

Alle Rechte vorbehalten.

## Die Korrektur geschiebeführender Flüsse in Bayern.

Von Oberregierungsbaurat Ertl, Weilheim Obb.

### I. Begriffsbestimmung.

Korrektur im Sinne dieser Abhandlung sei die wirtschaftliche Herstellung zweckmäßiger und dauerhafter Ufer für das Nieder- oder Mittelwasserbett der Flüsse. Sie wird darüber hinaus zwar auch Einfluß auf Flußquerschnitt und -Längsschnitt ausüben. Deren regelmäßige Gestaltung ist aber der Hauptsache nach Aufgabe der Flußregulierung.

In der Regel muß die Flußkorrektur der Flußregulierung vorangehen.

### II. Zweck und Ziel.

Anlaß für die Ausführung von Flußkorrekturen geben Forderungen der Landwirtschaft, der Siedlungen, der Schiff- und Floßfahrt und der Wasserbenutzung. Der Landwirtschaft und den Siedlungen bringt die Flußkorrektur Sicherung der Ufer gegen Abriß, Schutz vor Überschwemmung und Vermehrung, Entsumpfung und Gewinnung von Kulturland. Die Schiff- und Floßfahrt wünscht von ihr günstige Führung des Flusses und gute Wassertiefe. Der Wasserbenutzung sichert die Korrektur den Betrieb und behebt und verhindert Schäden, die aus der Benutzung selbst erwachsen.

Zur vollen Erfüllung dieser Aufgaben sind neben der Korrektur vielfach noch weitere fluß- und kulturbautechnische Maßnahmen — Regulierungen, Eindeichungen, Wehrbauten, Entwässerungen usw. — erforderlich. Für diese ist aber die Korrektur Voraussetzung. Sie sucht einen für den jeweiligen Zweck günstigen Beharrungszustand des Flusses zu erzielen.

### III. Geschichtliches.

Wer heute durch die Fußtäler des Bayerischen Oberlandes wandert, kann sich kein Bild mehr machen von dem Zustande, in dem diese sich etwa noch in der Mitte des vorvorigen Jahrhunderts befanden. Donau, Inn, Isar, Lech usw. verliefen in zahllosen Rinnen auf kilometerbreiten Schotterbetten, höhten sich fortdauernd auf und überschwemmen, vermehrten und versumpften immer neue Gebiete. Landverkehr, Schiff- und Floßfahrt wurden mehr und mehr behindert. Alljährliche Seuchen suchten die Bewohner der versumpften Flußniederungen heim. Örtliche Maßnahmen zur Verhütung solcher Schäden brachten nur vorübergehend örtliche Erleichterung, verschlimmerten dabei aber meist die Zustände an anderen Orten.

Da setzten um 1800 die ersten, auf weitere Sicht eingestellten Flußkorrekturen ein. Diese sind vor allem an die Namen eines Wiebeking und Freiherrn von Pechmann geknüpft. Sie suchten naturgemäß zunächst den schreiendsten Mißständen zu begegnen und bekämpften daher vor allem die fortdauernde Aufhöhung der Flußläufe. Diese wurde durch möglichste Streckung des Flusses beseitigt. Der Grundriß solcher Korrekturen setzte sich daher ausschließlich aus geraden Strecken und ganz flachen Krümmungen zusammen. Der Abflußquerschnitt wurde durch beiderseitige Buhnen oder Längsbauten stark zusammengespannt.

Durch solche Maßnahmen stieg naturgemäß die Räumungskraft des Flusses in der korrigierten Strecke erheblich. Die Erfolge der Korrektur waren dementsprechend zunächst recht günstig. Zwar erkannten schon die Väter dieser Bauweise deren Gefahren. Sie waren sich darüber klar, daß der Sohlendurchschlag große Geschiebemassen ins Laufen bringen würde und das enge, gestreckte Flußrinnsal erhöhte Wassergeschwindigkeiten erzeugen müsse. Aber sie unterschätzten doch die Wirkungen ihrer Maßnahmen. Das in Bewegung gesetzte Geschiebe sollte nach ihrer Anschauung in den durch die zahlreichen Durchstiche erzeugten Altwassern zur Ablagerung kommen, der Sohlendurchschlag müsse sich schon in mäßiger Entfernung oberhalb der Korrektur ausgleichen, der Nachteil der größeren Wassergeschwindigkeit für die Schiffahrt aber werde durch die Kürzung des Flusses und damit des Schiffahrtweges mehr als wettgemacht.

Bedauerlicherweise erfüllten sich diese Hoffnungen nicht völlig. Infolge der raschen Eintiefung gelangten nur geringe Geschiebemengen in die Altwassern. Der größere Teil der Geschiebe wurde vielmehr an das untere Korrektionsende getragen und baute dort nicht selten gewaltige Schuttkegel auf. Hierdurch entstanden Mißstände, die die Korrektur eigentlich beseitigen sollte, erneut an anderen Stellen. Der Sohlendurchschlag, der sich weit über das obere Korrektionsende hinaus fortsetzte, erzeugte dort Flußverwilderung und brachte immer neue Geschiebemassen in Bewegung.

Bekämpft wurden solche Schäden durch Verlängerung der Korrekturen nach oben und unten unter Anwendung der gleichen Gesichtspunkte, nach denen bis dahin gebaut wurde. Dadurch wurde das Übel des öfteren aber nur verschlimmert und lediglich der Ort seines Auftretens verlegt. In den immer länger werdenden Korrekturen verstärkte sich mit der zunehmenden Flußkürzung der Sohlendurchschlag oft in unerhörtem Maße, so daß jährliche Eintiefungen von über 1 m keine Seltenheit mehr bildeten. Die Flußschläuche wurden hierdurch immer schmaler, die Kraft der Hochwässer wurde so gewaltig, daß auch die stärksten Uferbefestigungen nicht mehr Stand hielten.

Trotz aller Erfolge, die die bisherigen Maßnahmen erzielt hatten, brach sich daher immer mehr die Überzeugung Bahn, daß der beschriebene Weg der Natur zu sehr Gewalt antue und manche, vielleicht vermeidbare Nachteile zur Folge habe. Als erster bekämpfte Faber (die Regulierung geschiebeführender Flüsse auf Niederwasser, München 1898, Verlag der Süddeutschen Bauzeitung) das bisherige System und wies neue Wege für deren Durchführung. Ihm folgte Mayr (die Korrektur der geschiebeführenden Gebirgsflüsse mittels einseitiger Leitwerke, 1911, München, Hof- und Universitätsdruckerei, Dr. C. Wolf & Sohn), der zugleich die Leitsätze für Entwurf und Ausführung der Korrekturen prägte. Diese bilden auch heute noch die Grundlage für die nachfolgend beschriebenen Maßnahmen an den Bayerischen Gebirgsflüssen.

### IV. Heutige Bauweise.

#### A. Vorarbeiten.

α) Linienführung. Verwilderte, geschiebeführende Flüsse schottern meist auf. Nur selten sind sie im Gleichgewichtszustande. Längere Eintiefungsstrecken finden sich fast nur oberhalb älterer Korrekturen, und zwar meist in leicht gebundenem Boden, (Südwassermolasse) nicht in der Alluvion, da verwilderte Kiesstrecken einem stärkeren Sohlendurchschlag selbsttätigen Widerstand durch Erhöhung der Geschiebefracht entgegensetzen. Die Sicherung der in der Molasse liegenden Eintiefungsstrecken geschieht durch Sohlenfestlegungsbauten. Korrekturen im Sinne dieser Abhandlung werden daher fast nur an Flüssen, die sich in der Aufhöhung befinden, zur Durchführung kommen.

Die Linienführung solcher Korrekturen schließt sich nun möglichst der bestehenden Flußlage an. Da diese meist aus einer Folge von Windungen besteht, ist auch die Korrektur der Hauptsache nach in gekrümmten Linien zu führen. Hierdurch wird eine schädliche Kürzung des Flußlaufes vermieden und bei geeigneter Wahl der Krümmungen erreicht, daß der Stromstrich dem einbuchtenden Ufer folgt und an ihm liegen bleibt. Eine stetige Lage des Stromstrichs bringt aber erhebliche Vorteile für Schiff- und Floßfahrt und verbilligt, wie später dargelegt ist, Bau und Unterhalt der Korrektur. Zwischengerade sind bei der Linienführung nicht erwünscht, aber zulässig, wenn der Flußschlauch an sich gestreckt verläuft und die Anordnung von Krümmungen erhebliche Massenbewegungen oder eine fühlbare Verlängerung des Flußlaufes verursachen würde.

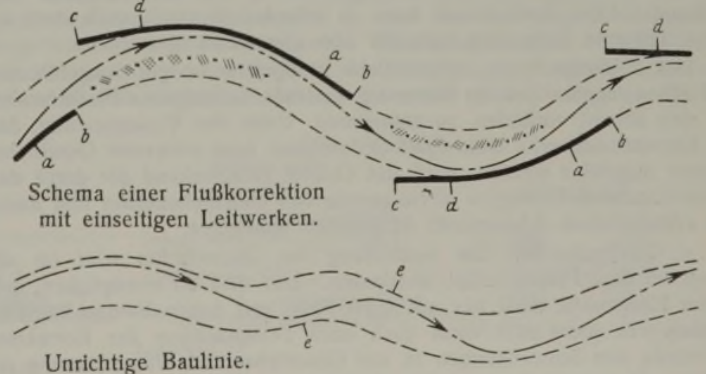


Abb. 1.

(Nach Mayr, Die Korrektur der geschiebeführenden Gebirgsflüsse.)

Längere Krümmungen sind mit flußabwärts abnehmenden Halbmessern, am einfachsten also als Korbhogen auszubilden. Diese Anordnung verbürgt erfahrungsgemäß ein längeres Liegenbleiben des Strom-



strichs am einbuchtenden Ufer und damit eine bessere Führung des Flusses. Die zulässigen Bogenlängen und -Halbmesser sind nach gut ausgebildeten Strecken im unkorrigierten oder bereits ausgebauten Flusse auszuwählen. In zu langen Krümmungen und bei zu großem Krümmungshalbmesser springt der Stromstrich von der Baulinie ab. Nach zu kurzen Krümmungen wechselt der Stromstrich erst zu spät das Ufer (Abb. 1, Figur 2). Dies führt zu schlechten Uferanfällen in den folgenden Flußstrecken. In Bogen mit zu kleinem Halbmesser schießen höhere Wasserstände über die Baulinie und unterkolken und zerstören die Ufersicherungsbauten von rückwärts.

Da die Flußlage sich im Laufe der meist längere Zeit beanspruchenden Durchführung der Korrektionsmaßnahmen vielfach ändert, kann auch die endgiltige Linienführung alljährlich erst nach Ablauf der Sommerhochwässer und nur für den Bauabschnitt des kommenden Jahres festgelegt werden.

β) Längsschnitt. Die Korrektion wird gewöhnlich das bestehende Flußgefälle zu erhalten suchen. Befindet sich aber eine Flußstrecke in starker Aufhöhung, so muß allenfalls die dann erforderliche beträchtliche Erhöhung der Räumungskraft durch Streckung der Linienführung und damit Vergrößerung des Flußgefälles herbeigeführt werden. Doch ist

und unterhalb von Geraden, endlich in den Einleitungsstrecken am Korrektionsbeginne, überall da also, wo das Liegenbleiben des Stromstrichs an einer Baulinie nicht gewährleistet ist, wird beiderseitiger Ausbau der Ufer erforderlich werden.

Für diese Strecken und für die Festsetzung der Höhe aller Sicherungsbauten ist nun aber die Festsetzung bestimmter Querschnittsabmessungen nicht zu entbehren. Weyrauch bringt hierfür in seinem Buche „Hydraulisches Rechnen“, 5. Auflage 1921, unter § 12 verschiedene Rechnungsarten. Ein einfacher, in der Praxis vielfach üblicher und bewährter Berechnungsgang ist der nachfolgende:

Zunächst wird die Wassermenge bestimmt, für die der Querschnitt auszubauen ist. Sie ist abhängig von dem Umfange der Verwilderung des Flusses und muß um so größer gewählt werden, je mehr dessen Räumungskraft verstärkt werden soll. Doch ist auch hierin wieder Maß zu halten, da nach Baudurchführung wohl eine dauernde oder vorübergehende Erhöhung der Bauten und damit der Ausbauwassermenge ohne Schwierigkeit möglich ist, weniger aber die Tieferlegung der Baukrone.

