DIE BAUTECHNIK

3. Jahrgang BERLIN, 13. November 1925 Heft 49

Alle Rechte vorbehalten.

Das Kraftwerk Mühlhausen a. d. Enz.

Von Prof. W. Eberhardt, Stuttgart.

Im Jahre 1909 schloß sich eine größere Anzahl Gemeinden der württembergischen Oberämter Maulbronn, Vaihingen, Leonberg und Brackenheim zum Zweck gemeinsamer Versorgung mit elektrischer

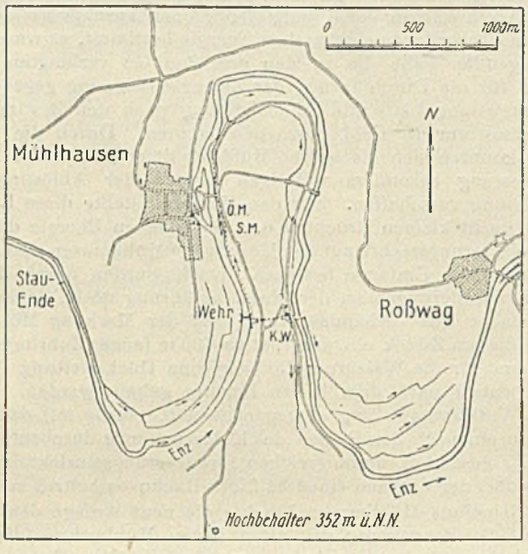


Abb. 1. Übersichtskarte.

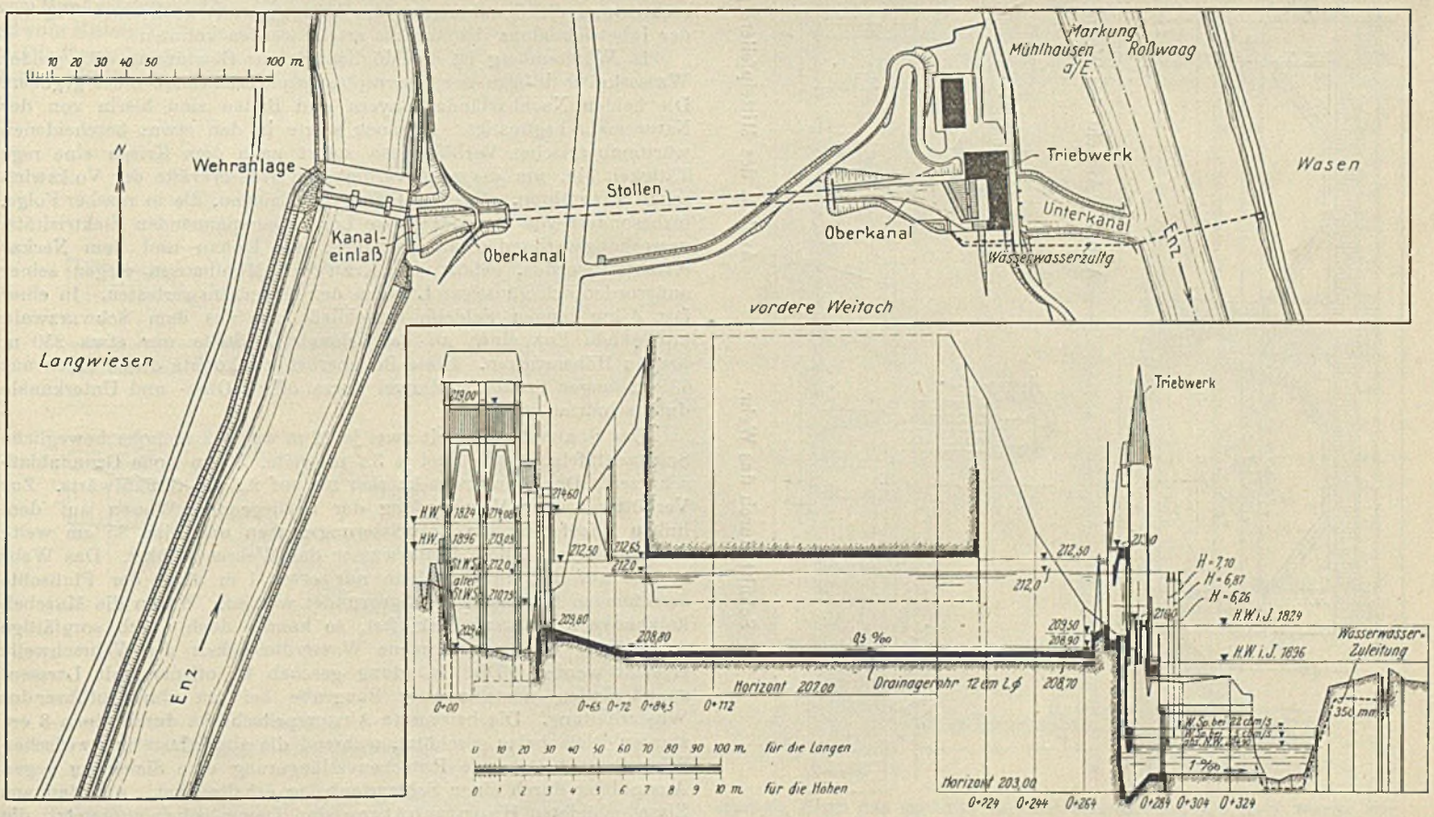
Energie zu einem Verbande zusammen. Der Verband erbaute in den Jahren 1910/11 eine Wasserkraftanlage an der Enz bei Enzberg, und dieses Werk gab ihm den Namen „Gemeindeverband Elektrizitätswerk Enzberg".

Die Entwicklung des Überlandwerkes war so günstig, daß die verhältnismäßig kleine Wasserkraftanlage mit einer Ausbauwassermenge von 12 m³/Sek. und 4,10 m Gefälle zusammen mit einer 200-PS-Dieselmotorenanlage den Strombedarf von 27 Gemeinden der genannten württembergischen Oberämter und von mehreren Gemeinden des badischen Bezirksamts Pforzheim nicht mehr decken konnte. Die Aufstellung eines weiteren Dieselmotors mit einer Leistung von 1000 PS verschaffte zwar eine vorübergehende Sicherheit, doch sah sich der Gemeindeverband gezwungen, sich nach einer weiteren Energiequelle umzusehen. Diese bot sich in der unausgenutzten Wasserkraft an der Enzschleife bei Mühlhausen, etwa 12 km unterhalb der württemb.-badischen Landesgrenze dar. Durch Abschneiden dieser Schleife konnte ein Nutzgefälle von rd. 7 m gewonnen werden (Abb. 1 u. 2).

Der Durchführung des Planes standen zunächst nicht unerhebliche Schwierigkeiten entgegen. An der Schleife wurden bereits drei Nutzungsrechte für den Betrieb einer Getreidemühle, einer Sägemühle und einer Ölmühle ausgeübt. Ferner erhob die Gemeinde Mühlhausen wegen der befürchteten Trockenlegung des Flusses Einsprache gegen das Unternehmen.

Die an dem gemeinschaftlichen alten Wehr von Mühlhausen gelegenen drei Mühlen nutzten nur verhältnismäßig kleine Wassermengen mit Gefällen von 1,2 bis 1,3 m aus. Die Sägemühle konnte von dem Verbande günstig käuflich erworben werden, während bei den beiden andern Mühlen nach langwierigen Verhandlungen eine gütliche Ablösung der Wassernutzungsrechte durch unentgeltliche Stromlieferung auf 70 bezw. 99 Jahre zustande kam.

Wenn diese Verhandlungen zu keiner Einigung geführt hätten, so wäre die nach dem württemb. Wassergesetz mögliche zwangsweise Entziehung der bestehenden Nutzungsrechte zur Anwendung gekommen. Das württemb. Wassergesetz bestimmt in Art. 63, daß zugunsten der Ausführung von neuen Wasserbenutzungsanlagen auf Antrag die Entziehung eines einem Dritten zustehenden besonderen Wasser-



Kraftwerk Mühlhausen. Lageplan. Abb. 2. Längenprofil vom Stollen, Ober- und Unterkanal.

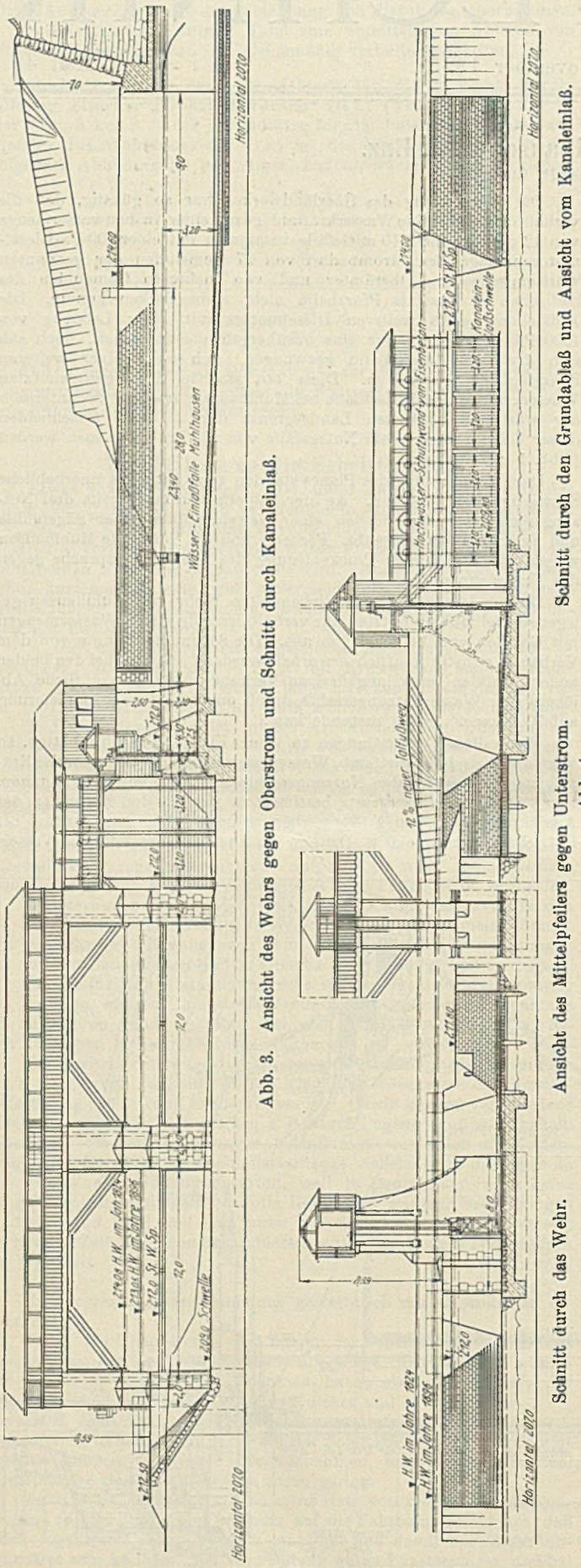


Abb. 3. Ansicht des Wehrs gegen Oberstrom und Schnitt durch Kanaleinlaß.

Abb. 4.

nutzungsrechts gegen vorgängige, volle von dem Antragsteller zu leistende Entschädigung im Verwaltungswege verfügt werden kann, wenn

1. die Ausführung des Unternehmens ohne die Aufhebung eines fremden Wassernutzungsrechts in irgend zweckmäßiger Weise nicht oder nur mit unverhältnismäßigem Aufwande möglich wäre, wenn zugleich
2. das neue Unternehmen vermöge seiner Ausdehnung und seines Zweckes einen wesentlichen Nutzen von gemeinwirtschaftlicher Bedeutung mit hoher Wahrscheinlichkeit erwarten läßt und wenn
3. diesem gemeinwirtschaftlichen Nutzen gegenüber die Vorteile, die das abzulösende Wassernutzungsrecht dem Berechtigten gewährt, von wesentlich untergeordneter wirtschaftlicher Bedeutung sind.

Das neue Werk war zur Versorgung einer großen Anzahl von Gemeinden mit der unentbehrlichen elektrischen Energie bestimmt, es waren daher im vorliegenden Falle die in den drei Punkten verlangten Voraussetzungen für die Durchführung der Zwangsenteignung gegeben. Bei dieser Enteignung hätte die Entschädigung nach den Bestimmungen des Gesetzes nur in Geld geschehen können. Durch die gütliche Einigung konnten sich die beiden Mühlenbesitzer den in der Zeit der Geldentwertung besonders wichtigen Vorteil der Ablösung durch Stromlieferung verschaffen. Für den Verband stellte diese Lieferung nur einen recht kleinen Bruchteil der gewonnenen Energie dar.

Die Wässerungsrechte auf den Markungen Mühlhausen und Roßwag blieben in vollem Umfange bestehen. Doch wurden durch die neue Werkanlage Änderungen an der Wasserzuführung nötig, deren Durchführung Sache des Verbandes war. Auf der Markung Mühlhausen mußte zu diesem Zweck ein neuer, etwa 600 m langer Zubringergraben angelegt und für die Wässerung Roßwag eine Dückerleitung von dem Werkoberwasser nach dem linken Enzufer gebaut werden. Um der früheren Wasservergeudung entgegenzutreten, wurde mit den beiden Gemeinden ein nach den Plänen des Kulturbauamts durchzuführender Umbau der gesamten, umfangreichen Bewässerungseinrichtungen vereinbart, wobei der Verband einen hälftigen Baukostenbeitrag zusicherte.

Der Gemeinde Mühlhausen brachte die neue Anlage den Vorteil, daß durch die Beseitigung des alten festen Mühlwehres die Hochwasserabflußverhältnisse für den unter häufigen Überschwemmungen leidenden Ort wesentlich verbessert werden konnten. Die Einsprache dieser Gemeinde gegen das Unternehmen wurde nach einer Vereinbarung, in der sich der Verband unter anderem zur Leistung eines wesentlichen Beitrages zu den Kosten des Baues einer Trinkwasserversorgungsanlage verpflichtete, ebenfalls zurückgenommen. Auf diese Weise gelang es, daß die wasserpolizeiliche Verleihung des Nutzungsrechtes und die Genehmigung der Anlage gerade noch einen Tag vor der Inbetriebnahme des Werkes erteilt werden konnten.

