, teils etwas wellenförmigen Flächen, deren Höhen sich meist nur 100 bis 200 m über dem Meeresspiegel erheben. Der alauische Höhenrücken, der sich in fast 1400 km Länge vom Waldaigebirge bis zum Donezschen Hochplateau erstreckt und das Quellgebiet der Flüsse Niemen, Düna, Lowat, Wolga, Oka, Don, Donez und Dnjepr bildet, erhebt sich nur selten auf mehr als 200 bis 300 m über dem Meeresspiegel. Auch die Wolgaböden auf dem rechten Wolga-Ufer weisen nur geringe Höhen auf.

Da auch die Niederschlagsmengen nicht groß sind, so sind im Verhältnis zu der gewaltigen Ausdehnung des Landes die zu gewinnenden Wasserkräfte im europäischen Rußland nicht bedeutend. Sie werden auf 5 bis 6 Mill. kW geschätzt, also nur etwa 0,05 kW je Einwohner.

Die für einen Ausbau günstigsten Gebiete sind der nordwestliche Bezirk mit Leningrad, der Ural und das südliche Erz- und Industriegebiet. Ausgebaut sind bisher rd. 0,7 Mill. PS. Die größte im Bau befindliche Anlage ist die Kraftanlage am Wolchow im nordwestlichen Bezirk mit einer Leistungsfähigkeit von 56 000 kW bei einem ausgebauten Gefälle von 9,8 bis 11,8 m, eine Kraftübertragung nach Leningrad ist geplant.

Am unteren Dnjepr bei Alexandrowsk soll durch eine große Wehranlage ein Gefälle von 37 m mit einer Leistung von 0,5 bis 0,6 Mill. kW ausgenutzt werden, unterhalb Alexandrowsk ist der Einbau weiterer Stautufen in den Dnjepr von je rd. 9 m geplant. Bei dem riesigen Niederschlagsgebiete des Dnjepr von über 500 000 km<sup>2</sup> ist die Wasserführung trotz der geringen Niederschlagshöhen von 300 bis 650 mm sehr groß und geht bei Niedrigwasser nur wenig unter 200 m<sup>3</sup>/Sek. herab. In dem geplanten Kraftwerk bei Alexandrowsk sollen zunächst sechs Turbinen mit einer Schluckfähigkeit von je rd. 110 m<sup>3</sup>/Sek. und einer Gesamtleistung von über 200 000 kW eingebaut werden.

Der Ural erstreckt sich in einer Länge von über 2500 km von Norden nach Süden fast durch ganz Rußland und weist bei einer mittleren Kammerhöhe von etwa +400 N.-N. Gipfel von über 1600 N.-N. Höhe auf. In seinem mittleren Teil enthält er die reichen Erzlager eines der wichtigsten Industriegebiete Rußlands. Trotz der industriellen Entwicklung sind die Wasserkräfte des Ural noch wenig ausgenutzt.

Polen ist in seinem kongreßpolnischen und auch in den ehemals preußischen Teilen ein überwiegend ebenes Land. Im südlichen Kongreßpolen erheben sich einige Ausläufer der Karpathen mit der Lysa Gora auf rd. 600 N.-N. Dagegen enthalten in Galizien die von den Karpathen kommenden rechtseitigen Nebenflüsse der Weichsel, des Dnjestr und des Pruth viele wertvolle Wasserkräfte. Die Leistung der vorhandenen Wasserkräfte wird auf über 2 Mill. kW geschätzt. Ausgebaut sind nur wenige unbedeutende Anlagen, die größte befindet sich bei Grodeck südwestlich von Lemberg und hat nur eine installierte Leistung von 3000 bis 4000 kW. Bei dem großen Kohlenreichtum Polens und der Kapitalnot dürfte ein großzügiger Ausbau der Wasserkräfte in absehbarer Zeit kaum in Frage kommen.

Die Tschechoslowakei hat große Stein- und Braunkohlenvorkommen, von denen ein Teil nach dem Auslande ausgeführt wird. Die vorhandenen Wasserkräfte werden auf rd. 1,2 Mill. kW geschätzt und befinden sich in der Hauptsache in Böhmen und in der Slowakei. Nur etwa 0,1 Mill. kW sind bisher ausgebaut, da der Wettbewerb der billigen Kohlen den Ausbau zurückgehalten hat.

Ungarn besitzt nur wenige unbedeutende Wasserkräfte, deren Leistung auf nur rd. 0,1 Mill. kW geschätzt wird.

Jugoslawien ist reich an Kohlen, insbesondere Braunkohlen, und hat infolge der zahlreichen vorhandenen Gebirge auch wertvolle Wasserkräfte, deren Leistung bei mittlerer Wasserführung auf etwa 6 Mill. kW geschätzt wird. Bisher ist nur eine Leistung von rd. 0,1 Mill. kW ausgebaut. Die meisten großen Wasserkraftwerke dienen der chemischen Industrie (z. B. Karbidfabriken), die sich infolge der billigen Kraftgewinnung im Lande niedergelassen hat.

In den übrigen Balkanstaaten sind infolge der unsicheren politischen Verhältnisse größere Wasserkraftpläne kaum zur Durchführung gekommen, auch sind wenig hydrologische Vorarbeiten gemacht, die eine zuverlässige Schätzung der vorhandenen Wasserkräfte ermöglichen. Bei den großen vorhandenen Gefällen in den zahlreichen Gebirgen dürften manche wertvollen Kräfte ausgenutzt werden können. Für die Versorgung der beiden Industriezentren Griechenlands, Athen und Saloniki, sind Entwürfe für eine

Versorgung mit Energie aufgestellt worden. In dem jetzt zu Rumänien gehörenden Siebenbürgen wird die mittlere Jahresleistung der vorhandenen Wasserkraft auf rd. 0,5 Mill. kW geschätzt.

Osterreich hat durch den Friedensvertrag von St. Germain fast seine gesamten Stein- und Braunkohlenvorkommen verloren. Von einem Kohlenverbrauch von etwa 12 Mill. t im Jahre werden weniger als 30 % im Lande gewonnen. Aus diesem Grunde ist Osterreich gezwungen, seine Energiewirtschaft, die vor dem Kriege in der Hauptsache auf seinen reichen Kohlenschätzen aufgebaut war, auf möglichste Ausnutzung seiner Wasserkraft umzustellen, die infolge des großen Anteils der Gebirge und der hohen Regenmengen in großer Zahl vorhanden sind. Unter Beteiligung der einzelnen Länder sind Gesellschaften zur Ausnutzung der größeren Wasserkraft gebildet. Die mittlere Leistung der ausbauwürdigen Wasserkraft wird auf 1,2 bis 2,0 Mill. kW geschätzt. Die durchschnittliche Leistung der ausgebauten Anlagen war Ende 1923 rd. 0,3 Mill. kW. Eine große Zahl (über 20 000) meist sehr kleiner Anlagen ist im Betrieb. Die ausgebauten Gefälle schwanken zwischen wenigen Metern und vielen hundert Metern (z. B. Spullerseewerk 800 m, Lunerseewerk 900 m, Achensee 362 m, Stubachwerk 510 m). Für den elektrischen Betrieb der österreichischen Bundesbahnen sind mehrere große Kraftwerke in den letzten Jahren in Betrieb genommen und noch im Bau befindlich. Das Tempo im Ausbau der Wasserkraft hat sich seit dem Jahre 1922 infolge der sehr schwierigen wirtschaftlichen Verhältnisse und des sehr hohen Zinssatzes, den das Ausland für seine Anleihen verlangt, stark verlangsamt. Das geldgebende Ausland ist an der Kohleneinfuhr nach Osterreich interessiert und sieht daher den Wasserkraftausbau nur ungern.

In der Schweiz treffen viele für einen Ausbau der Wasserkraft günstige Vorbedingungen zusammen. Die völlige Abhängigkeit des Landes im Kohlenbezug vom Auslande und die infolgedessen hohen Kosten der Kohlen sind ein Ansporn, die wertvollen vorhandenen Wasserkraft weitgehend auszubauen, auch wenn die Ausbaukosten recht hoch werden.

Die großen Regenhöhen in der Schweiz (i. M. 1300 mm) geben den Wasserläufen auch schon bei geringem Niederschlagsgebiet eine große Abflußmenge. Die mittlere Abflußspende des 36 400 km<sup>2</sup> großen Niederschlagsgebiets des Rheins bei Basel beträgt rd. 30 l/Sek./km<sup>2</sup>.

Von dem Gesamtflächenraum von rd. 41 000 km<sup>2</sup> entfallen auf das Niederschlagsgebiet des Rheins rd. 70 %, der Rhône rd. 16 %, des Po rd. 10 % und der Donau rd. 4 %. Die meisten größeren Flüsse entspringen aus Gletschern. Die Seen bedecken eine Fläche von rd. 1340 km<sup>2</sup>, darunter der Genfer See rd. 580 km<sup>2</sup>, der Bodensee rd. 540 km<sup>2</sup>. Das Alpengebiet mit seinen großen Höhen nimmt etwa 68 % der Gesamtfläche des Landes ein und bietet die Möglichkeit zur Ausnutzung sehr großer Gefälle. So hat der Rhein bis zum Bodensee bereits ein Gefälle von rd. 1200 m. Ungünstig ist, daß die größte Wasserführung der Flüsse mit ihrer Speisung aus den ewigen Schneeregionen in die Sommermonate Juni bis August, der größte Energiebedarf aber in die Wintermonate fällt. In den Monaten November bis März geht die Wasserführung der Flüsse sehr stark zurück, unterhalb der vorhandenen größeren Seen wird der Rückgang etwas abgemildert. Die Schweizer Wasserkraft sind ausgesprochene Sommerkräfte. Ein erheblicher Teil der in den Sommermonaten erzeugbaren Energie ist daher schwer absetzbar. Schon vor dem Weltkriege setzten Bestrebungen ein, die zum Teil mangelhafte Ausnutzung der vorhandenen Kraftwerke zu verbessern. Tages- und Wochenspeicher werden angelegt, und seit etwa 10 Jahren ist man an die Schaffung großer Staubecken herangegangen, die den großen Sommerabfluß der Flüsse auffangen, zurückhalten und, wenn möglich, nur in den Wintermonaten in Zeiten des größten Energiebedarfs und der geringsten Wasserführung der Flüsse abgeben. Nach den aufgestellten Entwürfen sollen Stauräume von im ganzen über 2000 Mill. m<sup>3</sup> Stauinhalt geschaffen werden. Da diese Staubecken zum Teil in sehr großer Höhenlage gebaut werden (Grimselsperre N.-N. + 1912, Barberine N.-N. + 1890, J = 41 Mill. m<sup>3</sup>, Wäggitäl N.-N. + 900, J = 140 Mill. m<sup>3</sup>, Ritomsee N.-N. + 1838,5, J = 27,5 Mill. m<sup>3</sup>) und häufig ein Gefälle von vielen hundert Metern unterhalb genutzt werden kann (Grimsel-Werke drei Stufen mit zusammen 1270 m Gefälle, Barberine zwei Stufen je rd. 700 m, Wäggitäl zwei Stufen 260 + 190 m, Ritom 800 m), so stellen die Staubecken Energiespeicher von sehr großem Werte dar, die den Mangel an Winterenergie zu einem Teile ausgleichen können. Andererseits sind in den letzten Jahren sehr bedeutende nicht speicherfähige Laufkraftwerke gebaut und in Angriff genommen worden, so daß der Überschuß an Sommerenergie stets größer geworden ist und in nächster Zeit noch erheblich anwachsen wird. Zum Teil wird diese Abfallenergie durch billige Abgabe an elektrochemische Werke verwertet werden können, zum Teil nur durch Ausfuhr in das Ausland. Die Schweiz weist die mannigfaltigsten Wasserkraftwerke auf, zum Teil mit Gefällen von wenigen Metern, wie an der unteren Aare und am Rhein zwischen Bodensee und Basel, und mit Wassermengen bis zu 1200 m<sup>3</sup>/Sek. (bei der geplanten Staustufe Schwörstadt am Rhein), und dann auch Gefälle von mehreren hundert Metern in einer Stufe. Das höchste in einer Stufe ausbaute Gefälle mit 1650 m wird im oberen Rhönetal bei Martigny, allerdings nur für eine Wasserführung von 0,8 m<sup>3</sup>/Sek. ge-

nutzt. Gefälle von über 300 m sind keine Seltenheit. Die meisten Großkraftwerke sind Hochdruckanlagen.

Ende 1922 ist in den schweizerischen Wasserkraftwerken einschließlich der im Bau befindlichen Werke eine Gesamtleistung von rd. 1,2 Mill. kW mit einer Jahresarbeitsleistung von rd. 4300 Mill. kWh installiert gewesen. Die gesamte mögliche Ausbauleistung wird auf über 5 Mill. kW (rd. 1,4 kW je Einwohner) mit einer möglichen Energieerzeugung von rd. 20 000 Mill. kWh geschätzt.