Sodann ist für jeden durch Messung festgelegten Flußquerschnitt Schleppkraft und Wassermenge bei bordvollem Profil zu ermitteln und

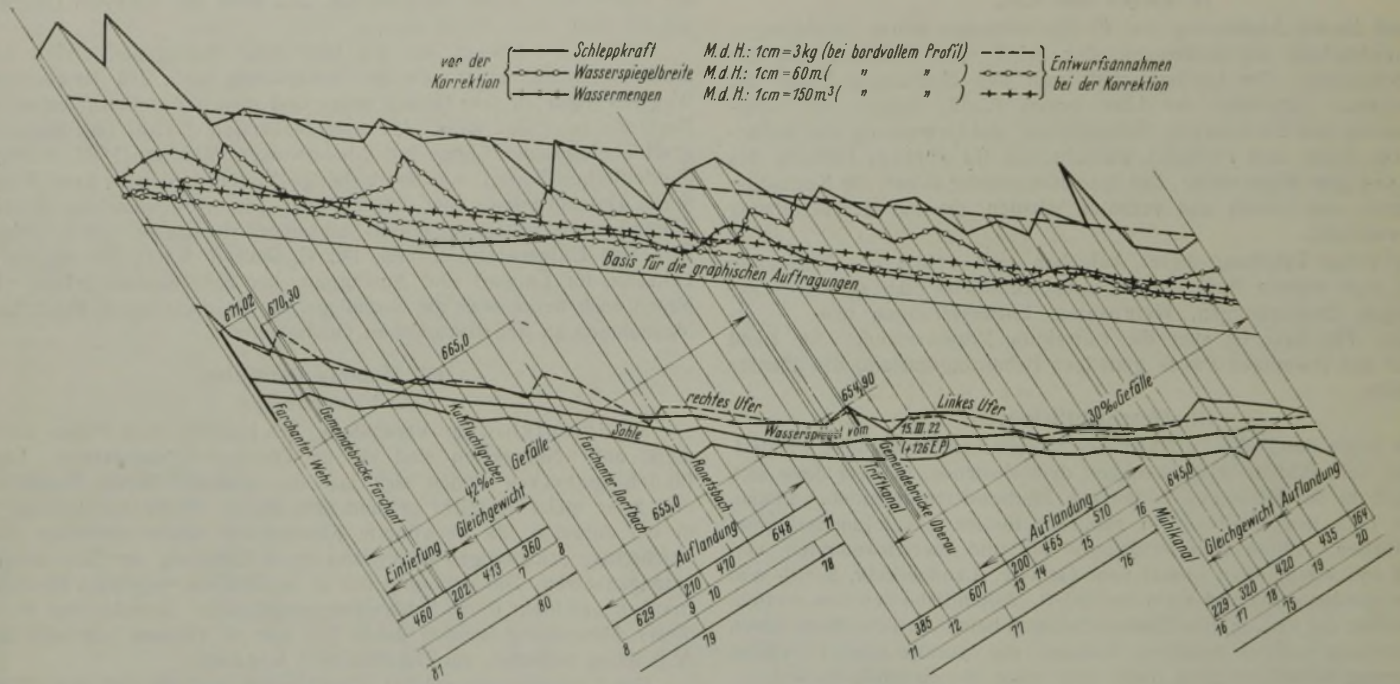


Abb. 2. Höhenplan. M. 1 : 60 000 / 1 : 300.

hierbei größte Vorsicht geboten. Die einmal gewählte Linienführung kann während des Baues oder gar nach seiner Fertigstellung kaum mehr geändert werden. Ist nun durch verstärktes Gefälle die Räumungskraft auch nur um ein Geringes zu groß geworden, so gräbt sich der Fluß ein. Hierdurch aber wird das Wasser noch mehr zusammengespannt und damit dessen Schleppkraft erneut vergrößert. Der Sohlendurchschlag verstärkt sich daher von Jahr zu Jahr immer mehr.

Es ist daher in jedem Falle sorglich zu untersuchen, ob die erforderliche Erhöhung des Schleppkraftwertes nicht schon durch die Wahl eines entsprechenden Flußquerschnitts, insbesondere durch dauernde oder vorübergehende Erhöhung der Ufersicherungsbauten erzielt werden kann. Die Wirkung solcher Maßnahmen kann ja erforderlichenfalls auch noch zu einem späteren Zeitpunkte verstärkt oder abgeschwächt werden.

Das zulässige bzw. erforderliche Flußgefälle ist gut ausgebildeten und schon längere Zeit im Beharrungszustande befindlichen Flußstrecken, die sich überall vorfinden, zu entnehmen. Unter der Voraussetzung, daß der Korrektionsstrecke nicht durch Seitenflüsse neue schwerere Geschiebmassen zugeführt werden, wird das Gefälle entsprechend der durch den Geschiebeabtrieb bedingten Verringerung des Geschiebekornes und damit der erforderlichen Schleppkraft flußabwärts abnehmen.

γ) Querschnitt. Die Ausbildung des Querschnitts wird im allgemeinen dem Flusse selbst überlassen. Um dies zu ermöglichen, soll er der Hauptsache nach nur auf einer Seite mit festen Bauten begrenzt werden. Er kann sich dann auch nach Fertigstellung der Korrektion selbsttätig den Schwankungen in der Geschiebe- und Wasserführung anpassen. Diesen einseitigen Ausbau des Querschnitts gestattet die unter Abschnitt α) geforderte Führung des Flusses in geeigneten Krümmungen. In diesen nähert sich die Querschnittsform einem Dreieck mit der Spitze am einbuchtenden Ufer. Die Sicherung des ausbiegenden Ufers, das dann sehr flache Böschungen hat, kann daher im allgemeinen unterbleiben. Nur in den Flußstrecken, in denen die Krümmungsrichtung wechselt, in

in einem Höhenplan des Flusses einzutragen (Abb. 2). Die Errechnung der Schleppkraft geschieht mittels Hilfslinien unter Benutzung der Formel  $S = 1000 t J \text{ kgm}^2$ , worin  $t$  die Wassertiefe und  $J$  das Wasserspiegelgefälle für die Längeneinheit bedeutet. Die Wassermengen werden unter der Annahme gleichförmiger Bewegung mit der Kutterschen oder Bazinschen Formel ermittelt, wobei der Rauigkeitsbeiwert aus Wassermessungen bestimmt werden kann. Endlich ist noch im Höhenplan der derzeitige Flußzustand — Gleichgewichts-, Auflandungs- oder Eintiefungsstrecke — zu kennzeichnen. Der so behandelte Plan gibt dann ein anschauliches Bild vom Spiel der Kräfte im Flusse und von deren Wirkung und gestattet so gute Schlüsse auf die der Querschnittsberechnung der Korrektionsstrecke zu Grunde zu legenden Werte.

Nunmehr ist die Flußstrecke in Abschnitte mit angenähert gleichbleibendem Gefälle zu unterteilen. Für jeden Abschnitt wird sodann aus den in ihm liegenden Gleichgewichtsstrecken die derzeitige Schleppkraft für die künftige Ausbauwassermenge aus den graphischen Auftragungen des Höhenplans entnommen. Mit diesem oder einem etwas höheren Schleppkraftwert, der die erfahrungsgemäß nach Durchführung der Korrektion eintretende Geschiebekornvergrößerung berücksichtigt, wird zunächst wieder mit der Formel  $S = 1000 t J \text{ kgm}^2$  die Wassertiefe des Korrektionsquerschnittes und damit dessen Bauhöhe bestimmt. Sodann folgt die Errechnung der Querschnittsbreite unter der Annahme eines trapezförmigen Querschnitts mittels der Formel für gleichförmige Wasserbewegung.

### B. Durchführung.

a) Baustoffe, Bauformen und Baumittel. Die heutige Bauweise stützt sich auf die gleichen Baustoffe wie die frühere. Auch die Art der Verwendung und des Einbaues hat sich nicht geändert. Auf ihre Beschreibung und Darstellung soll daher verzichtet werden.

Die Baumittel weichen von denen der früheren Bauweise hauptsächlich in der Form und in der Art und Häufigkeit ihrer Anwendung ab. Heute



werden vorzugsweise Längsbauten als Uferdeckwerke, Leitwerke und Gehänge hergestellt. Querbauten — Bühnen und Traversen — kommen nur noch in Sonderfällen zur Ausführung. Durchstiche und Pflanzungen vervollständigen die Zahl der gebräuchlichen Baumittel.

a) Längsbauten.

Abb. 3 zeigt Regelformen von Längsbauten. Diese gliedern sich in einen festen Körper und einen beweglichen Vorbau, den Steinwurf. Der letztere soll bei wachsender Wassertiefe der Unterkolkung des festen Baukörpers vorbeugen und die Ausbildung einer zweckentsprechenden Böschung vor diesem auf das Eintiefungsmaß des Flusses sicherstellen. Zur Erfüllung dieses Zweckes ist er daher bei Leitwerken auf Kiesbänken, Auen oder durch seichtes Wasser unter Berücksichtigung des Abbruchwinkels der anstoßenden Bodenart — bei Kiessand etwa  $45^\circ$ , bei bindigeren Bodenarten steigend bis zu  $90^\circ$  (Abb. 3, Fig. 2b) — so weit vor den festen Baufuß zu legen, daß das Vorland nicht zu weit einbricht. Selbstverständlich erfordert aber die Erzielung der angestrebten Böschungsbildung neben der zweckmäßigen erstmaligen Anlage der Längsbauten auch die sorgsame Überwachung und das rechtzeitige Nachschieben des Steinvorfußes solange, bis die Korrektur des Beharrungszustand erreicht hat.

Als Baustoff wird für den Steinvorfuß in erster Linie wetterfester, harter Naturstein verwendet. Nur da, wo dessen Beschaffung unwirtschaftlich ist, können an seine Stelle Betonsteine treten, die in Platten hergestellt und nach Erhärtung in unregelmäßige Stücke gespalten werden. Auf der Wasserseite des Steinvorfußes werden in geschlossener Reihe besonders große Steine oder sogenannte Betonvorreiter — Betonplatten von annähernd quadratischer Form, — verlegt, die den dahinterliegenden Steinvorrat vor einzelntem Abrollen in den Fluß und Abtreiben durch Hochwasser schützen sollen. Bei Vorbau im tiefen und stark anfallenden Wasser kann zur Erzielung eines raschen Schutzes des festen Baukörpers auch die Vorlage eines Faschinen- oder Drahtsenkstückes erforderlich werden. Da diese Bauformen aber meist keinen langen Bestand haben, ist ihr späterer Ersatz durch große Steine oder Betonvorreiter im Auge zu behalten.

Die Menge der Vorratsteine bemißt sich nach der Länge der zu schützenden Böschung. Sie müssen diese von der Sohle bis etwa zum Mittelwasserspiegel bedecken, da sich erst oberhalb dieser Linie ein die Wasserangriffe verhütender Pflanzenwuchs bilden kann. Darüber hinaus wird zweckmäßig die Baukrone selbst, soweit sie unter dem Hochwasserspiegel liegt, noch mit einem Steinvorrat abgedeckt. Dieser verhütet das Ausspülen und Abschwemmen des festen Baukörpers, bis er zu Bestand gelangt ist. Außerdem verstärkt diese Bauüberhöhung noch die Wirkung der Korrekturmaßnahmen durch vorübergehendes Zusammenspannen des Wassers. Später kann der Steinaufbau allenfalls wegfallen, bei Bedarf aber noch erhöht werden.

Die Menge der Vorratsteine bemißt sich nach der Länge der zu schützenden Böschung. Sie müssen diese von der Sohle bis etwa zum Mittelwasserspiegel bedecken, da sich erst oberhalb dieser Linie ein die Wasserangriffe verhütender Pflanzenwuchs bilden kann. Darüber hinaus wird zweckmäßig die Baukrone selbst, soweit sie unter dem Hochwasserspiegel liegt, noch mit einem Steinvorrat abgedeckt. Dieser verhütet das Ausspülen und Abschwemmen des festen Baukörpers, bis er zu Bestand gelangt ist. Außerdem verstärkt diese Bauüberhöhung noch die Wirkung der Korrekturmaßnahmen durch vorübergehendes Zusammenspannen des Wassers. Später kann der Steinaufbau allenfalls wegfallen, bei Bedarf aber noch erhöht werden.

Die Steingröße schwankt für die verschiedenen Flüsse je nach deren Schleppkraft bei den Vorreitern von  $\frac{1}{3}$  bis  $1 \text{ m}^3$ , bei den Vorratsteinen von  $\frac{1}{10}$  bis  $\frac{1}{5} \text{ m}^3$ . Der feste Baukörper wird unter Wasser aus Faschinen-Senkklagen, Senkfascinen- oder Drahtwalzen gebildet. Über Wasser erhält er meist einen Kieskern, der auf der Wasserseite durch Berauhwehung, auf der stärker beanspruchten Überfallseite durch Packfaschinen-

lagen eingerahmt ist. Bei besonders starkem Wasseranfall kann der ganze Körper aus Faschinen hergestellt werden. Auszubauende Uferböschungen sind von Nieder- bis etwa Jahreshochwasserspiegel mit Berauhwehung, darüber mit Rasen oder guter Erde abzudecken.