In Württemberg ist die Möglichkeit zur Gewinnung sehr großer Wasserkräfte infolge der geographischen Verhältnisse nicht gegeben. Die beiden Nachbarländer Bayern und Baden sind hierin von der Natur mehr begünstigt. Dennoch setzte in den etwas bescheidenen württembergischen Verhältnissen sofort nach dem Kriege eine rege Tätigkeit ein, um die noch verfügbaren Wasserkräfte der Volkswirtschaft zuzuführen. Aus der Reihe von Anlagen, die in rascher Folge, insbesondere von den das ganze Land überspannenden Elektrizitätsversorgungsverbänden an der Iller, der Donau und dem Neckar errichtet wurden, gehört das Kraftwerk Mühlhausen wegen seiner außerordentlich günstigen Lage zu den bemerkenswertesten. In einer fast 4 km langen Schleife umschließt die aus dem Schwarzwald kommende Enz einen an der schmalsten Stelle nur etwa 250 m breiten Höhenrücken. Diese Bodenerhebung konnte durch einen nur 135 m langen Stollen und zwei kurze offene Ober- und Unterkanäle durchschnitten werden.

Das Stauwehr erhielt zwei je 12 m weite, 3 m hohe bewegliche Schützentafeln, sowie zwei je 3,2 m weite, 3,2 m hohe Grundablaßschützen. Der Stau erstreckt sich bis auf 2,2 km flußaufwärts. Zur Verhütung einer Versumpfung der tiefliegenden Wiesen auf dem linken Enzufer ist ein Entwässerungsgraben und eine 35 cm weite Sickerdohle nach dem Hinterwasser des Wehres geführt. Das Wehr konnte auf den in der Mitte nur etwa 1 m unter der Flußsohle anstehenden Muschelkalkfels gegründet werden. Waren die Muschelkalkbänke auch stark zerklüftet, so konnte doch durch sorgfältige Ausführung eine vollkommene Wasserdichtigkeit der Wehrschwelle erreicht werden. Die Gründung geschah in offener, mit Larssenspundwänden umschlossener Baugrube bei gut durchzuführender Wasserhaltung. Die betonierte Absturzpritsche ist durch einen 8 cm starken Dielenbelag geschützt, während die aus Pflasterung zwischen Schwellrost bestehende Pritschenverlängerung eine Sicherung gegen Ausspülung durch einen Schwartenbelag erhalten hat. Auf den aus Eisen gebildeten Hauptschützen sind Dammbalken aufgesetzt, die bei Eisgang besonders aufgezogen oder im Gefahrfalle durch einfache

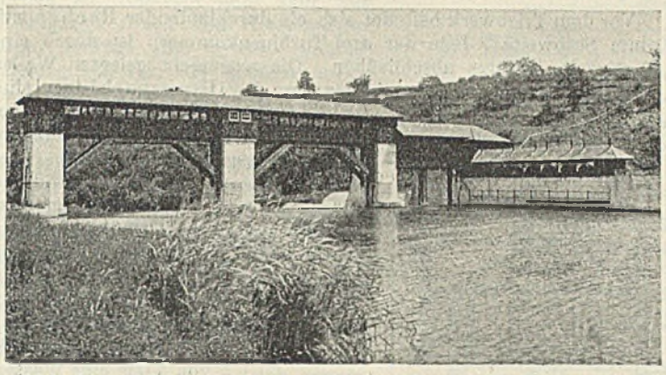


Abb. 5. Ansicht des Wehres und des Kanaleinlasses von oben.

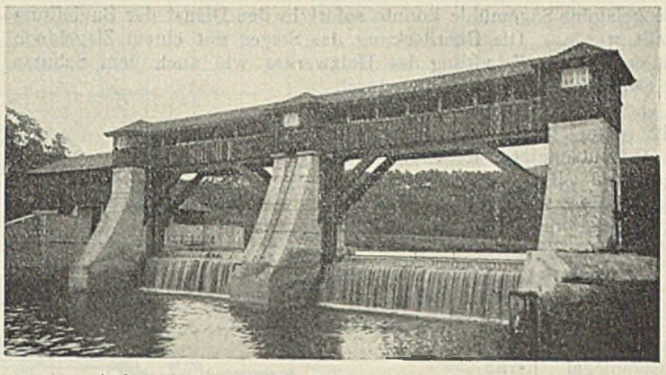


Abb. 6. Ansicht des Wehres vom Unterwasser.

Auslösevorrichtungen rasch zum Abschwimmen gebracht werden können. Das Windwerk zum Aufzug der großen an Gallschen Ketten hängenden Schützentafeln befindet sich auf dem Mittelpfeiler. Durch eine Ausrückung kann der elektrische Antrieb auf die rechte oder linke Schütze geschaltet werden. Für den Fall des Versagens des elektrischen Antriebes sind beide Schützenaufzüge auch mit einem Handantrieb versehen. Die Schützen sind vom Mittelpfeiler aus durch eine Steigleiter zugänglich (Abb. 3 u. 4).

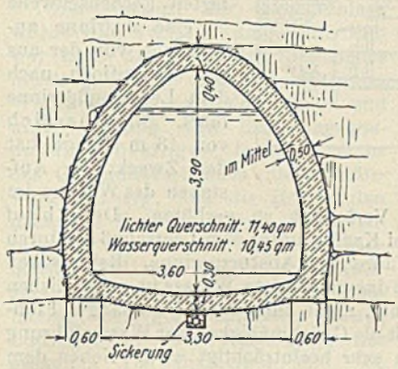
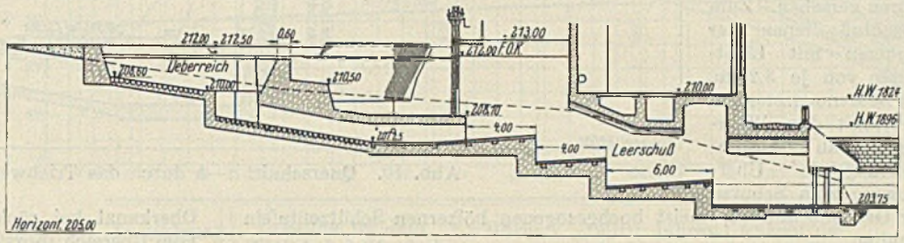
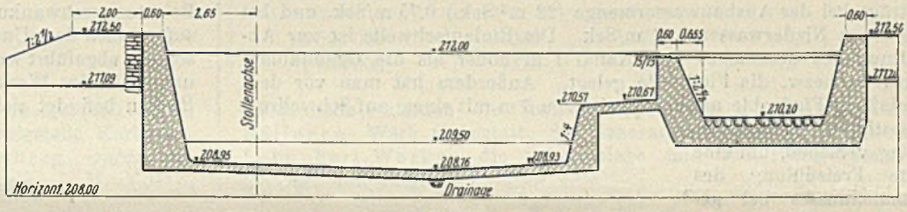


Abb. 7. Stollenprofil.



Schnitt durch Übereich und Leerschuß.



Schnitt b—b durch Oberkanal und Übereich.
Abb. 9.

Die Grundablaßschützen sind der Höhe nach zweiteilig, so daß die obere Hälfte der hölzernen Schützentafeln auch abgesenkt werden kann, wodurch sowohl Eisablaß wie auch Wasserspiegelregelung sich sehr leicht vollziehen. Die Aufzugvorrichtung dieser kleinen Schützen haben neben dem Handantrieb gleichfalls elektrischen Antrieb erhalten. Einer dieser Antriebe ist auch mit Fernsteuerung versehen, so daß die Schützenbewegung vom Werk aus durch Druckknopfsteuerung betätigt werden kann. Ein Fernmelder zeigt im Werk die jeweilige Stellung der Schütze an.

Der Bedienungssteg über die beiden Hauptöffnungen ist in Holz ausgeführt worden. Zu dieser Bauweise führte zunächst die Sparsamkeit, denn das gesamte für den Bau notwendige Holz wurde von der Staatsforstverwaltung zu recht günstigen Bedingungen zur Verfügung gestellt und die früher erwähnte, nur 600 m unterhalb der Wehrbau-

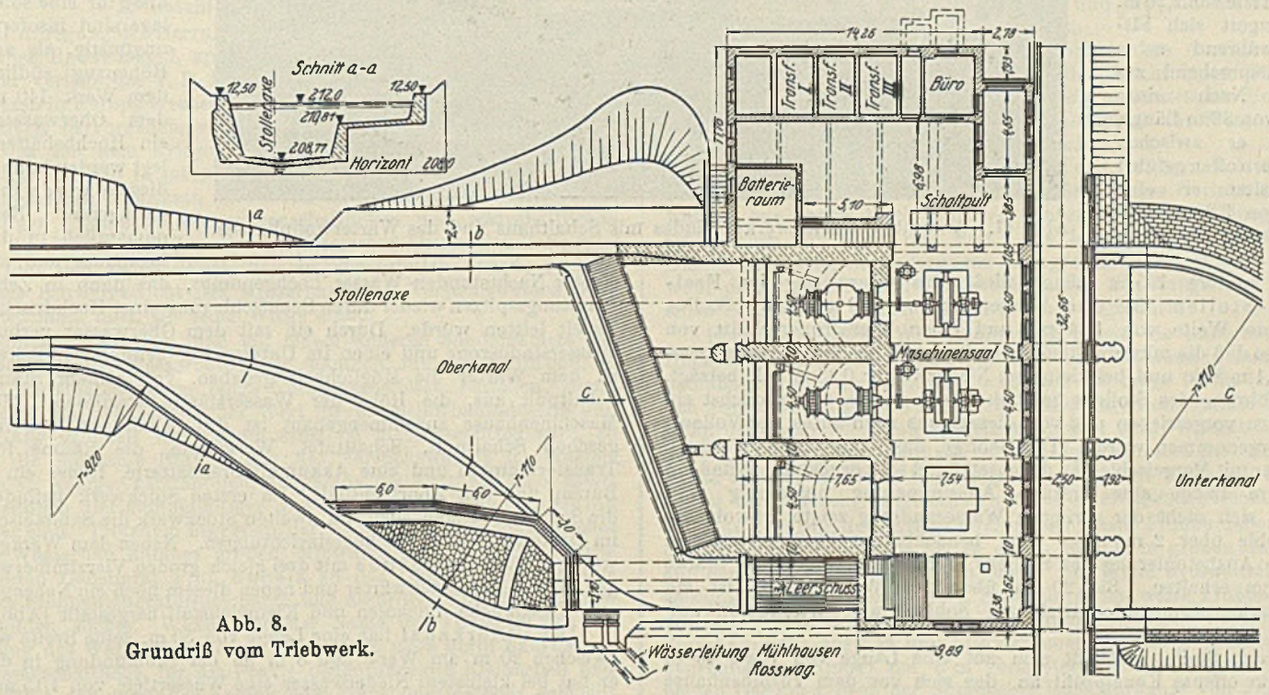


Abb. 8.
Grundriß vom Triebwerk.

stelle gelegene Sägemühle konnte sofort in den Dienst der Bauleitung gestellt werden. Die Überdeckung des Steges mit einem Ziegeldach dient sowohl der Erhaltung des Holzwerkes wie auch dem Schutze der Getriebe. Auch konnte durch die gewählte Bauweise einer mit Recht geltend gemachten Forderung des Heimatschutzes Rechnung getragen und ein Bauwerk geschaffen werden, das sich in das liebliche Landschaftsbild recht gut einfügt (Abb. 5 u. 6).

Der annähernd rechtwinklig abzweigende Kanaleinlaß ist zur Abhaltung größerer Schwimmstoffe mit einer 10 cm unter den Wasserspiegel herabreichenden Hochwasserschutzwand aus Eisenbeton und mit einem Grobrechen aus 1 Zoll starken Eisenrohren versehen. Zum Abschluß dienen vier Schützen mit Lichtweiten von je 3,20 m. Der Bedienungssteg hat eine, mit dem Wehrstegüberbau zusammenhängende Überdeckung zum Schutze der Getriebe und der meist hochgezogenen hölzernen Schützentafeln erhalten.

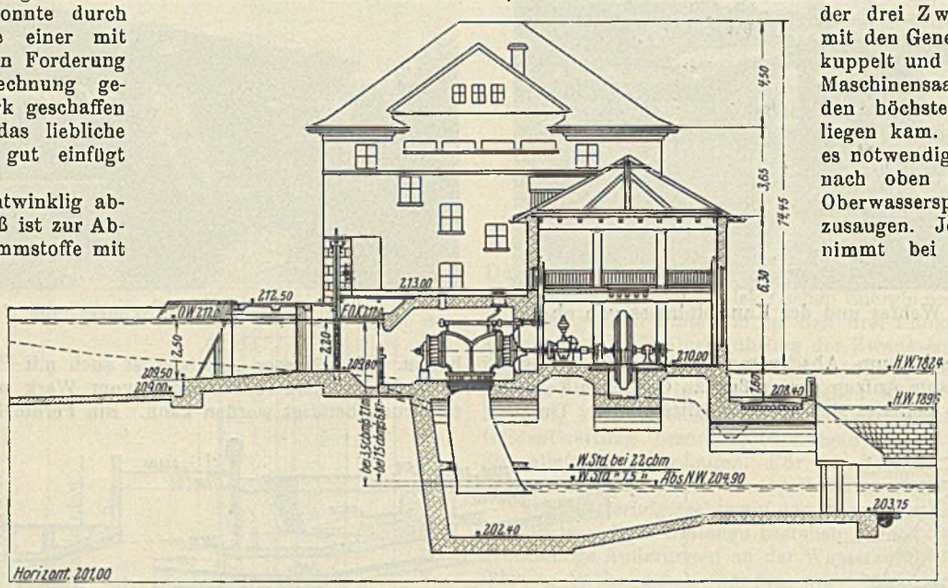


Abb. 10. Querschnitt *a—b* durch das Triebwerk.

Die Eintrittsgeschwindigkeit von der Wehrwage in den Oberkanal beträgt bei der Ausbauwassermenge (22 m³/Sek.) 0,75 m/Sek. und bei kleinstem Niederwasser 0,12 m/Sek. Die Einlaufschwelle ist zur Abhaltung des Geschiebes vom Kanal 1 m höher als die Grundablaßschwelle bezw. die Flußsohle gelegt. Außerdem hat man vor dem Einlaß die Flußsohle auf eine Breite von 6 m mit einem auf Schwellrost befestigten Schwartenbelag versehen, um eine gute Freispülung des Kanaleinlasses bei gezogenen Grundablaßschützen zu erreichen.

Im Anschluß an den Kanaleinlaß hat der Oberkanal zunächst eine Breite von 13,40 m und eine Tiefe von 2,20 m. Er verengert sich alsbald, während seine Tiefe entsprechend zunimmt. Nach einer Strecke von 36 m Länge, auf der er zwischen Ufermauern offen geführt ist, besitzt er eine Breite von 3,20 m und eine Wassertiefe von 3,20 m.