Fast alle Orte der Schweiz sind an die vorhandenen Verteilungsnetze angeschlossen, fast alle Maschinen haben elektrischen Antrieb. Die Züge der vorhandenen Eisenbahnlinien werden jetzt schon überwiegend elektrisch angetrieben. Der Bedarf der gesamten 5000 km langen Bahnlinien wird auf 1300 Mill. kWh geschätzt und wird in kurzer Zeit ausschließlich aus Wasserkraftwerken gedeckt werden.

Vor dem Kriege stellten sich die mittleren Gesteungskosten von 1 kWh ab Kraftwerk in gut ausgenutzten Anlagen auf 1 bis 2 Pf., bei schlechterer Ausnutzung bis zu 5 Pf. Während des Krieges erhöhten sich die Gesteungskosten sehr erheblich. Bei den speicherfähigen Anlagen ist mit hohen Gesteungskosten zu rechnen, die infolge der besseren durch sie erreichbaren Ausnutzung der mit ihnen verbundenen nicht speicherfähigen Anlagen gerechtfertigt sind.

Italien ist bei seinem Mangel an Kohlen mit seiner Energiewirtschaft ebenfalls auf möglichst vollkommene Ausnutzung seiner zahlreichen Wasserkraft angewiesen.

Die ausbauwürdigen Wasserkraft werden auf etwa 6 Mill. kW geschätzt (0,15 bis 0,20 kW je Einwohner). Fast  $\frac{2}{3}$  der Wasserkraft entfallen auf Norditalien. Ende 1924 waren fast 2 Mill. kW in Wasserkraftwerken installiert, dagegen weniger als 0,4 Mill. kW in Wärmekraftwerken. Die Arbeitsleistung der Wasserkraft betrug 1924 etwa 6000 Mill. kWh, demgegenüber ist die Energieerzeugung der vorhandenen Wärmekraftwerke nur geringfügig und dient zum Teil nur der Ergänzung der Wasserkraft in wasserarmen Zeiten.

Der Ausbau der Wasserkraft wird von der Regierung planmäßig unterstützt und hat in den letzten Jahren sehr große Fortschritte gemacht. Noch im Jahre 1918 betrug die Arbeitsleistung nur 1000 Mill. kWh, ist also in 6 Jahren auf das Sechsfache angewachsen. Zahlreiche Staubecken dienen dem Ausgleich der unregelmäßigen Wasserführung der Flüsse. Ende 1924 waren bereits gegen 100 Anlagen mit fast 800 Mill. m<sup>3</sup> Stauinhalt im Betrieb, darunter die größte Talsperre Italiens, die Tirsoerperre in Sardinien mit einem Stauinhalt von 416 Mill. m<sup>3</sup>, weitere etwa 50 Sperren mit rd. 700 Mill. m<sup>3</sup> Stauinhalt befanden sich im Jahre 1925 im Bau.

In den Alpen und den nördlichen Apenninen kann die Wasserführung im Herbst und Winter sehr empfindlich zurückgehen, während in den mittleren und südlichen Apenninen in den hier vorhandenen durchlässigen Gesteinen eine starke Versickerung und infolgedessen in regenarmen Zeiten eine erhebliche Speisung der Flüsse aus Quellen stattfindet, so daß die Niedrigwasserführung verhältnismäßig groß ist.

Das außerordentlich regenarme Jahr 1921 brachte in dem oberen Pogebiet nur wenig mehr als die Hälfte der Regenhöhe mittlerer Jahre und führte zu empfindlichen Einschränkungen in der Elektrizitätsversorgung Norditaliens, zumal die vorhandenen Wasserkraftwerke nicht ausreichten. Die Wasserklemme 1921 gab mit Veranlassung, eine speicherfähige Großwasserkraftanlage durch Vergrößerung des Lago di S. Croce von 40 auf 120 Mill. m<sup>3</sup> Stauinhalt und Einleiten von i. M. 30 m<sup>3</sup>/Sek. aus dem Piavefluß zur Ausführung zu bringen. Die Anlage kann in vier unterhalb gelegenen Kraftwerken mit einem Gesamtnutzgefälle von rd. 320 m jährlich etwa 235 Mill. kWh Energie erzeugen und in wasserarmen Zeiten besonders zur Ergänzung der vorhandenen Anlagen beitragen.

In Spanien weisen die Nordküste am Cantabrischen Meer und die Pyrenäen erhebliche Regenhöhen von 800 bis 1500 mm auf. Die großen Erhebungen — in den Pyrenäen auf über 3000 N.-N., in dem Cantabrischen Gebirge auf über 2000 N.-N. — gestatten den Ausbau großer Gefälle. Bei der Lage des Hauptindustriegebiets Spaniens bei Barcelona in der Nähe der Pyrenäen ist der Bedarf an Energie ein besonders großer, so daß in den linksseitigen Zuflüssen des Ebro, die aus den Pyrenäen kommen, bereits zahlreiche Wasserkraftwerke ausgebaut und konzessioniert sind.

Die großen Randgebirge Spaniens fangen die Regenwinde ab, so daß im Innern auf den großen Hochflächen sehr geringe Niederschlagshöhen vorhanden sind und viele Flüsse in der heißen Jahreszeit ganz versiegen. Der starke Wechsel in der Wasserführung und ihr außerordentlicher Rückgang im Sommer und Herbst erschwert hier den Wasserkraftausbau erheblich. Am Guadalquivir soll bei einem Niederschlagsgebiet von 47 000 km<sup>2</sup> die Niedrigwasserführung auf 7 m<sup>3</sup>/Sek. heruntergehen.

Die vorhandenen Wasserkraft werden auf 4 bis 5 Mill. kW geschätzt (rd. 0,2 kW je Einwohner). Hiervon sind Leistungen in Höhe von rund 3 Mill. kW konzessioniert, von denen fast die Hälfte auf das Gebiet des Ebro entfällt.

Frankreich besitzt neben seinen sehr reichen Kohlenschätzen viele und gute Wasserkraft. Nach einer Schätzung der Direktion für Wasserkraftanlagen beträgt die durchschnittlich verfügbare Leistung der Wasser-

kräfte, die in Betrieb und Bau sich befinden und bereits geplant sind, rd. 5 Mill. kW, davon waren im Jahre 1925 rd. 1 Mill. kW im Betrieb und im Bau. Die gesamten Wasserkräfte Frankreichs werden auf etwa 8 Mill. kW Leistung geschätzt (rd. 0,2 kW je Einwohner). Die wertvollsten Wasserkräfte befinden sich im Südosten, besonders in den Flußgebieten der Rhône, Isère und Durance.

Die Leistung der am Rhein geplanten Wasserkraftanlagen wird zu rund 0,5 Mill. kW angegeben. Auch der Südwesten hat, namentlich im Gebiet der Garonne, wertvolle Wasserkräfte.

Belgien besitzt bei der meist nur geringen Erhebung des Landes über dem Meeresspiegel nur wenige und unbedeutende Wasserkräfte. Neben einer Ausnutzung der Gefällstufen der Schifffahrtstraßen, insbesondere der kanalisierten Maas, Schelde und Sambre, kommen einige Anlagen an den kleinen Nebenflüssen von Maas und Schelde in Frage. Die gesamten Wasserkraftanlagen werden aber nur eine geringe Rolle in der Energieversorgung des Landes spielen.

In Holland sind die vorhandenen Wasserkräfte noch geringfügiger und beschränken sich fast nur auf die bei Kanalisierung der Maas gewinnbaren, deren Leistung auf nur 20 000 kW geschätzt wird. Daneben werden Untersuchungen über eine Ausnutzung von Ebbe und Flut angestellt.

In England spielen die Wasserkräfte bei dem großen Kohlenreichtum und dem bedeutenden Energiebedarf eine nur untergeordnete Rolle. Neben den bereits ausgebauten Wasserkraften mit einer Leistung von nur etwa 0,1 Mill. kW sollen noch rd. 0,5 Mill. kW gewinnbar sein.

Das Deutsche Reich ist im Verhältnis zu seiner großen Einwohnerzahl und seinem sehr großen Energiebedarf arm an Wasserkraften. Nach neueren Feststellungen können in Deutschland im ganzen rd. 4 Mill. kW (= rd. 0,07 kW je Einwohner) gewonnen werden, von denen rd. 2 Mill. kW auf Bayern (= rd. 0,3 kW je Einwohner), rd. 1,3 Mill. kW auf Preußen (= rd. 0,04 kW je Einwohner) entfallen. Auch nach vollendetem Ausbau sämtlicher vorhandener Wasserkräfte werden diese nur einen Teil des Energiebedarfs des Deutschen Reiches decken können, der zurzeit bereits über 40 000 Mill. kWh jährlich beträgt.

Am günstigsten liegen die Verhältnisse im rechtsrheinischen Bayern. Nach Ministerialrat Holler (Die Wasserkraft 1924, Heft 24) ist der normale Energieverbrauch daselbst für Licht, Kraft, Wärme und Bahnverkehr zurzeit rd. 8,6 Mill. t Kohle von 7000 WE, wenn die verschiedenen Energiequellen auf Kohle von 7000 WE umgerechnet werden. Im Jahre 1921 wurden davon 8%, im Jahre 1924 rd. 20% durch Wasserkräfte gedeckt. Holler schätzt, daß der Bedarf nach 50 Jahren auf über 15 Mill. t Kohlen von 7000 WE steigen wird, und daß dann etwa 33% davon durch Wasserkräfte gedeckt werden können. Hierzu wird eine Leistung von rund 1 Mill. kW erforderlich sein. Vor allem kommen nach Holler Großspeicherkräfte an der oberen Jller, oberen Lech, oberen Isar, im Frankwald und im Bayerischen Wald in Frage, da diese sich den Bedarfschwankungen besonders gut anpassen können, ferner die bei der Ausführung des Rhein-Main-Donau-Kanals zu gewinnenden Wasserkräfte. Für elektrochemische und elektrometallurgische Zwecke (Düngemittel, Aluminium, Elektrostahl) kommen Kräfte an der Alz, dem Inn, der Salzach, an Strecken der Jller, des Lech und der unteren Isar in Betracht.

Die Wasserkräfte der bayerischen Alpenflüsse sind in ähnlicher Weise wie die schweizerischen ausgesprochene Sommerkräfte. Eine gewisse Ergänzung im Winter kann durch ein Zusammenarbeiten mit den Wasserkraften im Mittelgebirge des nördlichen Bayerns, die ihre größte Kraftleistung im Winterhalbjahr aufweisen, erreicht werden. Da der gesamte Energiebedarf Bayerns ohnehin nicht aus den vorhandenen Wasserkraften allein gedeckt werden kann, so ist die Forderung nach speicherfähigen Wasserkraften in Bayern nicht so dringend wie in der Schweiz. Eine Regelung des Abflusses der vorhandenen großen Seen, insbesondere des Chiemsees, Starnberger Sees und Ammersees verspricht keinen übermäßigen Gewinn für die Energieerzeugung. Die wichtigste ausgebaute speicherfähige Wasserkraftanlage ist das Walchenseewerk, für das die örtlichen Vorbedingungen ungewöhnlich günstig waren.

Vor dem Kriege waren in Bayern 8000 Wasserkraftanlagen mit einer mittleren Leistung von rd. 150 000 kW in Betrieb, darunter die Werke bei Trostberg und Tacherting an der Alz mit 8000 kW, die Leitzach-Werke bei Miesbach mit rd. 17 000 kW, das Saalach-Werk bei Reichenhall mit rd. 4700 kW Ausbauleistung. Im Kriege sind u. a. fertiggestellt die Alz-Werke bei Margarethenberg und Holzfeld mit über 40 000 kW Ausbauleistung. Nach dem Kriege sind u. a. die Inn-Werke bei Töging mit über 65 000 kW, das Walchensee-Werk mit rd. 110 000 kW und 160 Mill. kWh Energieerzeugung, Mittlere Isar mit fast 100 000 kW Ausbauleistung und 480 Mill. kWh Energieerzeugung in Betrieb genommen worden. Im Bau ist zurzeit u. a. das Kachlet-Werk an der Donau mit 35 000 bis 40 000 kW Ausbauleistung und rd. 250 Mill. kWh Energieerzeugung, dessen Fertigstellung in diesem Jahre zu erwarten ist.<sup>1)</sup>

Nach Vollendung der Rhein-Main-Donau-Wasserstraße von Aschaffenburg bis zur Reichsgrenze bei Passau werden nach Einführung von Lech-

wasser in den Kanal etwa 1000 Mill. kWh in den geplanten Kraftwerken gewonnen werden können.