Die Längsbauten erhalten auf der Wasserseite einen zweimaligen Anlauf, der in Strecken, in denen schlechte Wasseranfälle zu erwarten sind oder der Stromstrich hart am Ufer liegt, also beispielsweise in den oberen Hälften der Krümmungen zweckmäßig bis zur dreimaligen Neigung abzuflachen ist. Hierdurch wird die Wassertiefe am Baufuß und damit dessen Gefährdung erheblich verringert und die spätere Unterhaltung der Korrektur vereinfacht. Die rückwärtige Böschung kann bei Bauten, deren Krone in Höhe des Niederwasserspiegels liegt, steil gehalten werden. (Abb. 3, Fig. 2c, 1. Ausbau). Soweit sie darüber ansteigt, aber unter Hochwasserspiegel bleibt, muß auch dieser Böschung zur Hintanhaltung tiefer, durch Wasserüberfall am Baufuß entstehender Kolke etwa dreimaligen Anlauf erhalten.

Die übliche Ausführungsart der Gehänge gibt Abb. 4 wieder. Bei kleineren Flüssen können die eingehängten Faschinen auch wegbleiben.

$\beta$ ) Querbauten. Eine Regelform der Querbauten zeigt ebenfalls Abb. 4. Die Traversen — Anschlüsse der Längsbauten an das gewachsene Ufer — werden meist durchweg aus Faschinen erstellt. Ihre Krone erhält vielfach zur Verhütung des Ausspülens durch überfallendes Wasser Abdeckung durch Steine oder Betonplatten. Eine weitere Versteinung des Bauwerks ist nicht erforderlich. Die oberstromige Böschung kann steil gehalten werden, die unterstromige aber muß zur Abhaltung schädlicher Kolke vom Baufuß flach ausgebildet sein. Die Krone der Traverse liegt am Leitwerk in dessen Höhe und steigt gegen das gewachsene Ufer mählich an, so daß die Traversenwurzel erst überströmt wird, wenn sie auch unterstrom bereits in tiefem Wasserpolster steht, Kolk Schäden daher nicht mehr zu befürchten sind. Die Bauwurzel darf im übrigen keinesfalls höher liegen als das gewachsene Ufer und muß gut in dieses einbinden.

Bühnen sind in der Form und Bauweise den Traversen ähnlich. Doch bedürfen sie auch oberstrom und besonders an der Stromseite des Kopfes einer flachen Böschungsbildung. Außerdem muß der Bühnenkopf reichlich durch Drahtsenkstücker oder Senkfascinen und dahinter liegenden kräftigen Steinwurf gesichert werden, da er starken Wasserangriffen widerstehen und große Wassertiefen abhalten muß. Gewöhnlich werden die Bühnen in einem Winkel von  $60^\circ$  stromaufwärts gerichtet, da hierdurch die Verlandung zwischen den Bühnen besonders gefördert, insbesondere aber der Schutz des gewachsenen Ufers an der Bühnenwurzel gegen Unterkolkung durch überfallendes Wasser sichergestellt werden soll. Die je nach Stromstärke 2 bis 4 m breite Oberfläche der Bühne soll wie die Traverse vom Kopf gegen die Wurzel allmählich ansteigen und auf ihre ganze Länge so hoch liegen, daß sie auswachsen kann. Sie wird außerdem mit schweren Steinen oder Betonplatten abgedeckt.

$\gamma$ ) Durchstiche. Die Zahl der Durchstiche ist bei der neuzeitlichen Korrektur, die sich ja möglichst der jeweiligen Flußlage anpassen soll, an sich klein. Doch wird ihre Ausbildung nunmehr in erheblich geringerem Maße dem Wasser überlassen, wie bei der früheren Bauweise. Diese sah an Stelle der Durchstiche nur schmale Gräben vor, in die das Wasser durch Aufstau hineingepreßt wurde. Die Ausweitung und Austiefung dieser Gräben durch den Fluß hatte aber dessen Überlastung mit Geschiebe zur Folge und führte vielfach zu unerfreulichen Verhältnissen in und unterhalb der Korrektionsstrecke.

Heute müssen die Durchstiche auch an ihrer schmalsten Stelle so breit und insbesondere so tief angelegt werden, daß sie ohne Aufstau mindestens das gesamte Niederwasser aufnehmen können. Um eine gute Wassereinführung zu erzielen, lehnt sich der Durchsticheinlauf an die hohle Baulinie (Abb. 5). Er ist besonders breit anzulegen, um ein zu starkes Anpressen des Stromstrichs an den Bau und dadurch übergroße Wassertiefen vor ihm hintanzuhalten. Stromabwärts rückt der Durchstich dann zweckmäßig von der Baulinie ab. Er darf auch allmählich schmaler werden, da das eingeleitete Wasser schon für Verbreiterung der Rinne

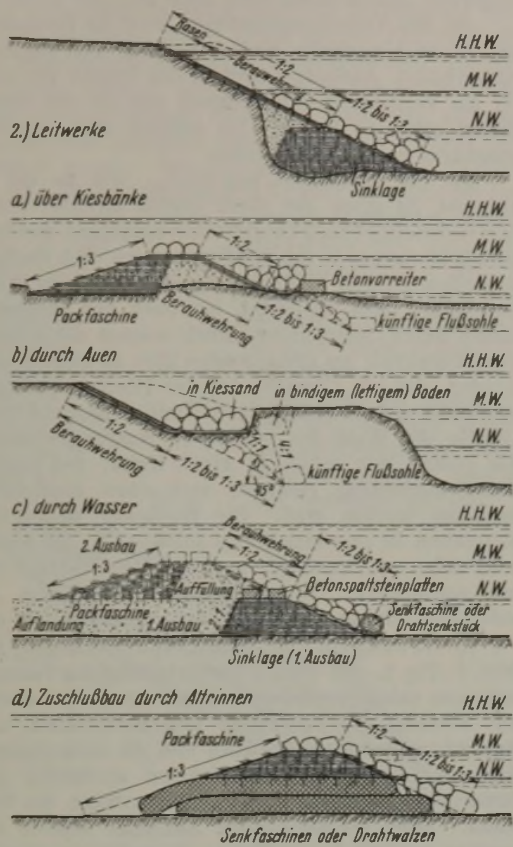


Abb. 3. Bauformen.

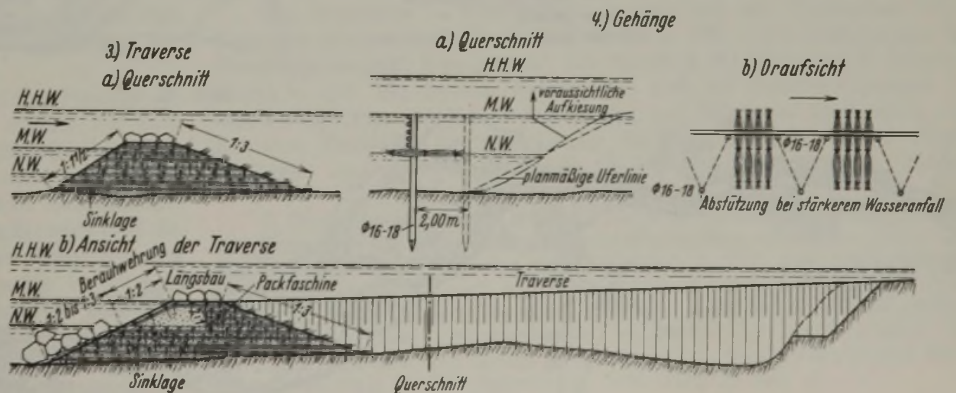


Abb. 4. Bauformen.



gegen die einbuchtende Baulinie zu sorgt. Auch finden die auf dieser Seite abbrechenden Bodenmassen Aufnahme in der unterhalb anschließenden Altrinne, deren Verlandung sie beschleunigen. Die Durchstichböschungen müssen insbesondere auf dem ausbiegenden Ufer möglichst senkrecht gehalten werden, um dem Wasser ihren Abbau zu erleichtern.

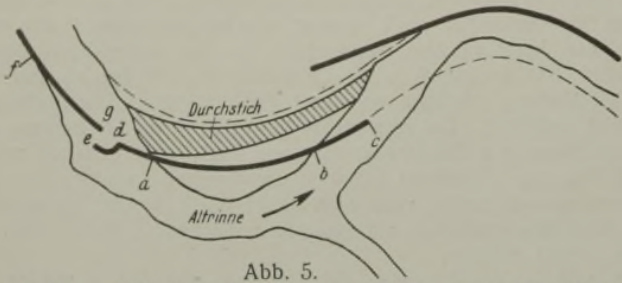


Abb. 5.  
(Nach Mayr, Die Korrektion geschiebeführender Gebirgsflüsse.)

δ) Pflanzungen. Die Pflanzungen sollen die Wassergeschwindigkeit längs der Ufersicherungen abbremsen, durch Verwurzelung die Widerstandskraft der Bauten gegen Wasserangriffe erhöhen und die Auflandung der Altrinnen beschleunigen. Verwendet werden neben Rasenboden und den verschiedensten Gräsern insbesondere alle Weiden- und Pappelsorten zu Buschpflanzungen und Erlen und Eschen vorzüglich für hochstämmige Aufforstungen.

Die wichtigste Pflanzungsart, die Buschpflanzung, geschieht auf den Leit- und Uferdeckwerken als Faschinenpacklage, Berauhwehung und durch Stecklinge, in den Altrinnen ebenfalls durch Stecklinge, durch Schuppen und Flechtzäune. Über die Gewinnung geeigneter Pflanzhölzer, die zweckmäßigste Zeit und Art ihres Einbaues, die Unterhaltung der Pflanzungen usw. finden sich eingehende Beschreibungen fast in allen Handbüchern. Es soll daher hier auf diese Fragen nicht näher eingegangen werden.

**B. Bauart.**

α) Bleibende Längsbauten. Die Regelbauart einer neuzeitlichen Korrektion gibt Abb. 1, Fig. 1 wieder. Bei der Bemessung der Länge der bleibenden Ufersicherungsbauten ist hier angenommen, daß sich der am einbuchtenden Ufer liegende Stromstrich vom Krümmungswendepunkte an in der Tangente fortbewegt und daher die äußere Baulinie der unterhalb anschließenden Gegenkrümmung erst in einiger Entfernung vom Wendepunkte trifft. Derartig gestreckte Flußübergänge bilden sich aber nur in Gewässern mit mäßigem Geschiebegang und kleinem Geschiebekorn, somit bei geringem Flußgefälle aus. Das Schema gibt also gewissermaßen die untere Grenze der Baulängen an, die nur für Flüsse ausreichend ist, die etwa unter  $1\frac{1}{2}/_{00}$  Gefälle haben.

Wird das Gefälle stärker und damit Geschiebemenge und Geschiebekorn größer, so werden die Flußübergänge jächer. Auch vermindert sich dann die Gewähr dafür, daß der Stromstrich selbst unter ungünstigen Verhältnissen — Kiesschoppungen, Einkiesen von Wurzelstöcken usw. — bis zum Krümmungswendepunkt an der hohlen Baulinie liegen bleibt. Diesen Umständen muß durch die Verlängerung der festen Längsbauten allenfalls sogar in die Baulinie des ausbiegenden Ufers hinein, Rechnung

getragen werden. Abb. 6 u. 7 geben Beispiele der dann erforderlich werdenden Bauart. Die erstere zeigt einen Ausschnitt aus einer Lechkorrektion unterhalb Landsberg a. L., letztere stellt Teile der Loischkorrektion zwischen Garmisch und Oberau dar. Der Lech hat in der fraglichen Korrektionsstrecke etwa  $2\frac{1}{2}/_{00}$ , die Loisach  $3\frac{1}{2}/_{00}$  Gefälle.

An den Krümmungsanfängen wird die Baulinie etwas zurückgezogen, um deren Umgehung und Aufrollung bei ungünstigen Flußübergängen zu verhüten. Außerdem sind in den Bauten die erforderlichen Öffnungen für die Verlandung der Altrinnen und für den Rückfluß des Wassers aus diesen offen zu halten. Sie können nach Abschluß des Verlandungsvorganges geschlossen werden.