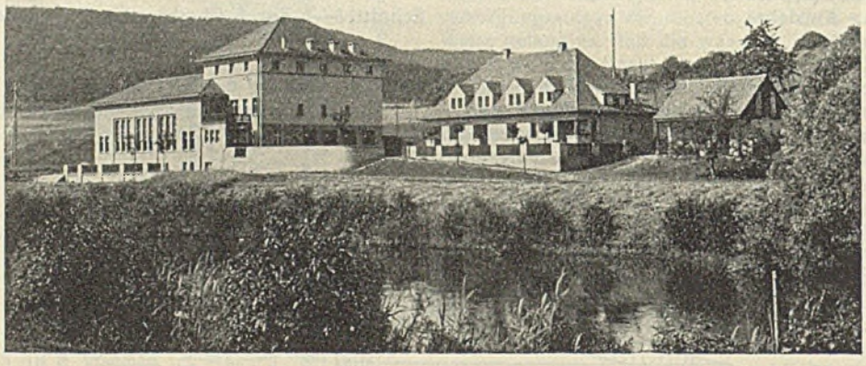


Abb. 11. Ansicht des Triebwerkgebäudes mit Schalthaus und des Wärterwohnhauses.

Auf weitere 135 m Länge fließt das Oberwasser im Freispiegel-Stollen. Bei einer Wassertiefe von 3,20 m hat der Stollen eine lichte Weite von 11,4 m² und einen Wasserquerschnitt von 10,5 m², so daß die mittlere Fließgeschwindigkeit bei der Ausbauwassermenge 2,1 m/Sek. und bei kleinstem Niederwasser 0,33 m/Sek. beträgt. Die Ausführung des Stollens geschah in der Weise, daß zunächst ein Firststollen vorgetrieben und von diesem aus nach unten der Vollausbruch vorgenommen wurde. Das Gebirge, das keine festen Felsbänke zeigte, war mit Mergelschichten durchsetzt und sehr druckhaft, so daß auf die ganze Länge eine kräftige Auszimmerung notwendig war, während sich nicht der geringste Wasserandrang zeigte, obwohl die Stollensohle über 2 m unter dem benachbarten Flußwasserspiegel lag. Die Ausbetonierung des Stollens mußte eine verglichene Stärke von 50 cm erhalten. Bis 20 cm über dem Wasserspiegel ist ein 2 cm starker Zementglattstrich auf Sohlen- und Wandbeton aufgebracht (Abb. 7).

An den Stollen schließt sich auf eine Länge von etwa 45 m wieder ein offenes Kanalprofil an, das sich vor dem Turbinenhause auf etwa 20 m verbreitert und das auch hier durchweg Ufermauern und Sohlenbetonierung erhalten hat. Das Sohlengefälle vom Stolleneinlauf bis zum Leerschuß beim Triebwerk beträgt 0,5 ‰.

Vor dem Triebwerk befindet sich ein durchlaufender Rechen mit 20 mm Stabweite. Jede der drei Turbinenkammern ist durch eine 4,50 m weite Schütze abschließbar. Die wagerecht gelegten Wellen der drei Zwillingsturbinen sind mit den Generatoren unmittelbar gekuppelt und so hoch gelegt, daß der Maschinensaalfußboden noch über den höchsten Hochwasserstand zu liegen kam. Zu diesem Zweck war es notwendig, die Turbinenkammern nach oben abzuschließen und den Oberwasserspiegel um 50 cm hochzusaugen. Jede der drei Turbinen nimmt bei voller Beaufschlagung und einem Nutzgefälle von 7,0 m eine Wassermenge von 7,5 m³/Sek. auf. Die Umdrehungszahl wurde zu 250/Min. gewählt. Vor der 60 cm über die Kanalsohle gelegten Rechenschwelle ist eine Aalrinne angeordnet, von der aus ein Schlupfloch nach dem Leerschußgerinne führt. Ein Übereich von 18 m Länge hat den Zweck, ein Aufstauen des Wassers im Oberkanal bei rückgängigem Verbrauch zu verhüten. Der Ablauf vom Übereich führt durch zwei Kanäle unter dem Leerschuß hindurch nach dem zum Unterwasser führenden Absturzgerinne. Bei raschen Belastungsschwankungen sollte das ungenutzte Wasser im wesentlichen sofort nach dem Unterwasser und nicht nach der 3,5 km langen Flußschleife abgeführt werden, damit die Gleichmäßigkeit der Wasserführung unterhalb des Werks nicht zu sehr beeinträchtigt wird. Neben dem Rechen befindet sich eine zweiteilige, 3 m weite Leerlaufschütze (Abb. 8, 9 u. 10).

Das Maschinenhaus enthält die drei Drehstrom-Generatoren und ist so groß angelegt, daß es auch noch den Maschinensatz für eine künftige Pumpenspeicheranlage aufnehmen kann. Die Verhältnisse für eine solche Anlage sind insofern nicht ungünstig, als auf dem Höhenzug südlich von dem Werk 140 m über dem Oberwasserspiegel ein Hochbehälter angelegt werden kann. Nach diesem würde in Zeiten geringerer Belastung namentlich in der Mittagspause und während einiger Nachtstunden Wasser hochgepumpt, das dann in Zeiten der Belastungsspitzen wieder durch Beaufschlagung einer Hochdruckturbine Arbeit leisten würde. Durch ein mit dem Oberwasser verbundenes Wasserstandsrohr und einen im Unterwasser befindlichen Schwimmer ist dem Wärter die Möglichkeit gegeben, von seinem Stande am Schaltpult aus, die Höhe der Wasserstände abzulesen. Mit dem Maschinenhause zusammengebaut ist das Schalthaus, das im Erdgeschoß Schaltpult, Schalttafel, Werkstätte, die Räume für drei Transformatoren und eine Akkumulatorenbatterie, ferner ein kleines Bureau und den Abort enthält. Im ersten Stockwerk befinden sich die Schalt- und Meßzellen, im zweiten Stockwerk die Sammelschienen, im Dachraum die Blitzschutzeinrichtungen. Neben dem Werkgebäude wurde ein Wohngebäude mit drei gleich großen Vierzimmerwohnungen für die Maschinenwärter und neben diesem noch ein Nebengebäude mit Waschküche, Backofen und Kleinviehstall hergestellt (Abb. 11).

Der Unterkanal hat eine Länge von 50 m, seine Breite wechselt zwischen 20 m am Werk und 8 m an der Einmündung in die Enz, er hat bei kleinstem Niederwasser eine Wassertiefe von 1,15 m. Sein Sohlengefälle beträgt 1 : 1000.

Das Werk ist für eine Wassermenge von 22 m³/Sek. ausgebaut. Nach dem Durchschnitt der 15 Jahre 1901 bis 1915 steht diese Wasser-

menge an 100 Tagen im Jahr zur Verfügung. Nach dem Leistungsplan beträgt die mittlere Jahresleistung 900 PS, die höchste erzielbare Leistung 1375 PS. Der mit einer Maschinenspannung von 3000 V erzeugte Drehstrom wird auf 15000 V umgespannt und an das Netz des Gemeindeverbandes Elektrizitätswerk Enzberg abgegeben. Bei der durchschnittlichen Wasserführung der Enz könnten in 24stündigem Dauerbetrieb insgesamt 5,5 Mill. kWh erzeugt werden (Abb. 12).

Mit den Bauarbeiten wurde im Juni 1920 begonnen, im Dezember 1921 konnte das Werk in Betrieb genommen werden. Seit dieser Zeit befindet sich die Anlage im ununterbrochenen Gang und hat dem Gemeindeverband schon die wertvollsten Dienste geleistet.

Der Entwurf der Gesamtanlage wurde vom Verfasser aufgestellt, ihm war auch die Oberleitung des Baues übertragen. Der elektrische Teil des Werkes wurde nach den Plänen und unter Leitung von Regierungsbaumeister Mössinger, techn. Direktor des Gemeindeverbandes Elektrizitätswerk Enzberg, und die Hochbauten nach den Entwürfen und unter Leitung der Architekten Regierungsbaumeister Dollinger & Fetzer, Stuttgart, ausgeführt. Die örtliche Bauleitung, besorgte Baumeister Lang, Ludwigsburg. Die Ausführung der gesamten Tiefbauarbeiten und die Betonier- und Maurerarbeiten an den Hochbauten geschah durch die Firma Dyckerhoff & Widmann A.-G., Zweigstelle Karlsruhe. Von der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg wurde das Eisenwerk des Wehres, von der Maschinenfabrik J. M. Voith, Heidenheim, wurden die Turbinen, von der Maschinenfabrik Eßlingen, Werk Cannstatt, die Generatoren, von den Siemens-Schuckert-Werken die Schaltanlage und die Transformatoren geliefert und aufgestellt.

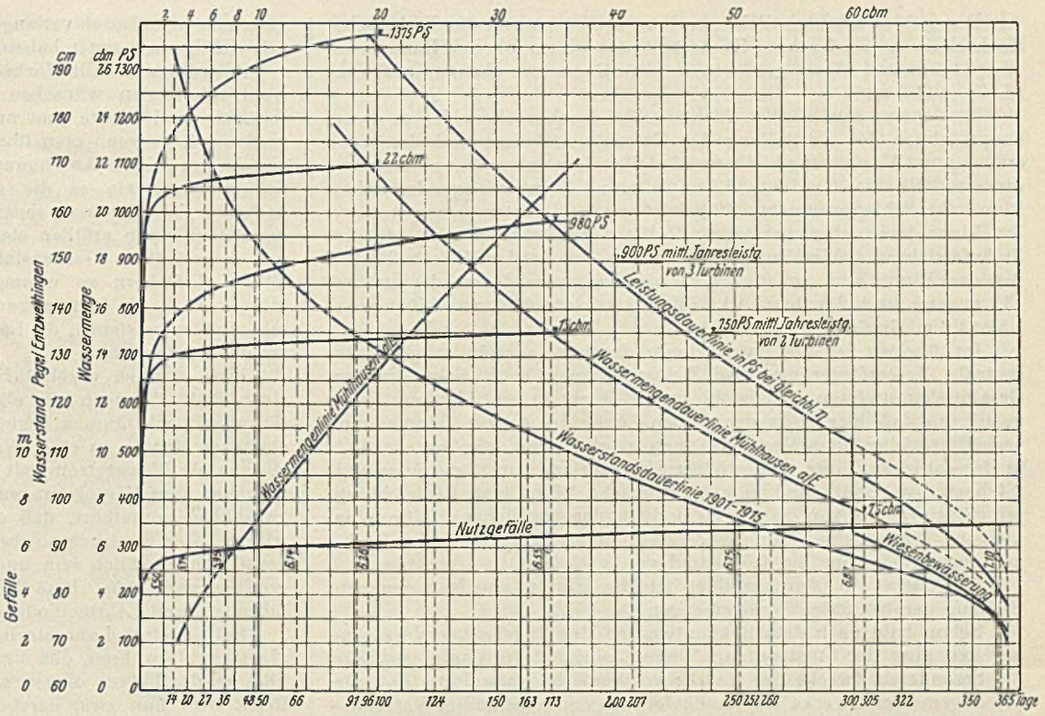


Abb. 12. Leistungsplan.

Ausnutzung bis m³	Leistung im Jahr PS-Std. bei 24stünd. Dauerbetrieb	Höchstleistung PS	Mittl. Jahresleistung PS	Anzahl der Turbinen
15	6 560 000	980	750	2
22	7 930 000	1375	900	3

Das wasserbauliche Versuchswesen und die wasserbaulichen Versuchsanstalten in Deutschland.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Oberregierungs- und -Baurat Dr.-Ing. ehr. H. Krey, Berlin.

1. Geschichtliche Entwicklung.

Auf Anregung des Herrn John Freeman,[1]) Consulting Engineer in Providence, Rhode Island, und mit seiner Unterstützung wird in diesem Jahre im Verlage des V. D. I. ein Werk über das wasserbauliche Versuchswesen in Europa erscheinen. Aus ihm wird wieder mit besonderer Deutlichkeit hervorgehen, wie auch auf diesem Gebiete der Wissenschaft das seit dem Kriege so vielgeschmähte und absichtlich verkannte Deutschland in jahrzehntelanger stiller ernster Arbeit anregend und bahnbrechend gewesen ist. Wenn auch jetzt die anderen Völker in richtiger Erkenntnis des wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Wertes des Modellversuches für den Wasserbau Deutschlands Beispiel folgen und sich eigene Wasserbauversuchsanstalten bauen, so liegt doch das Schwergewicht des wasserbaulichen Versuchswesens noch in Deutschland, dort, wo seine Wiege stand.

Wenn wir bedenken, daß auf einem anderen Sondergebiete der Untersuchung der Wasserbewegung, nämlich für den Schiffbau, in allen Kulturstaaten schon lange Versuchsanstalten bestehen, deren Bedeutung und wirtschaftlicher Wert für die Schiffbauindustrie und für die Allgemeinheit wohl kaum ernstlich mehr bestritten wird, so scheint die langsame Entwicklung des Versuchswesens im Wasserbau um so weniger verständlich, als gerade die Aufgaben im Wasserbau unendlich viel mannigfaltiger und in ihrer Bedeutung ungleich wichtiger sind. Trotzdem begegnete der Gedanke des Modellversuches für den Wasserbau anfangs großem Mißtrauen, als vor reichlich drei Jahrzehnten Geheimrat Prof. Engels an der Dresdener Hochschule das erste Flußbaulaboratorium baute und natürliche Flüsse im kleinen nachzubilden suchte. Wenn auch der Name des Forschers für die Bedeutung des Werkes bürgte, so sahen doch viele darin damals nur eine wissenschaftliche, für die Praxis bedeutungslose Kleinarbeit und ahnten nicht, daß damit der Anfang einer Forschungsmethode gemacht war, die heute alle Völker nachahmen und die für ein wirtschaftliches Bauen unumgänglich notwendig ist.

Dem Dresdener Beispiel folgten bald andere Ausführungen in Deutschland, und zwar einerseits an den Hochschulen Darmstadt, Karlsruhe, Braunschweig, Berlin und Danzig, anderseits für die Wasserbauverwaltung in der Staatlichen Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau in Berlin auf der Schleuseninsel.

Die Darmstädter Anlage von Prof. Koch zeichnet sich durch ein besonders großes, wenn auch kurzes hydraulisches Gerinne mit Glaswänden aus, sowie durch seine Vorrichtung zur Nachbildung der Erscheinungen von Ebbe und Flut. Die letztere ist in Dresden und Danzig mit geringen Änderungen nachgeahmt. Das Wasser wird sowohl dem hydraulischen Gerinne wie dem Flußbaugerinne von der einen Schmalseite des länglichen Raumes zugeführt.