Die einheitliche Versorgung des Landes mit Elektrizität durch die 100-kV-Hochspannungsleitungen des Bayernwerkes trägt in hervorragender Weise zu einem großzügigen Ausbau der Wasserkräfte durch deren Zusammenschluß bei. Insbesondere wird hierbei ein Ausgleich zwischen den Wasserkraften des Alpengebiets mit ihrem Wasserüberfluß im Sommer und denjenigen des nördlichen Mittelgebirges mit ihrem Wasserüberfluß im Winter erreicht.

Auch Baden und Württemberg haben im Verhältnis zu ihrer Einwohnerzahl beachtenswerte Wasserkräfte. Das Kraftwerk des Badenwerkes bei Forbach an der Murg wird zurzeit auf eine Ausbauleistung von rd. 60 000 kW gebracht. Der Ausbau des geplanten Schluchsee-Werkes wird etwa 500 Mill. kWh bringen können. Die geplanten Kraftwerke am Rhein zwischen Bodensee und Basel, die von Baden gemeinsam mit der Schweiz auszubauen sind, werden nach dem Ergebnis eines Preisausschreibens eine Energieerzeugung von etwa 2500 Mill. kWh bringen, wenn die bestehenden Werke nicht berücksichtigt werden und der Rheinfall bei Schaffhausen nicht ausgebaut wird. Die bei einer Kanalisierung des Rheins zwischen Basel und Straßburg zu gewinnenden Energiemengen würden etwa 4500 Mill. kWh betragen, jedoch sind diese Wasserkräfte für das Deutsche Reich durch den Friedensvertrag von Versailles verloren. Durch Kanalisierung des Neckar von Plochingen bis Mannheim werden rd. 300 Mill. kWh gewonnen werden können.

Auch der Freistaat Sachsen hat, bezogen auf seine geringe Gebietsgröße von rd. 15 000 km<sup>2</sup>, recht erhebliche Wasserkräfte, die aber bei der dichten Besiedlung und dem sehr großen Energiebedarf Sachsens nur eine untergeordnete Rolle gegenüber den Dampfkraftwerken spielen, die zurzeit über 80% des gesamten Bedarfs decken.

Die bestehenden Wasserkraftanlagen Sachsens leisten zurzeit nur eine Jahresarbeit von rd. 500 Mill. kWh. Ausgebaut sind rd. 100 000 mittl. kW, eine ebenso große Kraftleistung wird als ausbauwürdig angesehen. Nach einer amtlichen Denkschrift von 21. Februar 1924 können durch Ausbau der vorhandenen und Einbau neuer Anlagen jährlich etwa 1100 Mill. kWh Energie mehr gewonnen werden. Die restlose Verwertung der gewonnenen Energiemengen dürfte bei dem großen Bedarf in Verbindung mit den vorhandenen großen Braunkohlenwerken keine Schwierigkeiten machen, andererseits wird der Wettbewerb der sehr wirtschaftlich arbeitenden Braunkohlenwerke den Wasserkraftausbau erschweren.

In den übrigen Ländern des Deutschen Reiches, insbesondere in Preußen, kann nur ein kleiner Teil des Kraftbedarfs durch Erschließung der Wasserkräfte von diesen übernommen werden. An den schiffbaren Wasserstraßen kann jährlich eine Energiemenge durch Kanalisierung der oberen Oder von etwa 100 Mill. kWh, der Weser von Hann.-Münden bis Bremen von rd. 400 Mill. kWh, der Fulda von rd. 70 Mill. kWh, der Mosel und Saar von rd. 400 Mill. kWh gewonnen werden. Die Durchführung des geplanten Weser-Main-Kanals wird eine Energiemenge von über 200 Mill. kWh bringen. Aus den Harzwasserkraften wird man bei großzügigem Ausbau über 200 Mill. kWh herausholen können. Im Verhältnis zu dem großen Kraftbedarf und der hohen Einwohnerzahl stellt sich der Gewinn an Wasserkraften nur gering. Um so dringender muß die Forderung nach einer möglichst vollkommenen Ausnutzung der wenigen vorhandenen Wasserkräfte erhoben werden.

Die in vorstehenden Ausführungen enthaltenen Zahlenangaben über die Wasserkräfte europäischer Länder sind auf Grund neuerer Mitteilungen in der Literatur gemacht worden. Im allgemeinen werden mit der zunehmenden Erforschung der vorhandenen Wasserkräfte die Schätzungen über deren Größe immer höher. Vor etwa 20 Jahren schätzte Köhn die vorhandenen deutschen Wasserkräfte auf etwa 1 Mill. kW. Oberbaurat Schmicke in München gibt dagegen im Jahre 1922 die Leistung zu rd. 4 Mill. kW an. Man darf annehmen, daß auch in vielen außerdeutschen Ländern genauere Schätzungen späterer Jahre zu wesentlich höheren Werten kommen werden, als in obigen Ausführungen angegeben.

In Ländern, die keine oder nur unzureichende Kohlenvorkommen haben, wie beispielsweise in der Schweiz und Italien, ist die möglichst vollständige Ausnutzung der vorhandenen Wasserkräfte eine besonders wichtige nationale Forderung, um im Energiebezug unabhängig von dem Auslande zu werden. Aber auch in Ländern, deren Kohlenvorkommen noch für Jahrhunderte ausreichen, ist der Ausbau der Wasserkräfte aus allgemeinen volkswirtschaftlichen Gründen dringend geboten und mit allen Kräften zu fördern, um den Wohlstand des Landes zu heben. Auf die wichtigen Aufgaben, die das Wasser neben seiner Verwendung zur Energieerzeugung zu erfüllen hat, ist dabei weitestgehende Rücksicht zu nehmen.

<sup>1)</sup> Nach anderer Angabe waren in Bayern im August 1926 11 604 Wasserkraftanlagen mit einer Gesamtausbauleistung von 935 994 PS (= rd. 690 000 kW) im Bau oder Betriebe befindlich.

Alle Rechte vorbehalten.

## Vom Stollen Neckarkraftwerk Aistaig.

Von Dipl.-Ing. K. Schaller, Oberingenieur der Dyckerhoff & Widmann A.-G., Niederlassung Düsseldorf.

In den Jahren 1920 bis 1923 kam im Zusammenhange mit der für den Gemeindeverband Überlandwerk Aistaig zu erstellenden Wasserkraftanlage am oberen Neckar unterhalb Oberndorf ein etwa 2300 m langer Oberkanalstollen zur Ausführung, der in mancher Hinsicht die Beachtung bau-fachlicher Kreise beanspruchen darf.

1. Allgemeines. Der Stollen mündet im Denkenhauser Bachtal (Abb. 1), das durch Abschluß mit einem aus Stollen- und Voreinschnittmaterial geschütteten, an seiner höchsten Stelle etwa 8,0 m hohen Staudamm zu



Abb. 1.

einem Tagesausgleichbecken mit rd. 60 000 m<sup>3</sup> Inhalt ausgebildet ist. Der Stollen hat bis zu 7,0 m<sup>3</sup> Kraftwasser zu fördern, das in einer ersten Ausbaustufe von 12,0 m Nutzgefälle ausgenutzt wird. Für den Querschnitt des etwa 2300 m langen Stollens wurde mit Rücksicht auf die wagerechte Schichtung des zu durchfahrenden Gebirges ein verhältnismäßig spitzes Profil gewählt (Abb. 2), das für die Baudurchführung sich als recht zweckmäßig erwies. Bei einem lichten Querschnitt von rd. 7,0 m<sup>2</sup> hat das Profil einen Umfang von 10,2 m. Das Stollengefälle beträgt 1:1000. Die beiden Stollenachsen-Haupttrichtungspunkte sind so gewählt worden, daß sie durch den Baubetrieb nicht gestört werden konnten. Diese Punkte ermöglichten es, daß während des Baues die Stollenrichtungspunkte jederzeit auf ihre richtige Lage bezw. auf etwaige Veränderungen hin prüfbar waren. Sie wurden örtlich gesichert durch einbetonierte Rohre oder Schienen mit Kerben. Für die Höhenmessungen wurde von den in die beiden Mundlöcher einnivellierten Fixpunkten ausgegangen.

2. Die geologischen Verhältnisse. Der Stollen verläuft zunächst auf etwa 40,0 m im Gehängeschutt, der im größeren Profileil im wesentlichen aus Kalkmergel, im unteren Profileil aus Buntsandsteinmergel aus den oberen Partien des oberen Buntsandsteines besteht. Letzterer verliert sich etwa auf km 0 + 50. Bis auf km 1 + 420 durchfährt der Stollen den unteren Muschelkalk (Wellengebirge), der sich dadurch auszeichnete, daß Gebirgswasser nicht angeschnitten wurde. Dieser Zustand änderte sich, sobald der mittlere Muschelkalk angefahren war. Dieser besteht in der restlichen Stollenstrecke im wesentlichen aus reinem, weißem oder grauem tonigen Gips mit Spuren von Anhydrit und war stark wasserführend (gesättigte Gipslösung). Der Fortgang der Arbeiten wurde be-

sonders dadurch erschwert, daß diese Gipslinsen häufig abwechseln mit stark druckhaftem, tonigem, dolomitischem Mergel mit großen Gipsfindlingen (im ganzen etwa 220 m). Sind im unteren Muschelkalk die Schichten ziemlich regelmäßig gelagert, so fiel im mittleren Muschelkalk die starke Verworfenheit des Gebirges, dessen Struktur sich sprunghaft ändert, auf. Fossilien wurden nur im unteren Muschelkalk festgestellt, u. a. die *Myophoria vulgaris* und die *Lima striata*.

3. Baustelleneinrichtung. Der Platz für die Einrichtung der Baustelle Wehr (Abb. 3), die vollständig auf dem rechten Ufer untergebracht werden mußte, war außerordentlich beschränkt. Im Stollen selbst mußte man sich auf ein einziges Ausweichgleis beschränken. Auf dem zur Verfügung stehenden schmalen Geländestreifen neben dem Oberkanal konnten nur die notwendigsten Anlagen untergebracht werden, wie Kompressorenhaus, Schmiede und Werkstätte, Ventilatoren mit Antrieb, Betonmischmaschine, Kohlen- und Zementschuppen. Die übrigen Anlagen, wie Kantine mit Schlafräum, Unterkunftbaracken, Baubureau, Magazin, Transformatorhaus, Sprengstoffmagazin usw., mußten dicht über der Baustelle aufgestellt werden.



Abb. 2.

Wesentlich einfacher lagen in dieser Beziehung die Verhältnisse auf der Denkenhauserbach-Baustelle, wo genügend Platz für die Baustelleneinrichtung vorhanden war (Abb. 4). Zum Antrieb der Maschinen stand hochgespannter Strom zur Verfügung, der auf beiden Baustellen auf 380 V transformiert werden mußte. Die für die Ausbrucharbeiten erforderliche Preßluft wurde in einem 4- und 6-m<sup>3</sup>-Kompressor erzeugt, die durch einen 40- bzw. 45-PS-Drehstrommotor angetrieben waren. Die zu beiden Kompressoren gehörenden Windkessel von je 3 m<sup>3</sup> Inhalt waren außerhalb des Maschinenhauses aufgestellt.

Für die Bewetterung war auf beiden Baustellen je ein Hochdruckventilator eingebaut.

4. Bauvorgang. Der Vortrieb im unteren Muschelkalk (Abb. 5) bot keine nennenswerten Schwierigkeiten, bis bei km 1 + 460 derart starke Wasseradern angeschnitten wurden, daß die Vortriebarbeiten eingestellt werden mußten, da das Gebirgswasser nicht mit natürlichem Gefälle ablaufen konnte und bei dem erreichten Vortrieb sich eine Pumpeninstallation nicht lohnte. Zudem waren von der Gegenseite schon etwa 530 lfd. m geleistet, so daß man sich entschloß, die Reststrecke von unten aus vorzutreiben, wobei man die Möglichkeit hatte, das angeschnittene Gebirgswasser mit natürlicher Vorflut ablaufen zu lassen. Stark druckhafte Stollenstrecken (Abb. 6) mußten mit der regelrechten Getriebezimmern vorgetrieben werden, wobei meistens auch die Stollenwandung verbaut werden mußte. Der Abstand der einzelnen Baue (Stockwerkrahmen) betrug je nach Druckverhältnissen 0,8—1,30 m.

In weniger druckhaftem Gebirge und in den Stollenstrecken, wo die Gefahr bestand, daß sich ganze Deckenplatten lösen und den Stollen-



betrieb gefährden, wurde lediglich ein Deckenschutz eingebaut derart, daß quer zur Stollenachse auf je zwei Längsunterzüge, die durch Halb- oder Ganzständer abgestützt waren, waldkantige Dielen aufgelegt wurden, die durch Keile oder sonstige Hinterpackung gesichert wurden.

