

DIE BAUTECHNIK

3. Jahrgang

BERLIN, 7. August 1925

Heft 34

Der Plan einer Schleuse-Talsperre bei Kloster Veßra unterhalb Schleusingen.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Geh. Baurat M. Contag, Berlin-Friedenau.

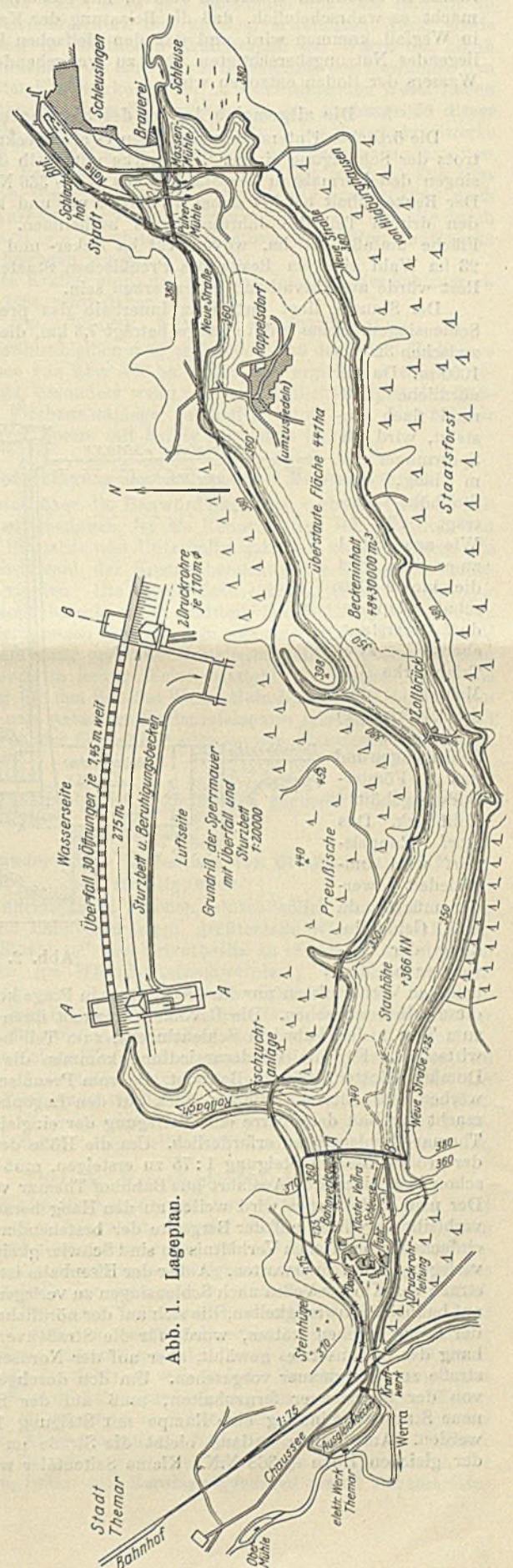
In den Jahren 1921 bis 1923 hat das Staatliche Vorarbeitenamt zu Eisenach umfassende Untersuchungen über die Möglichkeit von Talsperren im Quellgebiet der Weser gemacht, die einen doppelten Zweck hatten. Es galt einmal festzustellen, ob und inwieweit die Schiffbarkeit des Weserstromes durch Bereitstellung von Zuschußwasser bei niedrigen Wasserständen verbessert werden könnte. Es wurde dafür eine Aufspeicherung von mindestens 600 Mill. m³ für erforderlich gehalten. Sodann war zu ermitteln, ob eine ausreichende Speisung des geplanten Werra-Main-Kanals durch Ansammlung von mindestens 35 Mill. m³ im Quellgebiet der Werra sichergestellt werden könnte. Das Ergebnis der Untersuchungen war, daß unter den gegenwärtigen Verhältnissen von den mehr als 30 untersuchten Sperrstellen nur eine Talsperre in der Orke bei Ederbringhausen von 70 Mill. m³ Fassungsraum und eine Talsperre in der Schleuse bei Kloster Veßra von nahezu 50 Mill. m³ Inhalt als wirtschaftlich angesehen und zur Ausführung empfohlen werden können. Im oberen Werragebiet ist allerdings noch eine kleinere Sperre von 35 Mill. m³ Fassungsraum, und zwar im Waldgebiet oberhalb Schwarzza, als technisch ausführbar nachgewiesen, wenn eine Stollenzuleitung aus Nachbartälern zu Hilfe genommen wird. Wenn diese Anlage auch weniger wertvolles Gelände beanspruchen würde, so ist sie doch der größeren Schleusesperre in wirtschaftlicher Hinsicht unterlegen. Die Orke-Talsperre, die sich allein aus Kraftgewinn tragen kann, wird von der Wasserstraßendirektion Hannover weiter bearbeitet. Für die Schleuse-Talsperre ist bereits im Vorarbeitenamt ein ausführlicher Entwurf aufgestellt worden, der in vielfacher Hinsicht verdient, weiteren Kreisen bekannt zu werden. Mit Genehmigung des Entwurfverfassers, des Regierungsbaurats Körner, sind die nachstehenden Angaben und Abbildungen dem vorbildlich ausgearbeiteten Plane entnommen, um der Fachwelt ein zutreffendes Bild von der für Thüringen bedeutsamen Talsperrenanlage zu geben.

Die wasserwirtschaftlichen und geologischen Verhältnisse im Schleusegebiet.

Die Schleuse entspringt aus mehreren Quellbächen an den zwischen Stützerbach und Neustadt gelegenen Höhen, deren granitgekrönte Schieferkuppen sich über + 800 N. N. erheben, und entwässert den Südwestabhang des Thüringer Waldes. Das gesamte Niederschlagsgebiet bis zur Einmündung in die Werra beträgt 285 km². Die bei Kloster Veßra für das Sammelbecken vorgesehene Sperrstelle liegt kurz vor der Einmündung in die Werra. Die jährliche Niederschlags Höhe wurde aus einer zehnjährigen Beobachtungszeit zu 926 mm und die mittlere jährliche Verlusthöhe zu 411 mm ermittelt. Danach ergab sich die mittlere Jahreswassermenge an der Sperrstelle zu 143,5 Mill. m³ und ein spez. Abfluß von 16,4 l/Sek. km². Die kleinste Wasserführung der Schleuse an der Sperrstelle beträgt 0,31 m³/Sek. Das größte beobachtete Hochwasser im Werragebiet war das vom Februar 1909, bei dem am Pegel zu Meiningen 335 m³/Sek. = 288 l/Sek. km² abgeflossen sind. Dem würde eine Hochwasserführung der Schleuse von 110 m³/Sek. entsprechen. Für die Berechnung der Entlastungsanlagen der Talsperre wurden jedoch der Sicherheit halber 175 m³/Sek. zugrunde gelegt.

Die geologischen Verhältnisse im Gebiete der Schleuse finden sich im Weserwerk und in dem Aufsätze des Verfassers über den Weser-Main-Kanal¹⁾ beschrieben. Das für die Sperrstelle in Frage kommende Gebiet gehört dem mittleren Buntsandstein an. Dieses Gestein ist infolge seiner Wasseraufnahmefähigkeit und Durchlässigkeit an sich für die Anlage eines großen Sammelbeckens weniger geeignet. Da die Sandsteine jedoch keine im Wasser löslichen Bestandteile enthalten, wird nach Ansicht des Landesgeologen Prof. Dr. Leppla die Versickerung ungefährlich verlaufen. Bei der starken Talüberdeckung mit sehr lehmhaltigem Sand und Geschiebe wird das Becken selbst ziemlich dicht sein. Man darf daher damit rechnen, daß nach einigen Betriebsjahren, infolge natürlicher Dichtung des Beckens durch Verschlickung, nennenswerte Versickerungsverluste nicht mehr auftreten werden. Für die Wahl der Sperrstelle (Abb. 1) kamen oberhalb von Kloster Veßra bei Festhaltung des gleichen Stauspiegels von + 366 N.N. zwei Stellen

vor bzw. hinter dem Seitental des Roßbaches in Frage. Der unteren Stelle, etwa 600 m oberhalb des Ortes, die den größeren Fassungsraum bietet, wurde nach sehr eingehenden technischen und wirtschaftlichen Vergleichsrechnungen der Vorzug gegeben, weil es richtig erschien, den verfügbaren Stauraum restlos auszunutzen und den Beckeninhalte nicht nur auf das für die Kanalspeisung unbedingt erforderliche Maß zu beschränken. Es liegt auf der Hand, daß die Niedrigwasserführung der Werra durch die Anlage eines tunlichst großen Sammelbeckens eine erhebliche Verbesserung erfahren muß. Selbst in den trockensten Zeiten wird die Wasserführung nicht unter 4,5 m³/Sek. heruntergehen, während jetzt z. B. bei Meiningen ein geringster Abfluß von 1,5 m³/Sek. beobachtet worden ist. Daher werden künftig alle Werrakraftwerke ununterbrochen in Betrieb gehalten werden können. Dieser Vorteil muß besonders gewertet werden, da er gestattet, die gewährleistete Mindestleistung des gesamten Kraftnetzes höher festzusetzen. Im



¹⁾ Vergl. „Die Bautechnik“ 1924, Heft 40, S. 457.

Interesse der Landeskultur ist darauf hinzuweisen, daß die Hochwassergefahren im ganzen Werratal durch das Vorhandensein einer Schleusesperre vermindert werden. Bei Niedrigwasserständen in der Werra wird auch die Kaliindustrie im mittleren Werragebiet aus der vergrößerten Wasserführung Vorteil ziehen. Denn die Kaliwerke belasten den Flußlauf im Sommer bis zur äußersten Grenze der möglichen Versalzung mit ihren Endlaugen und sind trotzdem gezwungen, in trockenen Zeiten die Laugen aufzuspeichern, um den Salzgehalt des Flußwassers nicht über das erträgliche Maß zu steigern. Eine Vergrößerung der Wasserführung auf $6,5 \text{ m}^3/\text{Sek.}$ bei Meiningen, die sich durch die geplante Schleusesperre, mit Ausnahme kurzer Zeiträume in besonders trockenen Jahren, mit Sicherheit erreichen läßt, macht es wahrscheinlich, daß die Belastung der Kaliindustrie völlig in Wegfall kommen wird und daß den vielfachen Klagen unterhalb liegender Nutzungsberechtigten über zu weitgehende Versalzung des Wassers der Boden entzogen wird.

Die allgemeine Anlage des Staubeckens.

Die örtlichen Untersuchungen ließen es als zweckmäßig erscheinen, trotz der Schädigung einiger Triebwerke unterhalb der Stadt Schleusingen den Normalstau des Staubeckens auf $+366 \text{ N.N.}$ anzunehmen. Der Beckeninhalte beträgt dabei $48\,400\,000 \text{ m}^3$ und kann daher etwa den dritten Teil des Jahresabflusses aufnehmen. Die überstaute Fläche umfaßt 441 ha , wovon 121 ha Acker- und Wiesenland und 23 ha Wald sich im Besitz des Preußischen Staates befinden. Der Rest würde aus Privathand zu erwerben sein.

Der Stausee liegt fast ganz innerhalb des preußischen Kreises Schleusingen. Seine größte Länge beträgt $7,3 \text{ km}$, die Breite schwankt zwischen 325 bis 1000 m . Da der nördliche Talrand flach ansteigt, wird die Sperrmauer 600 m lang, ihre Stauhöhe beträgt $28,5 \text{ m}$.

Wie aus Abb. 1 zu ersehen, wird die kleine Ortschaft Rappelsdorf überstaut, ebenso zwei Triebwerke (die Massen- und die Pulvermühle) unterhalb

Schleusingen und das Försterdienstgehöft Zollbrück. Das Dorf Rappelsdorf wird umgesiedelt werden müssen, da eine Geldabfindung der Einwohner bei den

heutigen Verhältnissen nur für die Besitzer in Frage kommen kann, die diese selbst wünschen. Die Bevölkerung sucht ihren Lebensunterhalt zum Teil in den Fabriken Schleusingens, zum Teil betreibt sie Landwirtschaft. Für die Wiederansiedlung kommen die Restflächen der Domäne Kloster Veßra in Betracht, die vom Preußischen Staat zu erwerben sein würden. Wie ein Blick auf den Lageplan (Abb. 1) zeigt, macht der Bau der Sperre eine Verlegung der eingleisigen Nebenbahn Themar—Schleusingen erforderlich. Um die Höhe der Staumauer mit der größtzulässigen Steigung $1:75$ zu ersteigen, muß der Bahnkörper schon kurz nach der Ausfahrt aus Bahnhof Themar verlassen werden. Der neue Bahnkörper wird weiter an den Hang heraufgeschoben und verbleibt durchweg auf der Bergseite der bestehenden Linie. Bei den einfachen geologischen Verhältnissen sind Schwierigkeiten bei der Bahnverlegung kaum zu erwarten. Außer der Eisenbahn ist auch die Hauptstraße von Kloster Veßra nach Schleusingen zu verlegen. Mit Rücksicht auf bauliche Schwierigkeiten, die sich auf der nördlichen Talseite neben der Bahn ergeben hätten, wurde für die Straßenverlegung der Südhang des Schleusetales gewählt, aber auf der Nordseite eine Zugangsstraße zur Sperrmauer vorgesehen. Um den durchgehenden Verkehr von der Sperrmauer fernzuhalten, muß auf der Südseite für die neue Straßenverbindung eine Rampe mit Steigung $1:25$ ausgebaut werden. Am Stausee entlang bleibt die Straße im allgemeinen auf der gleichen Höhe $+368 \text{ N.N.}$. Kleine Seitentäler werden dabei zur

Vermeidung besonderer Bauwerke mit genügend großen Krümmungshalbmessern ausgefahren. Am Ende des Stausees mündet die neue Straße in die Hauptstraße Schleusingen—Hildburghausen, die bis auf 2 m über Stauspiegel aufgehört werden muß. Auf der Nordseite des Stausees werden nur geringe Wegeveränderungen erforderlich. Der Straßendamm über dem nördlichen Zipfel des Stausees soll durch Einbau einer dichtenden Lehmschicht die Möglichkeit bieten, unterhalb Schleusingen ständig eine größere Wasserfläche auch bei sinkendem Stauspiegel zu erhalten. In den Straßendamm soll deshalb ein Überfall- und Entlastungsbauwerk mit Grundablässen eingebaut werden, dessen Krone auf $+366 \text{ N.N.}$ liegt. Damit wird die Möglichkeit geschaffen, das Vorbecken zu Reinigungszwecken zu entleeren. Die offene Wasserfläche wird verhindern, daß der Stadt bei fallendem Wasser im Staubecken durch Trockenlaufen der flachen Wiesenflächen gesundheitliche Schäden erwachsen.

Das Abschlußbauwerk der Sperre.