Ebenfalls seitliche Wasserzuführung haben die Laboratorien der Hochschule von Berlin, Danzig und Dresden. Während in dem Wasserbaulaboratorium der Berliner Hochschule der lange Raum hauptsächlich von einer größeren Versuchsrinne mit darunterliegender als Eichgefäß dienender Rücklaufrinne eingenommen wird, enthält in Danzig der 30 × 6,25 m große Raum ein seitliches hydraulisches Gerinne von 1 m Breite und ein mittleres Flußbaugerinne von 2 m Weite mit streckenweiser Verbreiterungsmöglichkeit und darunterliegender Rücklaufrinne.

Das kurz vor dem Kriege fertiggestellte neue Flußbaulaboratorium der Dresdener Hochschule hat in einem 43 × 10 m großen Hauptraum auf der einen Seite eine 34,5 m lange, 1 m breite hydraulische Beobachtungsrinne, auf der anderen Seite ein 40 cm tiefes Flußbaugerinne von 30 × 2 m, das einseitig zur Herstellung von Flußkrümmungen und Flußspaltungen auf 6 m und erforderlichenfalls (unter Beseitigung der hydraulischen Rinne) auf 8 m verbreitert werden kann. Zwischen beiden Gerinnen liegt der überdeckte Rücklaufkanal von 27,5 × 3 m, der nach Fortnahme der Abdeckplatte für Flügelmessungen usw. benutzt werden kann.

[1]) Vergl. auch „Der Bauingenieur" 1925, S. 551.

Das größte Hochschullaboratorium besitzt zurzeit die Technische Hochschule in Karlsruhe. Es besteht aus einem oberen Raum von 19 × 11,6 m und einem größeren unteren Raum (zur ebenen Erde) von rd. 74 × 11,6 m.

Der obere, durch einen Lichtschacht durchbrochene Raum dient hauptsächlich der Aufstellung der Versuchsergebnisse und der Aufstellung und Vorführung kleinerer Modelle. Der untere Hauptversuchsraum enthält eine 70 m lange, 1,5 m weite und 1,5 m tiefe (quadratische) Rinne für Schleppversuche, Flügeleichungen, Schirmmessungen usw. Die Rinne kann aber nur je zur Hälfte durchströmt werden, da die Zuläufe sich an beiden Enden, die Abläufe sich in der Mitte befinden. An der Rinne sind in fünf Kellerräumen, von denen der größte 13,1 m lang und 2 m breit ist, Spiegelglasbeobachtungsscheiben von 1,5 × 1,2 m Größe.

Im übrigen ist der ganze Raum durch eine recht ausgedehnte zentrale Wasserförderungs- und Eichungsanlage für 325 Sekundenliter Gesamtleistung (man muß wohl sagen leider) in zwei kürzere Teile geteilt, so daß hier trotz der großen Länge des ganzen Raumes nur verhältnismäßig kurze Versuchsrinnen möglich sind. Aufgestellt sind in der östlichen Hälfte eine größere Flußbaurinne von 25 m Länge und 2,4 bezw. 5 m Breite und eine hydraulische Rinne (zur Beobachtung mit Glaswänden) von 12 × 1 m und in der westlichen Hälfte eine kleinere Flußbaurinne von 18 × 2 m und zwei hydraulische Beobachtungsrinnen von 16 × 0,5 m und von 8 × 0,5 m.

Besonders gut durchgebildet ist die Einrichtung zur genauen Eichung der benutzten Wassermengen.

Schon bald nach dem Bekanntwerden der Engelsschen Versuchsarbeiten ging der Staat anfangs dieses Jahrhunderts daran, sich für die besonderen Zwecke der staatlichen Wasserbauverwaltung und für die allgemeinen Zwecke des Landes eine eigene selbständige Versuchsanstalt zu bauen, die Staatliche Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau in Berlin, auf der Schleuseninsel im Tiergarten. Sie wurde dem Ministerium der öffentlichen Arbeiten unmittelbar unterstellt. Ihr Arbeitsbereich ist, wie schon der Name sagt, umfassender als bei den Schwesteranstalten der Hochschulen; sie soll allen wichtigen Aufgaben des gesamten Wasserbaues und Ingenieurbaues dienen einschließlich der Schiffahrt, des Schiffbaues sowie des Erd- und Grundbaues. Für Lehrzwecke der Berliner Hochschule soll sie nur insoweit zur Verfügung gestellt werden, als die Hochschule noch keine eigenen Versuchslaboratorien des betreffenden Sonderfaches hat.

Die Staatliche Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau (V.W.S.) enthält jetzt außer den erforderlichen Bureauräumen, Maschinen- und Akkumulatorenräumen, den Lagerräumen, den Werkstatträumen, der Lichtpausanstalt usw. an Versuchsräumen eine 175 m lange, 10,5 m weite Halle, die gleichzeitig für die Hauptaufgaben des Wasserbaues und Schiffbaues bestimmt war und deren Einrichtung den Schiffsversuchsanstalten Englands und Deutschlands nachgebildet war, einen kleineren 24 × 10 m großen Raum, dessen Einrichtung mit einseitiger Wasserzuführung und beweglicher Rinne usw. ursprünglich das alte Laboratorium der Dresdener Hochschule als Vorbild genommen hatte, und eine Fläche von 150 m Länge und im Mittel etwa 15 m Breite südlich der großen Längshalle, die bereits ganz mit den verschiedensten Versuchsmodellen besetzt ist, zum Teil in besonderen Gebäuden, zum Teil im Freien. Unter diesen Modellen befinden sich mehrere über 100 m lange Rinnen. Die Wasserzuführung zu den Modellen und die Einrichtung für Ebbe und Flut[2]) ist wesentlich anders als bei den Hochschullaboratorien.

Für größere Versuchsbauten, die auf dem beschränkten Gelände der Schleuseninsel nicht mehr Platz finden können, ist jetzt außerhalb Berlins bei Marquardt, nördlich von Potsdam, ein geeignetes Gelände von etwa 20 ha der Versuchsanstalt zur Verfügung gestellt, das demnächst bei größeren Aufträgen in Benutzung genommen werden soll.

2. Stellung der Anstalten nach dem Hauptzweck der Versuchstätigkeit.

Einer der wichtigsten Zwecke der Versuchsanstalten ist der Lehrzweck, das zeigt schon der Ausgang der Anregung von den Hochschulen. Der Wert der Versuchslaboratorien kann in dieser Hinsicht nicht hoch genug angeschlagen werden. Der so oft betonte Unterschied zwischen Theorie und Praxis ist in Wirklichkeit nicht vorhanden, wenn der sogenannte Theoretiker etwas mehr versteht, als die toten Formeln eines Handbuches (nicht einmal immer an richtiger Stelle) anzuwenden, und wenn der sogenannte Praktiker nicht lediglich auf die ausgeführten „bewährten" Bauweisen schwört, die nur nicht eingefallen sind, im übrigen aber vielleicht herzlich schlecht sein mögen. Nur-Theoretiker und Nur-Praktiker gibt es nicht, wenn beide ihre Arbeit so mit dem Verstande anfassen, wie man es von gelernten Ingenieuren verlangen kann, und wenn sie ihre Ausbildungszeit richtig ausgenutzt haben.

Allerdings hat die Hochschulausbildung früher an manchen Orten wohl allerlei zu wünschen übriggelassen. Die Theorie, auch die schärfste und feinste, hat nur dann Wert, wenn man sie praktisch verdaut, d. h. wenn man überall mit ihr und mit den einzelnen Entwicklungen klare Anschauungen verbindet (ohne leere Phrasen und Schlagwörter, wie es die schönen Wörter „Wasserpolster", „Tosbecken", „Wirbel" usw. sonst meist sind). Wenn das die Hochschulen vermitteln, dann erfüllen sie ihren Zweck, sonst nicht. Darum sind gut eingerichtete Versuchslaboratorien für alle Hochschulen und in allen Lehrfächern so unumgänglich notwendig. Selbstverständlich müssen auch die Lehrkräfte sich dieser ihrer Hauptaufgabe bewußt sein und es verstehen, die Laboratorien in diesem Sinne für die Lehrzwecke auszunutzen.

Eine wirklich vorbildliche Anordnung sah ich neulich in einer Hochschule, die noch kein eigenes Wasserbaulaboratorium besitzt und sich mit Behelfsräumen begnügen muß. Hier war mit verhältnismäßig einfachen Mitteln an einer Wand in einem schmalen, aber hohen Glasgerinne ein Wasserstrom mit verschiedenen Fließzuständen, Beschleunigungen und Verzögerungen so in seinen Druck- und Geschwindigkeitshöhen vorgeführt, daß das Ganze wie eine lebendige Wandtafel wirkte. Der Eindruck solcher Vorführungen wird den regsamen Studenten unvergeßlich sein und ihnen die theoretischen Entwicklungen greifbar vorführen. Eine Weiterentwicklung dieser instruktiven Vorführungs- und Lehrmethode würde außerordentlich zu begrüßen sein.

Bei einzelnen Laboratorien kann man sich allerdings des Eindrucks nicht ganz erwehren, daß die Versuche mehr zur Ausbildung und Fortbildung der Lehrer dienen als dem Unterrichte der Studenten. Mit Recht wird nun zwar hervorgehoben, daß für die Heranbildung des jungen Nachwuchses eine vorzügliche Ausbildung der Lehrkräfte Grundbedingung ist, und damit wird die Forschertätigkeit der Hochschullehrer begründet. Anderseits stehen aber leider die Lehrtätigkeit und die Forschertätigkeit in einem gewissen Gegensatz. Ist es schon wegen der für das Studium verfügbaren Zeit und wegen der erforderlichen Sorgfalt der Forschungsversuche fast so gut wie ausgeschlossen, den Durchschnittsstudenten an diesen Versuchen teilnehmen zu lassen, so ist auch ein anerkannt guter Forscher noch lange kein guter Hochschullehrer (ebenso wie umgekehrt). Selbstverständlich soll man dem Dozenten die Möglichkeit zur Fortbildung und zur eigenen Forschertätigkeit geben, aber an die Hochschulen gehören in erster Linie gute Lehrer mit umfassendem Wissen und daher mehr reproduktiv als selbst produktiv arbeitend.

Bisher hat man öfter den Mißgriff getan, tüchtige Forscher mit geringer Lehrbegabung an die Hochschulen zu berufen, sehr zum Schaden der Hochschule und zu ihrem eigenen Nachteil; die mitübernommene Verpflichtung des Unterrichts ist ihnen eine Last, und nur ganz vereinzelte Studenten haben Vorteil von der Anwesenheit des Forschers an der Hochschule.

Hier klafft eine Lücke, die die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften zum Teil ausfüllt, indem sie hervorragenden Forschern ein Arbeitsgebiet schafft, ohne sie mit dem Unterricht zu belasten und ohne die Hochschulen mit ihnen zu belasten. Der Hauptzweck solcher Versuchsanstalten würde die reine wissenschaftliche Forschung sein, allerdings mit Rücksichtnahme auf die praktische Ausnutzung der Ergebnisse.

Als dritter Hauptzweck kommt die praktische Erprobung und Verbesserung wirklicher Bauobjekte in kleinen Modellen in Betracht; das ist die eigentliche Versuchsarbeit, die bisher im Schiffbau üblich war und die jetzt auch im Wasserbau zu so großer Bedeutung gelangt. Versuchsanstalten mit diesem Hauptzwecke gehören im allgemeinen nicht an die Hochschule, weil der Unterricht diese Versuche nur stört und weil umgekehrt diese Versuche, wenn sie Ergebnisse liefern und daher für den Unterricht reif sein würden, für die Praxis beendet sind und beseitigt werden. Selbstverständlich lernen die Auftraggeber und Beteiligten sehr viel aus diesem Versuche, und auch die Allgemeinheit lernt aus den Veröffentlichungen, und ebenso kann durch die für besondere Zwecke angestellten Versuche auch die reine grundlegende Wissenschaft gefördert werden im Vordergrunde steht aber immer bei ihnen der Hauptzweck der Untersuchung sowie der günstigsten und sicheren Gestaltung des behandelten Bauwerks. Versuchsanstalten dieser Art wird zweckmäßig der Staat für seine eigenen Bauten und für die Bauten von Gemeinden und Privaten herstellen und unterhalten. Verlangt werden von der leitenden Persönlichkeit solcher Anstalten Beherrschung der wissenschaftlichen Grundlagen der Hydraulik, Hydrodynamik und Statik und Vertrautsein mit den Anforderungen der Praxis.

Wir unterscheiden also, nochmals kurz zusammengefaßt, drei Hauptzwecke, die die Stellung der Versuchsanstalten beeinflussen, für

a) den Versuch als Lehrmittel: Wasserbaulaboratorien der Hochschulen;

[2]) Vergl. Dr. Winkel, Modellversuche für Tidebewegung, „Die Bautechnik" 1923, S. 193.

b) den Versuch als Forschungsmittel der reinen Wissenschaft: besondere Forschungsinstitute;

c) den Versuch zur Untersuchung und Verbesserung praktischer Bauwerke und ihrer Einzelteile: allgemeine staatliche Versuchsanstalten.

Der letzte Hauptzweck hat besonders in der letzten Zeit große praktische und wirtschaftliche Bedeutung erlangt. Nun beschränken sich meist alle die verschiedenen Versuchsanstalten nicht auf ihren Hauptzweck, und es gilt daher das, was im nachfolgenden über die praktischen Versuche ausgeführt wird, sinngemäß auch für die anderen Anstalten.

3. Kosten und Wirtschaftlichkeit der Versuche.

Die Kosten der Versuche richten sich nach der Art der Ausführung, dem Modellmaßstab, der Genauigkeit der Modellherstellung und vor allem nach den am Modell ausgeführten Messungen und ihrer Verarbeitung, da wohl von allen Versuchsanstalten nur die wirklich entstandenen Kosten einschließlich der Nebenkosten liquidiert werden, aber kein Gewinn in Rechnung gestellt wird. Anderseits ist aber auch der Wert der zu erwartenden Versuchsergebnisse von der Versuchsausdehnung und der wissenschaftlichen Verarbeitung der Messungen abhängig. Man kann es daher nicht recht verstehen, wenn gelegentlich selbst große Firmen die voraussichtlichen Kosten geplanter Versuche bei einer Reihe von Versuchsanstalten erfragen und die Versuche dann dem „Billigsten" in Auftrag geben (natürlich dann nicht immer gerade dem Erfahrensten).