5. Vollaussbruch der Fels- und Druckstrecken (ohne Sohle). Mit den Vollaussbrucharbeiten wurde bis auf eine kurze Strecke im unteren Muschelkalk erst nach dem Durchschlag begonnen, und zwar in erster Linie, weil sich die Verhandlungen über die Ausbaugröße des Stollens bis anfangs 1922 hinzögerten. Nach dem Durchschlag kam den Vollaussbruch- und Betonierungsarbeiten der natürliche Luftzug sehr zu statten, der allerdings je nach Witterungs- und Windverhältnissen durch künstliche Ventilation unterstützt werden mußte.

Wie der Vortrieb geschah auch der Vollaussbruch der Felsstrecken (ohne Sohle) vom Stollenportal nach innen. Hierbei wurden die Druckstrecken übersprungen, weil hierfür Sonderkolonnen angesetzt wurden. Da je nach Gebirgs- und Wasserverhältnissen verschiedene Betonierungsstärken gewählt werden mußten, war das Vollaussbruchprofil nicht einheitlich groß.



Abb. 5.

Gleis auf längere, auf den Widerlagerfundamenten aufliegenden Schwellen verlegt und der Rest vollends ausgebrochen. Das zwischen den langen Schwellen frei durchhängende Gleis durfte natürlich von den Benzol-lokomotiven nicht befahren werden.

Da der untere Muschelkalk auf eine Stollenlänge von etwa 1430 m vollkommen trocken war, wurde hier von einer Drainage abgesehen und wurden Rohre nur in der restlichen Stollenstrecke im Bereiche des mittleren Muschelkalks eingebaut. Die Steinzeugrohre mit 150 mm l. Durchm. wurden unter dem eigentlichen Vollaussbruchprofil in einem eigens dafür ausgeschossenen Graben im Gefälle 1:1000 verlegt. Die Flansche wurden lose ineinander gefügt und die Rohre mit einer Steinsickerung sorgfältig ummantelt. Starke Quellen in den Widerlagern wurden nach Möglichkeit gefaßt und mit Abzweigröhren in die Sohlendrainage geleitet.

7. Stollenauskleidung. Die plattige, mergelige Struktur des unteren Muschelkalks, der starke Neigung zum Abblättern zeigte, und die



Abb. 6.

In der Regel wurden 50 bis 60 lfd. m Stollen im unteren und 25 bis 30 lfd. m Stollen im mittleren Muschelkalk auf einmal abgebohrt.

Um dem Oberhauer oder Schießmeister jederzeit die Möglichkeit zu geben, rasch festzustellen, wieviel zum Vollaussbruchprofil noch fehlt, wurde eine Vorrichtung konstruiert, die sich wegen ihrer Einfachheit in der Anwendung gut bewährt hat. Ein Gestell wurde auf einen eingewiesenen Punkt zunächst der Höhe nach eingerichtet und fixiert, und bewegliche Fühlatten wurden dann bis zur Berührung mit der Stollenwand verschoben. Das noch überstehende Lattenende gab dann an, wieviel zum Vollaussbruch noch fehlte.

Die Vollaussbrucharbeiten in den Druckstrecken wurden zu gleicher Zeit wie die in den Felsstrecken ausgeführt. Hierfür wurden diese in Zonen von je 4,0 m Länge eingeteilt und im allgemeinen zwei Zonen auf einmal in Angriff genommen. Bei sehr starkem Druck konnte nur zonenweise vorgegangen werden. Nach Beendigung des Vollaussbruches auf 4 bzw. 8 m wurde sofort betoniert, um die Hölzer für die nächsten Zonen wieder freizubekommen. Auf diese Weise war etwa drei- bis fünfmalige Verwendung des Holzes möglich.

6. Vollaussbruch der Sohle und Stollendrainage. Da das Gebirge, namentlich der untere Muschelkalk, der Luft ausgesetzt, rasch verwitterte, wurden, bevor man an das Ausschließen der Sohle ging, Widerlager und Gewölbe im ganzen Stollen betoniert. Hierauf erst folgte der Sohlenausbruch, und zwar von innen nach den beiden Stollenportalen. Durch das öfter bei Hochwasser des Neckar in den Stollen gelangte Tagwasser war die Sohle des unteren Muschelkalks ziemlich mürbe geworden und konnte zu einem großen Teil von Hand gelöst werden.

Größere Schwierigkeiten machte namentlich wegen des Wasserandranges der Sohlenausbruch im mittleren Muschelkalk, zumal in dessen Bereich auch ein Graben zum Verlegen der Dränageröhre (150 mm l. W.) ausgeschossen werden mußte. Hier war nur ein Bohren mit Hohlbohrern möglich. Das sich im Drainagegraben während des Sohlenausbruches sammelnde Gebirgswasser wurde mit einer Diaphragmapumpe in den Wassergraben des Vortriebstollens gepumpt, von wo es mit natürlichem Gefälle nach dem Voreinschnitt abfloß.

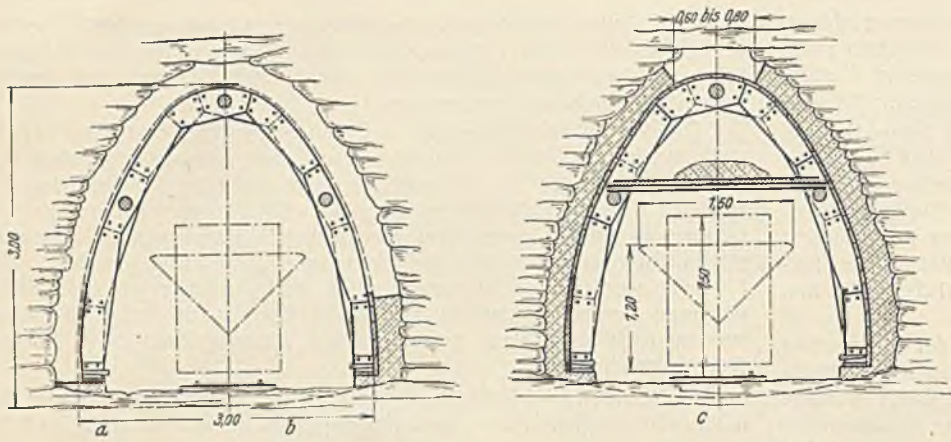
Zunächst wurde das Material seitlich der Schwellenköpfe und zwischen den Schwellen, soweit mit Pickel zu lösen, ausgebrochen, hierauf das

Gesteinbeschaffenheit des mittleren Muschelkalks mit seinen Gipslinsen und seiner großen Verworfenheit machten eine Stampfbetonauskleidung des Stollens notwendig.

Besondere Vorsicht war bei der Auskleidung im mittleren Muschelkalk geboten, wollte man einer Zerstörung des Betons durch die fast reine Gipslösungen darstellenden Gebirgswasser entgegenwirken. Wiederholte chemische Gesteinuntersuchungen ergaben den Gehalt von Gips, aber kein oder verhältnismäßig nur wenig Anhydrit, so daß ein Treiben des Gebirges bei Wasserzutritt nicht zu befürchten war.

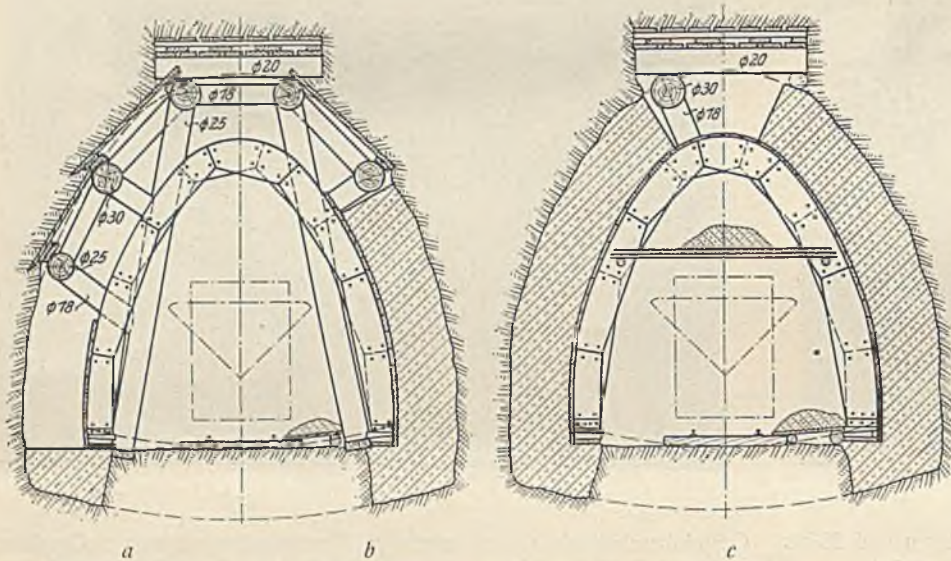
Da eine Zersetzung des Zementes durch die gipshaltigen Gebirgswasser ohne besondere Vorkehrungen vorauszusehen war, lag es nahe, die Verwendung des Zementes auf ein Mindestmaß zu beschränken oder ganz auszuschalten. Dies war zu erreichen durch Ausführung der Auskleidung in Klinker- oder Bruchsteinmauerwerk in ausreichender Stärke mit besonderen Mörtelmischungen. Als solche wurden vorgeschlagen Mischungen mit Erzzement oder aber, um die Kosten innerhalb erträglicher Grenzen zu halten, eine Mischung 1 R.-T. Zement: 0,7 R.-T. Traß: 2 R.-T. Sand oder schließlich überhaupt an Stelle eines Zementmörtels ein Traßkalkmörtel. Darüber hinaus empfahl Prof. Dr.-Ing. Probst, Karlsruhe, der als Gutachter hinzugezogen war, zunächst den Ausbruch mit Asphalt zu streichen, hierauf einen Ring aus Klinker-Mauerwerk zu mauern und an dieses Mauerwerk anzubetonieren. Ein anderer gangbarer, aber nicht so sicheren Erfolg versprechender Weg wie der oben skizzierte wurde von Prof. Pressel, München, vorgeschlagen. Dieser neigte zu der Ansicht, daß, um die zerstörende Wirkung des Gipswassers auf den Zementmörtel in einer für die Haltbarkeit der Auskleidung ausreichenden Weise auf eine ganz dünne Schicht in der Außenfläche des Mauerwerks mit Sicherheit zu beschränken, es notwendig ist, den Beton zur Erzielung großer Dichtigkeit des Mauerwerks sehr fett zu halten, außerdem in diesen Strecken und ein genügendes Stück vor und hinter ihnen mit Zementbrei unter hohem Druck zu hinterspritzen, so daß alle Hohlräume zwischen Gebirge und Mauerwerk gut ausgefüllt werden. — Als zweckmäßig wurde empfohlen, die Auskleidung namentlich in den nassen Partien des mittleren Muschelkalks etwas stärker als vorgesehen zu halten.

Mit Rücksicht auf die hohen Kosten einer Klinkerausmauerung wurde auf eine völlig sulfatfeste Auskleidung verzichtet und lediglich ein dichter



Betonierung der Fundamente und Aufstellen der hölzernen Schalbogen. Einbringen des Widerlagerbetons in radialen Lagen von 15 bis 20 cm. Betonieren des Gewölbes vor Kopf.

Abb. 7. Stollenausbau, Felsstrecke.



Einbringen des Fundamentbetons und Aufstellen der hölzernen Schalbogen. Betonieren der Widerlager, Abstützen der Unterzüge auf die Schalung. Entfernen der Langständer und Unterzüge. Betonieren des Gewölbes vor Kopf, wobei Kappen und Steckdielen des Firstschlitzes bei starkem Gebirgsdruck oft einbetoniert werden müssen.

Abb. 8. Stollenausbau, Druckstrecke.

Beton mit einem möglichst sulfatfesten Zement angestrebt. Von Dr. Herrmann, dem Leiter des technischen Untersuchungsamtes in Charlottenburg, waren als Mischungen empfohlen

- oder 1 R.-T. Erzzement : 3 R.-T. Kies : 3 bis 4 R.-T. Schotter,
- oder 1 R.-T. Hochofenzement : 3 R.-T. Kies : 3 bis 4 R.-T. Schotter,
- oder 1 R.-T. Portlandzement : 0,7 R.-T. Traß : 3 R.-T. Kies : 3 bis 4 R.-T. Schotter.

Mit Rücksicht auf die Kostenfrage entschied man sich im festen Gips- bzw. Anhydritgebirge für die letztgenannte Mischung, wobei allerdings an Stelle des Kieses Kalkgrus bis etwa 6 mm Korngröße verwendet wurde. Bemerkenswert in dieser Mischung ist im Hinblick auf die erstrebte möglichst große Dichtigkeit des Betons der hohe Traßzusatz.

In den Druckstrecken des mittleren Muschelkalks, in dessen mergeligem Ausbruchmaterial Gips nur in Spuren festgestellt wurde, begnügte man sich mit einer Mischung 1 R.-T. Portlandzement : 0,3 R.-T. Traß : 6 R.-T. Schotter bzw. Schottergrus, also mit einem wesentlich geringeren Traßzusatz.