Mit der Gefällgröße von  $3\frac{1}{2}/_{00}$ , wie sie die Korrektion der Abb. 7 aufweist, ist schon die obere Grenze erreicht, bei der Flüsse noch nach den vorbeschriebenen Grundsätzen ausgebaut werden sollten. Die Wasseranfälle bleiben ja in solchen Flüssen auch nach Fertigstellung der Korrektion besonders an den Flußübergängen infolge der großen Mengen schweren Geschiebes recht ungünstig, bedrohen den Bestand der Bauten und verteuern deren Unterhaltung. Auch müssen die Krümmungshalbmesser, um den Stromstrich am einbiegenden Ufer zu halten, vielfach so klein gewählt werden, daß ein Überschießen des Hochwassers über die Bauten hinweg sich nicht mehr verhüten läßt. Endlich ist bei Flüssen mit derart starkem Gefälle die Wahl des geeigneten Ausbauquerschnitts äußerst schwierig. Sie gelingt nur selten in einer Weise, daß nicht doch unerwünschter Sohldurchschlag entsteht, dem dann durch Sohlfestlegungsbauten begegnet werden muß. Die Einfügung solcher Bauten in die fertige Korrektion ist aber meist recht kostspielig. Der Ausbau solcher Wildwasser wird daher zweckmäßiger nach den Grundsätzen der Wildbachverbauung mit gestreckterer Linienführung, beiderseitigem Ausbau der Ufer und sofortigem Einbau von Sohlfestlegungsschwellen durchgeführt werden.

β) Gehänge. Die Bauart von Gehängen zeigt das Schema der Abb. 1, Fig. 1. Sie dienen der Sicherung des ausbuchtenden Ufers, soweit sich eine solche vorübergehend als erforderlich erweisen sollte, verstärken die Wirkung der Korrektion und unterstützen und beschleunigen die Ausbildung des Flußschlauches und die Auflandung von Hinterrinnen und Altwässern. Die Gehänge müssen annähernd gleichlaufend mit dem Stromstrich hergestellt werden. Queranfällen des Wassers halten sie nicht stand. Stark wasserführende Altrinnen können daher nicht durch sie sondern nur mit festen Bauten abgeschlossen werden.

Die in Abb. 1, Fig. 1, gewählte Anordnung der Gehänge schnürt den Fluß bis auf  $\frac{2}{3}$  seiner rechnergemäßen Breite zusammen. Ein derartig weitgehender Eingriff ist aber nur bei Flüssen mit verhältnismäßig geringem Gefälle und schwachem Geschiebe erträglich. Mit zunehmender Schleppkraft wird zweckmäßig eine so starke Zusammenspannung des Wassers vermieden werden, da andernfalls am unteren Ende des Gehänges das größere Geschiebe infolge des starken Schleppkraftabfalls im Stromstrich liegen bleibt und der Fluß dann auseinanderfällt. Das Gehänge muß aber jedenfalls immer vor den plangemäßen Böschungsfuß zu stehen kommen, wenn es eine Wirkung auf die Ausbildung des Flußschlauches ausüben soll. Im übrigen kann es nach Erzielung der gewünschten Wirkungen entfernt werden.

γ) Querbauten. Die bisher gezeigten Beispiele von Flußkorrektionen sind nur aus Längsbauten gebildet, ein Zeichen dafür, wie wenig der Querbau als Baumittel noch Verwendung findet. Insbesondere die Buhnen,

die früher in ausgedehntem Maße statt der Leitwerke angeordnet wurden, kommen als endgültige Bauwerke heute kaum mehr zur Ausführung. Sie verbürgen nicht die gleichmäßige Führung des Stromstriches wie die Leitwerke und bleiben daher stets stärkeren Wasserangriffen ausgesetzt als diese. Immerhin können sie als vorläufige Bauwerke beispielsweise da Verwendung finden, wo die Baulinie in der Nähe von Steilhängen durch tiefes Wasser führt. Es mag in diesem Falle wirtschaftlicher sein, zunächst durch

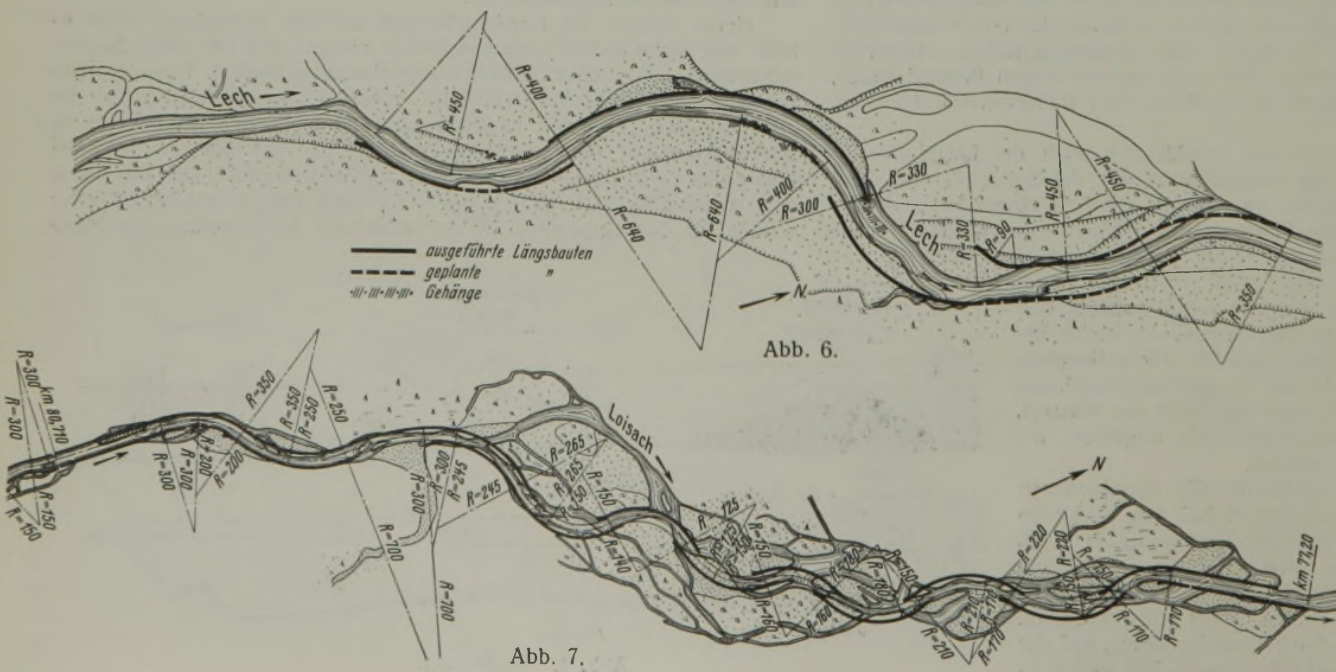


Abb. 6.

Abb. 7.



Einbau kurzer Bühnen den Stromstrich und damit die große Wassertiefe vom Steilhang wegzudrücken und das endgültige Leitwerk erst nach Verlandung der Bühnenfelder auszuführen.

Dagegen findet die zweite Art der Querbauten, die Traverse, auch heute noch in vielen Fällen Anwendung. Ihr Einbau ist vor allem in den Korrektionsstrecken notwendig, in denen auch das ausbiegende Ufer durch ein Leitwerk gesichert werden muß. Einen solchen Fall zeigt die Abb. 8. Sie stellt den Einleitungstrichter einer Korrektion dar. Da hier dem Flusse noch die Führung mangelt, fällt er stark an das ausbuchtende Leitwerk und hat dieses bei Hochwasser wiederholt überlaufen und zerstört, bis die ihn anziehenden Altrinnen durch Traversen verbaut und der Auflandung zugeführt waren. Die Verlandungsöffnungen in den Längsbauten werden in solchen Strecken zweckmäßig kurz unterhalb der Traversen angeordnet.

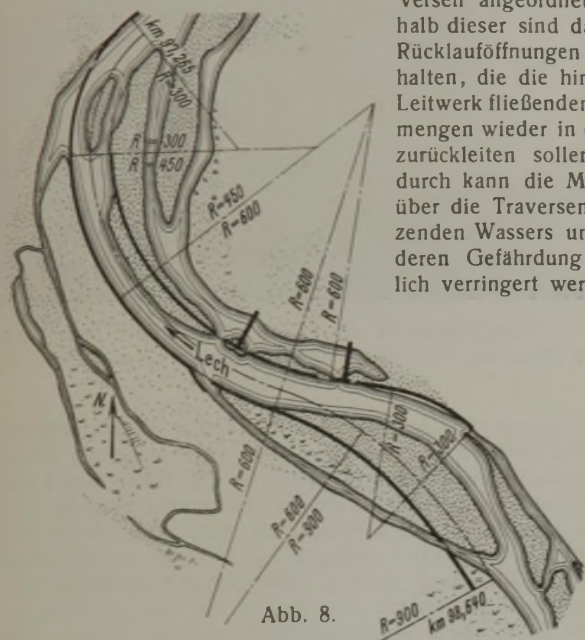


Abb. 8.

d) Durchstiche. Durchstiche sind überall dort vorzusehen, wo die Flußbreite durch die Baulinie auf weniger als die Hälfte des errechneten Querschnittes zusammengeschnürt wird. Sparsamkeit in der Herstellung von Durchstichen rächt sich durch übergroße Wassertiefe am Leitwerk und unwirtschaftlichen Steinverbrauch zu dessen Sicherung. Die Ausführung der Korrektionsbauten im Bereiche von Durchstichen muß folgende Reihenfolge einhalten (Abb. 5):

1. Aushub des Durchstichs und gleichzeitige Herstellung des Leitwerks a—b,
2. Vorbau des Leitwerks (Schöpfkopf) a—d—e von unten nach oben,
3. gleichzeitige Herstellung der Leitwerke f—g (Zuschlußbau) und b—c.

Schöpfkopf und Zuschlußbau müssen aneinander in einem Abstände vorbeigeführt werden, der je nach Größe des Flusses 5 bis 50 m beträgt.

Diese Bauweise verbilligt das Vortreiben des Zuschlußbaues, da die größte Wassertiefe nicht in dessen Vorbaurichtung, sondern hinter ihm entsteht. Auch beschleunigt und erhöht sie durch diese Verringerung der Kolk-tiefen in der Leitwerklinie die Wirksamkeit der auf die Einweisung des Wassers in den Durchstich hinzielenden Maßnahmen, ohne die Auflandung des Altwassers zu verlangsamen. Selbstverständlich müssen die wasserseitigen Enden des Zuschlußbaues und Schöpfkopfes gut gesichert werden. Da aber die Wasserangriffe mit der zunehmenden Ausbildung des Durchstiches stetig abnehmen, kann mit der Ausbesserung und Aufhöhung der infolge von Unterkolkung nachsackenden Bauköpfe Maß gehalten werden.

V. Würdigung.

Mehr als zwei Jahrzehnte sind nunmehr seit der Einführung der neuen Bauweise verstrichen. Zahlreiche Korrektionen sind nach ihren Grundsätzen ausgeführt worden. Sie erzielten, wenn auch vielleicht langsamer als die Maßnahmen der früheren Bauweise, so doch mindestens gleich sicher wie diese, in vollem Umfange die erstrebten Wirkungen. Dagegen vermeiden sie fast durchweg die Nachteile der älteren gewalt-samen Eingriffe, deren nachteilige Folgen noch heute in großem Umfange behoben werden müssen. Hierzu tritt als weiterer Vorteil der neuzeitlichen Korrektionen deren billigere Herstellung und Unterhaltung und die Möglichkeit, den Baufortgang völlig den Bedürfnissen der Beteiligten und den zur Verfügung stehenden Geldmitteln anzupassen, während die üblen Begleiterscheinungen der früheren Maßnahmen vielfach zu einem raschen Weiterarbeiten zwangen.

Selbstverständlich weist auch die neue Bauweise Fehlschläge auf. So mußten in manchen Fällen nachträglich beide Ufer mit festen Leitwerken gesichert werden. Auch wird wohl da und dort die an sich erstrebte Flußeintiefung noch über das erträgliche Maß hinaus fortschreiten und nur durch Sohlenfestlegungsbauten zum Abschluß gebracht werden können. Endlich ist auch an manchen Stellen mit der Notwendigkeit einer Flußbräunung zu rechnen. Stets aber werden sich solche Nacharbeiten im Gegensatz zu früher auf ein erträgliches Maß beschränken. Das Wesentliche ist aber, daß diese Mißerfolge nicht der Bauweise, sondern wohl in allen Fällen dessen unzureichender Anwendung zuzuschreiben sind. Sei es, daß der Ausbauquerschnitt zu knapp oder zu breit bemessen wurde, die Korrektionskrümmungen nicht richtig gewählt sind, die Baulängen und Baustärken zu sparsam hergestellt waren oder aber die Bauweise an Flüssen zur Anwendung kam, für die sie sich nach den dargelegten Grundsätzen nicht eignete. Die entstandenen Schäden sind demnach nur als Kinderkrankheiten der neuen Bauweise zu werten. Ihre Häufigkeit muß sich mit zunehmender Erfahrung verringern.