Da der Erfolg der Versuche von der Art der Ausführung abhängig ist, so ist die Versuchsausführung in hohem Maße Vertrauenssache. In sehr vielen Fällen, besonders bei Wasserbauten, lassen sich die Kosten gar nicht vorher genau übersehen, weil die Ausdehnung der Versuche von den gewonnenen Ergebnissen abhängig ist. Der Gang ist gewöhnlich der folgende: Nach eingehender Besprechung der gestellten Frage wird von der Versuchsanstalt ein vorläufiges Versuchsprogramm aufgestellt und dafür die Kosten schätzungsweise angegeben. Im Falle des Einverständnisses wird der Auftrag für dieses vorläufige Versuchsprogramm erteilt, entweder (aber selten) für ein bestimmtes Pauschquantum, zweckmäßiger und auch für den Auftraggeber günstiger auf Grund der Preisschätzung mit einem Spielraum für beide Teile sowohl bezüglich der genauen Kosten als auch bezüglich der Ausdehnung der Versuche. Ergibt sich nämlich bereits bei den ersten Versuchen, daß sie in der geplanten Ausführung oder überhaupt keinen Erfolg versprechen, so wird der Auftraggeber auf die Durchführung des Versuchsprogramms entweder ganz verzichten oder es ändern mit neuer Preisfestsetzung. Daraus erkennt man schon, daß die billigen, kurz abgebrochenen Versuche meist die schlechtesten sind und daß die länger ausgedehnten und daher in ihren Gesamtkosten teureren Versuche die lohnendsten sind.

Leider kann man die Erfolge der Versuche nicht vorher genau kennen, denn dann wären die Versuche nicht mehr nötig. Darin besteht für den Auftraggeber eine gewisse Schwierigkeit, weil er nicht mit voller Sicherheit übersehen kann, bis zu welcher Höhe sich die Kosten der Versuche noch lohnen. Infolgedessen werden oft aus Scheu vor den ersten Kosten Versuche unterlassen, die dringend notwendig gewesen wären und deren Unterlassung dem Bauherrn in Wirklichkeit teuer zu stehen kommt.

Die für die Versuche zweckmäßig aufzuwendenden Beträge richten sich in erster Linie nach der Größe des Bauwerks und nach dem möglicherweise erstrebten Vorteil oder nach der mit einem Versagen der Einrichtung verbundenen Gefahr. Die dabei an den Versuch zu stellenden Fragen sind entweder schon in besonderer Richtung gegeben, sei es durch Bedenken, die man selbst hat, oder durch die bei ähnlichen Einrichtungen gewonnenen Vorteile. Dabei kommen alle Fragen des Wasserbaues, Schiffbaues und Grundbaues in Betracht, über die nicht von vornherein völlige Klarheit herrscht. Ja, selbst wenn keine besonderen Bedenken vorliegen, kann es sich bei großen oder wichtigen Bauten doch lohnen, die erwartete Wirkung des Bauwerks noch vor dem Bau durch den Versuch zu kontrollieren. Die Fälle, in denen selbst erfahrene Ingenieure sich nach Fertigstellung der Werke in ihren Erwartungen getäuscht sehen, sind durchaus nicht selten. So sei beispielsweise darauf hingewiesen, daß die großen Panamakanalschleusen die Hoffnungen, die man auf die Wasserzuführung durch die Sohlenkanäle gesetzt hatte, bei Benutzung des einseitigen durchgehenden Umlaufes nicht erfüllt haben und daß die Mitbenutzung des Kanals der Mittelmauer ein Notbehelf ist.

Darin besteht gerade oft das größte Verdienst der Versuche, daß unwirtschaftliche und gefährliche Anordnungen rechtzeitig erkannt werden und durch sichere und bessere Bauweisen ersetzt werden können. Allerdings wird dieser Nutzen selten in seinem richtigen Werte offen zugestanden, weil menschliche Schwäche es nicht gern zugibt, daß ihr Entwurf verbesserungsmöglich oder verbesserungsbedürftig war, auch nicht unter Verhältnissen, die sich vorher nicht übersehen lassen. In einem besonderen Falle war kürzlich ein Teil eines großen Bauwerks durch den Versuch als gefährdet erkannt worden und mußte umgearbeitet werden. Der mögliche Schaden bei Zerstörung des geplanten Werkes hätte viele Millionen Mark betragen. Trotzdem werden solche Feststellungen oft ohne besondere Würdigung ihrer großen Bedeutung scheinbar als unliebsame Störungen des Entwurfes hingenommen, während doch in Wirklichkeit der Nutzen dieser Feststellung für den Auftraggeber ein ungeheuer großer ist.

Auch die Feststellung der Verbesserungsmöglichkeit der Bauanordnungen, die fast stets durch die Versuche nachgewiesen werden kann, läßt sich nicht immer zahlenmäßig buchen. Während beispielsweise der Wert einer durch geeignete Molenlagen und -formen bewirkten Verringerung der Versandung und Verschlickung eines Hafens seinen Ausdruck in der Ersparnis an Baggerkosten findet, ist die etwaige Wellenberuhigung schon schwer in Geld anzugeben. Dieser nur mittelbare Vorteil der Entwurfsverbesserung infolge der besseren Erkenntnis aus den Versuchen ist fast immer weit größer als der unmittelbare Gewinn in der Ersparung an Baukosten oder Unterhaltungskosten. In einem besonders günstigen Falle brachte ein Versuch, der im Jahre 1924 in der Berliner Staatlichen Versuchsanstalt im Tiergarten für eine ausländische Wasserbauverwaltung ausgeführt wurde, dem Auftraggeber bei einem großen Bauwerk eine Ersparnis an Baukosten von 2 Mill. R.-M. Dieser Erfolg der Versuche wurde von dem Auftraggeber mit Befriedigung anerkannt. In Wirklichkeit brachte der Versuch außerdem noch viele andere Vorteile. Sie bestanden in der zweckdienlich günstigsten Durchbildung der Einzelanordnungen auf Grund der Versuchsergebnisse und in der durch die Versuche gewonnenen Sicherheit, daß das ganze Bauwerk in der endgültig gewählten Form des Entwurfes den Erwartungen voll entsprechen wird. Die selbstverständlich mit großer Freude aufgenommenen wesentlichen Ersparnisse an Baukosten waren eigentlich nur Nebenvorteile.

Trotzdem reizt der Nachweis solcher unmittelbaren Vorteile durch Ersparnis an Bau-, Unterhaltungs- und Betriebskosten mehr zur Vornahme von Versuchen als die meist wichtigeren mittelbaren Vorteile. Eine Verbesserung der Rentabilität eines Schiffes um wenige Prozent durch günstigere Formgestaltung des Schiffskörpers oder durch Erhöhung des Wirkungsgrades des Schraubenantriebes kann ein Schiff im Wettbewerb überlegen machen. Gelegentlich sind auch in dieser Weise recht große Vorteile zu erreichen. Bei zwei Schwesterschiffen wurde kurz nach Beendigung des Krieges durch den Modellversuch eine Verbesserung nachgewiesen und ausgeführt, die sich nach den genauen Ermittlungen auf den Schiffen in einer jährlichen Kohlenersparnis von zusammen 3000 bis 4000 t auswirkte. Die einmaligen Kosten des Versuches waren demgegenüber nur geringfügig.

Nur der Unternehmer, der die Versuchsanstalt in Betrieb erhält (hier der Staat), zieht außer dem wissenschaftlichen Gewinn keinen unmittelbaren Vorteil aus ihr, soweit er nicht eben selbst sie als eigener Auftraggeber ausgiebig benutzt. Die Gebühreneinnahmen (bei der Berliner Staatlichen Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau auf der Schleuseninsel im letzten Rechnungsjahre rd. 160 000 R.-M.) werden meist bei allen wissenschaftlichen Anstalten durch die Ausgaben übertroffen. Selbstverständlich wird es Versuche geben können, die sich wenig oder gar nicht bezahlt machen; die Erfahrung hat aber gezeigt, daß es kaum je vorkommt, sondern daß sie fast alle lohnen, zum Teil sogar außerordentlich hoch durch ihre unmittelbaren und mittelbaren Vorteile, wie die mitgeteilten Beispiele zeigen.

Die Ausführung von Versuchen ist kein wissenschaftlicher Luxus, sondern sie ist eine praktische Notwendigkeit, der sich gerade ein armes Volk nicht verschließen darf, wenn es seine Arbeiten wirklich sparsam und wirtschaftlich gestalten will. Der Schaden einer einzigen verfehlten Anordnung kann die gesamten Versuchskosten vieler Jahre weit übersteigen.

4. Zuverlässigkeit der Versuche und Bereitstellung der Geldmittel für die Versuche.

Der den Versuchen zuweilen gemachte Vorwurf der Unzuverlässigkeit hat nur dann vielleicht eine gewisse Berechtigung, wenn sie von Leuten ausgeführt werden, die weder praktische Erfahrung im Versuchswesen noch die nötigen wissenschaftlichen Kenntnisse zur richtigen Feststellung und Auswertung der Versuchsergebnisse besitzen. Selbstverständlich genügt es nicht, ein Bauwerk in irgend einem Maßstabe nachzubilden und dann alle Beobachtungen sofort auf die Natur zu übertragen. Der erfahrene Versuchsleiter muß die Gesetze der Ähnlichkeit kennen und sich dabei stets der Grenzen der Übertragbarkeit bewußt sein.

Solange die Wasserbewegungen nur durch die Schwerkraft bedingt werden und soweit die Reibung des Wassers keine ausschlaggebende Rolle spielt, ist im Modell mechanische Ähnlichkeit der Wasserbewegung mit der Natur vorhanden, wenn der

Bezugswert der Schwerkraftähnlichkeit $\frac{v^2}{l}$ [3]) für Modell und Natur gleich ist, d. h. wenn die Längen im Maßstab α und gleichzeitig der Wassergeschwindigkeit v im Maßstabe $\sqrt{\alpha}$ heruntergesetzt werden. Dann sind alle Übertragungen der Versuchsergebnisse auf die Natur maßstäblich zulässig nach den bekannten Modellregeln und einwandfrei. Die Grenze der Übertragbarkeit tritt aber ein, sobald an irgend einer Stelle des Modells ein negativer Druck (Sog) auftritt, der den im Maßstabe heruntergesetzten Atmosphärendruck überschreitet.

Ist aber statt der Schwerkraft nur die Reibung maßgebend, dann ist mechanische Ähnlichkeit der Bewegungen zwischen Modell und Natur nur dann zu erwarten, wenn der Kennwert der Reibung[3]) $v\,l$ für beide gleich ist, d. h. wenn die Wassergeschwindigkeit in dem gleichen Maßstabverhältnis α erhöht wird, wie die Längen im Verhältnis $\frac{1}{\alpha}$ heruntergesetzt werden. Auch dann ist die maßstäbliche Übertragung der Versuchsergebnisse auf die Natur einwandfrei. Die Grenze der Übertragbarkeit liegt dann bei einem negativen Druck gleich dem Atmosphärendruck.

Sobald beide Kraftarten, die Schwerkraft und die Reibungskräfte ausschlaggebend sind, dann gelten wieder andere Übertragungsgesetze und Grenzen der zulässigen Übertragbarkeit.

Schließlich gibt es Gebiete, in denen die genaue maßstäbliche Übertragbarkeit der Versuchsergebnisse auf die Natur ganz aufhört und in denen wir sichere Schlüsse nur nach der Art und nach dem Verhältnis, nicht aber nach der absoluten Größe der Wirkungen auf die Natur ziehen dürfen. Dabei zwingen die Grenzen der Übertragbarkeit oft zu einem Verlassen der genauen geometrischen Ähnlichkeit für die Länge, Breite und Tiefe des Modells und beeinflussen weiter die Übertragungsmaßstäbe.

Das muß ein Versuchsleiter wissen und dauernd berücksichtigen, wenn die Zuverlässigkeit der Versuche erhalten bleiben soll.

Eine Frage von praktischer Bedeutung ist die zweckmäßige Bereitstellung der Geldmittel für die Versuche. Es ist vorgeschlagen worden, in jedem größeren Kostenanschlage einen bestimmten Prozentsatz der Gesamtkosten für Versuche auszuwerfen und diese Summe in gewissen Grenzen zwischen verschiedenen Bauten übertragbar nach dem Vorschlage der örtlichen Bauleitung und nach der Entscheidung der Provinzialbehörde ganz oder teilweise für Versuche zu verwenden. Daß sich die Aufwendung solcher Versuchskosten wirtschaftlich bezahlt machen würde, ist bereits oben hervorgehoben worden; auch die Verteilung nach den Gesamtkosten der Bauten ist empfehlenswert. Ungünstig ist bei der Bereitstellung im Kostenanschlage nur die späte Bereitstellung der Geldmittel.

Versuche, die wichtige Ergebnisse bringen sollen, muß man so früh wie möglich anfangen, spätestens aber ein Jahr vor Beginn des Baues, weil nur dann wichtige Ergebnisse gewonnen und noch für den Bau verwertet werden können. Es ist daher dringend notwendig, die Versuche schon bei der Entwurfsbearbeitung zu beginnen und nicht erst bei der Bauausführung; dann ist es oft zu spät.

Notwendig sind Versuche aber bei allen größeren Bauten, deren Wirkungsweise man nicht völlig sicher voraussehen kann.

[3]) Genauer muß es heißen Bezugszahl $\frac{v^2}{g\,l}$ und Kennzahl $v\,l\,\varrho$, wobei ϱ von der Wasserwärme abhängig ist und im Mittel $= 1\,\frac{\text{Sek.}}{\text{m}^2}$ ist.

Alle Rechte vorbehalten.

Technik des nordamerikanischen Straßenbaues.[1])

Von Prof. Dr.-Ing. E. Neumann, Braunschweig.

(Fortsetzung aus Heft 48.)