Bis heute, Juni 1926, — der Stollen ist etwa 3 Jahre betoniert — konnten in den in den angegebenen Mischungsverhältnissen betonierten Stollenstrecken Zersetzungserscheinungen nicht festgestellt werden. Nur eine kurze Stollenstrecke, die wegen Stockung der Traßzufuhr im Mischungsverhältnis 1:4, also ohne Traßzusatz betoniert werden mußte, zeigte Ende 1923 deutliche Zersetzungserscheinungen. In untersuchten Proben des zerstörten Betons konnte der bekannte und so gefürchtete „Zementbazillus“, ein Calciumaluminiumsulfat festgestellt werden. Daß die übrigen Stollenpartien im mittleren Muschelkalk bis jetzt noch beste Beschaffenheit

zeigen, ist ein Beweis für die Zweckmäßigkeit des gewählten Traßzusatzes.

Die Hohlräume über die vorgeschriebene Betonierungsstärke hinaus wurden mit Steineinlagen (Steine aus dem unteren Muschelkalk) betoniert, zum Teil mit reiner Steinbeugung satt ausgefüllt.

Ursprünglich war vorgesehen, den Betonierschotter und Grus aus dem Stollenausbruch zu gewinnen. Der untere Muschelkalk erwies sich hierfür wegen seiner sich bald herausstellenden Eigenschaft, an der Luft zu verwittern, als ganz ungeeignet, eine Verwendung des mittleren Muschelkalks zur Gewinnung der Zuschlagstoffe verbot sich wegen seines Gips- und Anhydritgehaltes von selbst. Für eine Schottergewinnung zu Betonierzwecken kam nur der obere Muschelkalk, insbesondere seine unterste Schicht, der Trochitenkalk, in Frage. In Anbetracht der geringeren Kosten entschloß man sich zu einer Gewinnung im eigenen Steinbruchbetrieb.

8. Betonierung der Felsstrecken. Das Betonieren der Felsstrecken folgte dem Vollausbuch in einem Abstände von 50 bis 150 m im allgemeinen in der Richtung vom Stollenportal nach innen. Nach Vollausbuch der Fundamente, Widerlager und Gewölbe wurden zunächst die Fundamente betoniert, auf diese dann durchgehende Dielen verlegt und hierauf die hölzernen Lehrbogen verkeilt (Abb. 7).

Der auf Dielenpritschen neben der Verwendungsstelle gekippte Beton wurde in möglichst radialen Lagen von 15 bis 25 cm Höhe in die Widerlager eingebracht und sorgfältig gestampft. Für den obersten Teil des Gewölbes (etwa 60 bis 80 cm wagerecht gemessen) mußte der Beton in der Richtung der Stollennachse eingebracht und auch so, also vor Kopf gestampft werden. Erst blieb der Beton 4 bis 5 Tage eingeschalt, schließlich begnügte man sich ohne feststellbaren Nachteil sogar mit 48 Stunden, allerdings bei Verwendung von Ia Portlandzement Dyckerhoff & Söhne. Alle 4 m wurden im Scheitel mit Gewinde versehene Gasrohrstützen einbetoniert, um später Zementmörtel hinterpressen zu können.

Nachdem Widerlager und Gewölbe im ganzen Stollen betoniert waren, wurde mit dem Sohlenausbruch von innen nach den Stollenportalen begonnen. Dem Sohlenausbruch rückte die Sohlenbetonierung unmittelbar nach, und zwar so, daß anfänglich Strecken von 20 bis 30 m, später solche von 80 bis 120 m ausgebrochen und dann sofort betoniert wurden.

Betonierung der Druckstrecken (Abb. 8). Die Betonierung der Druckstrecken geschah in Doppelzonen oder zonenweise je nach Gebirgsdruck, und zwar unmittelbar, nachdem diese voll ausgebrochen

waren. Auch hier wurden erst die Fundamente betoniert, auf diesen in Abständen von 0,8 bis 1,0 m, je nach Druck, die aus drei Lagen aufeinander geschraubter, sich überlappender Dielenstücke bestehenden hölzernen Lehrbogen aufgestellt. Hierauf wurden die Widerlager betoniert, soweit es der Einbau erlaubte; schließlich wurden nacheinander die Unterzüge auf die Schalung abgestützt, und nach und nach, entsprechend dem Betonierungsfortschritt, die Unterzüge, die Langständer und der Seitenverzug entfernt. Die Firstkappe und der Firstverzug, selten auch ein Teil des Seitenverzuges, mußten häufig bei stark druckhaftem Gebirge einbetoniert werden.

9. Stollenglattstrich. Das Aufbringen des i. M. 2 cm stark vorgesehenen Zementmörtelglattstriches Mischungsverhältnis 1:2 bot im unteren Muschelkalk keine Schwierigkeiten. Dagegen wurde im mittleren Muschelkalk das Gebirgswasser als sehr störend empfunden. Besondere Quellen hat man zunächst durch einbetonierte Röhre in den Stollen abgeleitet, ringsum den Glattstrich aufgebracht und vor der Inbetriebnahme des Stollens das Rohr wieder zugepfropft. Trotzdem wurde der Glattstrich an vielen Stellen durch den Gebirgswasserdruck wieder abgedrückt, obgleich, um ein schnelleres Abbinden des Verputzes herbeizuführen, mit Soda-zusatz (10 % konzentrierte Sodaauslösung zum Anmachwasser) gearbeitet wurde.

Als bei wiederholtem, probeweisem Ablassen des Stollens immer wieder festgestellt wurde, daß der Glattstrich durch den Gebirgswasserdruck vielerorts weggedrückt war, das Gebirgswasser also in den Stollen eindringen und andererseits bei gefülltem Stollen und höherem Innendruck das Stollenwasser durch den bei dem gewählten Mischungsverhältnis nicht dichten Beton eindringen konnte und, ganz abgesehen von dem unerwünschten Wasserverlust, Längsströmungen zwischen Mauerwerk und Gebirge befürchtet werden mußten, kam man auf die in diesem Falle



naheliegende Lösung, selbsttätige Klappen an den Stellen des Mauerwerks einzubetonieren, wo aus Gebirgsspalten Wasser hervordrang bzw. ein Aufbringen eines haltbaren, dichten Glattriches mit gewöhnlichen Mitteln nicht zu erreichen war. Diese selbsttätigen Klappen, in ihrer Form den Ventiltellern ähnlich, wie sie bei Diaphragmapumpen verwendet werden, gestatten einerseits bei leerem Stollen bzw. bei einem äußeren Überdruck ein Entweichen des Gebirgswassers in den Stollen, andererseits wird bei höherem Innendruck dem Stollenwasser der Weg durch den Stollenbeton abgeschlossen. An Stelle der Klappen können sonstige Ventile, wie Kugel- oder Kegelveile, eingebaut werden.

Diese Einrichtung (Abb. 9), die dem Verfasser durch Deutsches Reichspatent geschützt ist, kann auch bei anderen Wasserbauten, wie Schleusen, Kanälen, Ufermauern usw. zur Ausgleichung des durch Gebirgs- oder Grundwasser erzeugten äußeren Überdruckes Verwendung finden. Durch Vermehrung der in das Wasserbauwerk eingebauten selbsttätigen Ventile oder Klappen über das unbedingt erforderliche Maß hinaus, kann eine genügende

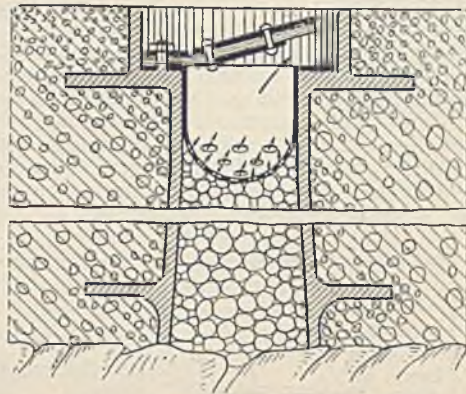


Abb. 9. Schematische Darstellung einer Einrichtung zur Ausgleichung äußerer Überdrücke bei Wasserbauten.

Sicherheit dafür erzielt werden, daß die Bemessung der Querschnitte des Bauwerks ohne Rücksicht auf äußeren Überdruck ausreicht, da nicht anzunehmen ist, daß sämtliche Klappen zugleich versagen werden, zumal die Sicherheitsfrage im vorliegenden Falle auch nicht die ent-

scheidende Rolle spielt wie z. B. bei einem Tragwerk, da, wenn tatsächlich einmal aus irgendwelchen unerwarteten und vielleicht zu vermeidenden Umständen — etwa weil der Einbau nicht mit der nötigen Sorgfalt vor sich ging, oder nicht geeignete Vorkehrungen gegen Verschlammen oder Verstopfen getroffen worden sind — ein Versagen eines Teiles der Klappen oder Ventile eintritt — das Wasser durch die anderen mit um so größerer Geschwindigkeit ausströmen würde.

Nachteilig beim Aistaiger Stollen war, daß diese Klappen erst nachträglich einbetoniert wurden, was mit größter Sorgfalt geschehen mußte, wollte man vermeiden, daß sich das Gebirgswasser nicht einen Weg zwischen Beton und einbetoniertem Klappenteller suchte. Vor allen Dingen war darauf zu achten, daß letzterer genügend tief in den Beton einband. Auf diese Weise waren im Stollen etwa 20, im kurzen Oberkanal etwa 5 Klappen mit einem lichten Durchmesser der Durchflußöffnung von 50 mm eingebaut. — Bei gelegentlichen Entleerungen des Stollens wurde festgestellt, daß das Grund- bzw. Gebirgswasser springbrunnenartig herausgepreßt wurde; Verstopfungen konnten nirgends beobachtet werden. Die Klappen hatten ihren Zweck erfüllt. In ihrer Umgebung wurde der Glattrich trotz der wiederholten Entlastung des Stollens nicht mehr abgedrückt.

10. Zementhinterspritzungen. Bekannt ist, daß sich namentlich zwischen Gewölbebeton und Gebirge durch das nicht zu vermeidende Schwinden des Betons immer mehr oder weniger große Hohlräume bilden, zumal hier nicht in radialen Lagen gestampft werden konnte, sondern dieses vor Kopf geschehen mußte. Wie schon früher erwähnt, wurden bereits beim Betonieren alle 4 m im Gewölbe mit Gewinde versehene Gasrohrstützen vorgesehen, an die die Schlauchleitung einer einfachen Zementkanone angeschraubt werden konnte. Mit der im Stollen zur Verfügung stehenden Preßluft von 3 bis 6 at wurde so lange als möglich Zementmörtel 1 : 1 eingepreßt.

Die Entwurfbearbeitung und Bauleitung für den Bauherrn, den Gemeindeverband Überlandwerk Aistag, lag in den Händen des Ingenieurbureaus W. Kimich, Sulz am Neckar. Die Ausführung der Bauarbeiten war der Dyckerhoff & Widmann A.-G., Niederlassung Karlsruhe-Stuttgart übertragen.

Alle Rechte vorbehalten.

### Neue Versuche mit F-Stahl.

Neuerdings hat die Firma Berliner A.-G. für Eisengießerei und Maschinenfabrikation, vorm. J. C. Freund & Co., in Charlottenburg, der Eidgen. Materialprüfungsanstalt an der Technischen Hochschule in Zürich eine Anzahl Rundstäbe des F-Stahls zur Verfügung gestellt, worüber die erwähnte Anstalt gelegentlich der Eisenbautagung in Zürich (vergl. „Die Bautechnik“ 1926, Heft 44 u. 46, S. 655 u. 690 ff.) in ihrem Diskussionsberichte Nr. 9<sup>1)</sup> eingehend berichtet.

Außer auf Zug und Druck wurde das Material auch metallographisch untersucht und chemisch analysiert, die Härtezahlen wurden ermittelt, und ferner wurden Kalt-, Biege- und Schlagversuche durchgeführt. Die chemische Analyse ergab folgendes:

		Mittelwerte
C	0,11 bis 0,15%	0,13%
Si	0,93 „ 1,04%	1,00%
P	0,02 „ 0,05%	0,04%
S	0,05 „ 0,06%	0,05%
Mn	0,48 „ 0,83%	0,64%

Die metallographischen Bilder zeigen im Anlieferungszustande das gleichmäßige Gefüge eines Kohlenstoffstahls. Es ist vorwiegend Ferrit (hell) und wenig Perlit (dunkel) vorhanden. In ausgeglühtem Zustande (30 Min. im elektrischen Ofen bei 900° C geglüht und dann an der Luft langsam ausgekühlt) zeigen die Kristallite nur geringes Wachstum. Das Gefüge in abgeschrecktem und verkühltem Zustande ist von bester feinkörniger Struktur. Kalt oder warm verschmiedetes Material zeigt keine Gefügeänderung. Die Härtezahlen beliefen sich im Mittel für entphosphorten F-Stahl auf 146, für nichtentphosphorten F-Stahl auf 157. In beiden Fällen war das Material von guter gleichmäßiger Härte. Für die Rund-, Quadrat- und Rechteckstäbe fanden sich im Anlieferungszustande nebenstehende Festigkeitswerte.