Völlig verschwinden werden solche Fehlschläge allerdings auch in Zukunft nicht. Die neuzeitliche Korrektion läßt sich ja nicht nach einem festen Schema erstellen, das für jeden Fluß, gemessen etwa an dessen Jahresmittelwasser- oder Katastrophenhochwassermenge, bestimmte Größen für Querschnitt, Krümmungen, Gefälle, Schleppkraft usw. nachweist. Diese Werte sind abhängig von mancherlei Umständen, wie dem geologischen Aufbau, der geographischen Gliederung und der Höhenlage des Flußgebietes, der Größe und Art des Niederschlages in diesem usw. Die richtige Auswahl der Korrektionsgrundlagen vermag daher nur lang-dauernde Beobachtung des Flusses und liebevolles Ergründen von dessen Eigentümlichkeiten zu verbürgen, eine Aufgabe, die selbstverständlich durch gut übermittelte Tradition erleichtert und abgekürzt werden kann.

Die Böschungs-rutschungen im Rosengartener Einschnitt der Eisenbahnlinie Berlin—Frankfurt (Oder).

Alle Rechte vorbehalten.

Von Reichsbahnoberrat Gutstadt, Mitglied der Reichsbahndirektion Osten in Frankfurt (Oder).

In dem gleichnamigen Aufsatz des Verfassers in der „Bautechnik“ 1927, Heft 15 und 17, der die Vorgeschichte und die Untersuchung der Rutschungen enthält, ist am Schluß gesagt, daß die technischen und geologischen Forschungen noch weitergehen, und daß die Lehren, die aus dem Erdbeben bei Rosengarten zu ziehen sind, späterer Bericht-erstattung vorbehalten bleiben. Ende 1928 sind nunmehr die Bauarbeiten in Rosengarten beendet worden. Es ist daher jetzt möglich, ein abschließendes Urteil zu geben.

In dem Aufsatz 1927 ist bereits auf die Mitarbeit der Preußischen Geologischen Landesanstalt hingewiesen, die sich seit Beginn der Bauarbeiten an den Untersuchungen beteiligte und wiederholt Gutachten erstattete. Auch nach dem großen Erdbeben vom Dezember 1925 setzte sich die Reichsbahndirektion Osten mit der Geologischen Landesanstalt sofort in Verbindung, und schon am dritten Tage nach dem Ereignis fand die erste örtliche Besprechung statt, bei der das Vorgehen festgelegt und eine Niederschrift gefertigt wurde. Das ganze Gebiet sollte in weitest-gehender Weise abgebohrt und erforscht werden. Nachdem alle Vor-bereitungen getroffen, wurde acht Tage später eine örtliche Bauleitung ein-gesetzt, der das Durchführen dieser Vereinbarungen übertragen wurde. Das geologische Auswerten der Bohrungen geschah in der Geologischen

Landesanstalt, die am 20. April 1926 ein umfassendes Gutachten<sup>1)</sup> er-stattete, das allen Erwägungen und Entwürfen der Reichsbahndirektion Osten zugrunde gelegt wurde. Diese wurden im Allgemeinen Baubureau der Reichsbahndirektion durchgeführt und sind in der „Bautechnik“ 1927, S. 252 beschrieben.

Das Gutachten — veröffentlicht im Jahrbuch der Preußischen Geo-logischen Landesanstalt für 1926, Heft 1, S. 559, „Die Rutschungen im Eisenbahneinschnitt Rosengarten“ von Herren R. Michael und W. Diene-mann — gab die frühere Ansicht auf, daß die Bodenbewegungen in einem Abgleiten von hangenden Sanden auf liegenden Tonmergeln auf der zum Einschnitt hin einfallenden Trennungsfläche zu sehen seien. Nachdem der vertiefte Einschnitt jahrelang gestanden hatte, konnte

<sup>1)</sup> Dieses grundlegende Gutachten war dem Verfasser des in Heft 8 bis 10 der Zeitschrift für Bauwesen 1928 veröffentlichten Aufsatzes „Über die Rutschungen in Rosengarten bei Frankfurt a. O.“ von Reichsbahnrat Backofen in Stettin nach eigener Aufzählung seiner Unterlagen in dem Aufsatz auf S. 200 nicht bekannt, wenn er auch auf S. 205/206 einige Sätze daraus ohne Literaturangabe entnimmt. Außerdem enthält die Arbeit fast nur das, was bereits veröffentlicht ist, vergl. Geologisches Jahr-buch 1926, Heft 1, „Die Bautechnik“, 1927, Heft 15 und 17.



nunmehr festgestellt werden, daß weder Gleitflächen noch in dem Erdkörper befindliches fließendes Wasser (Quellen oder Wasseradern) die Bewegungen veranlaßt habe. Die Rutschungen sind vielmehr auf die geologische Zusammensetzung des Erdkörpers, der aus Ton besteht, zurückzuführen. Die Tone selbst sind die Ursache der Rutschungen, und zwar infolge physikalischer Vorgänge in ihnen. Die Bewegungen an der Rutschstelle spielen sich also in den Tonen ab. Auf die Gefahr, die in den Tonen liegt und gerade ganz besonders in Rosengarten, hat als erster 1917 Prof. Pollack in Wien<sup>2)</sup> hingewiesen. Er führte aus (S. 448 Fußnote), daß erfahrungsgemäß in den Tonen selbst zufolge ihrer petrographischen und physikalischen Beschaffenheit auch bei flacheren Böschungen in früherer oder späterer Zeit, oft nach Jahrzehnten, immer wieder Bewegungen eintreten, z. B. am 70 Jahre alten Triebitzer Tunnelvorschchnitt. Auch sei die große Einschnittstiefe in Rosengarten, bis zum Teil über 30 m ohne Fußmauern, an und für sich nicht geeignet, Bewegungen und Ausweichungen an den tief liegenden Böschungsteilen bei einigermaßen Durchfeuchtung zu verhindern. Indem sich die Geologische Landesanstalt dieser Ansicht anschloß, erläuterte sie in ihrem Gutachten die Gefährlichkeit der Tone. In Rosengarten seien die alt-diluvialen Tone nicht nur ungünstig gelagert, sondern auch infolge ihrer starken Quellfähigkeit wenig standhaft. Weiter vermindern Niederschläge, Sonnenbestrahlung und Frost sehr stark die Standfestigkeit dieser Tone. Diese Gefahrenmomente seien dann durch das Vertiefen des Einschnittes ganz erheblich erhöht worden.

Zu demselben Ergebnis hinsichtlich der Tone als Ursache kamen auch die Gutachten der vier Sachverständigen, die, außerhalb der Reichsbahn stehend, zur Prüfung der Rosengartener Vorgänge herangezogen worden waren. Sie rieten zu einem Abflachen der Böschungen, wobei aber ein Gutachter auch hierbei noch Bedenken hatte und eine endgültige Sicherung nur in einem Tunnel sah. Übrigens sind die physikalischen Vorgänge in den Tonen schon seit alters her bekannt. Auf ihnen beruht die Ziegelei. Vielfach schüttet der Ziegler den Ton auf Halde, bis er verwittert ist. Er nennt dieses „Sommern“ und „Wintern“. Außerdem ordnet schon der Preußische Minister der öffentlichen Arbeiten in einem Erlaß vom 10. Februar 1920 über Bodenuntersuchungen<sup>3)</sup> ein stärkeres Abflachen bei Tonen wegen der geringeren Standfestigkeit an und verlangt besondere Aufsicht bei den Bohrarbeiten. Dabei weist er auf die Wichtigkeit des Zusammenarbeitens mit den Geologen hin und betont die Schwierigkeit der Bodenbezeichnung. Vor allem wurden von den Geologen und von den Ingenieuren die auf dem zu bearbeitenden Gebiete grundlegenden Werke<sup>4)</sup> benutzt und ausgewertet.

Da die Geologen sich also über die Ursachen der Rutschungen völlig klar geworden sind, konnten sie ihr Gutachten in den Satz zusammenfassen, der Einschnitt müsse in seiner jetzigen Form verlassen werden. Diese Folgerung stellte dem Ingenieur die ihm sonst nicht genehme Aufgabe, im Kampf gegen die Natur die Waffen zu strecken und vor ihr zurückzuweichen. All die in der „Bautechnik“ 1927, S. 252 erwähnten Bauausführungen konnten nur dazu dienen, die Auswirkungen der Rutschungen abzuschwächen. Hier kam es aber darauf an, die Ursachen der Rutschungen zu beseitigen. Diese Erkenntnis führte daher ohne weiteres zu der einfachsten und natürlichsten Abhilfe, nämlich dem Entfernen der gefährlichen Tone, d. h. dem Abflachen der Böschungen, entsprechend dem vorerwähnten Ministerialerlaß vom 10. 2. 20. Schwierig war hierbei nur die Entscheidung, welcher Böschungswinkel zu wählen sei. Der Leiter der Staatlichen Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau in Berlin, Prof. Krey, hatte zwar nach seinen im Einvernehmen mit der Reichsbahndirektion Osten durchgeführten Untersuchungen festgestellt<sup>5)</sup>, daß die Tone in Rosengarten gar nicht so besonders schlecht seien. Sie würden auch bei vollem natürlichen Wassergehalt noch in einer Böschung 1 : 4 bis 1 : 3 stehen, bei dem nicht vorhandenen geringen Wassergehalt aber noch erheblich steiler.

Wenn man aber die gewaltigen Kräfte gesehen hat, die der Erderschütterung vom Dezember 1925 in Rosengarten ausgelöst hat (Abb. 10),<sup>6)</sup> so erscheint es doch bedenklich, den Eisenbahnbetrieb durch Bauausführungen zu sichern, die nur auf statischem Wege ermittelt sind. Leider wird sich der natürliche Böschungswinkel des Tones einwandfrei weder durch Rechnung noch durch Versuche ergeben. Der Böschungswinkel ändert sich ständig je nach der physikalischen Beschaffenheit der Tone und wird im Laufe



Abb. 1. Bewegungen in den Tonen während der Bauarbeiten. In der Mitte ein verdrückter Entwässerungsgraben. Rechts und links oben Abrißflächen.

der Jahre immer flacher. Wie erwähnt, spricht Pollack von einem Einschnitt, der 70 Jahre gestanden hat. Auch in Rosengarten haben sich an der Rutschstelle vom Dezember 1925 fast 15 Jahre lang keinerlei Bewegungen oder irgendwelche Anzeichen bemerkbar gemacht, bis plötzlich innerhalb ganz kurzer Zeit der Erderschütterung eintrat. Das Prüfen der früheren Rutschstellen ergab keine Unterlagen für die Wahl des Böschungswinkels. Dieses ganze Gebiet war derartig verworren und zerklüftet (Abb. 6), daß von irgendeiner bestimmten Neigung, in die sich die Tone von selbst abgeflacht haben, nicht gesprochen werden kann. Jedoch ergaben Beobachtungen, daß eine Neigung 1 : 5 derart flach ist (Abb. 5), daß Bewegungen in den Tonen keinen Einfluß mehr auf die Standsicherheit der Böschungen ausüben können. Aus diesem Grunde wurde ein Böschungswinkel 1 : 5 gewählt, wobei ursprünglich der obere Teil der Böschungen nach den Vorschlägen von Krey 1 : 3 oder 1 : 4 angelegt werden sollte. Während der Bauausführung wurde aber diese Absicht wieder aufgegeben, um ja keinerlei Möglichkeiten für zukünftige Gefährdungen zu schaffen. Auch zeigte sich an diesen Stellen der Ton bereits so weit verwittert, daß er stärker abgeflacht werden mußte. Bei diesem Abflachen wurde gleichzeitig der wesentliche Vorteil erzielt, daß der Belastungsdruck auf die Böschung stark vermindert werden konnte, was ebenfalls von erheblichem Einfluß auf den natürlichen Böschungswinkel der Tone und damit auf die Standfestigkeit der Böschung war. Selbstverständlich wurden auch noch weitere Sicherheitsmaßnahmen angewendet, wie sie bereits in der „Bautechnik“ 1927, S. 253, erwähnt sind und nachher noch weiter beschrieben werden sollen.