Eine andere Bauweise, die Oberfläche zu dichten, ist die der Erschütterung der Decke, Vibration — Vibrolithic-Methode —. In Verbindung damit steht die Härtung der Oberfläche mit einem besonderen Hartgestein. Auf die Oberfläche eines Betons im Mischungsverhältnis 1 : 2 : 3½ bis 1 : 2 : 5 werden sofort nach der Ausbreitung je nach der Verkehrsbedeutung der Straße 15 bis 30 kg/m² Hartgestein von 2,5 bis 5 cm Größe geworfen und ausgebreitet. Dann werden Holzstabmatten darauf gelegt, auf denen kleine Wagen, die durch einen nicht ausgewogenen Motor erschüttert werden, hin und

Abb. 12. Dichtung der Betonoberfläche durch Erschüttern (Vibration) (im Vordergrunde das ausgebreitete Hartgestein).

her bewegt werden (Abb. 12). Die Matten sind an ihren Längsseiten etwas abgeschrägt, so daß sie sich der Deckenkrone anpassen. Nach den neueren Erfahrungen sind die Matten ebener, und es entsteht nicht mehr eine solche unebene Oberfläche, wie sie Kleinlogel in seinem Bericht über Nordamerikanische Betonstraßen, S. 75, abgebildet hat. Beim Erschüttern spritzt das Wasser durch die 3 mm weiten Fugen der Matten und steht auf der Betondecke, die mit einem gewöhnlichen Gartenschlauch als Bügler abgezogen wird, wobei das Wasser dann seitlich abläuft. Die Oberfläche ist sofort so erhärtet, daß man sie begehen kann. Eine Nachbehandlung mit Wasser wie bei den Betondecken sonst findet nicht mehr statt. Selbst im heißen Sonnenbrande in Atlanta, wo ich mehrere Ausführungen nach der Vibrolithic-Weise gesehen habe, unterläßt man sie. Die Straßen können nach zehn Tagen dem Verkehr übergeben werden. Durch die Erschütterung soll das Hartgestein in die Decke getrieben werden. Daß eine solche Wirkung durch Rütteln am Beton erreicht werden kann, ist auch bei uns schon bekannt und ausgenutzt. Der Vorteil dieses Verfahrens soll darin liegen, daß man zum Beton selbst weniger gute Zuschläge nehmen kann. Durch den Zusatz von Hartgestein in der Oberschicht, dessen Abnutzungsbeiwert (franz. in der Devaltrommel) 15 betragen soll, erhält die Decke die nötige Härte gegen Abnutzung. Durch die Erschütterung wird außerdem die Decke gedichtet und nimmt kein Wasser auf. In Chicago lag eine 1922 nach dieser Bauweise hergestellte Decke im Lincoln-Park, die einen sehr lebhaften Verkehr vor allem von Autobussen aufzunehmen

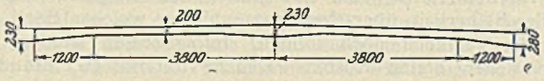


Abb. 13. Querschnitt des Fahrdammes der Sheridan Avenue (Lincoln Park, Chicago).

hatte. Ihr Querschnitt ist in Abb. 13 dargestellt. Die Straße wurde nur in einer Richtung befahren. Auf der rechten Seite, wo die Autobusse liefen, hatte man die Decke auf 28 cm verstärkt. Die Zementschlammschicht an der Oberseite hatte sich abgefahren, aber die Decke selbst zeigte große Dichte. Die Unkosten der Oberflächenbehandlung werden dadurch eingebracht, daß diese Decken um 2,5 cm schwächer sein können als die gewöhnlichen. In Wohnstraßen macht man sie 15 cm, in Verkehrsstraßen höchstens 17,5 cm stark, denn nach Untersuchungen im Pittsburger Untersuchungsamt hatte gewöhnlicher Mörtel 1 : 2 eine Druckfestigkeit von 210 kg/cm² (Zylinderproben), der erschütterte Mörtel 1 : 2½ 295 kg/cm², also etwa 40 % mehr. Ich habe diese Bauweise hier eingehender behandelt, weil sie am deutlichsten dartut, welche Aufmerksamkeit die amerikanischen Ingenieure einer guten und dichten Herstellung der Betondecke und vor allem der Oberschicht zuwenden.

Die Dehnungsfugen in den Betondecken bereiten erhebliche Schwierigkeiten und werden als die schwachen Stellen im Beton angesehen. — In Amerika nicht mehr. Hier hat man in den Gegenden mit mildem Klima — North Carolina, Georgia —, wie ich mich überzeugt habe, ganze Strecken ohne jede Querdehnungsfuge, aber auch ohne Längsfuge hergestellt. Das hängt damit zusammen, daß dort im Winter höchstens einige Grade Kälte auftreten und auch die Sommerwärme nicht zu große Höhe annimmt. Selbstverständlich reißt der Beton, und zwar unregelmäßig. Aber darin wird ein Nach-

[1]) Ein erweiterter Sonderdruck wird unter dem Titel: „Kritische Betrachtungen über den gegenwärtigen Stand des Straßenwesens in den Vereinigten Staaten von Nordamerika" demnächst im Verlage von Wilh. Ernst & Sohn, Berlin, erscheinen. Die Schriftleitung.

teil nicht gesehen. Dagegen werden die Risse sorgsam mit Preßluft ausgeblasen, um den Schmutz und Staub herauszubringen, und mit Asphalt gefüllt. Die Preßluft wird von einem Lastwagen aus erzeugt. Wenn also mehrfach berichtet wurde (s. auch „Die Bautechnik" 1925, Heft 41, S. 589), daß z. B. auch in Californien Betondecken ohne Fugen hergestellt worden sind, dann handelt es sich um Gegenden mit geringeren Wärmeunterschieden, als sie der Norden, Osten und die Zentralstaaten in Amerika und auch Deutschland aufweisen. Die entstehenden Risse sind deshalb dort unbedenklich, weil die Straßen nur von Wagen mit Gummireifen befahren werden. Bei Verkehr von eisernen Reifen würden die Fugen sicherlich absplittern.

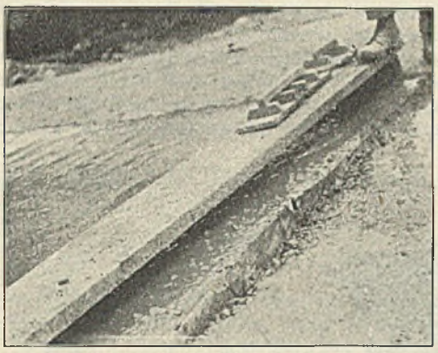


Abb. 14. Fugenausbildung.

Abb. 15. Glätten des Betons an den Fugen.

In den Oststaaten wird auf die gute Ausbildung der Fuge besonderer Wert gelegt. In Massachusetts wird bei der Ausführung an der Fugenstelle Asphaltpappe von 1,5 cm Stärke eingesetzt, die an der Außenseite durch eine Stahlplatte gehalten wird. Wenn das eine Deckenstück fertiggestellt ist und von der anderen Seite genügend Beton gegen die Stahlplatte geworfen ist, so daß die Asphaltpappe in ihrer Lage festgehalten wird, kann die Stahlplatte mit Haken herausgezogen werden (Abb. 14). Alsdann wird mit einem Reibebrett die Oberfläche auf beiden Seiten gut abgeglichen, damit kein Absatz an der Stelle der Dehnungsfuge entsteht. Die Kanten der Betonplatte sowohl an den Fugen wie an den Rändern werden mit besonderen Reibelehren leicht abgerundet (Abb. 15).

Eiseneinlagen werden in geringem Umfange eingelegt. Die Normalform von Pennsylvania hat Eiseneinlagen an der Längsfuge und an den Kanten (Abb. 16 u. 17).

Massachusetts legt ein Netz von Eisen ein nach der obigen Abb. 15. Dafür hat es keine Verstärkung der Platte an den Kanten vorgesehen. Die Anschauungen, ob Eiseneinlagen zweckmäßig und wirtschaftlich sind, gehen noch auseinander. Es sei daran erinnert, daß die Versuchstraße in Pittsburg (Californien) darüber einen gewissen Aufschluß gebracht hat in der Weise, daß zwar die Decken mit Eiseneinlagen konstruktiv manche Vorteile bieten, die Decken ohne Eiseneinlagen aber wirtschaftlich vorteilhafter sind.

Die Herstellung des Betons in Mischmaschinen besonderer Bauart ist oft genug beschrieben, so daß ich hier nur kurz auf zwei Unterschiede in der Betonverteilung hinweisen möchte. Die eine Maschinenart verfährt den Beton in einem Kübel an einen Ausleger (Abb. 18), die andere Art, die etwas höher gebaut ist, schüttet den Beton durch eine Rinne aus, die unterteilt ist, so daß man die Schüttweite verändern kann, s. Abb. 19 lange Rinne, Abb. 20 verkürzte Rinne. Man beachte auf beiden Abbildungen die Lehre, die vor der Mischmaschine angebracht ist und von ihr zwischen den Randeisen mitbewegt wird, um den Erdkoffer nach der vorgeschriebenen Profilform der Betondecke abzugleichen. Diese Mischmaschine,

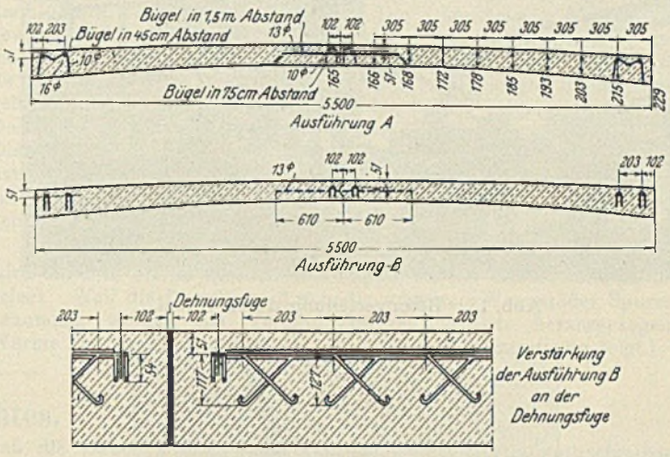


Abb. 16. Normalform der Betondecke des Staates Pennsylvania

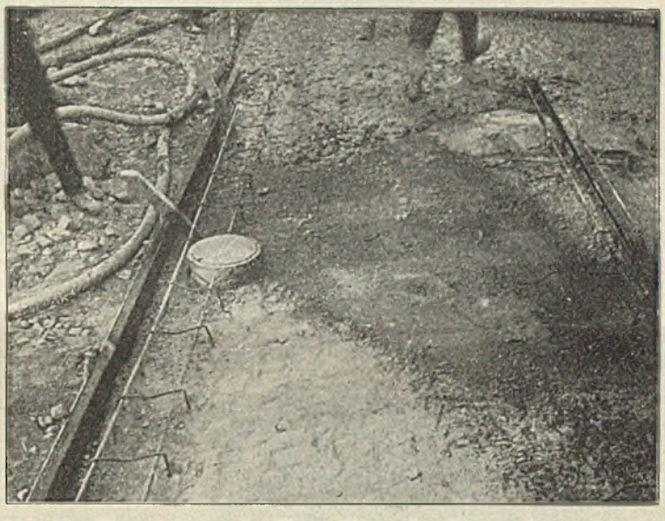


Abb. 17. Eiseneinlagen der Normalform des Staates Pennsylvania.

die die Firma Koehring baut, hat verschiedene Größen: Nr. 14 mit einer Füllungsgröße des Mischers von 0,38 m³, Nr. 21 mit 0,575 und Nr. 27 mit 0,765 m³. Abb. 19 u. 20 lassen erkennen, daß außer dem Maschinisten nur vier Arbeiter für die Betonausbreitung notwendig sind. Dicht hinter dem Mischer folgt die Finishing-Maschine, die ein Mann bedient. Vor dem Mischer läuft der Kran, der die Kastenwagen, in denen die Zuschläge und Zement richtig abgemessen angeliefert werden, abhebt und in den Mischer entleert. Die Füllung der Wagen geschieht auf einer Eisenbahnstation aus Silos, die durch Eisenbahnkrane ihrerseits gefüllt werden (Abb. 21). Die Abb. 5 u. 18 bis 21 sind von einer Baustelle in North Carolina entnommen, die etwa 10 km von der Bahnstation entfernt lag. Zur Beförderung der Baustoffe standen sechs Benzinlokomotiven zur Verfügung. Das Wasser zur Baustelle wurde mit einer Benzinpumpanlage aus einem Bach entnommen und 8 km weit zur Baustelle gepumpt. Der tägliche Baufortschritt betrug 300 m — eine ansehnliche Leistung. Der Auftrag belief sich auf 32 km Straße.

An diesem Beispiel ist zu erkennen, wie großzügig der Straßenbau, vornehmlich der Betonstraßenbau, in den Staaten durchgeführt wird.

Die Ausführungsweise der Betonstraßen auf den Land- wie auf den Stadtstraßen ist dieselbe. Allerdings treten in den Städten die Betonstraßen zurück. Das wurde von allen städtischen Ingenieuren damit begründet, daß in den Städten eine Fahrbahnbefestigung leicht aufgebrochen und schnell wiederhergestellt werden muß, wenn man an die Versorgungsleitungen herankommen will. Die Betondecke erschwert das. Auf der Crowford Avenue in Chicago, deren Betondecke 1924 hergestellt worden ist, konnte ich eine Aufbruchstelle von 0,5 m² Größe besichtigen, deren Aufbruch mit Preßluftmeißeln drei

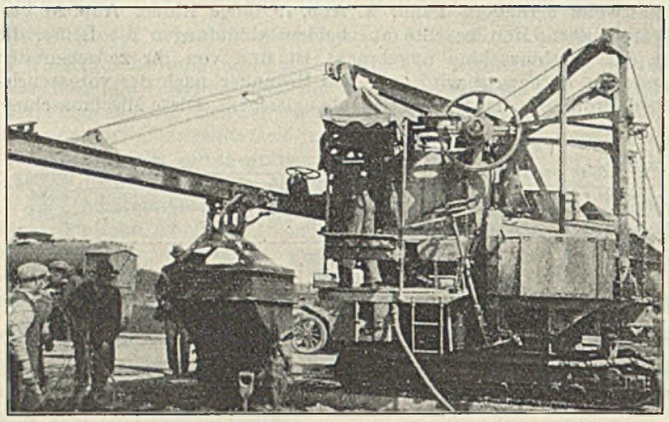


Abb. 18. Betonverteilung durch Kübel.

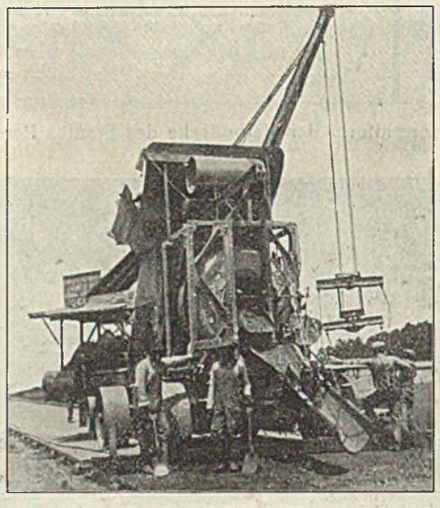


Abb. 19. Betonverteilung durch Rinne (lange Rinne).

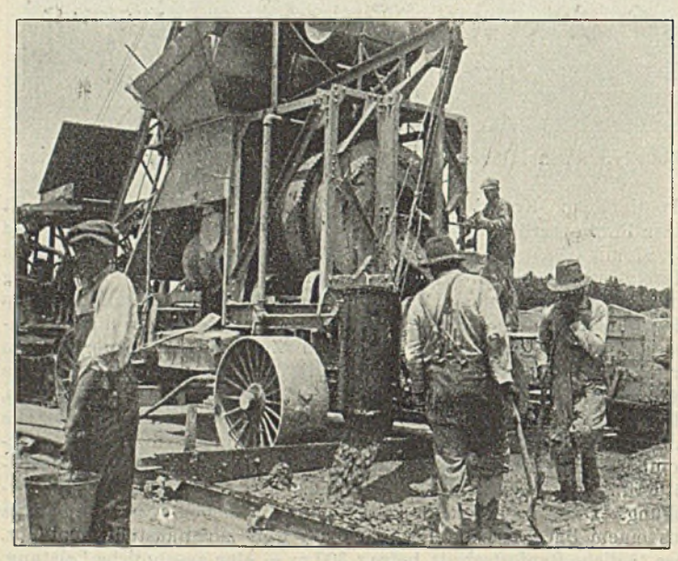


Abb. 20. Betonverteilung durch Rinne (verkürzte Rinne).