Das Abschlußbauwerk bildet den schwierigsten und kostspieligsten Teil einer jeden Talsperrenanlage. Bei der Stauhöhe von $28,5 \text{ m}$ und der Beschaffenheit des Untergrundes konnte ein Erddamm nicht in Frage kommen, zumal geeignete Bodenmassen in dem erforderlichen Umfang nicht zur Verfügung stehen. Auch eine Mauer in aufgelöster Bauweise konnte bei der Gesamthöhe von 40 m keine Ersparnisse gegenüber einer „Schwergewichtmauer“ versprechen. Nach den vorliegenden Erfahrungen kommt einer Querschnittform der Mauer, wie sie die Eder- und Diemelsperre besitzen, mit innen liegendem, ständig trockenem Schieberschacht die größte Wirtschaftlichkeit zu. Diese Form ist daher auch der Abschlußmauer für das Schleuse-Sammelbecken zugrunde gelegt worden (Abb. 2). Dabei erschien eine gewisse Verstärkung des durch den Schieberschacht geschwächten Mauerkörpers wirtschaftlicher als die Anlage besonderer Schiebertürme, wie sie ältere Sperrmauern zeigen. Über die Höhenlage des gewachsenen Felsens unter der Talsohle ließen örtliche Anhaltspunkte den Schluß zu, daß er in 5 bis 7 m Tiefe anzutreffen sein würde. Für die Einbindetiefe in den gewachsenen Felsen wurden weitere 3 m als ausreichend zur Aufnahme der auf die Mauer wirkenden Schubkräfte angesehen. An der Wasserseite soll dann noch ein Sporn bis auf 14 m unter Talsohle heruntergreifen. Damit ist jedenfalls für alle denkbaren Fälle eine genügende Sicherheit gegeben. — Der theoretische Mauerquerschnitt ist nach den von Link entwickelten Formeln

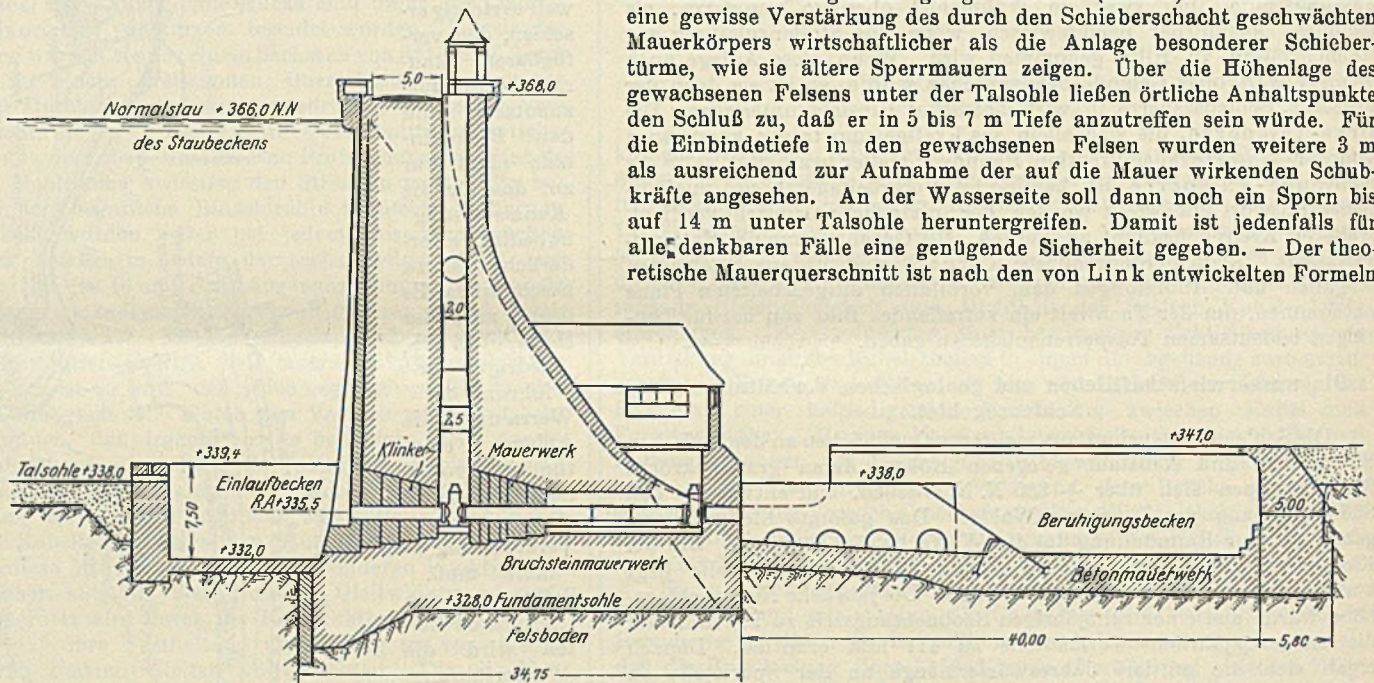


Abb. 2. Schnitt A—A durch den Grundablaß mit Schieberschacht I.

berechnet. (Vergl. Zeitschrift für Bauwesen 1919, S. 517 u. f.) Als Baustein soll Granit oder Porphyrt mit einem spez. Gewicht von $2,8$ von den Höhen zwischen Ahlstadt und Neuhoft gewählt werden. Der Mauer ist eine Kronenbreite von 6 m gegeben und danach der für die Massenberechnung anzunehmende volle Mauerquerschnitt ermittelt. Der Schnitt durch den Schieberschacht und Rohrstellen (Abb. 2) zeigt, wie der Schwächung des Mauerwerks durch eine Verstärkung auf der Luftseite Rechnung getragen ist. Ein Querschnitt durch den mittleren Teil der Mauer mit dem Überlauf findet sich in der „Bautechnik“, Jahrg. 1924, Heft 40, S. 456, und zwar in dem Aufsatz über den Weser—Main—Kanal. Auf den Standsicherheitsnachweis für die Mauer soll hier nicht näher eingegangen werden.

Auf die Anordnung der an der Abschlußmauer der Eder- und Diemelsperre zur Ausführung gebrachten „Notauslässe in mittlerer Mauerhöhe“ ist hier verzichtet worden. Denn die Vorteile dieser Auslässe stehen in keinem Verhältnis zu ihren Kosten und stellen nur eine Übersicherheit für den Bestand der Mauer dar, die bei sonst sorgfältiger Durchbildung und Ausführung zu weit geht. Die Erfahrungen an ausgeführten Talsperren lassen es wünschenswert erscheinen, bei der Berechnung der Hochwasser-Entlastungsanlagen von der Mitwirkung der Notauslässe abzusehen und die Abführung des größtmöglichen Hochwassers allein den Hochwasser-Überfällen zuzuweisen.

Selbst wenn sich eine größere Dicke des überschießenden Wasserstrahls ergibt, bleiben die Erschütterungen der Mauer hinter denen, die die voll arbeitenden Grundablässe hervorrufen, weit zurück. Im vorliegenden Fall soll daher die berechnete größte Hochwassermenge von $175 \text{ m}^3/\text{Sek.}$ allein über den Kronenüberfall zum Abfluß gelangen. Die Länge des Kronenüberfalls ist auf 223 m errechnet und wird erreicht durch 30 Öffnungen von $7,45 \text{ m}$ Lichtweite, zwischen denen 29 Zwischenpfeiler von $1,8 \text{ m}$ Stärke die Auflagerung der Fahrbahnkonstruktion ermöglichen. Besondere Sorgfalt ist der Ausbildung des Sturzbettes zuteil geworden, das sich, wie Abb. 1 erkennen läßt, in der ganzen Ausdehnung des Überfalls von den Grundablässen A bis zu den Betriebsauslässen B erstreckt. Die Breite des Sturzbettes erweitert sich nach dem einseitig angeordneten Auslauf zu im Verhältnis der abzuführenden Wassermenge. Die Dicke des überfallenden Wasserstrahls ist so gering, daß die Wucht der herabstürzenden Wassermengen durch die Reibung an der rauhen Mauer und der Luft erheblich gemildert wird. Durch die kräftige, in den festen Felsen eingebundene Stoßmauer kann sie in Verbindung mit dem im Sturzbett ständig gehaltenen Wasserpolster völlig unschädlich gemacht werden.

Die Betriebsauslässe sind am linken Talhang angeordnet, weil sich von hier aus die kürzeste Linienführung der Druckrohre ergibt. Es sind vier Rohre von $1,2 \text{ m}$ Durchm. vorgesehen, die einzeln in besonderen Rohrstollen liegen. Diese vier Entnahmerohre vereinigen sich beim Austritt aus dem Schieberschacht zu zwei Druckrohren von $1,7 \text{ m}$ Durchm., die zu dem 1500 m weiter unten liegenden Kraftwerk führen.

Der zu einer etwaigen Entleerung des Beckens erforderliche Grundablaß ist, wie bereits erwähnt, am nördlichen Talhang angeordnet. Ihm kommt, wenn die Abführung des Hochwassers ganz dem Kronenüberfall zugewiesen wird, nicht dieselbe Bedeutung zu wie an anderen ausgeführten Talsperren. Für die ihm verbleibende Aufgabe, das Staubecken gegebenenfalls ohne Inanspruchnahme der Betriebsrohre zu entleeren, genügt ein einziges Rohr, für das indessen noch ein zweites als Ersatz vorgesehen ist. Diese beiden Rohre sollen, wie die Betriebsrohre, $1,2 \text{ m}$ Durchm. und dreifache Verschlüsse erhalten. Die größte abzuführende Wassermenge ist auf $22 \text{ m}^3/\text{Sek.}$ berechnet. Bei dieser Wassermenge erschien es möglich, die Anlage eines besonderen Abflußkanals schräg durch das wertvolle Wiesental zu ersparen und sie nach Beruhigung in einer besonderen Anlage durch das Sturzbett des Entlastungsüberfalls abzuleiten. Vor den Grundablässen ist deshalb ein durch eine Längsmauer geteiltes Beruhigungsbecken vorgesehen, das durch eine Überlaufschwelle, $2,5 \text{ m}$ über Rohrachse, mit dem Sturzbett in Verbindung steht (Abb. 1 u. 2). Bei Öffnung des Grundablasses entsteht dadurch ein starkes Wasserpolster. Zur Brechung des ausströmenden Wasserstrahles ist noch eine besondere Schwelle vorgesehen, wie sie sich bei der Waldecker Sperre gut bewährt hat. 20 m weiter laufen die durch die Schwelle gebrochenen Wassermassen auf eine Aufauftreppe auf, wo sie den Rest ihrer lebendigen Kraft verlieren und zunächst seitlich, dann rückwärts über die Schwelle zum Abfluß in das Sturzbett gelangen.

Die Kraftwerkanlage.

Wenn die Talsperre auch in erster Linie für die Speisung des Werra-Main-Kanals und für die Anreicherung des Niedrigwassers der Werra geplant ist, so erfordert doch die Wirtschaftlichkeit eine möglichst vollständige Ausnutzung der durch das Staubecken geschaffenen Wasserkraft. Nach einem besonderen, unter Zugrundelegung der genau erforschten Wasserverhältnisse des Werragebietes ausgearbeiteten Betriebsplan würde der jährliche Gewinn an elektrischer Energie im Mittel von 10 Jahren durchschnittlich rd. $7\,050\,000 \text{ kWh}$ betragen. Da die Ausnutzung der Talsperrenkraft als Spitzenleistungswerk für ein größeres Netz gedacht ist, so muß noch eine Ausgleichweieranlage geschaffen werden, um aus dieser das Wasser dem Flußlauf wieder gleichmäßig zuzuführen.

Für die örtliche Lage des Ausgleichbeckens fand sich unterhalb des Klostersgutes (Abb. 1) in der durch die Straße Themar-Vebra und den Oberwassergraben des Elektrizitätswerkes Themar eingeschlossenen Fläche die Möglichkeit, durch Eindeichung an den tiefliegenden Stellen ein Becken von ausreichender Größe herzustellen. Um das zwischen der Sperrmauer und dem Ausgleichweier vorhandene Gefälle mit auszunutzen, erschien es zweckmäßig, trotz der entstehenden Reibungsverluste das Kraftwerk unmittelbar an den Ausgleichweier zu legen und die Druckrohrleitung bis dorthin zu verlängern.

Die Ausbaugröße des Kraftwerkes, auf dessen innere Einrichtung hier nicht näher eingegangen werden soll, ist auf 4200 PS bemessen. Der erforderliche Inhalt des Ausgleichbeckens muß sich nach der zu erzielenden Spitzenleistung richten. Als mögliche gleichmäßige Entnahme für die Sommermonate wurden nach dem aufgestellten Wasserwirtschaftsplan $4,4 \text{ m}^3/\text{Sek.}$ ermittelt. Es wurde angenommen, daß in 6-stündiger Leistung die vierfache Regelwassermenge abgegeben

werden soll, und danach die Schluckfähigkeit der Turbinen auf $4 \cdot 4,4 = 17,6 \text{ m}^3/\text{Sek.}$ bemessen. Für das Ausgleichbecken ergab sich dann ein Inhalt von $285\,000 \text{ m}^3$, wenn eine gleichmäßige Abgabe an die Werra erzielt werden sollte. Dieser Inhalt ist vorhanden, wenn im Ausgleichbecken bis $+335,4 \text{ N.N.}$ gestaut wird. Die Absenkung soll bis $+331,3 \text{ N.N.}$ stattfinden. Die Ausmündung der Turbinensaugrohre kommt dann auf $+331 \text{ N.N.}$ zu liegen. Für das vorhandene Elektrizitätswerk ist eine Erweiterung möglich und ein Ausbau auf 250 PS vorgesehen. Zur Entlastung und zur Leerung des Beckens ist an seinem unteren Ende ein Schützenbauwerk von 6 m Lichtweite vorgesehen.

Die gesamte Wasserkraft, die durch die beschriebene Talsperre gewonnen werden kann, setzt sich zusammen aus dem Gewinn an dem neuen Sperrkraftwerk und an dem erweiterten Werk, sowie aus dem Gewinn in sämtlichen Kraftwerken der Werra bis hinab nach Hann.-Münden. Von einer Berücksichtigung des Gewinnes, den auch die geplanten Kraftwerke an der zu kanalisierenden Weser haben werden, soll zunächst abgesehen werden, da die Ausbaugröße dieser Werke noch nicht bekannt ist. Die Kraftleistung des Sperrkraftwerkes war bereits mit $7\,050\,000 \text{ kWh}$ angegeben, der Mehrertrag am vorhandenen Werk kann auf $725\,000 \text{ kWh}$ geschätzt werden. Die Vorarbeiten für den Weser-Main-Kanal haben ferner ergeben, daß nach planmäßigem Ausbau jeder künftigen Staustufe in der Werra die durch die Talsperre erzeugte absolute Mehrleistung aller Werrakraftwerke $6\,830\,000 \text{ kWh}$ betragen würde.

Der gesamte Kraftgewinn, der sich aus dem Bau der Schleusetalesperre erzielen läßt, wird daher betragen:

$$7\,050\,000 + 725\,000 + 6\,830\,000 = 14\,605\,000 \text{ kWh.}$$

Nicht unerwähnt bleiben mag schließlich, daß der durch die Sperre gebildete Stausee von über 400 ha Größe eine ergiebige Fischerei ermöglichen würde, besonders wenn in dem nördlichen Zipfel des Roßbachtals eine Fischzuchtanlage geschaffen wird, wie dies bei der großen Waldecker Sperre mit Erfolg geschehen ist.

Die Veranschlagung der Anlage- und Betriebskosten.

Um ein Urteil über die Bauwürdigkeit der vorbeschriebenen Talsperrenanlage zu gewinnen, ist die Kenntnis der Anlagekosten und der jährlichen Betriebs- und Unterhaltungskosten unentbehrlich. Es soll daher nachstehend der Kostenüberschlag der Vorarbeitenamtes wiedergegeben werden. Die Vordersätze sind auf Grund sorgfältiger Massen- und Flächenberechnungen ermittelt. Die Einheitspreise beruhen auf den Vorkriegspreisen und würden gegebenenfalls mit den für die Zeit der Bauausführung geltenden Verteuerungsziffern zu vervielfachen sein. Da es noch in keiner Weise feststeht, in welcher Weise die Geldbeschaffung für den Bau des Werra-Main-Kanals und der mit ihm im Zusammenhang stehenden Schleusetalesperre ermöglicht wird, soll zunächst hier von der Einstellung sogenannter „Bauzinsen“ abgesehen werden.

Der Kostenüberschlag ist in sechs Titel gegliedert und stellt sich demnach wie folgt:

Titel I. Grunderwerb, Umsiedlung von Ortschaften und Entschädigungen.

485 ha zu überstauende Flächen, einschließlich des Geländes für die Straßen- und Bahnverlegungen, größtenteils Wiesen- und Kulturland, teils aus Staats, teils aus Privatbesitz zu erwerben, mit etwaigen Entschädigungen für Wirtschafterschwernisse, Stauschäden, entgangene Nutzung usw. je ha $6000 \text{ Mark} = 2\,910\,000 \text{ Mark}$; 54 Wohnstätten der Ortschaft Rappelsdorf, teils auf Gelände der Domäne Kloster Vebra, teils an der Straße nach Gethles wieder anzusiedeln, einschließlich der erforderlichen Wegebaukosten und aller Nebenanlagen, im Mittel für eine Wohnstätte $20\,000 \text{ Mark} = 1\,080\,000 \text{ Mark}$; für den Erwerb zweier Triebwerke bei Schleusingen und kapitalisierte, in elektrischer Energie zu gewährende Entschädigung zweier weiterer Triebwerke sind $210\,000 \text{ Mark}$ eingestellt. Titel I zusammen $4\,200\,000 \text{ Mark}$.

Titel II. Das Abschlußbauwerk.

$108\,000 \text{ m}^3$ Bodenmassen, davon etwa $\frac{2}{3}$ Erde, Geröll und loser Felsen und $\frac{1}{3}$ fester Sandstein, aus der Baugrube der Mauer, zum Teil unter Wasserhaltung auszuheben, das zur Wiederverwendung geeignete Material auszusondern, das übrige zur Aufböhung des Geländes ober- und unterhalb der Sperrmauer einzubauen je m^3 $2,5 \text{ Mark} = 270\,000 \text{ Mark}$. $30\,000 \text{ m}^3$ Erde und Gerölle aus der Baugrube der Sturzbecken und aus dem neuen Schleusebett unterhalb der Mauer auszuheben und wie vor zu verwenden je m^3 $1,5 \text{ Mark} = 45\,000 \text{ Mark}$.