Das Material in ausgeglühtem Zustande ergab eine Verminderung der Proportionalitätsgrenze und der Fließgrenze gegenüber dem Anlieferungszustande um rd. 10%, die Zugfestigkeit verringerte sich um rd. 5%, während sich die Bruchdehnung und die Quersammenziehung um rd. 4% erhöhten. Die Zugfestigkeit des F-Stahls ist somit um etwa 10% geringer als bei St 48. Die Fließgrenze für Zug und die Quetschgrenze für Druck sind gleich groß und liegen um rd. 20% höher als bei St 48. Das Verhältnis von Fließgrenze zu Zugfestigkeit (0,71) ist beim

<sup>1)</sup> Eidgen. Materialprüfungsanstalt an der E. T. H. in Zürich, Diskussionsbericht Nr. 9 von Prof. Dr.-Ing. R. Os: „Der neue F-Stahl“, Ergebnisse der Festigkeitsuntersuchungen, Zürich, April 1926, mit Diskussionsbericht.

	entphosphort	nicht entphosphort	General-Mittel
Proportionalitätsgrenze . . . . .	3,75 t/cm <sup>2</sup>	3,64 t/cm <sup>2</sup>	3,70 t/cm <sup>2</sup>
Obere Fließgrenze . . . . .	3,77 „	3,91 „	3,81 „
Zugfestigkeit . . . . .	4,82 „	5,26 „	4,94 „
Bruchdehnung			
Meßlänge 5d . . . . .	33,8 %	32,4 %	33,4 %
„ 10d . . . . .	26,2 %	25,2 %	25,9 %
Quersammenziehung . . . . .	65,6 %	63,8 %	65,1 %
Arbeitswert . . . . .	1,26 t/cm <sup>2</sup>	1,32 t/cm <sup>2</sup>	1,28 t/cm <sup>2</sup>
Elastizitätsmaß . . . . .	2050 „	2080 „	2070 „

F-Stahl höher als bei St 48 (0,58). Die Proportionalitätsgrenze für Zug ergab sich beim F-Stahl um rd. 42% höher als bei St 48; sie fällt beinahe mit der Fließgrenze zusammen. Das Verhältnis der Proportionalitätsgrenze zur Fließgrenze (0,97) ist wesentlich vorteilhafter als bei St 48 (0,77). Die spezifische Bruchdehnung des F-Stahls (25,9%) ist um 14%, die Querdehnung (65%) um rd. 40% höher als bei St 48. Die Dehnungszahlen für Zug und Druck unterscheiden sich nicht von denen für St 48. Gegen Umbiegen im Anlieferungszustande und nach der Härtung ist der phosphorarme F-Stahl (0,02%) dem St 48 weit überlegen. Ebenso ist die Zugfestigkeit sowie das Schlag-Biegevermögen wesentlich höher als bei St 48. Die Härte des F-Stahls ist etwas höher als diejenige von St 48. Gegen Kaltverarbeitung verhält sich der neue Stahl besser als St 48. Dagegen nimmt das Dehnungsvermögen bei F-Stahl stark ab. Gegen Verschmiedung in Blauwärme (Verschmiedungsgrad 1/6) ist der F-Stahl ebenso empfindlich wie St 48, nur bewahrt er ein größeres Dehnungsvermögen. Gegen das Stanzen erwies sich der F-Stahl weniger empfindlich. Die Kerbzähigkeit für voll ausgebohrte Stäbe ist beim F-Stahle wesentlich größer; jedoch wird das Stanzen dann verhängnisvoll, wenn das Material nicht genügend entphosphort ist (0,06%).

Die Schlußfolgerungen der Züricher Anstalt bestätigen, daß es sich bei dem F-Stahle (der auch Si-Stahl genannt wird), um ein hochwertiges Erzeugnis handelt, das in bezug auf Festigkeit dem Baustahle St 48 ebenbürtig ist, ihn aber an Zähigkeit übertrifft.

Die Züricher Anstalt glaubt, daß sich bei 50% höheren zulässigen Beanspruchungen als bei St 37 eine nennenswerte Gewichts- und damit auch Kostenersparnis erzielen läßt, wobei man allerdings berücksichtigen muß, daß der F-Stahl, ähnlich wie St 48, etwas schwieriger zu bearbeiten

ist. Was die Verwendung des Freund-Stahls im Eisenbetonbau betrifft, so empfiehlt Zürich die Erhöhung der zulässigen Beanspruchung der Bewehrungsseisen auf 1600 kg/cm<sup>2</sup>, bei gleichzeitiger Verwendung bester bzw. hochwertiger Portlandzemente. Die sehr hohe Fließgrenze, die große Bruchdehnung, die bedeutende Quersammenziehung und das

hervorragende Biegevermögen des F-Stahls eröffnen diesem ein ausgedehntes Verwendungsgebiet im Maschinen- und Behälterbau, sowie im Eisenhoch-, Brücken- und Eisenbetonbau. Der Preis des neuen Silizium-Baustahls soll nur unwesentlich höher sein als derjenige von gewöhnlichem Stahl oder von Baustahl St 48. Kleinlogel.

## Vermischtes.

**Verfügung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft, Hauptverwaltung, betreffend den Grundanstrich neuer Eisenbauwerke.** Vom 8. November 1926 (82 D 14767.)<sup>1)</sup>

Bei kleineren und mittleren Bauwerken, bei denen sich die Entrostung der Überbauten mit Sandstrahlgebläse auf der Baustelle nicht lohnt, ist der Grundanstrich in der Eisenbauanstalt auszuführen. Die hierzu erforderliche Bleimennige kann von der Eisenbauanstalt oder von der zuständigen Reichsbahndirektion beschafft werden.

Wird die Bleimennige von der Eisenbauanstalt beschafft, so hat diese vor Ausführung des Grundanstrichs eine streichfertige Probe der Farbe an die Chemische Versuchsabteilung des Eisenbahnwerks Brandenburg West in Kirchmöser zur Untersuchung einzusenden. Dabei ist Bezugsquelle, Verwendungszweck und Mischungsverhältnis der Farbe mitzuteilen. Das Untersuchungsergebnis ist von der Eisenbauanstalt dem Abnahmebeamten vorzulegen, der hiernach über Verwendung oder Ablehnung der Farbe entscheidet. Vor der Entscheidung des Abnahmebeamten darf mit dem Anstrich auf keinen Fall begonnen werden. Erstreckt sich die Ausführung des Anstrichs mit derselben Farblieferung auf einen längeren Zeitraum, werden z. B. mehrere kleinere oder mittlere Überbauten gestrichen, so hat der Abnahmebeamte nach Absatz 2 — Güteprüfung — der „Besonderen Bedingungen für die Lieferung von Farben für Eisenbauwerke“ weiter eine oder unter Umständen auch mehrere streichfertige Proben von der vorgenannten Chemischen Versuchsabteilung in Kirchmöser untersuchen zu lassen. Die Untersuchungsergebnisse sind vom Abnahmebeamten an das zuständige Dezernat der Reichsbahndirektion einzureichen, wo sie nach Auswertung für die Anstrichprüfungsnachweisung den Bauakten einzuverleiben sind. Die Kosten der Untersuchungen trägt die Eisenbauanstalt.

Bei größeren Bauwerken, bei denen sich die Entrostung der Eisenteile mit Sandstrahlgebläse auf der Baustelle lohnt, bleibt es den Reichsbahndirektionen überlassen, das oben geschilderte Verfahren anzuwenden oder die Eisenteile ungestrichen auf die Baustelle zu bringen und erst die fertiggestellten Überbauten mit Sandstrahlgebläse zu entrostern und sie dann weiter nach den „Vorschriften für die Lieferung von Farben und die Ausführung von Anstrichen für Eisenbauwerke (FAE)“ zu behandeln.

In den Eisenbauanstalten werden nur die bei der fertigen Konstruktion sich überdeckenden Teile mit Bleimennige gestrichen. Für diese Anstriche ist selbstverständlich das oben erörterte Verfahren maßgebend. Entrostung und Anstrich auf der Baustelle werden zweckmäßig zusammen vergeben. Um die Schwierigkeiten zu beseitigen, die aus der Akkordarbeit, aus der Arbeit bei Regen und feuchter Witterung, aus Verfälschung der Farbe, aus mangelhafter Entrostung usw. entstehen, empfiehlt es sich, einen Teil des Bauwerks, der möglichst vielseitig beansprucht sein soll und als solcher gemeinsam mit dem Unternehmer ausgewählt wird, unter genauer Aufsicht und mit der von der Reichsbahn für erforderlich gehaltenen Gründlichkeit vom Unternehmer entrostern und streichen zu lassen. Diese so behandelte Fläche wird unauffällig durch Umrandung kenntlich gemacht. Der Unternehmer muß sich verpflichten, das übrige Bauwerk so zu entrostern und zu streichen, daß es sich in seinem Anstrich acht Jahre ebenso hält, wie der unter Aufsicht und mit besonderer Vorsicht gestrichene und gekennzeichnete Teil. Unter diesem Gesichtspunkt auftretende Mängel hat der Unternehmer auf seine Kosten zu beseitigen.

Im übrigen sind selbstverständlich die Vorschriften der „FAE“ bindend. In den Verträgen müssen die vorstehenden Richtlinien eindeutig klargestellt werden.

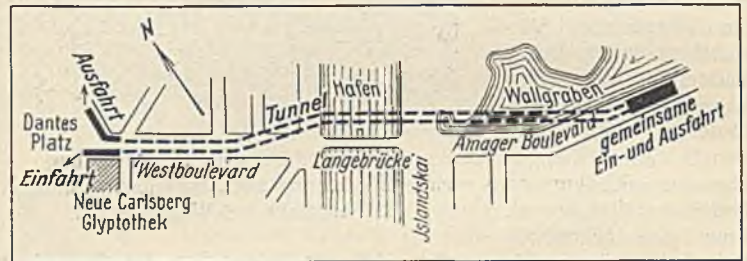
Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft, Hauptverwaltung.  
Kraefft.

**Technische Hochschule Braunschweig.** Die Würde eines Doktor-Ingenieurs ehrenhalber ist verliehen worden dem Ingenieur Ludwig Kuchel in Berlin in Anerkennung seiner hervorragenden Verdienste um die Schweißtechnik.

**Der Neubau,** Halbmonatsschrift für Baukunst, VIII. Jahrgang der Zeitschrift Die Volkswohnung. (Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin W 8.) Das am 24. Dezember ausgegebene Heft 24 (1 R.-M.) enthält u. a. folgende Beiträge: Georg Stein: Das Bauhaus in Dessau. — Dr.-Ing. Ewald: Deutsche Siedlungen im Luftbild. — Dr.-Ing. Vischer: Stil und moderne Architektur.

<sup>1)</sup> Im Anschluß an die Verfügung 82 D 12630 vom 11. Oktober 1926 und die am 23. Oktober 1926 mit den Dezernenten für Brücken und Ingenieurhochbau in Rheinhausen abgehaltene Besprechung.

**Automobiltunnel unter dem Hafen in Kopenhagen.** Die im Zuge des Westboulevards über den Hafen führende Drehbrücke, die sogenannte „Lange Brücke“, genügt schon seit langer Zeit nicht mehr dem Verkehrsbedürfnis, weil sie einmal ungenügende Breite besitzt, zum anderen infolge der äußerst regen Hafenschiffahrt sehr oft — etwa 30 bis 40 mal in 24 Stunden — geöffnet werden muß, wodurch der Straßenverkehr in unerträglicher Weise gehindert wird. Da es sich ferner um eine von Personen- und Lastautos besonders stark benutzte Straße handelt, die den Kern der Stadt mit dem südlichen Hafengebiet und mit der dicht bebauten, fruchtbaren Insel Amager verbindet, so drängen die unhaltbaren Verhältnisse mit unwiderstehlicher Gewalt nach baulichen Maßnahmen, die durchgreifende Abhilfe verschaffen.