Stunden in Anspruch genommen hatte. Der Beton war von vorzüglicher Beschaffenheit, aber die Wiederinstandsetzung solcher Stellen verlangt, daß längere Zeit der Verkehr davon ferngehalten wird, und das ist auf lebhaften Verkehrsstraßen nicht möglich. Darum war die Mehrzahl der Betondecken, die mir in den Städten gezeigt wurden, in Wohnstraßen verlegt, in denen die Versorgungsleitungen im Bürgersteig untergebracht sind.

Nach einer Statistik vom Jahre 1923 war der Anteil der Betonstraßenflächen an den gesamten Flächen in allen Städten der Union 2,9 % gegen 40 % Asphaltstraßen (Sand- und Asphaltbeton). Inzwischen wird der Anteil wohl etwas zugenommen haben. Als eine Stadt, in der ausnahmsweise viel Beton verwendet worden war, wurde die Stadt Atlanta bezeichnet. Die Besichtigung ergab, daß allerdings in der zurzeit sehr stark anwachsenden Stadt, um dem Wohnungsbedürfnis Rechnung zu tragen, die Baulandgesellschaften ihre Gelände mit Betonstraßen aufschlossen, weil das am schnellsten geht und am billigsten ist. Auch für Parkstraßen ist die Betondecke sehr geeignet und hat auch vielfach Anwendung gefunden. Daß ihre Unterhaltungskosten verhältnismäßig gering sind, darauf ist schon früher hingewiesen worden.[1])

Vielfach ist berichtet worden, daß die Betonstraßen einen Teer- oder Asphaltanstrich bekommen. Solche Oberflächenanstriche sind aber im Osten der Staaten nicht üblich, denn ich habe Anstriche nicht feststellen können. Die Notwendigkeit für solche Anstriche liegt nicht vor, im Gegenteil würden sie den besonderen Vorteil der Betondecken, daß sie bei Regen nicht schlüpfrig werden, wieder aufheben, da Bitumendecken bei Feuchtigkeit diese dem Kraftwagen höchst gefährliche Eigenschaft annehmen. Auch sind bei mir Zweifel entstanden, ob es möglich sein wird, die Betonstraße, wenn sie abgenutzt

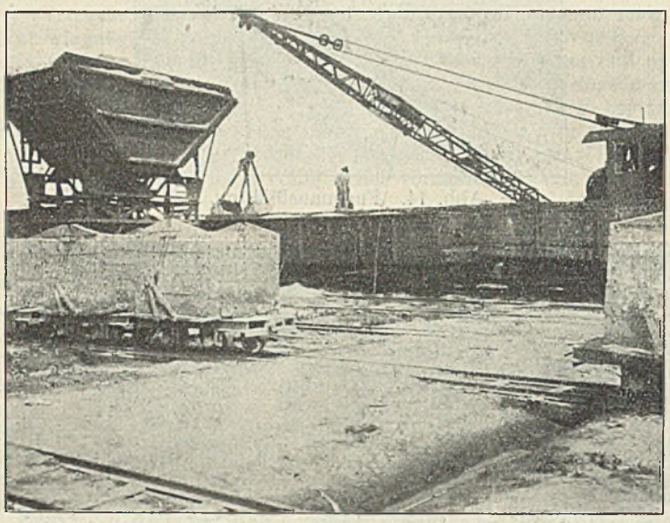


Abb. 21. Silos für Steinmaterial und Sand.

ist, als Unterbau für eine Asphaltstraße zu benutzen. Zwar bezeichnen die amerikanischen Ingenieure das als eine der vielen Vorteile der Betondecke, und in Washington zeigte man Betondecken in Wohnstraßen, die so weit abgenutzt waren, daß zu ihrer Erhaltung ein Sandasphalt aufgelegt werden sollte. Das wird aber nur selten der Fall sein. Dagegen hatte ich Gelegenheit, an der Kensico-Talsperre der Stadt New York eine Betonstraße zu sehen, die etwa um 1914 herum entstanden sein mag, zu einer Zeit also, als der Betonstraßenbau noch in der Entwicklung war. Diese Decke war zu Bruch gegangen und hatte als Auflage eine Sandasphaltdecke erhalten. Jeder, der mit der Unterhaltung von Asphaltstraßen betraut gewesen ist, weiß, daß sie nur auf ganz fester Unterlage halten. Jede Schwäche in der Betonunterlage macht sich sofort durch Zerstörungen an der Asphaltdecke bemerkbar, und so war denn auch diese Sandasphaltdecke spinnenwebartig gerissen und zeigte überall dort Schlaglöcher, wo auch die Betondecke beschädigt gewesen war. Demnach wird die Möglichkeit, abgenutzte Betondecken durch Aufbringen von Asphaltdecken zu erhalten, beschränkt sein oder sehr früh ins Auge gefaßt werden müssen, wenn eine Betondecke Alters- oder Schwächeerscheinungen zeigt.

Asphaltstraßen.

Über die Anwendung des Asphalts in den städtischen Straßen Nordamerikas und die Art der Asphaltstraßen habe ich bereits im Jahre 1912, Zeitschrift für Transport und Straßenbau, Nr. 26 und 29, auf Grund meiner damaligen Reise berichtet. Es bot sich diesmal also Gelegenheit festzustellen, ob Fortschritte gemacht sind und die damaligen Feststellungen das Richtige getroffen haben. Beides kann ich annehmen. Da über Asphaltstraßen in den letzten Jahren weniger aus den Vereinigten Staaten berichtet worden ist, sollen einige Angaben über die Art der verwendeten Decken und ihre Bewährung folgen, schon mit Rücksicht darauf, daß die Anwendung dieser Bauweise für Deutschland sehr in Frage kommt. Auf Grund der Erfahrungen in den Städten hat man den Asphalt auch auf den Landstraßen eingeführt. Es kann daher zusammenfassend für beide Straßenarten berichtet werden.

[1]) Vergl. „Die Bautechnik" 1925, Heft 43, S. 611.

Asphalt wird jetzt in den verschiedenen Formen und Mischungen verwendet. Im allgemeinen unterscheidet man drei Arten:

Amerikanische Bezeichnung	Deutsche Bezeichnung[1])
1. Asphalt Macadam	Asphaltschotter
2. „ Concrete	Asphaltbeton
3. Sheet Asphalt	Sandasphalt

1. Asphaltschotter ist ein gewöhnlicher Macadam mit Asphaltbindung in der Weise, daß die auf einem Steinunterbau eingebaute und eingewalzte Kleinschlagdecke einen Asphaltüberzug bekommt, der im Tränkverfahren (Penetration) in die Decke eingebracht wird, wodurch die Steine im Inneren zusammengekittet werden und außerdem die Abnutzungschicht geschützt wird.

Wie bei allen Straßen ist die Standfestigkeit des Unterbaues ausschlaggebend für die Tragfähigkeit der Decke. Da man sie vielfach auf schlechten Unterbau gelegt hat, sind falsche Auffassungen über das Anwendungsgebiet dieser Bauart entstanden. Auf festen Unterbau muß besonders Wert gelegt werden, er soll aus gebrochenen Steinen bestehen, für deren Abmessungen besondere Vorschriften gegeben sind. Eine gute Schotterdecke wird einen brauchbaren Unterbau abgeben.

Die Ausführung des Asphaltschotters geschieht in der Weise, daß die groben Steine $1^1/_4$ bis $2^1/_2$ auf 2 Zoll abgewalzt werden. Auf diese Decke wird unter Druck Asphalt (7,91 l/m²) angespritzt und dann ausreichend mit Splitt abgedeckt, daß die Walze darübergehen kann, ohne Bitumen aufzunehmen. Die Oberfläche wird gut abgewalzt. Dann kommen noch 2,25 l/m² auf die Decke, und noch einmal wird Splitt (besser Grus Atlanta) aufgebracht und abgewalzt. Es ist darauf zu achten, daß das Bitumen völlig gleichmäßig aufgebracht wird und sich keine feuchten Stellen zeigen, da hier die Decke zu weich wird und sich unter den Lasten verschiebt. Der Distributor, ein Tankwagen, verteilt in zwei Röhren mit Düsen den heißen Asphalt. Druck 56 Pd = 3,92 kg/cm². Die Düsen haben innen einen Kern, der schraubenförmig ausgebohrt ist, so daß er in Drehungen gerät und den Asphalt gleichmäßig in der Art eines Sprinklers verspritzt.

Damit beim Anfahren die Decke nicht zuviel Asphalt bekommt, wird ein 1 m breiter Streifen aus Pappe bei der Anfahrstelle untergelegt. Weil die Oberfläche durch die schweren Wagenräder Spuren bekommt, werden die Verteilungsröhren seitlich herausgezogen. Wärme des Asphalts = 150° C. (Fortsetzung folgt.)

[1]) Nach einem Vorschlage der Studiengesellschaft für Automobilstraßenbau.

Vermischtes.

Der Neubau, Halbmonatsschrift für Baukunst, VII. Jahrgang der Zeitschrift Die Volkswohnung. (Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin W 66.) Das am 10. November ausgegebene Heft 21 (1 R.-M.) enthält u. a. folgende Beiträge: Drei Landhäuser. Architekten: Professor Paul Mebes und Regierungsbaumeister a. D. Paul Emmerich. — Hochbau oder Flachbau? Eine Entgegnung von Dr. K. v. Mangoldt, Berlin.

Verein Deutscher Kalkwerke E. V., Fachausschuß Baukalk. Am 30. September fand, wie in der „Bautechnik" 1925, Heft 42, S. 605, angekündigt, in Köln-Deutz unter dem Vorsitz von Direktor W. Dreß eine öffentliche Tagung statt.

Prof. H. Burchartz, Berlin-Dahlem, sprach über „Baukalk und die Technik seiner Materialprüfung". Er führte aus, daß es schwierig, ja fast unmöglich sei, selbst mit Hilfe der Materialprüfung oder wissenschaftlicher Forschung die Kalkerzeugnisse zu verbessern, da der Baukalk ein durch Brennen veredeltes Naturerzeugnis sei, das nur durch Löschen und Mahlen verwendungsbereit werde. Zur Beurteilung der Güte und Verwendbarkeit von Baukalk bestimmt die Materialprüfung folgende Eigenschaften der Kalke: Chemische Zusammensetzung, Ergiebigkeit, Mahlfeinheit, Erstarrungsbeginn (Abbindezeit), Raumbeständigkeit und Bindekraft (Festigkeit).

Die Begriffe für die einzelnen Materialeigenschaften und der Zweck ihrer Bestimmung wurden erläutert und die im Staatlichen Materialprüfungsamt zu Berlin-Dahlem zur Feststellung der Eigenschaften des Kalks üblichen Versuchsverfahren beschrieben. Im Anschluß hieran wurden die Eigenschaften behandelt, die zur Kennzeichnung des Gemenges aus Kalk und Zuschlagstoff, also des Mörtels und Betons, bestimmt sind. Diese Eigenschaften sind für Kalkmörtel: Haftfähigkeit und Wasserundurchlässigkeit, und für Kalkbeton: Festigkeit, Elastizität bezw. Formänderungsvermögen, Wasserdichtigkeit und Feuerbeständigkeit. Auch für diese Eigenschaften wurden im einzelnen die zurzeit üblichen Versuchsverfahren geschildert. Hierbei fanden die Versuche, die im Materialprüfungsamt zur Feststellung der Verwendbarkeit von Kalkstein in Schotterform zur Betonbereitung ausgeführt worden sind, besondere Berücksichtigung. Die Ergebnisse haben die Eignung des genannten Materials für Betonzwecke in vollem Maße dargetan.

Dem Vortrage von Prof. Dr.-Ing. E. Neumann, Braunschweig, über „Alte und neue Mörteltechnik" war zu entnehmen, daß über die Zusammensetzung und Herstellung der Mörtel des Altertums und des Mittelalters noch immer keine Klarheit herrscht. Die Aufhellung des Dunkels, das über diesem Zweige der Technik liegt, ist nicht nur von geschichtlichem Belange, sondern hat auch einen praktischen Wert, da die Instandhaltung alter Bauwerke vielfach wegen Verwendung ungeeigneten Mörtels nicht den gewünschten Erfolg gehabt hat. Aber auch die heute noch stark verbreitete Unkenntnis über Mörtel hat bei neu errichteten wertvollen Bauwerken zu Mißerfolgen geführt. Alle alten Kulturen haben den Kalk als Mörtelbildner gekannt. Wenn man aber beachtet, daß die Ägypter und Griechen ihre Tempel, und ebenso die Goten das Grabmal des Theoderich in Ravenna, ohne Mörtel aufgeführt, dafür aber durch die Art des Steinschnitts und die kunstgerechte Verdübelung eine erstaunliche Dauerhaftigkeit ihrer Bauwerke erreicht haben, so möchte man annehmen, daß sie ihrem Mörtel kein besonderes Vertrauen schenkten. Vicat und Rondelet vertreten daher in ihren Schriften im 18. Jahrhundert die Ansicht, daß die Dauer antiker Bauwerke nicht dem Mörtel zuzuschreiben sei, sondern daß die gut durchgebildete Konstruktion den Mörtel erhalten habe. Nach den Schriften des Vitruv und Plinius muß man annehmen, daß der aus Kalk hergestellte Mörtel der Römer dem noch heute gebräuchlichen entsprochen hat, wobei aber auf eine richtige Beschaffenheit des Sandes und eine sehr kräftige Durcharbeitung des Mörtels besonderer Wert gelegt worden ist. Auch das Mittelalter kannte nur den Weißkalkmörtel, dessen Güte aber erhebliche Unterschiede aufwies. Ein Beispiel hierfür liefert die gelegentliche Verwendung von Gipsmörtel, der bei einzelnen Bauten keinen Bestand gehabt hat, aber an anderen Stellen wieder eine auffallende Festigkeit aufweist. Man muß daher wohl zu dem Schluß kommen, den auch Michaelis zieht, daß trotz der Verwendung des Kalkmörtels seit mehr als 2000 Jahren noch Unklarheit über sein Wesen und seine beste Herstellung besteht, und demnach eine sichere Mörteltechnik, die für jeden Rohstoff, für jede Örtlichkeit und für jedes Bauvorhaben die richtige Anweisung zu geben vermochte, nicht vorhanden war. Das soll aber nichts gegen den Kalkmörtel aussagen, der selbst an Orten mit einer von schwefligen Gasen geschwängerten Luft sich haltbarer als die Steine erwiesen hat, so daß Kalkmörtel mit einem Zusatz von Zement immer noch der beste und billigste Hochbaumörtel ist.