Für Umleitung der Schleuse während der Bauzeit schätzungsweise $= 15\,000 \text{ Mark}$. 8400 m^3 Lehm zur Dichtung des wasserseitigen Mauerfußes lagenweise einzubringen und festzustampfen, bei Entnahme des Lehms aus den Ablagerungen oberhalb der Mauer, je m^3 $3,0 \text{ Mark} = 25\,200 \text{ Mark}$. $290\,000 \text{ m}^3$ Bruchsteinmauerwerk der Sperrmauer, der Einlaufkammern, Sturz- und Beruhigungsbecken (dabei einzelne Bau-

teile in Beton) herzustellen, einschließlich Ausfugen aller Ansichtflächen und Wandungen der Schieberschächte und Stollen, sowie einschließlich Einmauerung der Rohre in Klinkermauerwerk, bei Heranschaffung der Bausteine aus 4 km Entfernung mittels Drahtseilbahn, je m³ 21,0 Mark = 6 090 000 Mark. 18 000 m² der Wasserseite der Mauer mit einem 25 mm starken Putz aus Zement-Traub-Kalkmörtel und zweimaligem Bitumenanstrich zu versehen je m² 3,5 Mark = 63 000 Mark. 13 500 m³ Mauerwerk des Schutzmantels an der Wasserseite 0,75 m stark in Zement-Traub-Kalkmörtel herzustellen, als Zulage je m³ 7,5 Mark = 101 250 Mark. Für die Anlieferung und den Einbau von Abdeckplatten, Werk- und Hausteinen als Zuschlag 10 000 Mark. Für Lieferung und Einbau der Sohlen- und der aufgehenden Mauerwerkdrainage als Zuschlag 15 000 Mark. 120 lfd. m flußeiserne Rohre der Betriebsauslässe von 1,2 m Durchm. einschließlich aller Verschraubungen anzuliefern und einzubauen je m 150 Mark = 18 000 Mark. 8 Stück Normal-schieber von 1,2 m l. W., davon 4 mit Gestängen in den Schieberschächten, mit den zugehörigen Windevorrichtungen anzuliefern und einzubauen je Stück 5000 Mark = 40 000 Mark. 4 Stück Notverschlüsse an der Wasserseite als Rollschützen mit Gestänge und Windevorrichtung anzuliefern und einzubauen je Stück 3000 Mark = 12 000 Mark. Die gleichen Rohre und Absperrvorrichtungen für die beiden Grundablässe bis zur Ausmündung aus den Schieberhäusern zu liefern und einzubauen 35 000 Mark. Für Armaturen, Geländer und kleinere Eisenteile 44 550 Mark. Für zwei Schieberhäuser und die Aufbauten auf der Mauer 26 000 Mark. Titel II zusammen 6 810 000 Mark.

Titel III. Eisenbahn- und Straßenbauten.

Für Verlegung der eingleisigen Bahnstrecke Themar-Schleusingen einschließlich Neuanlage der Bahnhöfe und Haltestellen, der Sicherungsanlagen usw., unter Abzug des Verkaufswertes der auszubauenden Oberbaustoffe, nach Angabe der Eisenbahndirektion 1 600 000 Mark. 7,7 km der Hauptstraße Kloster Veßra-Schleusingen am Talhang neu zu erbauen einschließlich der erforderlichen Durchlässe und Baumpflanzungen je km 60 000 Mark = 462 000 Mark. Für Verlegung der Straße Schleusingen-Getbles auf 1500 m Länge ohne den Dammkörper über dem Vorbecken = 75 000 Mark. Für Höherlegung der Straße Schleusingen-Hildburghausen auf 500 m Länge 45 000 Mark. 6 km unbefestigte Holzabfuhr- und Feldwege einschließlich der erforderlichen Rohrdurchlässe herzustellen je km 6000 Mark = 36 000 Mark. Titel III zusammen 2 218 000 Mark.

Titel IV. Nebenanlagen.

Für Herstellung eines gleichzeitig als Straßendamm dienenden Abschlußdamms für das Vorbecken unterhalb Schleusingen bei 400 m Länge 50 000 Mark. Für ein Überfall- und Entlastungsbauwerk in diesem Damm 60 000 Mark. Für das Talsperrenwärter-Dienstgehöft 20 000 Mark. Titel IV zusammen 130 000 Mark.

Titel V. Ausgleichweiher, Druckrohrleitung und Kraftwerk.

15 ha Grunderwerb, größtenteils Wiesen, zur Anlage des Ausgleichweihers und für die Druckrohrbahn anzukaufen einschließlich aller Nebenkosten je ha 6000 Mark = 90 000 Mark. 42 000 m³ Boden der Rohrbahn und des Grabens durch den Ausgleichweiher auszuheben und in die Deiche einzubauen je m³ 2,0 Mark = 84 000 Mark. 5500 m³ Lehm zur Dichtung der Dämme zu gewinnen und lagenweise einzubauen je m² 3,0 Mark = 16 500 Mark. 7500 m² Böschungspflaster am Ausgleichweiher aus den beim Baugrubenaushub gewonnenen Sandsteinen auf Kiesunterlage herzustellen je m² 4,0 Mark = 30 000 Mark. 1500 m² Sohlen- und Böschungspflaster am Turbinenauslauf des Kraftwerkes und am Auslaufbauwerk des Weihers aus Basalt- oder Granitsteinen herzustellen je m² 7,5 Mark = 11 250 Mark. 3000 m flußeiserne Rohre von 1,7 m Durchm. einschließlich der erforderlichen Übergangsstücke am Schieberhaus anzuliefern und zu verlegen je m 100 Mark = 300 000 Mark. 1500 m Unterbau der Druckrohrleitung herzustellen einschließlich der Ankerklötze und der Wasserhaltung je m 30 Mark = 45 000 Mark. Ein Überführungsbauwerk über die Schleuse für die Rohrleitung 10 000 Mark. Ein Unterführungsbauwerk unter der vorhandenen Eisenbahn 15 000 Mark. Die Kosten des Krafthauses mit allen Maschinen und Starkstromanlagen bei 4200 PS Ausbaugröße und

bei 31 m größter Druckhöhe nach Th. Köhn geschätzt auf 100 Mark/PS, mithin 420 000 Mark. Entnahme- und Entlastungsbauwerk am Ausgleichbecken nebst Abflußrinne zur Werra 30 000 Mark. Für Erweiterung des Elektrizitätswerkes Themar um 250 PS = 50 000 Mark. Für Unvorhergesehenes 15 250 Mark. Titel V zusammen 1 117 000 Mark.

Titel VI. Bauleitung und Insgemein.

Für die Kosten der Bauleitung und des Grunderwerbsgeschäfts, für Wohlfahrtzwecke und für Unvorhergesehenes sind vorgesehen zusammen 15% der Titel I bis V, mithin beträgt Titel VI = 0,15 · 14 475 000 = rd. 2 125 000 Mark.

Hiernach stellt sich die Schlußsumme des Kostenüberschlages auf:

$$14 475 000 \text{ Mark} + 2 125 000 \text{ Mark} = 16 600 000 \text{ Mark.}$$

Wenn für die Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals 5,5% der vorstehend ermittelten Anschlagsummen gerechnet und für die Unterhaltungs- und Betriebskosten übliche Sätze angenommen werden, so ergeben sich die Jahreskosten aus folgender Tabelle:

Zusammenstellung der Anlagekosten und Jahreskosten.

Art der Anlage	Titel	Verzinsung und Tilgung	Erneuerung	Unterhaltung und Betrieb	im ganzen	Anlagekapital	Jahreskosten
		% des Anlagekapitals	Mark	Mark			
I. Grunderwerb		5,5	—	—	5,5	4 200 000	231 000
II. Absperrbauwerk		5,5	0,1	0,3	5,9	6 810 000	401 790
III. Eisenbahn- u. Straßenbauten		5,5	—	—	5,5	2 218 000	121 990
IV. Nebenanlagen		5,5	0,3	1,0	6,8	130 000	8 840
V. a) Ausgleichweiher		5,5	0,1	0,5	6,1	231 750	14 140
b) Druckrohrleitung		5,5	0,8	0,4	6,7	370 000	24 790
c) Kraftwerk		5,5	3,5	3,0	12,0	470 000	56 400
d) Bauwerke am Ausgleichweiher		5,5	0,3	1,0	6,8	45 250	3 080
VI. Bauleitung u. Insgemein		5,5	0,1	0,3	5,9	2 125 000	125 380
zusammen						16 600 000	987 410

Eisenbahn und Straßen gehen nach Inbetriebnahme in andere Verwaltungen über.

Schlußbemerkung.

Da die Schleuse-Talsperre in erster Reihe für die Verbesserung des Niedrigwassers der Werra und für die Speisung der Scheitelhaltung des Werra-Main-Kanals bestimmt ist, braucht billigerweise nur ein Bruchteil der Jahreskosten durch Kraftgewinn allein gedeckt zu werden.

Die Kosten von 1 kWh würden sich sonst auf $\frac{987 410}{14 605 000} = 6,76$ Pf.

stellen, gegenüber einem zurzeit erzielbaren Verkaufspreise von 3 bis 4 Pf. Es muß daher ein entsprechender Teil der Jahreskosten auf andere Weise Deckung finden, indem das Reich, die beteiligten Uferstaaten und sonstige Interessenten dafür eintreten. Ihre Belastung wird natürlich um so geringer sein, je höher sich 1 kWh in Zukunft verwerten lassen wird.

Als Bauzeit sind vom Vorarbeitenamt fünf Jahre vorgesehen, doch ließe sich die Zeit wesentlich verkürzen, wenn die Sperrmauer statt in Bruchsteinmauerwerk in „Gußbeton“ ausgeführt würde, für den die benachbarten Basaltsteinbrüche vortreffliches Material liefern könnten.

Für das Reich, als dem Bauherrn des künftigen Werra-Main-Kanals, ist der Bau der Talsperre eine Notwendigkeit. Aber schon die verbesserte Wasserführung und der vermehrte Kraftgewinn in der Werra hat für die Anwohner und besonders für die Kaliindustrie im Werratal eine so hervorragende Bedeutung, daß die Schleuse-Talsperre schon vor dem Ausbau der Scheitelhaltung des Kanals im Zusammenhang mit der als wirtschaftlich erwiesenen „Kanalisation der unteren Werra“ in Angriff genommen werden sollte.

Ausgestaltungsmöglichkeit der Standseilbahn-Linienführung.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Ing. Dr. Eugen Czitary, Wien.

(Schluß aus Heft 33.)

c) Beispiele.

1. Beispiel. Es wird vorausgesetzt, daß das Einheitsgewicht des Seiles der oberen Teilstrecke doppelt so groß sei wie jenes der unteren, also $2p_1 = p_2$ oder $p_1 = \frac{1}{2}p_2$, dadurch wird auch $B_1 = B_2$ und $B_1 - B_2 = 0$, so daß die Gl. 9 dann lautet

$$(12) \quad \eta = A B_2 s^2 + A(1 - B_2 L)s - f(s).$$

Denkt man sich das Vierwagensystem, wie früher ausgeführt, aus zwei Zweigwagensystemen zusammengesetzt, so ergeben sich für die beiden Teillängenschnitte nach Reckenschuß die Gleichungen $y_1 = A_1 B_1 s^2 + A_1(1 - B_1 L)s$ und $y_2 = A_2 B_2 s^2 + A_2(1 - B_2 L)s$. Durch Addition

dieser Ausdrücke folgt: $y_1 + y_2 = A B_2 s^2 + A (1 - B_2 L) s$. Die rechte Seite der eben erhaltenen Gleichung kommt aber bereits in Gl. 12 vor, so daß diese bei Ersetzung des genannten Teiles durch $(y_1 + y_2)$ in

$$(13) \quad \eta = y_1 + y_2 - y$$

übergeht, wenn gleichzeitig auch y statt $f(s)$ geschrieben wird. Gl. 13 gibt eine, wie sich später zeigen wird, für die Trassierung sehr gut geeignete Regel, die als Additionsgesetz der Teillängenschnitte bezeichnet werden soll; sie lautet: „Ist der Längenschnitt einer Teilstrecke als beliebige Kurve mit den Ordinaten y gegeben, so findet man den Längenschnitt der anderen, indem man über jeden der beiden Bahnabschnitte den richtigen Teillängenschnitt zeichnet, der sich bei Auflösung des Vierwagensystems in zwei Zweiwagensysteme ergibt, die Ordinatendifferenz $y_1 - y$ bildet und diese von den entsprechenden Punkten des richtigen Längenschnittes der zweiten Teilstrecke mit y_2 als Ordinaten abträgt.“

Für die Abszissen zusammengehöriger Punkte besteht ebenso wie früher die Beziehung $x : \xi = L_1 : L_2$. Die sich bei Gültigkeit des Additionsgesetzes ergebende Gestalt des Gesamtlängenschnittes wird durch Abb. 9 veranschaulicht. Schließlich wäre noch zu bemerken,

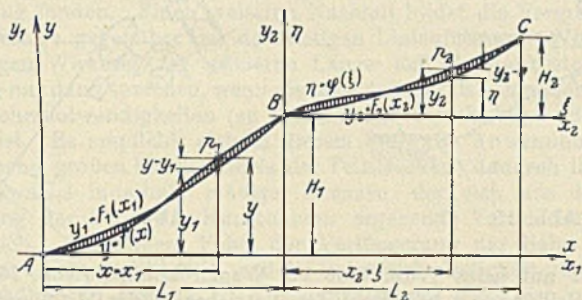


Abb. 9.

daß man statt des Höhenplanes eines Bahnabschnittes auch nicht zusammengehörige Stücke beider Teilstrecken beliebig wählen und mit Hilfe des Additionsgesetzes die Form der Reststücke bestimmen kann.

2. Beispiel. Der beliebig gewählte Teillängenschnitt sei schief symmetrisch zur Geraden G als Symmetrieachse und AB als Richtung der Symmetrieachsen (Abb. 10). Er muß demnach der Bedingung $\frac{H_1}{L} \cdot s$

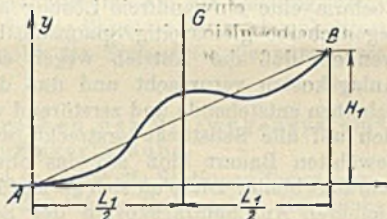


Abb. 10.

$-f(s) = \frac{H_1}{L} (L - s) - f(L - s)$ genügen. Daraus ist $f(L - s)$

$= \frac{H_1}{L} (L - 2s) + f(s)$. Dieser Ausdruck wird in die Gl. 9 eingeführt,

und es folgt $\eta = A B_2 s^2 + A (1 - B_2 L) s$

$$+ (B_1 - B_2) \left[\int f(s) ds - \int \frac{H_1}{L} (L - 2s) ds - \int f(s) ds \right] - f(s).$$

Durch Vereinfachung entsteht die Gleichung

$\eta = [A_2 B_2 s^2 + A_2 (1 - B_2 L) s] + [A_1 B_1 s^2 + A_1 (1 - B_1 L) s] - f(s)$, die schließlich in $\eta = y_1 + y_2 - y$ übergeht, und woraus man sieht, daß auch in diesem Falle das Additionsgesetz der Teillängenschnitte Geltung hat.

d) Schlußfolgerung aus den Beispielen.

Auf Grund der Ergebnisse der Beispiele 1 u. 2 liegt die Frage nahe, ob dies die einzigen Fälle sind, für die das Additionsgesetz strenge Gültigkeit besitzt, und wenn ja, ob sich das Gesetz wegen seiner Einfachheit zur angenäherten Profilbestimmung bei der Trassierung auch dann eignet, wenn seine Bedingungen nicht ganz erfüllt sind. Man schlägt für die Beantwortung am besten den folgenden Weg ein: Das Additionsgesetz lautet $\eta = y_1 + y_2 - y$.