In der letzten Oktoberwoche d. J. hat nach Mitteilung in der Tagespresse die Hafenverwaltung Kopenhagens über einen von den Ingenieuren Steen-Kristensen und Wamberg-Andersen aufgestellten großzügigen Tunnelplan beraten, der nach einmütiger Ansicht aller Mitglieder vorzüglich geeignet sein würde, die bestehende Verkehrsschwierigkeit zu beseitigen. Der in der Abbildung gezeigte Entwurf hat seiner Anlage nach große Ähnlichkeit mit dem neuen „Holland-Tunnel“ in New York. Wie bei diesem wird beabsichtigt, den vorherrschenden Autoverkehr auf einen zweiröhren Tunnel zu verweisen. Das südliche Tunnelrohr soll den Verkehr von Kopenhagen nach dem Hafengebiet und nach Amager aufnehmen, während das nördliche Rohr für die entgegengesetzte Verkehrsrichtung bestimmt ist. Für die Tunnelrohre ist ein innerer Durchmesser von 7,5 m vorgesehen. Jede Fahrbahn wird 6,0 m breit und erhält beiderseitige Schutzwege von je 0,5 m Breite. Die Fahrbahnen liegen 16 m unter dem mittleren Wasserstande des Hafenbeckens. Die Ein- und Ausfahrten auf der Kopenhagener Seite sind zu beiden Seiten des Dantesplatzes vor der bekannten „Neuen Carlsberg Glyptothek“ angeordnet, während beide Tunnelrohre auf der Insel Amager in eine gemeinsame Rampe einmünden, die in der Mitte des Boulevards liegen soll. Die Baukosten sind auf 11 Mill. Kronen veranschlagt. Im Hinblick auf die besonders große Dringlichkeit meint man, mit einer Bauzeit von zwei Jahren auskommen zu können.

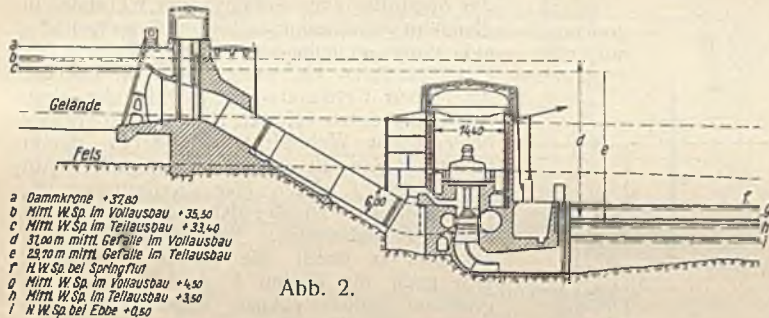
Eine zweite Lösung, die der Hafenverwaltung gleichzeitig unterbreitet wurde, sieht vor, die Ausmündungen auf der Kopenhagener Seite etwa 400 m weiter nach Westen, nach dem Platz vor dem Rathaus, zu verlegen. Da es sich in beiden Fällen um sehr schwere Eingriffe in besonders geschützte Gebiete der Stadt handelt, werden der Ausführung des Tunnelplanes noch große Widerstände erwachsen, die aber m. E. gebrochen werden, da eine zweite mögliche Lösung, nämlich eine Hochbrücke, das Städtebild ohne Zweifel noch erheblich ungünstiger beeinträchtigen würde. Nils Buer.

**Die Großwasserkraftanlage am Shannon zur Elektrizitätsversorgung Irlands.** Über die großzügige Wasserkraftanlage in Irland, deren Ausführung den Siemens-Schuckertwerken von der irischen Regierung übertragen wurde, hielt Oberingenieur Reichard am 2. Dezember 1926 im „Deutschen Wasserwirtschafts- und Wasserkraft-Verband“ einen durch zahlreiche Lichtbilder erläuterten Vortrag. Der Vortragende führte etwa folgendes aus:

Seit Jahresfrist sind 2500 deutsche und irische Ingenieure und Arbeiter in Irland am Shannonfluß tätig, um, unterstützt durch eine große Anzahl von Baggern und anderen Baumaschinen, an diesem größten und wasserreichsten Flusse Irlands eine Großwasserkraftanlage zu errichten und die bisher nutzlos zu Tal fließende Energie für die Elektrizitätsversorgung des Landes nutzbar zu machen. Die umfangreichen Bauten sind von der Regierung des irischen Freistaates, der sich erst vor kurzem die politische Unabhängigkeit erkämpft hat, mit großer Tatkraft in Angriff genommen, um durch Ausbau der heimischen „weißen Kohle“ die danieliegende Volkswirtschaft zu fördern und Arbeitsgelegenheit für die auch dort zahlreichen Arbeitslosen zu schaffen. Gleichzeitig wird ein einheitliches Hochspannungs-Verteilungsnetz, wie wir es in den letzten Jahren in Bayern und Ostpreußen haben entstehen sehen, über den ganzen irischen Freistaat gezogen, das die erheblichen Energiemengen des Shannon den Verbrauchern zuführt.

Der Shannon, dessen mittlere Wasserführung etwa der der Oder bei Crossen oder der der Weser bei Bremen entspricht, durchfließt in seinem Mittellaufe mehrere große Seen, deren Gesamtoberfläche etwa der Hälfte des Bodensees gleicht. Im Unterlaufe fällt der Fluß in einer Reihe von Stromschnellen in kurzer gefällreicher Strecke zum Atlantischen Ozean ab, so daß hier die Ausnutzung der bedeutenden Wasserkraft in einer Einzelstufe von im Mittel rd. 30 m Gefälle außerordentlich günstig ist. Die großen Seen eignen sich vorzüglich dazu, den Wasserüberfluß des Shannon zu Hochwasserzeiten aufzuspeichern und dann als Zuschuß in Trockenzeiten wieder abzugeben. Sie werden zu diesem Zwecke an den Stellen, wo sie der Shannon verläßt, durch Stauwehre abgeschlossen und können dann infolge ihrer großen Oberfläche mit Spiegelschwankungen von wenigen Metern bis zu 827 Mill. m<sup>3</sup> aufspeichern. Vergleichsweise sei erwähnt, daß unsere größte deutsche Talsperre, die Edertalsperre, ein Fassungsvermögen von 200 Mill. m<sup>3</sup>, also etwa den vierten Teil hat. Die Seenufer werden da, wo das Gelände nicht schon in der Natur steil ansteigt, durch niedrige Schutzdeiche geschützt, und das dahinterliegende Land wird durch Pumpwerke entwässert. Insgesamt werden 218 km solcher Deiche und 48 Pumpwerke erforderlich, durch die die flachliegenden Teile der Seenufer, die jetzt alljährlich durch Hochwasser weithin unter Wasser gesetzt werden, in Zukunft vor Überflutung geschützt sind. Durch diese Maßnahme werden gleichzeitig rd. 20 000 Morgen Land, die jetzt nur wenig oder gar nicht bebaut werden können, zur intensiven landwirtschaftlichen Ausnutzung gewonnen.

8 km unterhalb der Stelle, an der der Shannon den letzten der großen Seen, den Lough Derg, verläßt, wird auf einer sich quer durch das Flußtal ziehenden mächtigen Felsbank aus hartem Sandstein das Hauptwehr errichtet, das den Fluß um rd. 10 m aufstaut (Abb. 1). Das Wehr wird, wie unsere großen neuen deutschen Wehre an der Mittleren Isar, am Inn und am Donau-Kachlet, als Schützenwehr gebaut und durch vier eiserne Schütztäfel von je 18 m Breite und 2,70 m Höhe und zwei Doppelschütze von je 10 m Breite und 10,90 m Höhe verschlossen.



a Limerick. b Unterkanal. c Krafthaus. d Oberkanal. e Shannon-Fluß. f Wehr. g Einlaufbauwerk. h Parteen-Villa. i Killaloe. k Derg-See.

Abb. 1.

Wasserführung des Shannon zwischen 290 Mill. kWh und 670 Mill. kWh und beträgt in einem Jahre mit mittlerer Wasserführung 462 Mill. kWh. Mit Hilfe der großen Speicherbecken der Seen wird die Stromerzeugung den Schwankungen des Bedarfs gut angepaßt werden können, so daß die Wasserkraftanlage am Shannon für eine Reihe von Jahren für die Überlandversorgung Irlands ausreichen wird. Die Bauzeit der ganzen Anlage ist für den ersten Ausbau auf 3 1/2 Jahre festgesetzt. Die Arbeiten sind von den Siemens-Schuckertwerken und der Siemens-Bauunion bereits so weit gefördert, daß das Werk Anfang des Jahres 1929 in Betrieb genommen werden können.

**Der doppelwirkende Stoßhammer Bauart Mc. Kiernan-Terry.**

Die starke Zunahme der Verwendung eiserner Spundwände hat eine nicht minder starke Vermehrung der Ramm- und Fallhammersysteme mit sich gebracht, von denen an Hand der beigegebenen Abbildungen und nach einem Bericht von Sapin in „La Technique des Travaux“ 1926, Heft 8, nachstehend der doppelwirkende Stoßhammer Bauart Mc. Kiernan-Terry beschrieben sei:

Er gestattet die Verwendung mit oder ohne Gerüst und ist besonders dort am Platze, wo es sich um Rammarbeiten an schwer zugänglichen Stellen oder bei schnellem Platzwechsel handelt. Es genügt hierbei, sobald der Hammer auf den Kopf des Pfahles gesetzt ist, diesen oberflächlich zu unterstützen, bis er durch die ersten Schläge genügend weit eingetrieben ist; vergl. Abb. 2, die das Rammen einer Eisenspundwand darstellt, wobei das Antriebsmittel in langer Schlauchleitung zugeführt wird. Ebenso wie für senkrechte Rammung kann man den Mc. Kiernan-Terry-Hammer auch für schräge Pfähle oder Bohlen verwenden und ihn schließlich nicht nur für Rammungen überhaupt, sondern ebenso auch zum Ziehen von Pfählen, Spundbohlen und dergl. benutzen.

Der Hammer (Abb. 1) besteht aus einem massiven Gußzylinder, in dem sich ein Kolben auf und ab bewegt, der außer durch sein Eigengewicht besonders durch den auf seine Oberfläche wirkenden starken Dampf- oder Preßluftdruck nach unten getrieben wird. Hierdurch — eben durch die Verwendung von Preßluft oder Dampf zur Verstärkung der einfachen Schwerkraftwirkung — unterscheidet sich die Bauart Mc. Kiernan-Terry von der bisher üblichen: Außen am Zylinder befindet sich zur Steuerung des Antriebsmittels ein Kolbenschieber. Der Kolben wirkt auf die Spundbohlen mittelbar und über ein Guß-

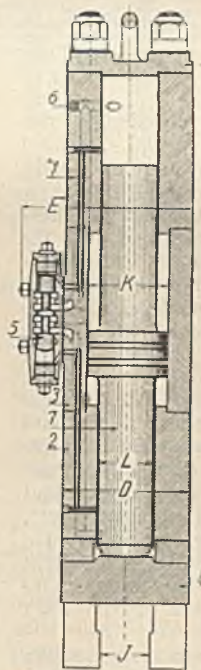


Abb. 1.



Abb. 2.

Der 12 km lange Wehrkanal, durch den das Wasser des Shannon dem Krafthause zugeführt wird, erhält bei 90 m größter Spiegelbreite eine größte Wassertiefe von rd. 11 m und kann an seinem Einlauf durch drei große eiserne Schütze von je 25 m Breite und ein Schiffsdurchlaßschütz von 10 m Breite verschlossen werden. Der Kanal wird bis zu 600 m<sup>3</sup>/Sek. abführen können, d. i. etwa die Mittelwassermenge der Elbe unterhalb Magdeburg.

Am Ende dieses Wehrkanales wird das Krafthaus errichtet, dessen Turbinen das Wasser durch sechs große eiserne Rohrleitungen von je 6 m Durchm. zuströmt (Abb. 2). Die Turbinen werden als Francis-Spiralturbinen mit stehender Welle gebaut und können bei dem zeitweise auftretenden größten Gefälle von rd. 34 m je 38 500 PS erzeugen, zusammen also rd. 230 000 PS. Sie werden unmittelbar gekuppelt mit Drehstrom-Generatoren von je 30 000 kVA Leistung und 10 500 V Spannung. Durch Transformatoren und Schaltanlagen wird der Strom, dann für die Fortleitung und Verteilung auf 110 000 und 38 500 V herauftransformiert. Der Laufrad-Durchmesser der Turbine, die zu den größten überhaupt bisher gebauten gehören, wird 4,5 m betragen.

Die Schifffahrt, die jetzt auf einem kleinen, veralteten Seitenkanal, der die Stromschnellen des Shannon umgeht, betrieben wird, soll später auf den neuen Kraftwasserkanal übergeleitet werden. Um den Schiffen dann den Aufstieg vom Unterwasser zum Oberwasser zu ermöglichen, wird neben dem Krafthause eine Schleusenanlage mit zwei hintereinanderliegenden Schachtschleusen von je 17 m größter Hubhöhe erbaut. Die Schleusenammern erhalten 6 m Breite und 38 m Länge und können Schiffe bis zu 150 t Tragfähigkeit aufnehmen. Das Kraftwasser wird, nachdem es die Turbinen verlassen hat, durch einen 1800 m langen Unterkanal dem alten Shannonlauf oberhalb der Stadt Limerick wieder zugeführt. Der Shannon tritt hier in das Ebbe- und Flutgebiet ein und ergießt sich in einem langgestreckten Meerbusen in den Atlantischen Ozean.