So natürlich wie sich die Wahl der Bauausführung, nämlich das Abflachen, ergeben hatte, um so schwieriger war es, diese Gedanken in die Tat umzusetzen. Nachdem es Ende September 1926 gelungen war, die verschüttete Strecke so weit freizumachen, daß die Züge die alten Streckengleise wieder benutzen konnten, wurde mit den eigentlichen Bauarbeiten begonnen, die Herr Reichsbahnrat Martin Herrmann übertragen wurden. Bei dem verwitterten Zustande, in dem sich die Tone in dem ganzen Einschnitt befanden, wurde die Bauleitung beinahe täglich vor neue Aufgaben gestellt. Je mehr die Tone freigelegt wurden, desto schneller verwitterten sie, so daß es fast zu einem Wettrennen kam zwischen dem Baufortschritt und dem Einwirken der Natur. Es kam darauf an, die Baustelle so einzurichten und den Baufortschritt so zu beschleunigen, daß das Abflachen dem Verwittern der Tone vorausseile (Abb. 1). Selbstverständlich war hierbei gelegentliches Nachrutschen nicht zu vermeiden. Es handelte sich aber nur um Vorgänge, wie sie auf jeder größeren Erdbaustelle eintreten, solange der richtige Böschungswinkel noch nicht angelegt und die Vorflut geregelt ist. Sie haben aber mit der Frage, ob die festgestellte Ursache der Rutschungen sowie die gewählte Bauweise richtig sind oder nicht, durchaus nichts zu tun. Auch die während des Freilegens der verschütteten Strecke eingetretenen Nachrutschungen des im Dezember 1925 in Bewegung geratenen Erdkörpers zeigen keinerlei Merkwürdigkeiten und geben keinen Anlaß zu irgendwelchen Schlußfolgerungen. Wie schon in der „Bautechnik“ 1927, S. 252 angegeben, mußten sie ganz selbstverständlich eintreten, sobald die für das Freilegen der Strecke eingesetzt gewesene Bauleitung den Baufort-

<sup>2)</sup> „Über Rutschungen im Glazialen und die Notwendigkeit einer Klassifikation loser Massen“, Jahrbuch der Geologischen Reichsanstalt in Wien 1917, Bd. 67, 3. u. 4. Heft, S. 435.

<sup>3)</sup> Zentralbl. d. Bauverw. 1920, Heft 18, S. 113.

<sup>4)</sup> Terzaghi, „Erdbaumechanik auf bodenphysikalischer Grundlage“, Leipzig und Wien 1925, Fr. Deuticke, und Krey, „Erddruck, Erdwiderstand und Tragfähigkeit des Baugrundes“, 3. Auflage, Berlin 1926, Wilhelm Ernst & Sohn.

<sup>5)</sup> Krey, „Rutschgefährliche und fließende Bodenarten“, „Die Bautechnik“ 1927, Heft 35, S. 489.

<sup>6)</sup> Vergl. auch Abb. 5 u. 5a, „Die Bautechnik“ 1927, S. 224.





Abb. 2. Die Tone sind beim Beginn der Bauarbeiten im Jahre 1910 so fest, daß sie fast senkrecht stehen.



Abb. 3. Erdarbeiten an der hohen Lichtenberger Brücke. Am Fuß der Brücke stehen die Tone noch fast senkrecht, links davon abrutschende Tone, ganz links Beginn des Abflachens.



Abb. 4. Neuzeitlicher Bagger beim Abgraben hinter der Lichtenberger Brücke. Die Tone stehen fast senkrecht.

schrift nicht so regelte, daß unten weniger abbefördert wurde als oben. Im umgekehrten Falle wurde naturgemäß der Gleichgewichtszustand des abgerutschten Erdkörpers immer von neuem gestört, was ohne weiteres einen neuen Gleichgewichtsausgleich zur Folge hatte, d. h. eine erneute Bewegung. Es ist also sogar falsch, diese Vorgänge als Nachrutschungen zu bezeichnen.

Die Hauptschwierigkeit bereitete der ständig wechselnde Zustand der Tone. Bei trockener Witterung sind sie so fest, daß sie nur mit der Pickel gelöst werden können. Teilweise führte auch dies nicht zum Ziel, es mußte sogar gesprengt werden. Die Tone standen fast senkrecht (Abb. 2). Bei feuchter Witterung dagegen verloren die Tone jede Standfestigkeit und flossen breiartig auseinander. Zu diesen Zeiten gerieten die Bagger und Bauzüge in die größte Gefahr des Abrutschens, die Schmalspurgleise waren kaum zu halten. Das Verwenden von Baggern war überhaupt nur möglich dank der neuzeitlichen Ausgestaltung als Raupenschlepperbagger (Abb. 4). Das vorerwähnte Wettrennen zwischen dem Baufortschritt und dem Einwirken der Natur zeigte sich besonders an der hohen Lichtenberger Brücke bei km 74,3 unmittelbar westlich der Rutschung vom Dezember 1925. Während der Bauarbeiten gerieten auch an der Brücke die Tone in Bewegung (Abb. 3). Sie mußten daher so schnell als möglich abgetragen werden, wobei gleichzeitig der Sandkegel zum Schutze der Brücke zu schütten war, um eine Gefährdung der Brücke zu vermeiden. Auch hinter der Brücke, in ihrer Längsachse, mußten die Tone beseitigt werden (Abb. 4). Da die Böschungskegel bei ihrer großen Höhe von über 20 m erhebliche Bodenmassen enthalten, waren bei dem Sacken Bewegungen zu befürchten, die sich vielleicht sogar nach den am Kegelfuß liegenden Betriebsgleisen fortsetzen könnten. Zu diesem Zweck wurde den Kegeln ein Fuß durch Futtermauern gegeben, die aber ihren Zweck erfüllt haben, sobald das Sacken der Sandmassen beendet ist.

Von vornherein hatte die Reichsbahndirektion ihre Untersuchungen keineswegs auf die Rutschstelle vom Dezember 1925 allein beschränkt. Es war selbstverständlich klar, daß nunmehr durchgreifende Arbeit getan werden mußte. Jetzt mußte der ganze Einschnitt gesichert werden. Wenn auch westlich der Rutschstelle 1925 noch keinerlei Gefahren zu erkennen waren, so erschien doch Vorsicht geboten, zumal auch schon das erste geologische Gutachten von 1912 den Einschnitt fast in seiner ganzen Länge als gefährdet bezeichnet hatte. Es war daher nur eine Frage der Zeit, wann auch dort sowie am Ostende des Einschnitts das Morswerden der Tone soweit fortgeschritten sein würde, bis sie ihre Standfestigkeit verloren. Infolgedessen wurde in dem ganzen Einschnitt von 2 km Länge gleichzeitig gearbeitet. Der Boden wurde mit Kleingerät abbefördert und größtenteils an beiden Enden des Einschnitts ausgesetzt, ein kleinerer Teil wurde auf einem vollspurigen Baugleis in Arbeitszüge verladen.

Wenn auch die Tone, soweit sie verwittert vorgefunden wurden, weitgehend beseitigt wurden, so mußten darüber hinaus noch Vorkehrungen getroffen werden, um auch für die Zukunft physikalische Veränderungen der Tone zu verhindern und die Einflüsse des Verwitterns möglichst fernzuhalten. Die wichtigste Sicherheit gegen zukünftiges Quellen der



Abb. 5. Beginn der Abflachungsarbeiten auf 1:5 mit Blick nach Osten auf den Bahnhof Rosengarten. Im Vordergrund fast senkrecht stehende Tone.



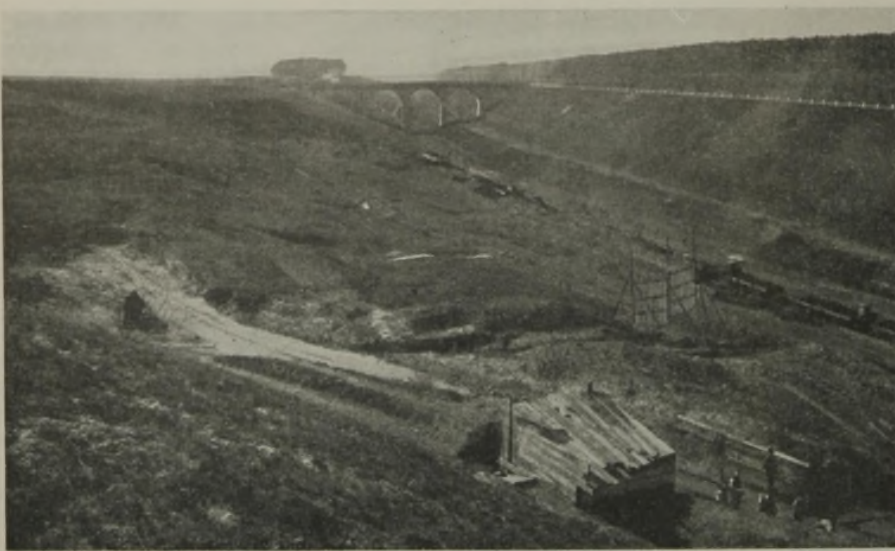


Abb. 6. Zustand kurz vor dem Erdbeben vom Dezember 1925. Blick nach Westen. Im Vordergrund das zerklüftete Gebiet der früheren Rutschungen mit den Entwässerungsanlagen. Unmittelbar vor der Brücke links steht die Dezember 1925 abgerutschte Böschung 1:1,5. Dieselbe Steigung auch hinter der Brücke. Rechts das für das Umfahrgleis benutzte Planum, das etwa 6 m höher als die Streckengleise liegt.



Abb. 7. Nach Beendigung der Bauarbeiten derselbe Blick wie Abb. 5. In der Mitte links der Streckengleise die Planumverbreiterung mit den befestigten Gräben an beiden Seiten. Rechts das höher als die Streckengleise liegende Umfahrgleis und Befestigungen des Böschungsfußes. Um die Brücke der Sandkegel, hinter ihr die westlichen Abflachungen.



Abb. 8. Fertigstellung der Bauarbeiten, Blick von Westen. Rechts oben die steiler gehaltene, in Sand anstehende Böschung. Um die Brücke der Sandkegel mit der Futtermauer an seinem Fuß. Hinter der Brücke der östliche Teil der Abflachungen. Links eine kleine Futtermauer als Böschungsfußbefestigung.

Tone und daraus entstehende Rutschungen liegt in diesem Schutze. Das Einwirken der Niederschläge, der Sonnenbestrahlung und des Frostes auf die Tone ist in der „Bautechnik“ 1927 Heft 17, S. 251 geschildert. Gegen diese Einflüsse wurden die Tone durch Überdecken mit einer

möglichst starken Schicht aus Sand und Mutterboden gesichert. Es wurden 70 cm Sand und darüber 30 cm Mutterboden, also insgesamt 1 m, aufgebracht. An die Auswahl des zu verwendenden Sandes brauchten keine besonderen Ansprüche gestellt zu werden. Es genügte, wenn er nicht irgendwelche Bestandteile enthielt, die zu Rutschungen Anlaß geben oder einen Abfluß etwa eingedrungenen Wassers stören könnten. Das geologische Gutachten führte über die Sande im Einschnitt aus, daß das Verhalten der ganz in Sand angelegten Böschungen gezeigt habe, daß die Sande keine Neigung zu Rutschungen hätten. Bei dem gewöhnlichen Böschungswinkel 1:1,5 seien sie standfest. Es erübrigte sich also das Beschaffen des Sandes von anderen Orten. Ein großer Teil der erforderlichen Sandmengen wurde beim Abflachen selbst gewonnen, da die den Tonen auflagernden Schichten entfernt werden mußten. Diese Mengen reichten jedoch nicht aus, weshalb im westlichen Teil des Rutschgebietes auch die Böschungen abgeflacht wurden, die nach der geologischen Karte in Sand anstehen. Das Abflachen dort ist also nicht durch die Gefährlichkeit der Tone bedingt. Im oberen Teil ist die Böschung an dieser Stelle auch steiler gehalten, sie steht 1:3.