Differenziert man diese Gleichung nach s , so ergibt sich

$$\frac{d\eta}{ds} + \frac{d\eta}{ds} = \frac{dy_1}{ds} + \frac{dy_2}{ds}$$

und nach Einsetzung der betreffenden Winkelfunktionen für die Differentialquotienten

$$(14) \quad \sin \alpha_1' + \sin \alpha_2' = \sin \alpha_1 + \sin \alpha_2.$$

Nach der für das Zweiwagensystem geltenden Herleitung des richtigen Längenschnittes von Reckenschuß ist die Bedingungsgleichung für diesen $\sin \alpha = A + B h$, die auch hier in Anwendung kommt, weil das Additionsgesetz ja eine Zerlegung des Vierwagensystems in zwei

Zeiwagensysteme beinhaltet. Man darf daher schreiben

$$\sin \alpha_1 + \sin \alpha_2 = A_1 + B_1 h_1 + A_2 + B_2 h_2.$$

Für den Fall, daß ein Teillängenschnitt beliebig gewählt wird, besteht die Bedingungsgleichung 5, sie lautet

$$\sin \alpha_1' + \sin \alpha_2' = A_1 + B_1 h_1' + A_2 + B_2 h_2'.$$

Ersetzt man nun in Gl. 14 die Winkelfunktionen durch die obigen Ausdrücke, so folgt als Bedingung für die Gültigkeit des Additionsgesetzes $B_1 h_1' + B_2 h_2' = B_1 h_1 + B_2 h_2$ und nach Kürzung durch, $(P_1 + P_2)$

$$(15) \quad p_1 h_1' + \Delta p h_2' = p_1 h_1 + \Delta p h_2.$$

Führt man in Gl. 15 statt der Höhenunterschiede zusammengehöriger Wagenstellungen die betreffenden Ordinaten ein (Abb. 10), so bekommt man

$$p_1 (y_1 - y_{11}) + \Delta p (\eta_{III} - \eta_{IV}) = p_1 (y_{11} - y_{111}) + \Delta p (y_{2111} - y_{21V}).$$

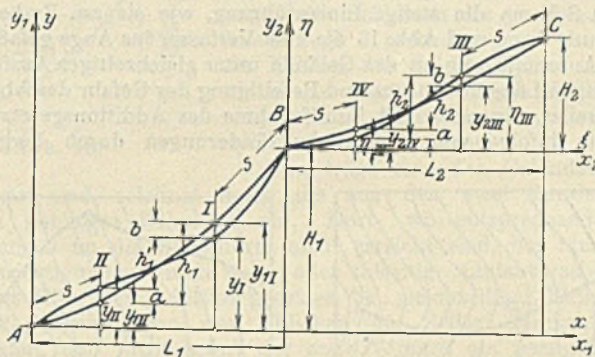


Abb. 11.

Daraus ergibt sich weiter

$$p_1 h_1 + \Delta p h_2 = p_1 h_1 + \Delta p h_2 + (\Delta p - p_1) (a + b).$$

Diese Gleichung ist nur dann erfüllt, wenn $(\Delta p - p_1) (a + b) = 0$ ist, was also entweder $p_1 = \Delta p$ oder $a = -b$ erfordert. Das erstere entspricht der Voraussetzung des 1., das letztere aber jener des 2. Beispiels. Man erkennt dadurch, daß die behandelten Fälle tatsächlich die einzigen sind, für die das Additionsgesetz der Längenschnitte streng gilt. Kann den Bedingungen des Additionsgesetzes aber nicht genügt werden, so stellt $(\Delta p - p_1) (a + b)$ bei Vergegenwärtigung der Gleichgewichtsbedingungen für die ganze Bahn, die jeweilige durch die Anwendung des Gesetzes entstandene Änderung der Umfangskraft an der Antriebscheibe dar. Diese Änderung wird aber nicht groß sein, da, abgesehen davon, daß $\Delta p - p_1$ nur einen kleinen Betrag ausmacht, auch $a + b$ nicht viel ausgibt, weil übermäßige Abweichungen von den richtigen Teillängenschnitten nur selten vorkommen dürften. Mithin scheint das Additionsgesetz geeignet, auch bei nicht vollkommener Erfüllung seiner Gültigkeitsbedingungen zumindest zur angenäherten Profilbestimmung herangezogen zu werden.

3. Über die Linienführung des Vierwagensystems.

Als oberster Grundsatz der Linienführung muß sowohl wegen Vermeidung zu hoher Baukosten, als auch wegen Störung des Landschaftsbildes mögliche Anpassung der Bahn an die Geländeform gelten. Der zweite Grundsatz wird die Ausführung des richtigen Längenschnittes betreffen, wegen dessen Bedeutung für eine wirtschaftliche Betriebsführung. Wie schon bekannt, kann beim Zweiwagensystem beiden Forderungen zugleich nicht Genüge geleistet werden. Dagegen ist beim Vierwagensystem diese Schwierigkeit durch die zwischen den Teilstrecken geschaffene Abhängigkeit der Längenschnitte zum größten Teil beseitigt. Bevor jedoch auf die Grundzüge der Gestaltung der einzelnen Bahnabschnitte eingegangen wird, muß zunächst über die Gesamtanordnung des Vierwagensystems das Wesentlichste ausgeführt werden.

a) Die allgemeine Anordnung von Doppelstandseilbahnen.

Die einzige bestehende Anlage dieser Art ist die vor kurzem dem Betrieb übergebene Seilbahn am steirischen Erzberg. Sie ist, wie schon auf S. 441 u. 442 berichtet, im allgemeinen senkrecht zu den Schichtenlinien angelegt und stellt im Grundriß einen von der unteren bis zur oberen Station stetig verlaufenden Linienzug dar. Eine solche Anordnung bringt aber verschiedene Nachteile mit sich. Obwohl auf die genaue Einbaltung des richtigen Längenschnittes, womit hier die beiden Vautierschen Parabeln der Teilstrecken gemeint sind, gleich von vornherein verzichtet wurde, muß man feststellen, daß von einer weitgehenden Anschmiegung der Bahn an das Gelände nicht die Rede sein kann. Es hätte aber auch die Anwendung des Additionsgesetzes nichts genutzt, weil bei der gewählten Trasse noch ein anderer Faktor auf die Gestaltung des Höhenplanes stark einwirkte. Dieser Faktor

besteht in der Gefahr des Abhebens des Zugseiles. Man begegnet ihr durch möglichst große Ausrundungsbogen der Gefällbrüche.¹⁵⁾ Die sich daraus ergebenden Längenschnittänderungen können nur durch die Ausführung gemauerter Dämme, steinerne oder eiserner Viadukte bewerkstelligt werden, womit natürlich eine beträchtliche Erhöhung der Baukosten der Bahn verbunden ist. Eine stellenweise Verschiebung der Linie in der Querrichtung zur Erreichung derartiger Längenschnittänderungen bei gleichzeitiger Umgehung der Kunstbauten wird bei Anlage der Bahn senkrecht zu den Schichtenlinien und in einem stetigen Linienzuge kaum möglich sein. Diese Nachteile können aber vermieden und die gewünschte Anpassungsfähigkeit kann erreicht werden, wenn die beiden Teilstrecken so angeordnet werden, daß sie mit den Schichtenlinien einen spitzen Winkel bilden und in der Umsteigestation stumpfwinklig aneinanderstoßen. Es wird also hierbei auf die Stetigkeit des Verlaufes der Linie, die ohnedies keine nennenswerten Vorteile mit sich bringt, verzichtet. Abb. 12 zeigt im Schema die stetige Linienführung, wie sie am Erzberg zur Anwendung kam, und Abb. 13 die vom Verfasser ins Auge gefaßte, bei der die Anschmiegung an das Gelände unter gleichzeitiger Ausführung des richtigen Längenschnittes und Beseitigung der Gefahr des Abhebens des Zugseiles, einerseits mit Zuhilfenahme des Additionsgesetzes und andererseits infolge von Längenschnittänderungen durch berg- oder

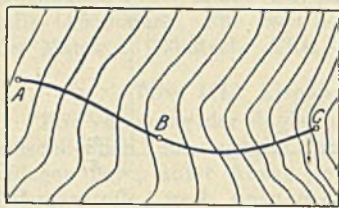


Abb. 12.

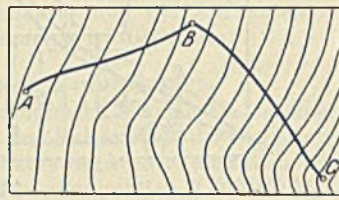


Abb. 13.

talseitige Linienverschiebungen erreicht werden kann. Eine solche Anlage der Bahn wird auch zu empfehlen sein, wenn es sich darum handelt, mehrere auf einem Berghang gelegene Ortschaften oder Höhenkurorte mit dem Tale, der Eisenbahn usw. in Verbindung zu bringen. Bei Vergnügungs- oder Touristenbahnen, die über sehr steile, durch Felswände unterbrochene Hänge zu Aussichtspunkten und Berghotels führen sollen, wo also die unmittelbare Linienführung mit außerordentlichen Geldopfern verbunden wäre, scheint es zweckmäßig, den von den Teilstrecken eingeschlossenen Winkel noch mehr zu verkleinern, so daß Spitzkehren entstehen (Abb. 14). Wenn möglich, wird man im letzteren Falle auch die Mittelstation schon so wählen, daß sich von ihr aus bereits den Reisenden ein Ausblick auf die landschaftlichen Schönheiten der Gegend bietet, und sie deshalb mit einer Gastwirtschaft verbinden. Die weiteren Vorteile, die sich durch die neue Linienführung gegenüber der ursprünglichen Anlage ergeben, sind mannigfacher Art und sollen in der Folge näher beleuchtet werden.

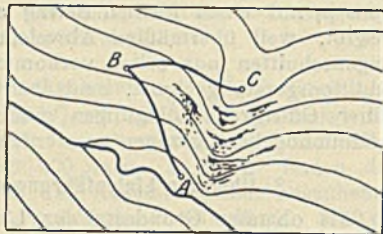


Abb. 14.

Zunächst werden durch Anlage der Teilstrecken unter einem stumpfen Winkel zueinander oder in einer Spitzkehre die Durchschnittnseigungen der beiden Bahnabschnitte verkleinert. Die wirksamen Wagengewichtskomponenten haben daher einen geringeren Betrag als bei Anordnung der Bahn in einem stetigen Linienzuge. Daraus folgt die Möglichkeit der Anwendung schwächerer Seile, wodurch sich die Seilscheiben des Antriebes mit günstigeren Durchmessern ergeben als im ursprünglichen Falle.¹⁶⁾ Selbstverständlich wird bei der vorgeschlagenen Anlageart der Bahn wegen der auftretenden geringeren Kräfte auch der Antrieb und der Motor in kleineren Abmessungen gehalten werden können. Dabei erscheint es geboten, auch etwas über den Aufstellungsort des Antriebes selbst zu bemerken.

Es ist bekannt, daß sich bei der Seilbahn auf den Erzberg der Antrieb in der Bergstation befindet, eine Anordnung, die auch den vorstehenden Untersuchungen über den richtigen Längenschnitt von Doppelbahnen der Übersichtlichkeit halber zugrunde gelegt wurde.

¹⁵⁾ Siehe Fliegner, Bedingungen gegen das Abheben des Drahtseiles bei Seilbahnen. Schw. Bauztg., Bd. LVIII, Nr. 4.

¹⁶⁾ Vergl. das über die Biegungsbeanspruchung der Zugseile Ausgeführte in Findeis, Berechnungsgrundlagen des Baues von Drahtseilbahnen. Wien 1923, Verlag Deuticke.

Eine solche Aufstellung hat aber den Nachteil, daß das die beiden oberen Wagen verbindende und um die Antriebscheibe geschlungene Seilstück sehr stark gehalten werden muß (Abb. 2); ja, es ist sogar möglich, daß die sich dabei als notwendig erweisenden Scheibendurchmesser bereits außerhalb des Bereiches noch praktisch erträglicher Abmessungen fallen, was dann ein baldiges Unbrauchbarwerden des oberen Seilstückes nach sich zieht. Wird diese Antriebsanordnung beibehalten, wenn die Teilstrecken unter einem Winkel zueinander liegen, so ergeben sich infolge der geringeren Steigung wohl leichtere Seile, immerhin bekommt trotzdem das obere Zugseilstück noch recht beträchtliche Abmessungen. Ferner tritt als ungünstiger Umstand die Notwendigkeit des Einbaues von Seilablenkscheiben in der Mittelstation auf (Abb. 15). Verlegt man dagegen den Antrieb in die Umsteigestation, so entfallen die Ablenkscheiben, es verschwindet auch das starke obere Seilstück, und man erhält durchweg schwache Seile,

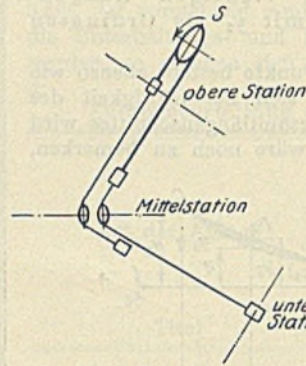


Abb. 15.

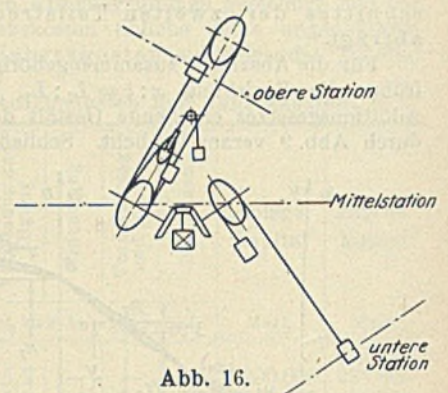


Abb. 16.

weil jetzt auf jedes Trum bloß ein Wagen kommt (Abb. 16). Die gesamte Seillänge ist bei Wahl des Antriebes in der Mitte genau die gleiche wie bei Anordnung in der Bergstation. Als etwaiger Nachteil der hier in Erwägung gezogenen Lage des Antriebes ist die erforderliche Zugseilspannvorrichtung zu bezeichnen. Sie ist unentbehrlich, weil das Seil der oberen Strecke einen geschlossenen Ring bildet. Für ihre Konstruktion hat jedoch der auf dem Gebiete der Seil- und Kettenförderungen bekannte Patentanwalt Otto Ohnesorge in Bochum eine einwandfreie Lösung angegeben, bei der die Antriebs- und Seilscheibe gleichzeitig Spannscheibe ist.¹⁷⁾ Man könnte noch einwenden, daß der Antrieb wegen seiner Doppelausbildung größere Anlagekosten verursacht und daß die durch die Umschlingung der Scheiben entstehende und zerstörend wirkende Biegungsbeanspruchung sich auf alle Seilstücke erstreckt, während sie bei der am Erzberg gewählten Bauart bloß auf das obere, allerdings starke Trum beschränkt bleibt. Diese an sich geringfügigen Nachteile werden durch die kleineren Anschaffungskosten der Seile, deren wohl ausgedehntere, aber durchaus günstige Biegungsbeanspruchung und somit bedeutend längere Lebensdauer reichlich aufgewogen. Auch erscheint die obere Station, die oft schwierig zugänglich ist, als Standort für den Maschinisten nicht immer vorteilhaft. Endlich darf nicht unerwähnt bleiben, daß bei der Aufstellung des Antriebes in der Mittelstation die Anlage betriebssicherer ist und die beiden Teilstrecken erforderlichenfalls sich auch einzeln betreiben lassen, wenn Kupplungen im Antrieb eingebaut werden. Man nähert sich dadurch in gewissem Sinne der in der Schweiz bei langen Bahnen üblichen Ausführungsart, die darin besteht, zwei oder mehrere einfache Seilbahnen unabhängig hintereinander anzuordnen (Abb. 17). Wegen der vollkommenen Unabhängigkeit der Teilstrecken wurde dieser Bauart bei Schilderung der verschiedenen Betriebsysteme nicht Erwähnung getan. Die hinsichtlich des Zusammenhanges der Teillängenschnitte aufgefundenen Beziehungen erscheinen durch die vorgeschlagene Verlegung des Antriebes im Wesen nicht berührt, weil die Wirkung beider Teilstrecken zusammen auf den Motor immer dieselbe bleibt, gleichgültig wo sich dieser befindet. Die abgeleiteten Gleichungen behalten somit ihre Gültigkeit bei, nur ist statt $p_2 - p_1 = \Delta p$ die Gewichts-differenz zwischen Zug- und Gegenseil der oberen Teilstrecke einzusetzen (Abb. 16).

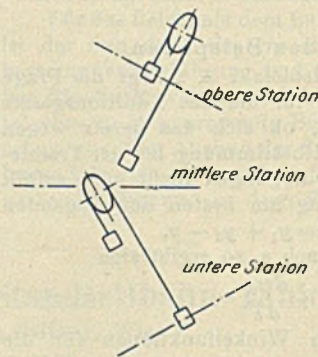


Abb. 17.