Dem zweifellos nur geringen Fortschritt auf dem Gebiete der Mörteltechnik im Hochbau stehen bemerkenswerte Erfolge im Tiefbauwesen gegenüber, wohl deshalb, weil hier die Gegenwart die bedeutenderen Aufgaben gestellt hat. Der Bau von gewaltigen See- und Binnenschleusen, Talsperren, Untergrundbahnen und Brücken stellte besondere Anforderungen an die richtige Zusammensetzung der Mörtel. Bei geringstem Geldaufwande mußte höchste Festigkeit erreicht werden. Außerdem konnten nur solche Mischungen und Mischweisen angewendet werden, die große Leistungen von 1000 und mehr m³/Tag ermöglichten. Die heute üblichen Anlagen auf großen Baustellen für die Aufbereitung und Lagerung der Rohstoffe, ihre Mischung und Beförderung zur Baustelle müssen nach ihrem Ausmaß und ihrer technischen Durchbildung als technische Erfolge gewertet werden. Weiterhin haben die Forschungen von Abrams, Chicago, und Graf, Stuttgart, über Aufbau des Mörtels im Beton solche Ergebnisse erzielt, daß eine feste wissenschaftliche Grundlage auf diesem Gebiete nunmehr erreicht ist.

Zum Schluß behandelte Oberregierungsbaurat Mittelbach, Dresden, die Probleme des Wohnungsbaues der Nachkriegszeit, die ja hauptsächlich finanzieller Art sind.

Der Veltener Industriekanal. Der von der gemeinnützigen Siedlungsgesellschaft in Verbindung mit der Gemeinde Velten im Februar 1924 begonnene Veltener Industriekanal, der den industriell aufstrebenden Ort mit dem Großschiffahrtweg Berlin—Stettin verbinden soll, ist nach der „Tägl. Rdsch." bis zu einem guten Teile ausgebaut.

Der Kanal ist in dem großen industriellen Siedlungsplan einer der wesentlichsten Punkte, da er in seiner Länge von mehr als 5 km ein industriell wichtiges Gelände erschließen und zugleich einen Zubringerhafen für die an ihm anzusiedelnden Fabriken abgeben soll. Bis jetzt hat man den breiten, vierschiffigen Kanal, der zurzeit zu einer Wassertiefe von etwa 2,50 m ausgebaggert ist, in einer Länge von 1,7 km, die $^1/_3$ seiner Gesamtlänge beträgt, ausgebaut. Diese Strecke wird bereits von den Booten und Prahmen der Gesellschaft,

die zur weiteren Vollendung des Wasserweges Baustoffe aller Art heranbringen, befahren. Dem allgemeinen Verkehr steht die Strecke natürlich noch nicht offen, zumal da das an den Kanal grenzende Gelände noch nicht bebaut ist.

Die Arbeiten zum weiteren Ausbau sind in vollem Gange. Es steht zu hoffen, daß der Kanal in nicht allzuferner Zeit betriebsfertig eröffnet werden kann.

Eine neue Tuchscherer-Halle. Die Westfalenhalle, eine Halle, die alle gleichartigen Bauten Deutschlands und Europas in ihrem Größenumfang überholt, ist nach der „Bresl. Ztg." in Dortmund durch die Carl Tuchscherer-A.-G., Breslau, erbaut worden. Mit dem Bau wurde Mitte April 1925 begonnen, und die Halle sollte bereits Ende Oktober d. J. ihrem Zweck übergeben werden. In ihr sollen besonders sportliche, reiterliche Veranstaltungen, Musikfeste, Gesangswettstreite, Kongresse, Massenversammlungen und Ausstellungen stattfinden. Die Abmessungen der Halle sind im Innern 86 m Breite und 110 m Länge. Die freie Binderspannweite beträgt 76 m. Die Dachkonstruktion wird in Holz nach den Patenten der Firma Tuchscherer ausgeführt. Die Bestuhlung der Halle ist amphitheatralisch mit 6000 Sitzplätzen, während in der Arena noch weitere 4500 Sitzplätze vorhanden sind. Neben diesen sind noch 1500 Stehplätze verfügbar. Dem Hauptbau ist ein Vorbau angegliedert, der den Haupteingang mit Vorhalle, Tagesrestaurant, Bureauräume, Festsaal, Wirtschafts- und Wohnräume enthält. Weiter sind dem Hauptbau eine Reithalle von 26 × 30 m sowie Stallungen für 150 Pferde angeschlossen. Die Arena erhält eine leicht ein- und ausbaufähige Radrennbahn für Leichtmotorräder mit einer Wegelänge von 200 m.

Memels Eisenbahnverbindungen mit Litauen. Zu der Mitteilung in Heft 39, S. 523, über Memels Eisenbahnverbindungen mit Litauen bringt die D. A. Z. die nachstehende Ergänzung: Von Heydekrug führte bereits vor dem Kriege eine Nebenbahn nach Kolleschen (Kolletzischken) an der alten Grenze. Diese Nebenbahn ist 1917/18 über Neustadt (Nowo Miesto) bis nach Tenenic (Teneny) geführt worden. Infolge der 1918 eingetretenen Verhältnisse ist jedoch die Bahn nicht weitergebaut worden. Ihr Weiterbau von Tenenic nach Murawjewo (Bahn Libau—Schaulen) würde der Stadt Memel ein weiteres bedarfsreiches Hinterland erschließen. Eine weitere Verbindung mit dem eigentlichen Litauen steht Memel durch die Eisenbahn Memel—Heydekrug—Pogegen—Laugszargen—Tauroggen—Skaudwile—Schaulen zur Verfügung. Bis Laugszargen handelt es sich um die alte preußische Staatsbahn. Die Strecke Laugszargen—Schaulen wurde sofort nach der Besetzung Litauens erst als Schmalspurbahn und später normalspurig gebaut.

Eine versinkende Stadt. Die Stadt Northwich in der englischen Grafschaft Cheshire liegt im Mittelpunkte des englischen Salzabbaugebiets. Das dort gewonnene Salz, etwa 1,5 Mill. t im Jahre, wird in der Hauptsache nach Amerika ausgeführt. Es wird auf Kähnen, deren Bau dort ein bodenständiges Gewerbe ist, nach Liverpool befördert, um weiterverfrachtet zu werden. Das Salz wird dadurch gewonnen, daß aus dem Lager Salzsole abgepumpt wird. Infolgedessen sinkt dort der Boden dauernd und die Stadt nebst ihren Gebäuden und Straßen mit ihm. Am schlimmsten sind die Senkungen im mittleren Teile der Stadt, der infolgedessen oft unter Hochwasser zu leiden hat, zumal eine gesunkene Brücke das Wasser des Dane-Flusses aufstaut. Dieser Teil der Stadt soll daher neuerdings um etwa 1,8 m gehoben werden, was schon früher einmal geschehen ist. Die dabei zu lösenden Aufgaben machen keine Schwierigkeiten, da sie für die Bauunternehmer jener Gegend nichts Neues bedeuten und manche Häuser auch so gebaut sind, daß sie ohne Schwierigkeiten gehoben werden können. Neuerdings ist übrigens vorgeschrieben, daß die Häuser als leicht anhebbare Fachwerkbauten in Holz oder Eisen errichtet werden. Das Anheben geschieht im allgemeinen dadurch, daß handbetriebene Wasserdruckwinden unter die Häuser gesetzt werden. Das Heben mit ihnen geht zwar langsam vorwärts; es schreitet täglich nur etwa 4 bis 8 cm vorwärts, aber die Arbeiter sind auf die Bedienung der Winden so gut eingearbeitet, daß das Heben ohne jedes Verkanten vor sich geht. Die Häuser werden nicht einmal geräumt, der Geschäftsbetrieb geht in ihnen weiter, und die Familien, die sie bewohnen, werden in ihren Lebensgewohnheiten nicht gestört. Es scheint sogar nach einem Bericht im „Builder" zu gelingen, das Zerbrechen von Fensterscheiben und das Klemmen von Türen, zwei Erscheinungen, die bei ungleichmäßigem Heben eintreten würden, zu verhüten.

Wenn die Hubhöhe der Winden erschöpft ist, werden die Häuser unterklotzt oder mit Holzstapeln unterbaut, die Winden herausgenommen und in der neu gewonnenen Höhe wieder angesetzt. Ein gehobenes Haus sieht, ehe es wiederhergestellt ist, etwas unsicher aus, es soll aber noch kein Unfall vorgekommen sein, denn auch in dieser Arbeit haben die Bauunternehmer jener Gegend Erfahrung. Zuweilen läßt man das Erdgeschoß stehen, wenn es sich zum Heben nicht eignet, und benutzt dann das Obergeschoß als neues Erdgeschoß. Das alte Erdgeschoß kann dann als Keller stehenbleiben, meist wird es aber verfüllt, weil der Wasserandrang seine Benutzung unmöglich macht. In manchen Fällen wird auch das Obergeschoß vom Unterbau abgehoben und ein neuer Sockel darunter gebaut.

Es kommt zuweilen vor, daß man in einem Laden die Treppe hinaufgehen muß, weil das Haus gehoben und dabei gleiche Vorsorge für die Zukunft getroffen worden ist; im Nebenhause muß man aber in dem Laden eine Treppe hinuntergehen, weil dieses Haus noch darauf wartet, gehoben zu werden. Wenn dann auch die Straße aufgehöht wird, muß an der einen Treppe eine Stufe nach der anderen weggenommen werden, während im Nachbarhaus die Treppe verlängert werden muß.

Gas- und Wasserleitungen gehen natürlich auch bei dem Absinken des Bodens zu Bruch und müssen von Zeit zu Zeit erneuert werden. Die Straßen werden dadurch wieder in die richtige Höhe gebracht, daß man Dämme aus Kohlenschlacke in der nötigen Stärke schüttet; man gibt den Massen dann eine gewisse Zeit, um sich zu setzen, und bringt später eine neue Straßendecke auf.

Die Bewegungen des Bodens gehen natürlich nicht immer nur in senkrechter Richtung vor sich. Bieten schon die Straßen deshalb einen sonderbaren Anblick, weil nebeneinanderstehende Häuser verschiedene Höhenlage haben, so wird der Eindruck dadurch noch eigenartiger, daß manche Häuser schief stehen.

Für die durch den Abbau des Salzes entstehenden Schäden ist die ihn betreibende Unternehmung haftbar. Die Gewinnung des Salzes wird dadurch sehr verteuert, und es ist erstaunlich, daß der Betrieb dabei noch wirtschaftlich bleibt. Wkk.

Wettbewerb für eine Brücke in Norwegen. Bei dem internationalen Wettbewerb für eine Brücke in Drammen in Norwegen erhielt unter 36 Entwürfen der von der Siemens-Bauunion gemeinschaftlich mit dem Ingenieur Ferd. Bjerke und den Architekten Gudolf Blakstad, Hermann Munthe-Kaas eingereichte Entwurf den zweiten Preis; ein erster Preis wurde nicht verteilt. Ein zweiter Entwurf der Genannten wurde mit dem vierten Preise ausgezeichnet. Höhe der Bausumme zwei Millionen Kronen.

Personalnachrichten.

Deutsches Reich. Reichsbahn-Gesellschaft. Versetzt: der Direktor bei der Reichsbahn Baumgarten bei der R. B. D. Elberfeld als Referent zur Hauptverwaltung in Berlin, die Reichsbahnoberräte Frosse, Mitglied der R. B. D. Breslau, als Mitglied zur R. B. D. Oppeln, Paul Schmidt, Mitglied der R. B. D. Essen, als Referent (auftrw.) zur Hauptverwaltung in Berlin, Bathmann, Mitglied der R. B. D. Stettin, als Abteilungsleiter zur R. B. D. Osten in Frankfurt (Oder), Hilleke, Abteilungsleiter bei der R. B. D. Osten in Frankfurt (Oder), als Abteilungsleiter zur R. B. D. Elberfeld, Rump, Mitglied der R. B. D. Osten in Frankfurt (Oder), als Mitglied zur R. B. D. Stettin, und Grafe, Mitglied der R. B. D. Halle (Saale), als Mitglied zur R. B. D. Osten in Frankfurt (Oder); die Reichsbahnräte Andrae, Vorstand des Eisenbahnbetriebsamts 2 Halle (Saale), als Mitglied zur R. B. D. Oppeln, Dr.-Ing. Klipps, bei der R. B. D. Altona, in den Bezirk der R. B. D. Berlin, Elias, Marienburg (Westpr.), zum Eisenbahnbetriebsamt 1 Königsberg (Pr.), Mirauer, Münster (Westf.), als Mitglied zur R. B. D. Oppeln, und Consbruch, Vorstand des E. V. A. Braunschweig, als Vorstand zum E. V. A. Bremen.

Preußen. Versetzt sind: der Regierungs- und Baurat (W.) Ademeit von Hamm i. Westf. an die Wasserbaudirektion in Königsberg i. Pr., die Regierungsbauräte (W.) Förster von Hitzacker a. d. Elbe an das Wasserbauamt in Hamm i. Westf. als Vorstand und Ortmann von Hannover an das Wasserbauamt in Hitzacker a. d. Elbe als Vorstand.

Die Staatsprüfung haben bestanden: die Regierungsbauführer Eberhard Steckhan, Bernhard Möhlmann (Wasser- und Straßenbaufach); Hans Albert Klingbeil, Johannes Luchterhand (Eisenbahn- und Straßenbaufach).

Gestorben ist: der Regierungsbaurat (W.) Rudolf Zimmermann in Wesel.

INHALT: Das Kraftwerk Mühlhausen a. d. Enz. — Das wasserbauliche Versuchswesen und die wasserbaulichen Versuchsanstalten in Deutschland. — Technik des nordamerikanischen Straßenbaues. — Vermischtes: Inhalt von Der Neubau, Halbmonatsschrift für Baukunst, VII. Jahrgang der Zeitschrift Die Volkswohnung. — Verein Deutscher Kalkwerke E. V., Fachausschuß Baukalk. — Veltener Industriekanal. — Neue Tuchscherer-Halle. — Memels Eisenbahnverbindungen mit Litauen. — Versinkende Stadt. — Wettbewerb für eine Brücke in Norwegen. — Personalnachrichten.

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