Als eine noch wichtigere Schutzmaßnahme ist der Mutterboden über der Sandschicht anzusehen. Er soll das Eindringen von Oberflächenwasser verhindern. Das Wasser soll vielmehr in einer für die Tone ungefährlichen Weise auf der Erdoberfläche ablaufen. Zu diesem Zweck hat der Mutterboden eine dichte Grasnarbe erhalten, die sorgfältig gepflegt wird. Das Beschaffen des Mutterbodens verursachte keine Schwierigkeiten, zumal auch an ihn keine besonderen Ansprüche zu stellen waren. Er konnte auf den Feldern und Wiesen in der Nachbarschaft gewonnen werden. Wegen des Bearbeitens des Mutterbodens und Herstellens der Grasnarbe wurde mit der Forschungs-Gesellschaft für Landwirtschaft in Landsberg (Warthe) in Verbindung getreten. Nach Vorschlägen im Jahre 1926 und einem Gutachten vom 27. Oktober 1928 wird im Frühjahr, etwa Anfang März, und Ende Juni nach dem ersten Futterschnitt mit Stickstoff gedüngt, im November mit Kali und Phosphorsäure, und zwar werden auf je  $\frac{1}{4}$  ha gebraucht 1 Zentner Leunaspeter mit 60 Pfund Kalksalpeter bzw. 3 Zentner Thomasmehl mit  $1\frac{1}{2}$  Zentner 40% igem Kalisalz. Das Düngen selbst geschieht mit einer Düngerstreumaschine. Regelmäßig im Frühjahr und Herbst jedes Jahres wird die Böschung mit einer schweren glatten Walze, die auf 1 m Arbeitsbreite ein Gewicht von etwa 20 Zentner hat, abgewalzt. Die Hauptsache bei dem Verwenden dieser Walze sowie der Düngerstreumaschine ist, daß keinerlei Spuren oder Vertiefungen in der Grasnarbe bleiben. Diese müssen jedesmal sorgfältig wieder beseitigt werden. Je dichter aber die Grasnarbe im Laufe der Jahre wird, desto weniger werden derartige Schäden auftreten. Bei dem ersten Abwalzen wurden die Pferde mit Moorschuhern versehen, wovon aber wieder Abstand genommen werden mußte, da sich die Pferde infolge der Schuhe leicht die Haut durchscheuern. Für die Aussaat werden auf je  $\frac{1}{4}$  ha verwendet je 4 Pfund Knautgras, Glatthafer und Wieserispe, 6 Pfund deutsches Weidelgras, 3 Pfund ausländischer Rotschwengel, 1 Pfund Weißklee,  $\frac{1}{2}$  Pfund Hornschotenklee und 2 Pfund Gelbklee. Die Nutzung der Böschungsfächen soll bis auf weiteres in eigenem Betriebe geschehen, zumal das ganze Gebiet im Eigentum der Reichsbahn steht. Es wird versucht, zwei Heuschnitte von der Fläche zu gewinnen, den ersten Anfang Juni, den zweiten Mitte August. Die Entscheidung, ob auch in Zukunft ausschließlich Mähnutzung beibehalten werden soll, oder ob auch ein Verpachten oder Weidenutzung in Frage kommt, kann erst in späteren Jahren getroffen werden, je nachdem wie sich die Grasnarbe entwickelt hat. Ausschlaggebend für die Grasnarbe war die Forderung, daß die Gräser und Pflanzen nicht so tief wurzeln dürfen, daß sie durch die Wurzelröhren dem Wasser Zutritt zu den Tonen geben können.

Diese Vorkehrungen für ein Abführen des Oberflächenwassers ohne Gefährden der Tone genügt aber noch nicht. Ein Zuströmen von Wasser aus dem Hintergelände sollte möglichst verhindert werden. Daher wurden die Straßengräben oberhalb der Böschung durch besondere Rohrleitungen



in den Einschnitt entwässert. Ferner wurden alle Kehlen, die beim Übergang von flacher Neigung zu steilerer entstehen, ausgepflastert, wie z. B. am Fuße der Böschungskegel um die hohe Lichtenberger Brücke. Selbstverständlich wurden auch alle zutage getretenen Wasseradern mit besonderen Rohrleitungen gefaßt. In dem ganzen Gebiet von etwa 2 km Länge wurden aber nur drei Quellen angeschnitten, die jedoch wegen ihrer geringen Ergiebigkeit unschädlich sind und außerdem außerhalb der früheren Haupttrutschgebiete liegen.

Von dem ursprünglich vorgesehenen Randgraben an der Böschungsoberkante wurde jedoch Abstand genommen, da es sich bei der Bauausführung zeigte, daß die Böschungsoberkante so weit zurücktrat, daß von ihr aus das Gelände fast vollständig entgegengesetzt zum Einschnitt abfällt. Aus dem Hintergelände kann also kaum Oberflächenwasser zulaufen. Soweit jedoch die Böschungsoberkante in Sand ansteht, wurde auf dem Sande eine unterirdische Entwässerungsleitung verlegt, und zwar beiderseits anschließend an die hohe Lichtenberger Brücke. Der Graben über der Leitung wurde mit Steinen verfüllt, damit er nicht verschlammen kann, was sonst bei Schlacke stets zu befürchten ist. Am Fuße der Böschung wurde der Bahngraben mit Betonschalen ausgelegt, wobei an der Rutschstelle vom Dezember 1925 sogar ein doppelter Graben vorgesehen wurde. An dieser Stelle wurde das Planum um etwa 15 m verbreitert und in eine Neigung 1:10 gelegt. An beiden Seiten dieses Planums befindet sich je ein befestigter Graben. Diese Planumverbreiterung wurde hauptsächlich durch die Aufräumarbeiten an dieser Stelle bedingt. Damals schon rückte der Böschungsfuß zurück. Bei den Bauarbeiten selbst wurde das Verbreitern durchgeführt, um einerseits den Böschungsdruck auf das Planum an dieser Stelle zu vermindern, andererseits um ein Auffanggelände zu schaffen, falls sich doch noch einmal wieder Erdrutschen in dem Ton zeigen sollten. Die Grabenbefestigungen, teils Betonschalen, teils offene Betonrohre oder Abpflasterungen und Betonmauern, wurden fast bis zum Ende der nach Osten anschließenden Gefällstrecken durchgeführt. Dieses hat sich besonders in dem letzten so überaus strengen Winter bewährt, indem Frostbeulen, die sonst auch schon in weniger harten Wintern auftraten, ausblieben.

In dem Einschnitt wurde unter dem Bahngraben noch eine zuerst 40 cm, nachher 50 cm starke Leitung aus durchlochtem Tonrohren verlegt, die alles Wasser in dem Planum aufsaugen soll. In diese Leitung wurden auch alle vorerwähnten Entwässerungsleitungen eingeführt, damit die Bahngräben möglichst entlastet werden. Deswegen geht auch die Leitung am Ende des Einschnitts in Eiprofile 70/105 cm und 80/120 cm über. In sämtlichen Rohren wurden Kupferdrähte verlegt, um an ihnen Geräte zum Reinigen der Leitungen durchziehen zu können. Selbstverständlich wurden zahlreiche Einsteigeschächte, besonders an den Knickpunkten, angeordnet, damit nicht nur das Reinigen der Leitungen, sondern auch das Überwachen des Wasserabflusses erleichtert wird. Auf die Vorflut ist also in dem ganzen Gebiet der größte Wert gelegt worden. Überall wird das Wasser auf dem kürzesten Wege abgeleitet, und die Durchflußweiten sind so groß als möglich gewählt. Jede Stauung ist vermieden und jede Senke entwässert. Vor allem ist darauf gesehen, daß das Wasser nirgends Gelegenheit findet, auf die Tone zu gelangen.

Ferner wurde darauf geachtet, daß sich die Böschungen überall dort auf einen kräftigen Fuß stützen können, wo die früheren Neigungen beibehalten wurden. Teilweise wurden kleinere Futtermauern gebaut, teilweise wurde der Böschungsfuß abgepflastert.

Zur Beseitigung der Rutschgefahr im Rosengartener Einschnitt sind rd. 700 000 m<sup>3</sup> feste Bodenmassen abbefördert worden. Außerdem sind rd. 100 000 m<sup>3</sup> Sand gewonnen und in 70 cm Stärke auf den Böschungen als Schutz aufgebracht. 170 000 m<sup>2</sup> oder rd. 7 Morgen sind mit einer 0,30 m starken Schicht Mutterboden abgedeckt. Zur Grabenbefestigung sind rd. 3,1 km Sohlenschalen, rd. 770 m fertige Betonrinnen verlegt, rd. 1,15 km Betongrabenrinnen hergestellt und rd. 670 m Pflastergräben ausgeführt. Der Böschungsfuß ist auf 870 m Länge abgepflastert und auf 410 m Länge durch Betonstützmauern gesichert. Ferner sind rd. 800 m Steinrigolen angelegt. Die unterirdischen Leitungen haben eine Länge von rd. 3 km mit wechselnden Querschnitten von 15 bis 60 cm Durchm. sowie Eiprofilen 70/105 cm und 80/120 cm, in der Hauptsache 40-cm-Rohre auf 1,22 km Länge.

Bei den Erdarbeiten wurden täglich bis zu 4000 m<sup>3</sup> geleistet. Zeitweise wurde in Doppelschichten mit 325 Arbeitern und 2 Baggern gearbeitet. Im westlichen Teil war eine Förderbahn von 5 km Länge mit 90 cm Spur verlegt, auf der 5 Lokomotiven und 100 Kippwagen von je 2 m<sup>3</sup> Inhalt verwendet wurden. Im östlichen Teil lag auf 4 km Länge eine Förderbahn von 60 cm Spur mit 5 Lokomotiven und 120 Kippwagen von je 1 m<sup>3</sup> Inhalt.

Nach dem Hauptkostenanschlag waren die Arbeiten auf insgesamt 6,78 Mill. R.-M. veranschlagt. Tatsächlich schließen sie mit etwa 4,1 Mill. R.-M. ab.

Aus den vorbeschriebenen Bauausführungen dürfte ersichtlich sein, daß die Arbeiten zur Beseitigung der Rutschgefahr in größtzügiger und

umfassendster Weise durchgeführt worden sind (Abb. 6 bis 9). Das Schlußgutachten der Geologischen Landesanstalt vom 14. Januar 1929 kommt daher zu dem Ergebnis, durch die Bauausführung sei der geologischen, physikalischen und chemischen Untersuchung der Bodenarten des Einschnittes weitgehend Rechnung getragen und den schädlichen Einflüssen und Gefahrmomenten, die in der geologischen Lagerung und bodenkundlichen Beschaffenheit des Einschnittes liegen, soweit als irgend möglich begegnet.

Die Bauausführung selbst hat gezeigt, daß das geologische Gutachten vom 20. April 1926 durchaus zutreffend ist und die Ursachen der Rutschungen klar erkannt hat. Von Natur vorhandene Gleitflächen sind in dem Ton nicht gefunden worden. An den Stellen der Rutschungen haben sie sich erst im Augenblick des Abgleitens gebildet, indem der morschgewordene Ton seine Standfestigkeit verlor. Diese Gleitflächen sind also sekundärer Natur und müssen daher nicht Gleitflächen, sondern Abrißflächen genannt werden.<sup>7)</sup> Weiter wurde durch den örtlichen Befund bestätigt, daß die Rutschungen nicht auf das Vorhandensein von Quellen oder Wasseradern zurückzuführen sind, daß also alle früheren Versuche,



Abb. 9. Fertigstellung der Bauarbeiten. Blick von der Lichtenberger Brücke nach Osten auf das Gebiet der früheren Rutschungen und, im Vordergrunde, der vom Dezember 1925. Im Hintergrunde rechts Übergang der Böschung 1:5 auf 1:1,5. Am Fuße der Abflachung die Planumverbreiterung mit den befestigten Gräben an beiden Seiten. Ganz vorn gepflasterte Rinne am Fuße des Böschungskegels der Brücke. Ganz links das Umfahrungsgleis oberhalb der Streckengleise mit Böschungsfußbefestigung.

durch ein Entwässern der Böschungen zum Ziele zu kommen, fehlgeschlagen mußten.

Auch für die Annahme einer Auswirkung tektonischer Kräfte liegt kein Grund vor, da die Erscheinung örtlich ganz eng begrenzt war. Es hat vielmehr der Belastungsdruck der über dem Südhang liegenden Erdmassen bei dem morschem Zustande des Tones das Planum an der Rutschstelle vom Dezember 1925 emporgepreßt. Als damals die Böschung ihre Standfestigkeit verlor, bildete sich eine kreiszylindrische Fläche, wie sie Prof. Fellenius in Stockholm<sup>8)</sup> beschrieben hat. Im Planum lag die schwächste Stelle des Einschnittquerschnitts. Auf der Nordseite des Einschnitts konnte sich das Abreißen der südlichen Böschung nicht auswirken, da dort die Böschung wieder ansteigt. Infolgedessen mußte die kreiszylindrische Fläche gerade im Planum wieder an die Oberfläche kommen, wie es auch aus Abb. 4, „Die Bautechnik“ 1927, S. 224 ersichtlich ist.