Die hier vorgeschlagene Linienführung des Vierwagensystems bringt aber außer den schon genannten Vorteilen noch einige andere. Infolge

¹⁷⁾ Vergl. den Aufsatz in der Z. d. V. d. I. 1918, S. 549.

der verringerten Durchschnittsneigung wird es in gewissen Fällen, besonders aber dann, wenn die ganze Bahn die Form einer Spitzkehre hat, möglich sein, auf den gemauerten Unterbau zu verzichten und ein durchlaufendes Schotterbett auszuführen. Statt der eisernen Schwellen, die im ersten Falle notwendig sind, kann man sich nunmehr mit hölzernen begnügen. Über die Grenzneigung, bis zu der noch eine Schotterbettung des Gleises anwendbar ist, findet man in der Literatur recht unterschiedliche Angaben. Der häufig vorkommende und hauptsächlich von E. Strub vertretene Zahlenwert von 300% dürfte etwas zu hoch gegriffen sein.¹⁸⁾ Bei der in rolligem Gebirge gelegenen Seilbahn Siders—Montana—Vermala haben sich schon 250% als zu hoch erwiesen. Der Vollständigkeit halber soll noch erwähnt werden, daß durch die Ansmiegung der Bahnachse an die Geländeform, die für die Herstellung des Unterbauplanums notwendige Bewegungen der Bodenmassen fast ganz auf den Quertransport beschränkt bleiben. Dies ist deshalb von Bedeutung, weil bei den Seilbahnen der Längstransport nicht möglich und Seitendeckungen in den meisten Fällen mit Schwierigkeiten verbunden sind.

Um eine abschließende Beurteilung der hier erörterten neuen Anordnung des Vierwagensystems zu ermöglichen, muß man noch auf seine Nachteile verweisen. Dabei sind zunächst die zu beachten, die schon gelegentlich der Besprechung der Anordnung des Antriebes Erwähnung fanden. Einen weiteren Nachteil bildet die Vergrößerung der Bahnlänge gegenüber der der stetigen Linienführung. Von einer ungünstigen Wirkung der größeren Länge auf die Baukosten kann man aber nur dann sprechen, wenn die Lage der Mittelstation nicht durch die Verkehrsnotwendigkeiten (zu verbindende Ortschaften und dergl.) bedingt ist. Es empfiehlt sich in diesem Falle die Anwendung eines entsprechend großen Knickwinkels der Teilstrecken; dadurch liegt der Längenzuwachs innerhalb mäßiger Grenzen, der sich aus der Einschränkung der Zahl der Kunstbauten ergebende Vorteil ist jedoch beträchtlich. Die andere Folge der Verlängerung der Bahn ist ein Sinken der Leistungsfähigkeit, weil die Fahrgeschwindigkeit nur geringfügige Erhöhungen gestattet.¹⁹⁾ Zusammenfassend wäre also zu sagen, daß die Nachteile der neuen Anlageform des Vierwagensystems um so größer ausfallen, je kleiner der Winkel ist, den die beiden Teilstrecken miteinander einschließen, vorausgesetzt, daß nicht das Gelände diese Lösung verlangt. Entscheidet die Leistungsfähigkeit und ist die Bodenform nicht zu ungünstig, so wird man den Knickwinkel der Teilstrecken groß wählen, falls er nicht durch andere Umstände gegeben erscheint. Entfällt dagegen die Bedachtnahme auf die Leistungsfähigkeit und ist das Gelände sehr schwierig, wie dies etwa bei Touristenbahnen häufig vorkommen wird, dann stellt die Spitzkehre die passendste Lösung vor.

b) Die Gestaltung der Teilstrecken des Vierwagensystems⁸ und die Entwurfsverfassung.

Auf Grund der Vorstudien sind zunächst die Stationen festzulegen. Hierbei muß berücksichtigt werden, daß beiden Teilstrecken die gleiche schiefe Länge zukommt, für die ein Näherungswert aus dem Schichtenplan leicht bestimmbar ist. Das Eigengewicht der Wagen und die Nutzlast ergeben sich aus der vorgeschriebenen Leistungsfähigkeit. Mit Hilfe dieser Angaben ist man nun in der Lage, eine Vorberechnung des Zugseiles durchzuführen. Für eine solche Vorberechnung muß die Wagenstellung, bei der die größte Seilspannkraft an der Antrieb-

scheibe entsteht, angenommen werden, da die Gestalt des Längenschnittes und somit die ungünstigste Lage der Wagen noch unbekannt ist. Eine der Wirklichkeit nahe kommende Annahme ergibt sich, wenn der beladene Wagen in der Talstation gedacht und die Durchschnittsneigung des betreffenden Bahnabschnittes in Rechnung gestellt wird. Damit verfügt man jetzt über alle Größen, die zur Ermittlung der Vautierschen Parabeln der Teilstrecken notwendig sind. Je nach der Art der Bodenform hat man für den weiteren Vorgang zwei Fälle zu unterscheiden, nämlich:

1. Es liege ein in der Richtung der Bahn im allgemeinen regelmäßig gestalteter Bergbang vor.
2. Das zu durchzufahrende Gelände sei unregelmäßig und weise mitunter auch besonders schwierige Teile auf.

Im ersten Falle wird man auf einem Stück Papier die errechneten Längenschnittparabeln und daraus durch Eintragen der Schichten die jeweilige Nulllinienanlage *a* aufsuchen, mit der dann die Nulllinie im Schichtenplan zu entwickeln ist (Abb. 18). Diese Nulllinie ist sodann durch die Bahnachse, also Gerade und Kreisbogen zu ersetzen.

Nun trägt man den Geländelängenschnitt auf und zeichnet darin die aus den zwei Vautierschen Parabeln gebildete Bahnlinie ein. Dort, wo entsprechende Ansmiegungen an die Bodenform nicht erreicht sind, hat man nunmehr Berichtigungen durch berg- oder talseitige Linienverschiebung bzw. mit Hilfe des Additionsgesetzes bei gleichzeitiger Einhaltung der Bedingungen gegen das Abheben des Seiles durchzuführen. Es ist klar, daß nicht sofort der erste Versuch ein passendes Ergebnis liefert, sondern dieses erst durch einige Annahmen gewonnen werden kann.

Im zweiten Falle weist das Gelände bedeutende Unregelmäßigkeiten auf. Durch Verzeichnen der Nulllinie entsprechend den Längenschnittparabeln würde man keineswegs zum Ziele gelangen, dagegen dürfte hier folgender Vorgang empfehlenswert sein:

Gemäß der Bodengestaltung werden entweder eine Teilstrecke oder Stücke davon bzw. auch nicht zusammengehörige Teile beider Bahnabschnitte sowohl der Lage wie der Höhe nach gewählt. Die Gestalt der Reststrecken ist dann mit Hilfe des Additionsgesetzes aufzusuchen und durch eine Nulllinie in den Schichtenplan zu übertragen. Der Gefahr des Abhebens der Seile ist hier ganz besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Genauere Regeln zu geben, ist unmöglich, weil man hier noch mehr als im ersten Falle auf Versuche zur Erreichung des Zieles angewiesen ist. Deshalb das Verfahren als zeitraubend zu bezeichnen, wäre ungerechtfertigt, da man durch seine Einfachheit trotz wiederholter Annahmen bald zu einem praktisch brauchbaren Ergebnis gelangen wird. Bei Bergbahnen bildet überhaupt immer die Entwurfsverfassung einen größeren Prozentsatz der Gesamtkosten als bei Reibungsbahnen.

Es bleibt jetzt nur noch übrig, die genaue Nachrechnung des Längenschnittes mit den abgeleiteten strengeren Formeln zu wiederholen, wodurch man die endgültige Bahnlinie erhält. In vielen Fällen dürfte sich aber bereits das Additionsgesetz als genügend genau erweisen.

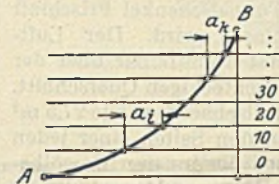


Abb. 18.

Die Entlüftungsanlage im Liberty-Straßen-Tunnel in Pittsburgh.

Alle Rechte vorbehalten.

In Eng. News-Rec. 1925, vol. 94, Nr. 19 ist die Entlüftungsanlage für einen neuen Auto-Straßentunnel enthalten, die im Hinblick auf den kommenden Bau von Autostraßen bei uns und auch für die Entlüftung von Eisenbahntunneln viel Beachtenswertes bietet.

Allgemeines. Der Liberty-Tunnel in Pittsburgh ist mit 1790 m Länge wohl der größte Tunnel für den Straßenverkehr. Für jede Fahrtrichtung ist eine besondere Tunnelröhre vorgesehen, die eine 6,10 m breite Fahrstraße und auf einer Seite einen 1,50 m breiten Fußweg besitzt. Der Fußweg ist gegen die Straße durch ein eisernes Geländer

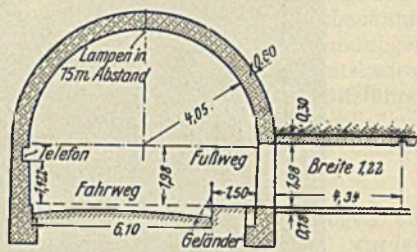


Abb. 1. Tunnelquerschnitt mit Querstellen.

abgegrenzt. Die lichte Tunnelhöhe einer Röhre beträgt 6,03 m über dem Gehweg (Abb. 1) und der Halbmesser des Tunnelgewölbes 4,05 m. Das Tunnelmauerwerk besteht in seiner ganzen Länge aus Beton. Beide Tunnelröhren liegen im Grundriß in einer Geraden und weisen im Aufriß eine schwache Steigung auf. Für den sehr starken Kraftwagenverkehr ist eine Höchstgeschwindigkeit von 48 km/Std. vorgeschrieben. Da man keine Erfahrungen über die Notwendigkeit und den Umfang der Entlüftung besaß, nahm man an, daß die Verbrennungsgase der Kraftwagen die Luft für die menschliche Atmung derart verschlechtern, daß ununterbrochen eine künstliche Zuführung von Frischluft nötig würde, um den Höchstgehalt der Tunnelluft an Kohlenoxyd auf im Mittel 4:10 000 zu begrenzen.¹⁾ Darüber hinaus mußte man jedoch auch an Verkehrsstockungen und längeren Aufenthalt von Menschen im Tunnel denken, wodurch die Tunnelluft wesentlich mehr verschlechtert wird als bei normaler Verkehrsabwicklung.

Die Entlüftungsanlage. Ursprünglich war nach dem Aufsatze in Eng. News-Rec., dem auch die folgenden Abbildungen ent-

¹⁸⁾ Vergl. E. Strub, Die Bergbahnen der Schweiz bis 1900, 1. Bd. und die Mendelbahn, Schw. Bauztg., Bd. XLII, Nr. 20 bis 23.

¹⁹⁾ Dr. E. Seefehlner u. H. H. Peter, Die elektrische Zuführung.

¹⁾ Näheres hierüber s. in dem Bericht der „Bautechnik“ 1924, Heft 51, S. 584 über die Belüftung von Straßentunneln, insbesondere des Liberty-Tunnels in Pittsburgh.

nommen sind, für die Entlüftung das in Europa übliche System Saccardo vorgesehen, wobei die Frischluft von einem Portal in das Tunnelinnere durch Druckdüsen, die im Tunnelquerschnitt über den ganzen Umfang verteilt sind, eingeblasen wird. Da man jedoch für die benötigte Luftmenge eine Luftgeschwindigkeit am Düsenmunde von 72 km/Std. berechnete, wurde dieses System fallengelassen und dafür eine Anlage entworfen, die mit der Entlüftungsanlage am Königsstuhl in Heidelberg²⁾ das Gemeinsame hat, daß jede Tunnelröhre in der Tunnelmitte durch einen lotrechten Luftschacht mit der Oberfläche verbunden wird. Um jedoch in jeder Tunnelröhre den Luftstrom immer in gleicher Richtung wie die Fahrtrichtung der Fahrzeuge zu haben, wurde die Anlage so getroffen, daß die Luft aus dem einen Tunnelschenkel zwischen Portal und Luftschacht durch diesen Luftschacht hindurch abgesaugt wird, während in den anderen Tunnelschenkel Frischluft durch einen lotrechten Luftschacht zugeblasen wird. Der Luftschachtteil, der Saugluft nach oben führt, sitzt unmittelbar über der Tunnelröhre und hat einen 26,2 m² fassenden rechteckigen Querschnitt. Die Druckluft gelangt durch zwei rechteckige Teilschächte von je 27,5 m² Querschnittsfläche in zwei Druckkammern an den Seiten einer jeden Tunnelröhre und von hier durch Düsen längs der inneren Gewölbeneigung in die Tunnelröhre (Abb. 2). Die Düsenachsen haben gegen die Tunnelachse eine Neigung von 1:4,8.

Der Saugschacht und die beiden Druckschächte einer jeden Röhre sind in einem einzigen Schachtbau zusammengefaßt, der durch dünne lotrechte Wände in die Teilschächte unterteilt wird. Über der Erdoberfläche wird die aus jeder Tunnelröhre (Abb. 2 bis 4) abgesaugte schlechte Luft durch je zwei hohe Kamine so hoch über der Erdoberfläche ausgestoßen, daß eine Belästigung der Nachbarschaft, insbesondere eines nahen Schulgebäudes, vermieden wird (Abb. 5).

Die maschinelle Ausgestaltung und Leistungsfähigkeit der Anlage. Der maschinelle Teil wurde entworfen, ehe man die Er-

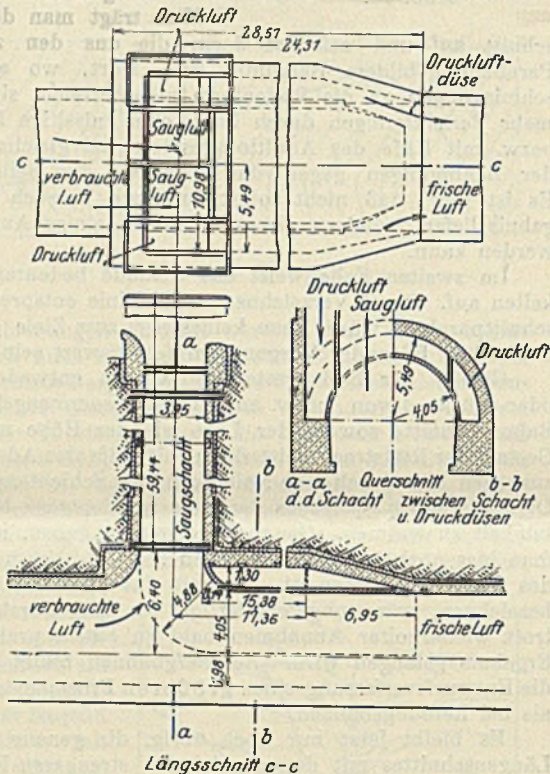


Abb. 2. Draufsicht auf die Tunnelröhre mit den beiden Saugschächten in der Mitte und den beiden seitlichen Druckschächten mit den Druckdüsen. Längsschnitt durch Tunnelröhre, Saugschacht mit Seitenansicht einer Druckdüse. Querschnitt durch die Tunnelröhre am Saugschacht — an der Druckdüse.

²⁾ Vergl. „Die Bautechnik“ 1925, Heft 12, S. 152.

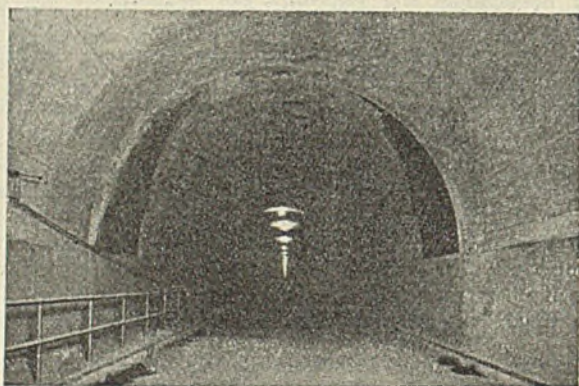


Abb. 3. Einmündung der beiden Druckschächte in die Tunnelröhre. Blick gegen die Fahrtrichtung. Ansicht der beiden Druckdüsen.

fahrung aus einem sieben Monate langen lüftungslosen Betriebe des Tunnels gewonnen hatte. Während dieser Zeit hatte es sich nämlich gezeigt, daß der durch die Kraftwagen selbst hervorgerufene Luftzug genügt hätte, um beim Normalverkehr die verlangte Verdünnung der durch die Kraftwagen erzeugten Verbrennungsgase zu erzielen.