Die Baukosten werden für den ersten Ausbau, in dem zunächst nur drei Turbinen von zusammen rd. 115 000 PS aufgestellt werden, mit Freileitungsnetz und Schaltstation, rd. 100 Mill. Shill. betragen, von denen etwa die Hälfte auf die Hoch- und Tiefbauten entfallen. Die erzielbare Jahresarbeit schwankt bei der

stück, das sich an der Unterseite des Zylinders befindet, aber unabhängig von diesem ausgebildet ist, so daß die Kolbenwirkung nicht behindert wird.

Das Gesamtgewicht des Hammers ist im Vergleich zu dem Eigengewicht des Kolbens hoch, und zwar aus folgendem Grunde:

Sieht der Kolben beim Herunterfallen unter dem etwa 5 bis 6 kg/cm<sup>2</sup> betragenden Dampfdrucke, dann beträgt der wirksame Überdruck auf Kolben und Zylinderdeckel ungefähr 4,25 kg/cm<sup>2</sup> oder, da diese nach der folgenden Tafel 360 cm<sup>2</sup> mißt, 1520 kg. Der von unten nach oben wirkende Dampfdruck auf den Zylinderdeckel strebt, den ganzen Körper des Hammers hochzuheben, macht also die Gegenwirkung eines schweren Eigengewichtes notwendig, das (vergl. Tafel) etwa 1900 kg beträgt. Dieselbe von unten nach oben gerichtete Wirkung wird auf den Zylinder auch gegen Ende des Kolbenaufganges und vor dem Nachlassen des Dampfdruckes ausgeübt. Die üblichen Abmessungen und Zahlen dieses für Schlagen und Ziehen gleich verwendbaren Hammers sind folgende:

Bezeichnung	Rammen	Ziehen
Gesamtgewicht des Stoßhammers, netto	2350 kg	2300 kg
Kolbengewicht	364 „	364 „
Gewicht des gußeisernen Zwischenstücks	100 „	100 „
Gewicht des Zylinders	1900 „	2800 „
Gewicht der Zubeiherteile	—	900 „
Zur Vermeidung des Abhebens des Zylinders erforderlicher Druck je cm <sup>2</sup>	5,27 kg	5,40 „
Vom Dampfdruck getroffene Kolbenfläche	360 cm <sup>2</sup>	360 cm <sup>2</sup>
Kolbenhub	0,242 m	0,242 m
Die durch Dampf geleistete Arbeit	1900 · 0,242 = 458 kgm	458 kgm
Die durch Eigengewicht geleistete Arbeit	89 „	60 „
Lebendige Kraft des Kolbens	545 „	398 „
Erforderliche Hubhöhe zur Erzielung der obigen lebendigen Kraft	1,55 m	1,06 m
Kolbengeschwindigkeit	5,45 m/Sek.	4,65 m/Sek.
Schläge je Minute	225	210
Leistung je Minute	122 625 kgm	—
Dampfverbrauch je Stunde	475 l	—

Bei Verwendung von Preßluft beträgt der Verbrauch daran 9900 Liter je Minute. Ki.

**Geschweißte Eisenbauten.** Als Ergänzung zu der Mitteilung in der „Bautechnik“ 1926, Heft 19, S. 283, entnehmen wir der V. D. I.-Zeitschr. v. 27. Oktober 1926, daß die Westinghouse Electric Manufacturing Co. in Pittsburgh beabsichtigt, zwei Fabrikgebäude in Eisenkonstruktion zu errichten, die ohne jede Nietung nur mittels Lichtbogenschweißung hergestellt werden sollen. Als Vorarbeit wurden im Carnegie-Institut für Technologie Versuche mit geschweißten Bauteilen ausgeführt, die ebenso wie die an früherer Stelle erwähnten Versuche eine höhere Festigkeit ergaben als bei gleichartigen genieteten Teilen; die Festigkeit der Schweißverbindungen erwies sich sogar größer als die der anstoßenden Träger. Durch die Schweißung wird die Arbeit kaum verbilligt, obwohl das Anzeichnen der Einzelteile zum Lochen und Nieten und das Nieten selbst fortfallen. Dagegen wird die Fertigung völlig umgestellt. Während für genietete Konstruktionen die Einzelteile fertig vorgefertigt an die Baustelle geliefert und dort zusammengebaut werden, müssen für die Schweißverbindung die Teile auf dem Boden ausgelegt und dort verschweißt werden. Dies bedingt große praktische Erfahrungen der Arbeiter und verschärfte Bauüberwachung. Dafür wird aber durch den Fortfall der Niete, Laschen, Winkel usw. erheblich an Baustoff gespart; es kommt hinzu, daß die Querschnitte der Träger, da sie nicht durch Nietlöcher geschwächt werden, geringer gehalten werden können. Für ein fünfstockiges Gebäude berechnete man bei einem gesamten Eisenverbrauche von 700 t diese Ersparnis auf rd. 100 t.

Zur Frage der geschweißten Eisenbauten wird uns von anderer geschätzter Seite mitgeteilt, daß eine amerikanische Brückenbau-Unternehmung vor kurzem einen 4,58 m langen Blechträger von 61 cm Höhe mit einem Stehblech von 13 mm Stärke und 30,5 cm breiten Gurtungen, auf die ein Gurtblech von 24 cm Breite aufgelegt war, durch Schweißen hergestellt hat. Die Gurtwinkel waren 44 mm und 48 mm dick, und die oben und unten aufgelegte Gurtplatte war ungefähr ebenso stark. Auf das Stehblech waren auf beiden Seiten neun Versteifungswinkel aufgeschweißt. Der Zweck, zu dem dieser Träger hergestellt wurde, war der, Unterlagen für den Entwurf geschweißter Träger in bezug auf ihre zulässige Beanspruchung zu gewinnen. Er wurde deshalb in der staatlichen Versuchsanstalt einer Probelastung unterworfen, wobei man namentlich Wert darauf legte, festzustellen, ob sich die geschweißten Nähte ebenso gut halten würden wie die Verbindungen durch Nietreihen. Die Prüfmaschine war eine solche der bekannten Bauart Olsen mit einer Druckwirkung von 10 Mill. Pfund (4500 t); der Träger wurde in die Maschine so eingelegt, daß seine freitragende Länge 4,1 m betrug. Es zeigte sich, daß diese Maschine nicht ausreichte, um den Träger zu zerstören, namentlich um den Zusammenhang in den Schweißnähten aufzuheben. Erst nachdem das Stehblech ausgeknickt war und der Träger sich um mehrere Zoll (1 Zoll = 25,4 mm) durchgebogen hatte, begannen die Schweißnähte zwischen Stehblech und oberen Gurtwinkeln an den Enden aufzureißen.

Man erwartet von derartigen Versuchen die Möglichkeit, geschweißte Träger an Stelle von genieteten zu verwenden, ohne sich dabei der Gefahr

eines Versagens auszusetzen, und man hält die dadurch gebotene Gelegenheit zur Verwendung derartiger Träger für um so aussichtreicher, als geschweißte Träger, wie bereits oben angegeben, billiger herzustellen sind als genietete.

**50 Jahre Hessische Landesbauschule Darmstadt.** Die Anstalt feiert in den Tagen vom 21. bis 23. Januar d. Js. das Fest ihres fünfzigjährigen Bestehens und ladet dazu alle ehemaligen Schüler ein. Anmeldungen sind zu richten an Bauunternehmer und Zimmermeister Heinrich Hartmann, Darmstadt, Riedlinger Straße 29.

**Einführung der neuen „Vorläufigen Bestimmungen für Holztragwerke“.**

Berlin, den 12. Dezember 1926.  
82 D 16 600.

An die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft, Gruppenverwaltung Bayern, die Reichsbahndirektionen und das Eisenbahn-Zentralamt in Berlin — je besonders.

Die hier festgesetzten „Vorläufigen Bestimmungen für Holztragwerke“<sup>1)</sup> werden der Gruppenverwaltung Bayern und den Reichsbahndirektionen demnächst unter Zugrundelegung des angemeldeten Bedarfs vom Eisenbahn-Zentralamt übersandt werden. Sie treten mit ihrem Eingang in Kraft.

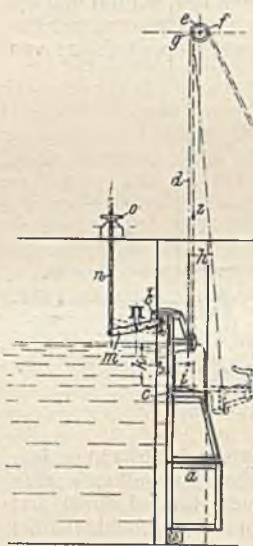
Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft, Hauptverwaltung.  
Der Generaldirektor Dorpmüller.

<sup>1)</sup> Erschienen im Verlage von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin W8.  
Die Schriftleitung

**Patentschau.**

Bearbeitet von Regierungsrat Donath.

**Bewegliches Wehr mit Eisklappe** (Kl. 84a, Nr. 426119 vom 6. 7. 1922



von Berliner Akt.-Ges. für Eisengießerei und Maschinenfabrikation in Charlottenburg). Um das Wehr zu bewegen, werden die Zugmittel für die Eisklappe und das Zugmittel zum Anheben der Wehrtafel in gleichem Anlaufsinne zu Kettennüssen *e* und *g* auf einer gemeinsamen zur Klappenachse gleichlaufenden Hubwelle *f* geführt, mit der die beiden Kettennüsse fest verbunden sind. An dem durch Ketten *d* auf und nieder beweglichen Wehrkörper *a* ist in einem Gelenk *c* die Eisklappe *b* gelagert. Auf der Welle *f* sitzen die Kettennüsse *g*, die auch die an der Klappe angreifenden Ketten *h* aufwinden. Beim Anheben des Schützes *a* durch die Ketten *d* bewegen sich auch die Ketten *h* der Eisklappe in gleichem Sinne; ebenso folgen beim Absenken des Wehrkörpers durch Nachlassen der Ketten *d* auch die Ketten *h* dieser Bewegung. Zum Feststellen der Eisklappe dienen Feststellhörner *l*, in die Sperrgestänge *m*, *n*, *o* eingreifen, die beim Niederlassen der Eisklappe gelöst werden.

**Personalnachrichten.**

**Preußen.** Versetzt sind: der Oberregierungs- und -baurat (W.) Raddatz von Düsseldorf an die Verwaltung der Märkischen Wasserstraßen in Potsdam; die Regierungsbauräte (W.) Edner von Wesel nach Aachen als Vorstand des dort neu errichteten Vorarbeitenamts für einen Aachen-Rhein-Kanal und Ehrenberg von Neuhaldensleben an die Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau in Berlin; der Regierungsbaumeister (W.) Timme von Magdeburg nach Vorsfelde (im Bezirk des Kanalbauamts in Oebisfelde).

Die Staatsprüfung haben bestanden: die Regierungsbauführer Karl Lerche (Wasser- und Straßenbau) und Werner Vierkant (Eisenbahn- und Straßenbau).

Gestorben: der Regierungs- und Baurat i. R. Geheimer Baurat Karl Rizor in Hannover, früher Vorstand des Eisenbahn-Werkstättenamts in Arnberg.

**Württemberg.** Die ordentliche Professur für Hebezeuge, Transportanlagen und Baumaschinen an der Technischen Hochschule Stuttgart ist dem ordentlichen Professor Dr.-Ing. Richard Woernle an der Technischen Hochschule Danzig übertragen worden.

**INHALT:** Der Brückenbau und der Ingenieurhochbau im Jahre 1926. — Die Kohlen-Förder- und -Lageranlagen der Farbwerke vorm. Meister, Lucius & Brüning in Höchst a. M. — Die Wasserkraft der europäischen Länder. — Vom Stollen Neckarkraftwerk Alstalt. — Neue Versuche mit F-Stahl. — Vermischtes: Verfügung der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft, Hauptverwaltung, betreffend den Grundantrieb neuer Eisenbauwerke. — Technische Hochschule Braunschweig. — Inhalt von Der Neubau, Halbmonatsschrift für Baukunst, VIII. Jahrgang der Zeitschrift Die Volkswirtschaft. — Automobil-tunnel unter dem Hafen in Kopenhagen. — Großwasserkraftanlage am Shannon zur Elektrizitätsversorgung Irlands. — Doppeltwirkender Stoßhammer Bauart Mc. Kiernan-Terry. — Geschweißte Eisenbauten. — 50 Jahre Hessische Landesbauschule Darmstadt. — Einführung der neuen „Vorläufigen Bestimmungen für Holztragwerke“. — Patentschau. — Personalnachrichten.

Schriftleitung: A. Laskus, Geh. Regierungsrat, Berlin-Friedenau.  
Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin.  
Druck der Buchdruckerei Gebrüder Ernst, Berlin.