Die Entwurfsgrundlage wurde nun aus Versuchen gewonnen, die das U. S. Bureau of Mines sieben Jahre früher angestellt hatte, und aus physiologischen Untersuchungen von Prof. Yandell Henderson von New Haven. Nach den Versuchen erzeugt gewöhnlich ein Fahrzeug bis 0,05 m³ Kohlenoxyd in der Minute, wobei ein Gehalt von 3 und höchstens 6 Teilen auf 10 000 Teile Tunnelluft noch zulässig schien. Darnach hatte man berechnet, daß für jedes Fahrzeug in der Tunnelröhre eine Frischluftzufuhr von 70 m³/Min. notwendig wird. Da bei normalem Verkehr gleichzeitig 117 Kraftwagen sich in einer Tunnelröhre befinden, berechnete man einen Normalbedarf an Frischluft von rd. 8300 m³/Min. für jede Röhre. Man verteilte diese Luftmenge hälftig auf den Saugschacht und hälftig auf den Druckschacht und kam so für jede dieser beiden Anlagen auf eine Normalleistung von 4150 m³/Min. Da sowohl die Saug- wie die Druckanlage zwei Gebläse haben sollte, berechnete sich die Leistungsfähigkeit eines Gebläses auf 2075 m³/Min.

Jedes Gebläse besteht aus einem Schaufelrade von 2,90 m Durchm. und 1,37 m Breite. Für gewöhnlich wird jedes Gebläse durch einen Motor angetrieben. Um jedoch auch größere Leistungen erzielen zu können, kann ein zweiter Motor an jedes Gebläse gekuppelt werden, wodurch die Geschwindigkeit sich um 25% über die Höchstgeschwindigkeit steigern läßt.

Die Leistung eines Druckgebläses von 2075 m³/Min. entspricht einem statischen Druck von 43 mm Wassersäule bei 140 Umdrehungen/Min., die Leistung eines Sauggebläses von ebenfalls 2075 m³/Min. entspricht einem statischen Druck von 16 mm Wassersäule bei 90 Umdrehungen/Min. Bei dieser Leistung entspricht die Luftgeschwindigkeit beim Austritt aus den Druckdüsen einem statischen Druck von 27 mm Wassersäule, so daß durch die Reibung im Druckschacht 16 mm Wassersäule verbraucht werden. Jedes Sauggebläse arbeitet in einem 33 m hohen oberirdischen Kamin von 9 m² Querschnitt. Bei normaler Leistung von je 4150 m³/Min. oder 69 m³/Sek. in jedem der beiden Tunnelschenkel einer Röhre beträgt die Luftgeschwindigkeit

- im Tunnel . . . bei 42 m² Querschnitt rund 1,6 m/Sek.
- „ Druckschacht „ 14,5 „ „ 4,7 „
- „ Saugschacht. „ 26 „ „ 2,6 „

Der Energiebedarf für ein Druckgebläse beträgt 80 PS, für ein Sauggebläse 40 PS. Wenn beide Motoren für ein Gebläse arbeiten, erhöht sich die Leistung um 25%.

Die elektrische Energie wird durch zwei Leitungen von 11 000 V Spannung zugeführt, die in dem Umformerraum neben dem oberirdischen Maschinenhaus auf 225 V herabgesetzt wird. Im Umformerraum befindet sich auch ein Registrierapparat für den Gehalt an Kohlenoxyd in der Tunnelluft, der von dem U. S. Bureau of Mines geliefert worden ist.

Beobachtungen bei der Tunnellüftung. Beobachtungen über die Bewegung der Luft in den Tunnelröhren, die von dem U. S. Bureau of Mines angestellt worden sind, ergaben, daß eine Luftmenge von 310 000 m³/Std. durch jede Tunnelröhre gefördert wurde, wenn man jedes Gebläse durch zwei Motoren mit seiner Höchstgeschwindigkeit laufen ließ. Das bedeutet eine Sekundenleistung von etwa 86 m³ und eine Luftgeschwindigkeit von 2 m/Sek. Die Betriebsleistung nimmt jedoch an, daß die Gebläse zeitweilig, bei Verkehrsstörungen im Tunnel, diese Normalleistung auf das Dreifache steigern können. Nach deren Angaben haben Beobachtungen zu Zeiten schwachen Verkehrs, als die Gebläse nur mit halber Geschwindigkeit liefen, ergeben, daß auch auf der kurzen Strecke zwischen dem unteren Munde des

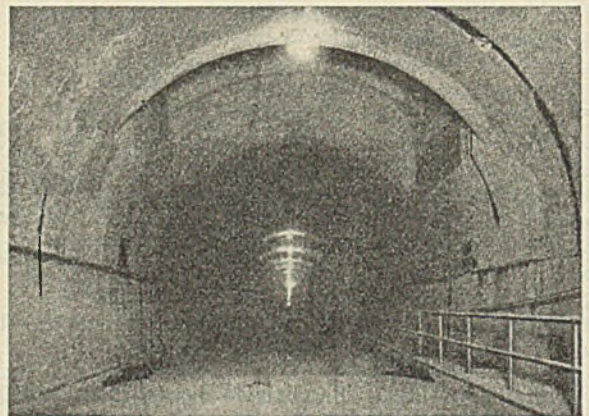


Abb. 4. Einmündung der beiden Saugschächte in die Tunnelröhre. Blick in der Fahrtrichtung.

Saugschachtes und den Druckdüsen im Tunnel der Luftstrom sich mit der Fahrtrichtung der Fahrzeuge bewegte. Dadurch hält man den Beweis dafür erbracht, daß die Wirkung der Druckluft größer ist als die Saugwirkung, so daß eine sofortige Rückkehr der Druckluft aus der Tunnelröhre in den Saugschacht nicht zu befürchten ist.

Die ganze Anlage kostete 600 000 \$, einschließlich der Hochbauten. Unter Annahme einer halben Arbeitsgeschwindigkeit der Gebläse belaufen sich die jährlichen Betriebskosten auf 15 000 bis 20 000 \$.

Die Windfallen an einem Tunnelportal (Abb. 6). Am Ende der Druckstrecke einer jeden Tunnelröhre wurde ein besonderer Wind-

ströme können durch diese niederen Kamine frei nach oben austreten. Die Wirkung der Windfallen soll vollauf befriedigen.

Betriebsregelung. Zur Beaufsichtigung des Verkehrs und der Fahrzeuggeschwindigkeit hält sich tagsüber ein motorradfahrender Schutzmann in dem Tunnel auf.

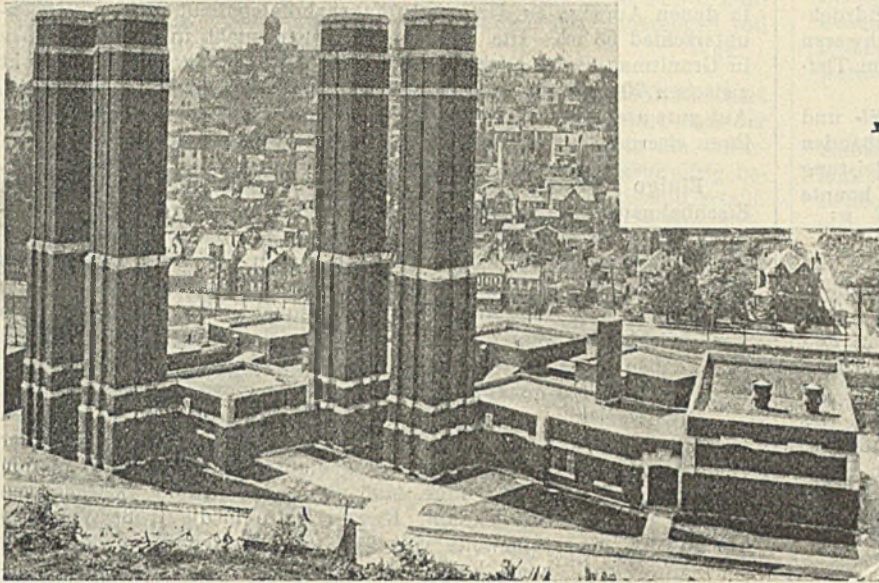


Abb. 5. Das Maschinenhaus mit den beiden Saugkaminpaaren für die beiden Tunnelröhren.

brecher gebaut, um der ungünstigen Einwirkung heftiger Winde auf die Entlüftung vorzubeugen. Die Windfalle wird dadurch gebildet, daß man die Tunnelröhre nach oben um etwa 2,20 m auf eine Länge von 18 m außerhalb des Portals erhöhte und in der Decke dieser Windfalle zwei große Öffnungen vorsah, so daß die Tunnelröhre an diesem Ende zwei niedere, großflächige lotrechte Kamine hat. Der Außenwind, der mit dem austretenden Tunnelluftstrom zusammentrifft, wird mit dem Tunnelluftstrom nach oben abgelenkt, und beide Wind-

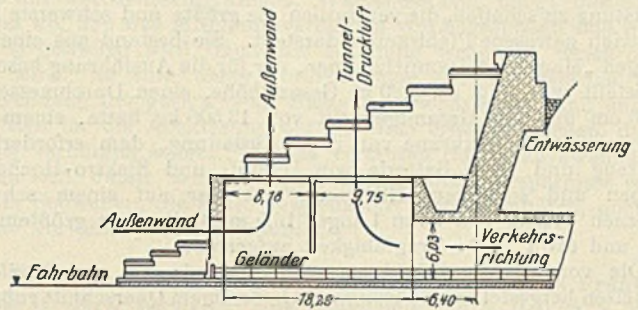


Abb. 6. Die Windfalle am Ende der Druckstrecke.

Die ganze Anlage untersteht einem Oberaufseher. Der Tag ist in drei Arbeitsschichten von je acht Stunden eingeteilt. In jeder Schicht arbeiten zwei Wärter, zwei Hilfswärter und außerdem fünf Mann, welche letztere Außendienste, Putzarbeiten im Innern u. dergl. und auch Ausbesserungsarbeiten im Tunnel verrichten müssen. In der Regel befinden sich drei dieser Arbeiter in den beiden Tunnelröhren. Ein Teil der Arbeit dieser drei Mann besteht darin, das Maschinenhaus über die Stärke des Verkehrs im Tunnel auf dem laufenden zu halten. Beide Tunnelröhren sind durch elf Querstellen miteinander verbunden; von jedem dieser Querstellen kann telephonisch mit dem Maschinenhause gesprochen werden. Im wesentlichen aber richtet sich die Arbeit der Gebläse nach dem Registrierapparat des Kohlenoxydgehaltes der Tunnelluft. Die Gebläsearbeit wird gesteigert, sobald sich der Kohlenoxydgehalt der Höchstgrenze von 4 Teilen auf 10 000 nähert. Gegenwärtig ist der Betrieb derart, daß man für

jede Tunnelröhre ein Druckgebläse und ein Sauggebläse während 24 Stunden ununterbrochen laufen läßt. Zwei Druck- und zwei Sauggebläse werden nur tagsüber mit mittlerer Geschwindigkeit laufen gelassen. Im übrigen richtet sich die Leistung der Gebläse nach der Verkehrsdichte, wobei den Verkehrsspitzen besondere Beachtung geschenkt wird. Der zweite Motor eines Gebläses wird im allgemeinen nur bei Verkehrsstockungen im Tunnel oder anderen außergewöhnlichen Vorkommnissen in Tätigkeit gesetzt. Gaber.

Vermischtes.

Beton u. Eisen, Internationales Organ für Betonbau (Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin W 66). Das am 5. August erschienene Heft 15 (1 R.-M.) enthält u. a. folgende Beiträge: Magistratsbaurat Dr.-Jug. Klose: Eine Straßenversuchsstrecke mit Stahlbeton in Berlin. — Dr.-Jug. Paul Neményi: Beiträge zur Pilzdeckentheorie. — Privatdozent Ingenieur Dr. J. Fritsche: Zur Frage des Ausrüstens von Dreigelenkbogen. — Ingenieur Victor Brausewetter: Erinnerungen an die Entstehung und Entwicklung der Beton- und Eisenbetonbauweise in der Zeit von 1867 bis 1925. — Dr. F. Emperger: Die Dehnungsverhältnisse des hochwertigen Betons.

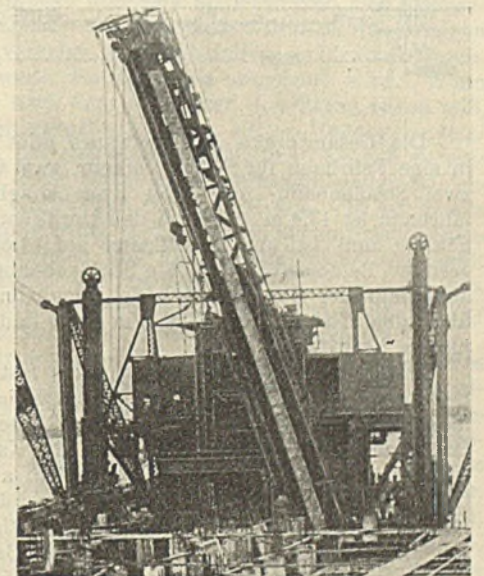
VIII. Tagung der Vereinigung der höheren technischen Baupolizeibeamten Deutschlands am 12. September 1925 in Freiburg in Baden. Die Tagesordnung enthielt u. a. folgende Punkte:

Bericht des Ausschusses für die Musterbauordnung (Stadtbaurat Dr.-Jug. Küster, Breslau), Bauunfälle und Strafrecht (Magistratsbaurat Dr.-Jug. Sachs, Dortmund), Baupolizei und Stadtbaukunst (Stadtbaudirektor Platz, Mannheim), Baupolizeiliche Bestimmungen für Kraftwagenhallen und zugehörige Werkstellen, (Magistratsbaurat Schwartz, Königsberg). — Anmeldungen an den Geschäftsführer Oberbaurat Thode, Hamburg, Admiralitätstr. 56 I. Anschließend findet die Tagung der Vereinigung der technischen Oberbeamten Deutscher Städte vom 13. bis 15. September in Freiburg statt.

Eisenbetonpfähle von 33 m Länge, zu deren Einbringen ein außergewöhnlich schweres Rammgerüst erforderlich war, wurden bei der Gründung von Pier VII gelegentlich der neuen Erweiterungsbauten im Hafen von Manila verwendet. Nach „Eng. News-Rec.“ vom 30. 4. u. 7. 5. 1925¹⁾ wurden im ganzen 1584 Pfähle von quadrati-

schem Querschnitt und rd. 60 cm Seitenlänge gerammt; das Mischungsverhältnis des Betons betrug 1:1/2:3, die damit erreichten Festigkeiten betragen ausweislich der Bruchproben nach 28 und 40 Tagen 253 bis 373 kg/cm². Die Bewehrung bestand aus acht Rundeseisen 25 mm Durchm., die 6,2 cm unter der Oberfläche angeordnet und mit 6,5-mm-Bügeln von 4 cm Ganghöhe am Kopf, 7 bis 8 cm an der Spitze und bis zu 30 cm in der Mitte umschnürt waren. Die durchschnittliche Tagesleistung betrug etwa 14 Pfähle, was einem Betonverbrauch von 175 m³ entspricht.

Die Pfähle wurden auf einem mit Kran- und Förderanlagen reichlich ausgestatteten und durch elf Fördergleise in regelmäßige Rechtecke geteilten, am Wasser gelegenen Werkplatze hergestellt, wo sie mindestens 60 Tage gestapelt blieben und dann, mittels Sonderkranes auf Plattformwagen gehoben, von diesen auf Prahme und an die Verwendungsstelle gelangten. Besondere

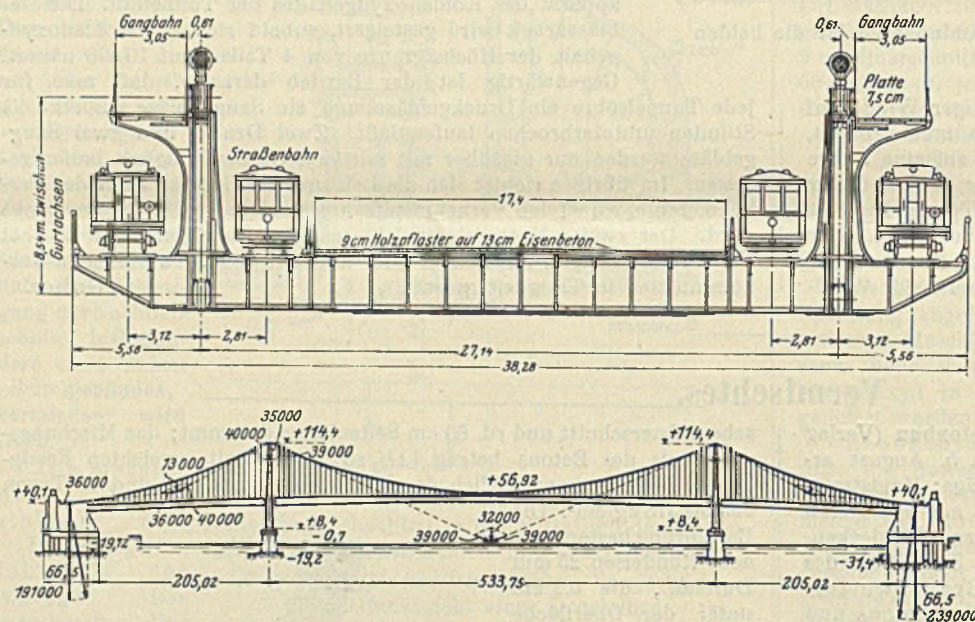


¹⁾ Vergl. „Zeitschriftenschau für das gesamte Bauingenieurwesen“ Nr. 6 unter Pfahlgründungen XI p und Kaimauern XIX k.

Sorgfalt wurde beim Anheben vom Lagerplatze beobachtet, der Pfahl an vier Stellen gefaßt und jede Erschütterung vermieden. Da das Einbringen so langer und 29 000 kg schwerer Pfähle mit einem Rammgerät der üblichen Abmessungen und Stärke nicht oder doch nicht in befriedigender Weise möglich gewesen wäre, hatte man eine Maschinen-ausrüstung zu schaffen, die vermutlich die größte und schwerste bisher in Betrieb gewesene Pfahlramme darstellt. Sie bestand aus einem gewaltigen „Mammut“-Dampfhammer, der für die Ausführung besonders hergestellt war und rd. 5,20 m Gesamthöhe, einen Durchmesser von rd. 90 cm und ein Gesamtgewicht von 13 500 kg hatte, einem Paar eiserner 40-t-Derrickkrane von 20 m Ausladung, dem erforderlichen Hebezeug und einer Batterie von Dampf- und Elektro-Hochdruckpumpen und sonstigem Hilfsgerät und war auf einem schweren hölzernen Prahm von 33 m Länge, 16,5 m Breite, 5 m größtem Tiefgang und etwa 1200 t Tragfähigkeit aufgestellt.

Die vorstehende Abbildung zeigt einen in der aus Profil- und Flacheisen hergestellten Führung von U-förmigem Querschnitt ruhenden Schrägpfahl vor dem Rammen. Die durchschnittliche Höchstleistung für den 10-Stunden-Arbeitstag betrug acht Pfähle; diese Zahl konnte bei ruhigem Wasser bis auf zwölf gesteigert werden. Ki.

Hängebrücke über den Delaware. Zwischen Philadelphia und der Schwesterstadt Camden ist nach „Mod. Transp.“ eine Hängebrücke über den Delaware im Bau, deren Planung fast ein Jahrhundert alt ist. Sie dient für Bahn-, Straßen- und Fußgängerverkehr und vermag 18 000 t Verkehr aufzunehmen. Die Abbildungen geben Aufriß und Querschnitt der Fahrbahn. Die Mittelöffnung hat 533,75 m, die beiden Seitenöffnungen je 205,02 m Weite. Das Gesamtgewicht des Überbaues wird von zwei Kabeln getragen, die auf zwei Strompfeilern, Türmen von 114 m Höhe über M. H. W., aufliegen und an den Ufern verankert sind. Die Abmessungen dieser Ankerbauten sind: 66,5 m lang, 58,0 m breit und 52,8 m hoch über M. H. W., dazu mit 19,8 m bzw. 32,0 m Gründungstiefe.



Die Gesamtbreite des Überbaues mißt 38,28 m und ist unterteilt in eine Fahrbahn für Straßenverkehr, zwei Gangbahnen (hochliegend), zwei Straßenbahn- und zwei Eisenbahngleisbreiten. Die Straßenfahrbahn ist 17,4 m zwischen den Bordkanten breit, hat 15 cm Überhöhung und ist aus Holzplaster auf 13 cm dicker Betonplatte hergestellt. Beiderseits liegen die Straßenbahngleise, die Eisenbahngleise außerhalb der Tragwände. Die Gangbahnen sind hoch angeordnet, über den Gleisen. Sie sind 3 m breit und aus 8 cm starken Betonplatten hergestellt.

Die Ankerbauwerke wiegen jedes fast sechsmal soviel, als der Seilzug auf sie beträgt, und ihr Gesamtgewicht ist mehr als das Siebenfache der Gesamtlast, die von den beiden Kabeln getragen wird. Die voraussichtliche größte Last auf die Kabel ist 60 000 t, von denen 42 000 t tote Last sind; der Rest entfällt auf den Verkehr. Die tote Last könnte noch um 14 % gesteigert werden, z. B. durch elektrische Ausrüstung für die Eisenbahn. Die gewaltige Verkehrslast ergab sich aus Vollbesetzung aller vier Gleise mit Bahnwagen (270 Stück), der ganzen Straßenbreite mit Fahrzeugen (1000 Stück) und der Gangbahnen mit Menschengedränge. Die Stärke der Tragseile beträgt 30 Zoll = 75 cm, ihr Einheitsgewicht etwa 1 t auf 1 Fuß Länge, d. i. 3,3 t auf 1 m, die Zugkraft in jedem Seil 20 000 t. Die beiden Ankerbauwerke wiegen zusammen rd. 400 000 t.

Die Kabel treffen rd. 40 m über dem Boden an den Ankerbauwerken unter 8° Neigung auf. Sie werden dann über den Kopf eines eisernen Turmbaues nach unten abgelenkt und laufen unter 45° in das Ankerbauwerk hinein, sind in 12 m Tiefe durch einen Gußstahlring gefaßt und dann in die einzelnen Drähte, 18 000 Stück in jedem Kabel, aufgelöst. Die Drähte werden um 61 Gußstahlschuhe abgebunden, die, wie bei Gelenkbrücken, auf Bolzenstäben sitzen und von je zwei Augenstäben nach rückwärts gehalten sind. Die letzte Verankerung bilden neun Träger von je 12 m Länge. Die Ankerstäbe sind in drei verschiedenen Längen angewendet.

Neben den Ankerbauwerken sind turmartige Bauten hochgeführt, in denen Aufzüge zu der Brückenfahrbahn eingebaut werden (Höhenunterschied 53 m). Die Strompfeiler sollen nicht in Beton, sondern in Granitmauerwerk ausgeführt werden. Die Schichtenhöhe schwankt zwischen 70 und 100 cm. Einzelne Quadern hatten bis 19 t Gewicht. Auf gute architektonische Wirkung der Strompfeiler in Verbindung mit ihren eisernen Turmbauten ist großes Gewicht gelegt worden. Gl.

Einige Abmessungen der englischen Eisenbahnen. Unter den Eisenbahnen Englands bestehen zwar keine so weitgehenden Vereinbarungen über einheitliche Maße, wie sie bei den deutschen Eisenbahnen schon entwickelt waren, ehe sie in der Hand des Reiches zusammengefaßt waren; es haben sich aber doch eine Anzahl in der Praxis bewährter Maße durchzusetzen vermocht. Die Vorschriften des Verkehrsministeriums, die allerdings in vielen Fällen nicht bindend sind, haben ferner gewisse Maße als empfehlenswert bezeichnet und damit den Erfolg gehabt, daß sie allgemein eingeführt worden sind.

Die Regelspur von 1,435 m (4 Fuß 8 1/2 Zoll engl.) ist bekanntlich in England entstanden; sie entspricht der Spurweite, die zur Zeit der Entstehung der Eisenbahnen für Straßenfahrzeuge üblich war. Warum Stephenson dieses unrunde Maß für seine ersten Lokomotiven gewählt hat, ist nicht bekannt. Brunel hatte für die Große Westbahn bekanntlich eine Spurweite von 2,135 m (7 Fuß engl.) gewählt, und viele Lokomotiv- und Wagenbauer werden es bedauern, daß diese Spurweite sich nicht durchzusetzen vermocht hat, sondern seit 1892 beseitigt ist; sie hätte die Möglichkeit geboten, hochleistungsfähige Lokomotiven und Großraumgüterwagen zu bauen, sowie in den Personenzügen den Reisenden größere Bequemlichkeit zu bieten. Abgesehen von Irland, wo 1,6 m (5 Fuß 3 Zoll engl.) die Regelspur ist, gibt es im europäischen britischen Reiche keine Eisenbahnen mit breiterer als der 1,435-m-Spur, dagegen finden sich noch einige schmalere Spurweiten. Die schmalste unter ihnen ist 0,38 m (1 Fuß 3 Zoll), dann folgt 0,46 m, die sich beide bei je einer Strecke vorfinden und von denen 0,46 m als Regelspur für Werkstattgleise und ähnliche Anlagen gilt. Die bekannte Festiniog-Eisenbahn und einige andere haben eine Spurweite von 0,60 m (1 Fuß 11 3/4 Zoll), und 76 cm (2 Fuß 6 Zoll) wird vom englischen Verkehrsministerium als die geeignetste Spur für Kleinbahnen empfohlen, die allerdings in England nur eine sehr untergeordnete Rolle im Verkehrswesen spielen. Auf der Insel Man und in Irland finden sich Schmalspurbahnen mit 0,914 m Spur (3 Fuß engl.)

Der Gleisabstand wird in England gewöhnlich nicht von Mitte zu Mitte, sondern zwischen den Außenkanten der Schienen der beiden benachbarten Gleise gemessen. Das übliche Maß für den Abstand der Gleise einer zweigleisigen Eisenbahn auf der freien Strecke, zwischen den Außenkanten der Schienenköpfe gemessen, ist 6 Fuß (1,83 m); daher spricht man von dem „six foot way“, womit der Weg zwischen den Gleisen gemeint ist, auf dem z. B. der Streckenwärter seine Strecken begehen kann. Das Maß von 1,83 m zwischen den Schienenköpfen entspricht etwa einer Entfernung von 3,40 m von Achse zu Achse der Gleise, ist also recht knapp. Treten weitere Gleise hinzu, so wird das lichte Maß zwischen den Schienenköpfen meist auf 3,05 m (10 Fuß) vergrößert, wobei aber Gleispaare unter sich den kleineren Abstand behalten. Das Maß von 3,05 m zwischen den Schienenköpfen entspricht etwa einem Gleisabstande, nach deutscher Art gemessen, von 4,65 m. Die eben angeführten Maße werden vom Verkehrsministerium als Mindestmaße empfohlen; sie werden von den Eisenbahngesellschaften meist überschritten.

Auch die Maße des über den Gleisen freizuhaltenden Lichtraumes werden in England von Außenkante Schienenkopf gemessen oder zur größten zulässigen Wagenbreite in Beziehung gebracht. Kein Bauwerk mit Ausnahme von Personenbahnsteigen, soll einen geringeren wahren Abstand von den Seitenflächen der Wagen als 0,71 m (2 Fuß 4 Zoll) haben. Das ergibt bei einer Wagenbreite von 2,85 m eine Breite des Lichtraumes von nur etwa 4,25 m. Diese Breite ist auf einer

Höhe von 0,914 m (3 Fuß) über S.O. bis zur Oberkante der Wagentüren frei zu halten. In Krümmungen ist die freie Breite zu vergrößern. Die Höhe des freien Raumes soll über Personenzuggleisen 4,42 m (14 Fuß 6 Zoll), über den Gleisen der Güterbahnhöfe 4,27 m (14 Fuß) betragen, ein Maß, das noch erheblich knapper erscheint als die Breite.

Personenbahnsteige sollen 0,914 m (3 Fuß) über S.O. liegen, Säulen und andere Einbauten sollen mindestens 1,83 m (6 Fuß) von ihrer Kante entfernt sein. Ein Bahnsteig auf unbedeutenden Haltestellen soll mindestens 1,83 m (6 Fuß), auf verkehrsreicheren Bahnhöfen 3,66 m (12 Fuß) breit sein. An den Enden können Rampen in 1:8 Neigung angelegt sein. Ladesteige sollen mindestens 1,07 m (3 Fuß 6 Zoll) über S.O. liegen. Bei Rampen zum Verladen von Fahrzeugen soll die Höhe 1,22 m (4 Fuß) betragen. Wkk.

Die bayerische Zugspitzbahn. Während die Firma Adolf Bleichert auf der österreichischen Seite der Zugspitze die Montagearbeiten der Seilschwebbahn ausführt,¹⁾ werden von bayerischer Seite die Vorarbeiten für eine gemischte Adhäsions- und Zahnradbahn sehr eifrig betrieben. Der bayerische Staat hat auch schon die Konzession erteilt.

Dieser Plan, den Ing. Cathrein ausgearbeitet hat, sieht eine elektrisch betriebene, meterspurige, eingleisige Bergbahn vor, die als Adhäsionsbahn vom Bahnhof Garmisch-Partenkirchen bis Obergrainau (7,600 km) und von hier als Zahnradbahn über den Eibsee zur Spitze (12,000 km) führt. Im unteren Teile der Zahnradstrecke (Obergrainau—Eibsee) weist die Bahnlinie eine größte Steigung von 150 ‰ auf und in der Strecke Eibsee—Platt—Zugspitzgipfel eine solche von 250 ‰.

Die Trasse der bayerischen Zugspitzbahn führt vom Bahnhof Garmisch weg und folgt zunächst dem Zuge der Bahnlinie Garmisch—Griesen, die bei km 3,0 überquert wird, führt dann südlich Obergrainau vorbei und erreicht dann die Station Eibsee. Durch einen Tunnel von 2,42 km Länge unterfährt nunmehr die Bahn die Riffelwandspitzen und das Zugspitzmassiv, um das Platt zu erreichen. In einem weiteren Tunnel, der teilweise als Galerie ausgebaut ist und prächtige Ausblicke nach Süden gewährt, geht es dann zum Zugspitzgipfel.

Der Oberbau soll nach dem Cathreinschen Entwürfe mit Stahl-schienen mit einem Gewicht von 24 kg/m ausgestattet werden, die auf flußeisernen Schwellen verlegt werden. Als Zahnstangensystem ist das System Riggenbach vorgesehen, das für den Betrieb in schneereichen Gegenden besondere Vorzüge aufweisen soll.

Die elektrischen Lokomotiven, die mit Hand-, selbsttätigen und elektrischen Bremsen ausgestattet sind, können mit ihren zwei Motoren bei einer gesamten Leistung von 360 PS einen Zug von vier Wagen (= rd. 200 Personen) bis zur Station Eibsee befördern. Von Eibsee bis zur Endstation auf der Spitze, die unterirdisch gedacht ist, kann eine Lokomotive jedoch nur mehr zwei Wagen (= rd. 100 Personen) befördern. Da eine sehr dichte Zugfolge vorgesehen wird, darf man damit rechnen, daß in der Zeit des Hauptandranges, während der Mittagszeit, in dem Zeitraum von zwei Stunden etwa 8 bis 10 Züge mit 1600 bis 2000 Personen bergwärts gefahren werden können. Als Höchstwert gilt eine Beförderungsmöglichkeit täglich von 7000 bis 8000 Personen, während man bei der österreichischen Seilschwebbahn mit einer Beförderungsmöglichkeit von täglich rd. 450 Personen rechnen darf. Die Fahrzeit wird für die Bergfahrt zu 1 Stunde 55 Min. angegeben und für die Talfahrt zu 1 Stunde 40 Min.

Schließlich seien noch einige Angaben über die vermutliche Zahl der Reisenden und über die Anlagekosten gemacht:

Zahl der Reisenden:

Garmisch—Eibsee . . .	282 000 Personen
Garmisch—Zugspitze . . .	141 000 Personen

Anlagekosten:

I. Teilstrecke: Garmisch—Eibsee . . .	5 234 000 R.-M.
II. " Eibsee—Platt . . .	7 080 000 R.-M.
III. " Platt—Zugspitze . . .	3 686 000 R.-M.
zusammen 16 000 000 R.-M.	

F. F.

Verlängerung der Lebensdauer von Schwellen. Die Zerstörung hölzerner Eisenbahnschwellen geht meist von den Nagellöchern aus. Um Schwellen, in denen die Nägel nicht mehr festsitzen, weiter verwenden zu können, werden die verschlissenen Nagellöcher bei den Staatsbahnen von Westaustralien mit einer Mischung von Sägespänen und Bitumen ausgefüllt. Die Masse, die in erhärtetem Zustande in Form eines Kuchens geliefert wird und sich so bei der Beförderung leicht handhaben läßt, wird bis zum Schmelzen erhitzt und dann in die Nagellöcher, die vorher sauber ausgeräumt worden sind, eingegossen und abgerammt. Nach etwa drei Minuten ist sie so weit erhärtet, daß der Nagel eingetrieben werden kann; nach einer Viertelstunde der Abkühlung ist die Masse ganz hart und hält den Nagel fest.

¹⁾ Vergl. „Die Bautechnik“ 1925, Heft 18, S. 241 u. Heft 31, S. 431.

Versuche haben ergeben, daß es zum Ausziehen eines Schienennagels von 15 mm Durchm. einer Kraft von 1800 kg bedarf. Das Verfahren, das sich natürlich auch bei Brückenbelagshölzern anwenden läßt, ist auch bei anderen Eisenbahnen Australiens angewendet worden, aber mit wechselndem Erfolge. Wahrscheinlich hängt das Gelingen davon ab, daß das Mischungsverhältnis von Sägespänen und Bitumen richtig getroffen wird, damit die Mischung weder zu weich noch zu hart wird. Es sind daher Vorkehrungen getroffen worden, um die Verwendung der geeignetsten Masse zu gewährleisten, und auch Vorschriften für die Ausführung der Arbeiten erlassen worden, die einen Erfolg verbürgen sollen. Wo das Verfahren richtig angewendet wird, lassen sich damit erfahrungsgemäß erhebliche Ersparnisse erzielen, indem Schwellen, die sonst ausgemustert werden müßten, noch lange weiter verwendet werden können.

Wasserglas als Bindemittel für Schotterstraßen in Frankreich. Außer in der Schweiz (s. „Die Bautechnik“ 1925, Heft 25, S. 327) hat man auch in Frankreich Natronwasserglas als Bindemittel für Schotterstraßen verwendet. Man stellt dort zunächst einen Mörtel her, indem man 350 l Sand mit 40 l Wasserglas, wie es im Handel zu haben ist (Dichtigkeit 35° B), miteinander mischt; dieser Mörtel dient als Zusatz zu 1 m³ Schotter, dessen Stücke durch einen Ring von 4 cm Durchm. gehen. Der Schotter ist vorher anzunässen. Die Mischung ist gründlich durchzurühren. Nachdem auch die Straße vorher angefeuchtet und mit der Hacke aufgeraut und die Mischung auf die Straße aufgebracht worden ist, wird diese abgewalzt, und zwar in zwei Arbeitsgängen, zwischen die man eine Pause einlegt, um die Straße nochmals mit Wasser zu besprengen. Bei jedem Arbeitsgange bestreicht die Walze, die zweckmäßig 10 t wiegt, die Straßenfläche 20- bis 30 mal.

Im Departement Doubs werden Schotterstraßen auf diese Weise seit September 1922 befestigt. Der Erfolg war derart, daß in den Jahren 1923 und 1924 der Generalrat 1 Million Franken ausgeworfen hat, um weitere Straßendecken mit Wasserglas herzustellen. Im Jahre 1924 ist sodann noch der Entschluß gefaßt worden, im Laufe der nächsten drei Jahre alle Straßen des Bezirks, auf denen täglich mindestens 400 Geschirre verkehren, mit Wasserglas zu befestigen. Es handelt sich dabei um ein Straßennetz von 200 km Länge, und es sind für die zunächst auszuführenden Arbeiten fürs erste 2 Millionen ausgeworfen.

Neben ihrer großen Widerstandsfähigkeit gegen Belastung soll eine mit Wasserglas abgebundene Straße auch den Vorzug großer Verschleißfestigkeit haben; sie bedarf also nur geringer Unterhaltungsarbeiten. Der Herstellungspreis beträgt nach französischen Berechnungen nur etwa den zehnten Teil der Kosten, die für harte Befestigung, Beton, Pflaster u. dgl. aufzuwenden sind. Sollte es sich nicht lohnen, auch in Deutschland Versuche mit dieser Art der Straßenbefestigung zu machen? Vielleicht nimmt sich die Studiengesellschaft für Kraftwagenstraßenbau dieser Frage an.

Eine Straßenbrücke über den Firth of Forth. Die zunehmende Bedeutung des Straßenverkehrs infolge der sich ständig steigernden Verbreitung des Kraftwagens hat Anlaß zu dem Plan gegeben, neben der bekannten Eisenbahnbrücke über den Firth of Forth eine Straßenbrücke zu bauen. Das englische Straßennetz wird zurzeit den heutigen Bedürfnissen des Straßenverkehrs angepaßt, indem es für einen durchgehenden Verkehr auf weite Entfernungen ausgebaut wird. Wenn man aber auf der Straße nach dem nördlichen Schottland reisen will, muß man, von Edinburgh ausgehend, einen weiten Umweg landeinwärts machen, um den tief eingeschnittenen Firth of Forth zu umgehen. Hinter dem Plan, diese Bucht zu überbrücken, stehen infolgedessen an erster Stelle Kraftwagen fahrende Kreise. Es ist bereits gelungen, das Verkehrsministerium und die zuständigen Ortsbehörden für den Brückenbau zu gewinnen, und das Ministerium hat sich bereit erklärt, sich an den Kosten der Vorarbeiten mit 75 ‰ zu beteiligen. Für eine ebenfalls geplante Straßenbrücke über den Firth of Tay trägt die Regierung sogar die vollen Kosten der Vorarbeiten.

Die neue Brücke soll aus zwei Hauptöffnungen von etwa 730 m Länge bestehen, an die sich beiderseits längere, ebenfalls aus einandergereichten Brückenöffnungen bestehende Zufahrtrampen anschließen sollen. Der Mittelpfeiler soll sich wie bei der Eisenbahnbrücke auf die Insel Inchgarvie stützen. Demnach soll die neue Brücke in unmittelbarer Nähe der alten zu liegen kommen. Wegen der Schifffahrt wird sie ebenfalls als Hochbrücke auszubilden sein, und es wird eine reizvolle Aufgabe für den Brückenbauer werden, beide Brücken so miteinander in Einklang zu bringen, daß ein befriedigendes Landschaftsbild entsteht. Leicht zu lösen wird diese Aufgabe allerdings nicht sein, denn das jetzige gewaltige Bauwerk muß so überragend wirken, daß man es nicht etwa verdoppeln kann, und eine unscheinbare Brücke daneben zu setzen, wird ebenfalls nicht angehen. Für Ingenieur-Ästhetik haben die Engländer nicht

viel übrig, und eine vorbildliche Leistung ist daher von ihnen kaum zu erwarten.

Technische Schwierigkeiten werden beim Bau nicht erwartet. Die Erfahrungen, die beim Bau, namentlich der Gründungen, der Eisenbahnbrücke gesammelt worden sind, werden auch der Straßenbrücke zugute kommen. Schwieriger wird es sein, die Kosten aufzubringen, die auf 4 Mill. Pfd. Sterl. geschätzt werden. Die Vorteile für den Verkehr, die man von der neuen Brücke erwartet, sind aber derart, daß man eine solche Ausgabe für gerechtfertigt hält. Wkk.

Zuschriften an die Schriftleitung.

Zuschrift zu dem Aufsatz „Brücke über Sauerelven, Norwegen“, von Hans Tönnessen. Beim Lesen des in der „Bautechnik“ 1925, Heft 29, veröffentlichten Aufsatzes suchte ich vergebens nach Angabe desjenigen Vorbildes, das wohl jedem in der Geschichte des deutschen Brückenbaues Bewanderten sofort einfällt, wenn er das charakteristische Stabnetz der Abb. 1, S. 397, sieht: nämlich der Tresckowbrücke zu Oberschönevide bei Berlin, erbaut 1903/04 von Baurat Karl Bernhard, Berlin.

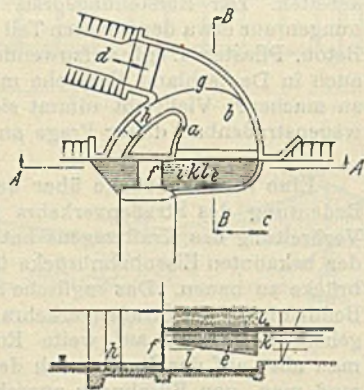
Ich halte es für eine kollegiale Pflicht, darauf aufmerksam zu machen, daß Herr Bernhard dieses System und seine Linienführung schon vor 25 Jahren erdacht, ausgearbeitet und selbst erstmals ausgeführt hat. Auch hat er es im technischen Schrifttum des öfteren behandelt. Ich verweise nur auf sein Buch „Eiserne Brücken“, Berlin 1911, S. 296 bis 301, sowie auf Z. d. V. d. I. 1905, S. 157. In der Annahme, daß Herrn Tönnessen dieser Sachverhalt nicht bekannt war, darf man hoffen, daß es auch ihm nur recht sein wird, wenn im Zusammenhange mit der von ihm beschriebenen norwegischen Brücke auch der Name des Mannes genannt wird, der für die Ausbildung dieses Systems Bahnbrechendes geleistet hat.

München, 9. Juli 1925. Prof. Dr. W. Schachenmeier.

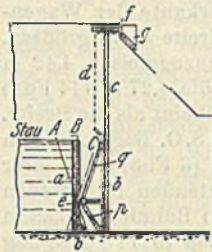
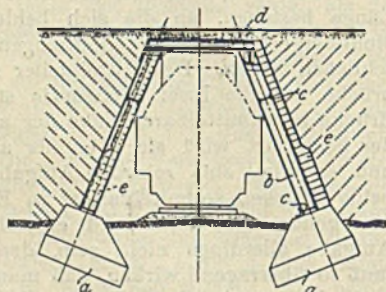
Patentschau.

Bearbeitet vom Regierungsrat Donath.

Einrichtung zur Verhinderung der Versandung des Einlaufes von Oberwassergräben u. dergl. (Kl. 84a, Nr. 403636 vom 17. 10. 1922 vom Techn. Projektierungs- und Baubureau J. Pflöschinger & Co. G. m. b. H. und Dr.-Ing. A. Läufer in Wien). Um zu vermeiden, daß Geschiebe- und Sandmengen aus dem Flußbett in den Werkkanal eintreten, wird am flußabwärts liegenden Ende des Einlaufes, wo die größte Wassergeschwindigkeit auftritt und daher die größten Geschiebestücke mitgerissen werden, die Einlaufschwelle höher gelegt als an den anderen Einlaufstellen. Dies wird dadurch erreicht, daß die Einlaufschwelle *i* nach unterhalb zu ansteigend gebaut, so daß das Geschiebe die erhöhte Schwelle nicht mehr überspringen kann und sich oberhalb dieser Schwelle ansammelt, wo es durch einen Kiesfang *e* nach Ziehen einer Schleuse *f* abgelassen wird. Die innere Seitenmauer *a* des Wehreinlaufes ist mit einer Gegenkrümmung versehen, so daß die längs der Mauer verlaufenden Wasserfäden annähernd denselben Weg zurücklegen wie die längs der Außenmauer fließenden Wasserfäden. Infolge der schräg ansteigenden Einlaufschwelle *i* wird für die Wasserfäden an der inneren Wangenmauer entsprechend der dort herrschenden größten Geschwindigkeit des Wassers die kleinste Querschnittsfläche freigegeben.



Unterführung von Gleisen (Kl. 19d, Nr. 404964 vom 13. 2. 1924 von Karl Gerber in Köln). Um die durchgehenden Widerlager und das Flügelmauerwerk bei Unterführungen zu vermeiden, werden in etwa 5 m Abstand auf Betonpfeilern schräge Rahmenstiele als Joche aufgesetzt, untereinander durch Längsträger verbunden und durch Eisenbetondielen verkleidet. Die Dielenverkleidung kann entweder hinter den Stielen lose eingebracht oder zwischen die Flanschen der Stiele eingesetzt werden.



Hebbares Klappenwehr (Kl. 84a, Nr. 407613 vom 17. 1. 1923 von Eugen Fischer in München). Die Drehachse der Klappe ist beiderseits auf je einem durch Gegengewichte entlasteten Schlittengestell *b* mit Streben *p* und *q* gelagert; die Klappe wird mittels je eines Hebelarmes und angelenkter Zugstange nebst Vorlege beim Heben des Wehres stromaufwärts gegen die Strebe *p*, beim Senken stromabwärts gegen die Strebe *q* gedreht.

Personalnachrichten.

Deutsches Reich. Reichsbahn-Gesellschaft. Ernannt sind: die Präsidenten der R. B. D. Dorpmüller, Essen, unter Versetzung nach Berlin zum Direktor der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft und Stellvertreter des Generaldirektors und Dr. jur. Weirauch, Berlin, zum Direktor der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft.

Versetzt sind: der Präsident der R. B. D. Dr. jur. Stapff, Frankfurt (Main), in gleicher Eigenschaft zur R. B. D. Berlin, die Reichsbahnoberräte Pursche, Halle (Saale), als Abteilungsleiter zur R. B. D. Erfurt, Dr. jur. Ernst, Erfurt, als Abteilungsleiter zur R. B. D. Halle (Saale) und Gustav Meyer, Münster (Westf.), als Abteilungsleiter zur R. B. D. Frankfurt (Main), die Reichsbahnräte Dr. jur. Johannes Wolff, Cassel, als Mitglied zur R. B. D. Stettin, Kienitz, Brandenburg West, als Mitglied (auftrw.) zur R. B. D. Cassel, Leonhard, Ratibor, als Mitglied (auftrw.) zur R. B. D. Köln, Wirth, Oppeln, als Mitglied zum E. Z. A. Berlin, Dr.-Ing. Klipps, Kuschten, in den Bezirk der R. B. D. Altona, Dr.-Ing. Fuchs, Cannstatt, als Vorstand zur Hochbauabteilung Stuttgart, Neubert, Berlin (E. Z. A.), als Mitglied zur R. B. D. Oppeln, Hebbel, Oppeln, als Mitglied zur R. B. D. Breslau, Mertz, Potsdam, als Mitglied zum E. Z. A. Berlin und Witte, Stendal, als Werkdirektor zum Ausbesserungswerk Recklinghausen, die Reichsbahnräte Speer, Berlin (E. Z. A.), nach Potsdam; Kurt Lehmann, Berlin (R. B. D.), nach Recklinghausen und der Regierungsbaumeister Erich Müller, Berlin (E. Z. A.), nach Königsberg (Pr.), sämtlich als Leiter einer Abteilung bei den dortigen Ausbesserungswerken.

Übertragen ist: dem Präsidenten der R. B. D. Marx, Elberfeld, die Leitung der R. B. D. Essen, dem Reichsbahndirektor Geh. Regierungsrat Dr. jur. Roser, Berlin, die Leitung der R. B. D. Frankfurt (Main), den Reichsbahnoberräten Drescher, Frankfurt (Main), Haassengier und Pappmeyer, Hannover, Heintze und Paul Schmidt, Essen, Schultze, Stettin, und Woltmann, Berlin, die Geschäfte eines Abteilungsleiters, den Reichsbahnräten Hagenmeyer die Stellung als Mitglied bei der R. B. D. Stuttgart und Laschke die Stellung als Vorstand des Maschinenamts I in Breslau.

In den Ruhestand sind getreten: die Reichsbahnamtswärter Schubert, Hannover, und Pfundt, Stuttgart.

Gestorben ist: der Reichsbahnrat Brock, Vorstand des Verkehrsamts Duisburg.

Zum Nachfolger des zum stellvertretenden Generaldirektor der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft ernannten Reichsbahndirektionspräsidenten Dorpmüller, Essen, ist der bisherige Reichsbahndirektionspräsident Clemens Marx von der R. B. D. Elberfeld bestimmt worden.

Hamburg. Ernannt wurde: der Baurat bei der Senatskommission für Angelegenheiten der Staatsarbeiten Dr.-Ing. Hermann Ehlers zum Oberbaurat.

Preußen. Der Regierungsbaumeister (W.) Köhler beim Wasserbauamt Genthin ist als Regierungsbaurat planmäßig angestellt; der Regierungsbaumeister Detering beim Neubauamt Wesermünde ist auf seinen Antrag aus dem Staatsdienste entlassen worden.

Überwiesen sind: die Regierungsbaumeister des Wasser- und Straßenbauamtes Hans Hinrichsen zum Kulturbauamt Neumünster, Franz Schmitz-Lenders zum Kulturbauamt II Düsseldorf, Friedrich Wunderlich zum Kulturbauamt Minden.

Gestorben ist: der Oberbaurat i. R., Geh. Baurat Hugo Roessler, Breslau.

INHALT: Der Plan einer Schleuse-Talsperre bei Kloster Veßra unterhalb Schleusingen. — Ausgestaltungsmöglichkeit der Standseilbahn-Linienführung. — Die Entlüftungsanlage im Liberty-Straßen-Tunnel in Pittsburgh. — Vermischtes: Inhalt von Beton u. Eisen, Internationales Organ für Betonbau. — VIII. Tagung der Vereinigung der höheren technischen Baupolizeibeamten Deutschlands. — Eisenbetonpfeile von 33 m Länge. — Hängebrücke über den Delaware. — Einige Abmessungen der englischen Eisenbahnen. — Die bayerische Zugspitzbahn. — Verlängerung der Lebensdauer von Schwellen. — Wasserglas als Bindemittel für Schotterstraßen in Frankreich. — Eine Straßenbrücke über den Firth of Forth. — Zuschriften an die Schriftleitung. — Patentschau. — Personalnachrichten.

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