Zusammenfassend kann für zukünftige Bauausführungen in tonigen Einschnitten gesagt werden, daß an derartigen Stellen größte Vorsicht geboten ist. Für die Vorarbeiten und Untersuchungen muß viel mehr Zeit und damit auch Geld aufgewendet werden, als es bisher üblich war. Jedes Überstürzen kann später zu folgeschweren Unfällen und damit auch zu großen Zeit- und Geldverlusten führen. Vor allem ist auch ein stetes Zusammenarbeiten mit den Geologen erforderlich, und zwar nicht nur bei den Vorarbeiten, sondern auch später bei der Bauausführung. Vortrefflich weist hierauf das im vorigen Jahr erschienene Flugblatt der Preußischen

<sup>7)</sup> Vergl. „Die Bautechnik“ 1927, Heft 17, S. 251.

<sup>8)</sup> Fellenius, „Erdstatische Berechnungen mit Reibung und Kohäsion (Adhäsion) und unter Annahme kreiszylindrischer Gleitflächen“, Berlin 1927, Wilhelm Ernst & Sohn.



Geologischen Landesanstalt „Die geologische Karte und der Bauingenieur“ hin. Dieses zeigt die Wichtigkeit der geologischen Karte für alle ingenieurtechnischen Vorarbeiten, die auch außerdem durch die Abteilung Geologie und Bauwesen des Museums für angewandte Geologie der Landesanstalt erleichtert werden. Auch Prof. Dr. G. Stremme von der Technischen Hochschule Danzig<sup>9)</sup> betont die Pflege der technischen Geologie, und zwar an den Technischen Hochschulen. Das Zusammenarbeiten von Geologen und Ingenieuren und die Wichtigkeit der praktischen Erfahrung ist der Hauptinhalt des soeben erschienenen Werkes „Ingenieurgeologie“ von Prof. Redlich, Prof. v. Terzaghi u. Dr. Kampe.<sup>10)</sup>

Ist ein tieferer Einschnitt im Ton nicht zu umgehen, so muß die Böschung möglichst flach angelegt werden und einen kräftigen Fuß erhalten. Letzteres ist nötig, um den Bestand des Bahngrabens am Böschungsfuß zu sichern und ihn gegen Verdrücken zu schützen. Aus diesem Grunde ist dieser Graben, was sich auch für alle übrigen Gräben des Gebietes empfiehlt, zu befestigen, sei es durch Auspflastern, durch Ausmauern, durch offene Betonrinnen oder durch Betonschalen. Die Hauptsache ist, das Wasser in der schnellsten und günstigsten Weise abzuführen, so daß weder Stauungen entstehen können, noch dem Wasser Gelegenheit geboten wird, an die Tone zu gelangen und auf sie einzuwirken. Wird das Wasser erst auf den Tonen selbst abgefangen, dann ist es schon zu spät. Dann ist eine physikalische Veränderung der Tone nicht mehr zu verhindern und die Standfestigkeit der Böschung wird gefährdet, was sich zwar erst im Verlaufe weiterer Jahre oder gar Jahrzehnte auswirken kann. Die Tone müssen daher auch von vornherein sorgfältig abgedeckt und gegen den Einfluß der Witterung geschützt werden. Die Grasnarbe soll den größten Teil des Niederschlagswassers den Hang hinab ablaufen lassen. Der dann noch einsickernde Rest soll einerseits von dem leicht durchlässigen Sand aufgesogen werden, andererseits in den Tonen die für ihre Standfestigkeit notwendige Feuchtigkeit festhalten. Auf sorgfältiges Unterhalten der Grasnarbe und Auswahl der richtigen Gräser und Pflanzen ist daher der größte Wert zu legen. Um von vornherein ein Einwirken der Witterung auf die freigelegten Tone zu verhindern, sind die Bauarbeiten mit größter Beschleunigung durchzuführen.

Die Hauptschwierigkeit bei diesen Arbeiten ist, wie vorstehend ausgeführt, das Ermitteln des richtigen Böschungswinkels. Es kommt darauf an, die Eigenschaften der betreffenden Bodenart, insbesondere in bezug auf Reibung und Haftfestigkeit unter verschiedenem Druck- und Wassergehalt zu erkunden, wobei zu prüfen ist, ob später mit zeitweilig größerem Durchfeuchten oder auch mit der Möglichkeit des Eindringens von Wasser zu rechnen ist. Das Feststellen des Reibungswinkels durch die natürliche Böschung ist aber nur bei reinem trockenen, nicht haftendem Sand mit einiger Genauigkeit möglich. Sonst ist noch Haftung zu berücksichtigen; denn nicht nur Reibungskräfte halten die Stoffe in der Böschungsneigung; die Haftung kann sogar von ausschlaggebender Bedeutung sein, wenn sie die Reibung überwiegt. Auch ändert sich der Sättigungsgrad. Bei den Untersuchungen in der Versuchsanstalt ist in erster Linie zu beachten, daß die Natur doch nicht völlig nachgeahmt werden kann. Der zu untersuchende Ton wird aus seinem Zusammenhang gerissen und ohne das Einwirken seiner Umgebung geprüft, was insbesondere in bezug auf Feuchtigkeit und Dichtigkeit von größter Bedeutung ist. Vor allem aber kann die Versuchsanstalt die Stoffe nicht dem Zeitablauf aussetzen. Wie ausgeführt, ändert sich gerade bei den Tonen der natürliche Böschungswinkel im Laufe der Jahre, so daß dieser Zeitablauf für die Standfestigkeit eine nicht zu bestimmende Größe ist.

So dankenswert daher auch die Arbeiten der bisherigen Forschungsstätten in Deutschland, der Herren Prof. Franzius in Hannover und

<sup>9)</sup> Stremme: „Die Organisation des Geologendienstes bei den Eisenbahnverwaltungen“, Verkehrstechnische Woche 1923, Heft 37 u. 38, S. 278.

<sup>10)</sup> Berlin 1929, Verlag von Julius Springer.

Kögler in Freiberg (Sachsen) sowie insbesondere die auf dem Gebiete der Rutschungen des verstorbenen Prof. Krey in Charlottenburg sind, werden sie doch die praktischen Erfahrungen nicht ersetzen können.

Daher können auch wir uns nur dem Bericht des unter Leitung des Herrn Prof. Fellenius in den Jahren 1914 bis 1922 tätig gewesenen Geotechnischen Ausschusses der Schwedischen Staatsbahnen<sup>11)</sup> anschließen, daß der beste Weg für eine erfolgreiche Arbeit der wäre, die zu untersuchenden Fälle mit denen zu vergleichen, bei denen die Standfestigkeit bekannt ist, und möglichst viele erläuternde Beispiele zu bringen. In Deutschland fehlte es bisher an einer Sammlung früherer Erfahrungen. Ein jeder Baubeamte behielt seine Erfahrungen möglichst für sich — vermutlich weil vielfach gleich die Schuldfrage aufgerollt wurde —, weshalb

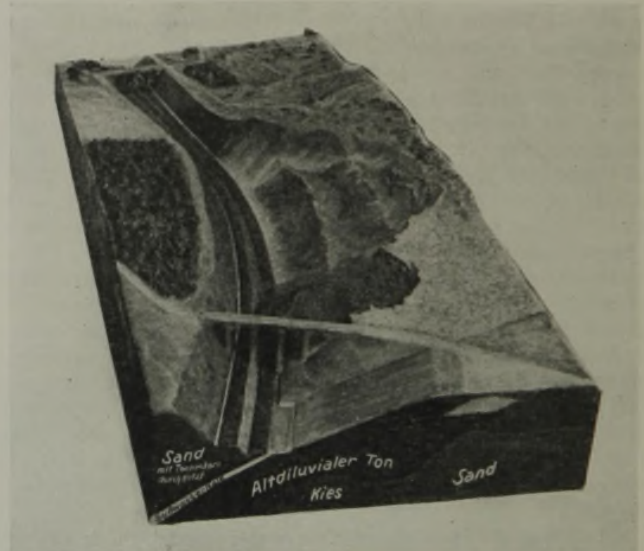


Abb. 10. Modell des Rosengartener Einschnitts. Blick nach Osten. Vor der Brücke der Zustand nach Vollendung der Bauarbeiten mit der auf 1:5 abgeflachten Böschung und dem Böschungskegel um die Brücke. Unmittelbar hinter der Brücke die Rutschung vom Dezember 1925. Dahinter das Gebiet der früheren Rutschungen. Ganz links oberhalb der Streckengleise das Umfahrungsgeleis.

immer wieder von neuem Lehrgeld bezahlt werden mußte. Neuerdings wird aber auch diesem Mangel durch den Ausschuß der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen und die Forschungsgesellschaft an der Technischen Hochschule in Charlottenburg abgeholfen werden, so daß derartigen Gefahren und Kosten, wie sie in dem Einschnitt bei Rosengarten entstanden sind, in Zukunft vorgebeugt werden kann.

Die Reichsbahndirektion Osten hat ihre Erfahrungen in einer umfangreichen Bildersammlung sowie in einem, gemeinsam mit der Geologischen Landesanstalt 1927 angefertigten Modell (Abb. 10) festgehalten, von dem sich je ein weiterer Abguß in Berlin in dem Verkehrs- und Baumuseum sowie im Museum der Geologischen Landesanstalt befinden. Selbstverständlich kann dieses Modell nur einen Ausschnitt des Gebietes zeigen. Zu allen Schlußfolgerungen, insbesondere in bezug auf die Linienführung, ist außerdem das Studium der geologischen Karte und der geologischen Profile unerlässlich.

<sup>11)</sup> Guttstadt, „Der Geotechnische Ausschuß der Schwedischen Staatsbahnen 1914 bis 1922“, „Die Bautechnik“ 1928, Heft 23 u. 27, S. 312 u. f.

## Anleitung<sup>1)</sup> für die Bauüberwachung von Stahlbauwerken auf der Baustelle.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Dr.-Ing. Kommerell, Berlin.

Die Deutsche Reichsbahn-Gesellschaft hat diese Drucksache durch Verfügung der Hauptverwaltung 82 Rvü 18 vom 20. Juli 1929 bei ihren Dienststellen eingeführt. Damit ist für die Ausführung von Stahlbauwerken ein weiteres wichtiges Glied der ansehnlichen Kette von Vorschriften angefügt. Was nützen alle Vorschriften über das Berechnen, Entwerfen und Verdingen von Bauwerken, wenn das letzte Glied — nämlich die Bauüberwachung — fehlt? Daraus geht klar hervor, daß durch das Erscheinen dieser Vorschriften eine wesentliche Lücke ausgefüllt wurde und daß die neuen Vorschriften in ihrer Bedeutung den anderen Vorschriften nicht nachstehen.

<sup>1)</sup> Die „Anleitung“ ist im Verlage von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin W8, erschienen.

Die neuen Vorschriften, die — wie der Titel sagt — mehr als Anleitung und als Belehrung dienen sollen, sind in folgende Abschnitte eingeteilt:

A. Einleitung. Die Bauleitung und Abnahme der Stahlbauwerke liegt in den Händen der Vorstände der Betriebs- und Neubauämter. Die Oberaufsicht haben die Dezernate für Brücken- und Ingenieurhochbauten bei den Reichsbahn-Direktionen. Bei besonders wichtigen und schwierigen Bauwerken werden für die ständige örtliche Bauüberwachung besonders befähigte und erfahrene Beamte bestellt. Der Bedienstete für die örtliche Bauüberwachung heißt Bauaufsichtsbeamter; er hat sich mit den einschlägigen, namentlich aufgeführten Vorschriften eingehend vertraut zu machen. Es sind dies die Vorschriften für die Entwurfsbearbeitung, die Verdingung, die Abnahme der Baustoffe,



die Überwachung in den Brückenbauanstalten, die Vorschriften für Gerüste, die Vorschriften für die „Umgrenzung des lichten Raums“ und schließlich die Farbvorschriften.

B. Allgemeines. An der Hand der zur Ausführung genehmigten Entwurfzeichnungen — Werkstattzeichnungen, Gerüstzeichnungen — muß der Bauaufsichtsbeamte alle Einzelheiten des Bauwerks eingehend studieren. Auf die sorgfältige und gewissenhafte Führung des Tagebuchs wird größter Wert gelegt.

C. Gerüste. Wenn auch der Unternehmer die Verantwortung für die Gerüste zu tragen hat, so ist doch andererseits dem Bauaufsichtsbeamten zur Pflicht gemacht, den Organen des Unternehmers weitgehend mit Rat und Tat zur Seite zu stehen, damit Unfälle vermieden werden.

D. Aufstellung und Zusammenbau. Hier sind nun genaue, ins Einzelne gehende Vorschriften gegeben, wie die Bauwerkteile abgeladen, gelagert und zur Baustelle gebracht werden sollen. Alles ist darauf abgestellt, Unfälle zu vermeiden, die Bauteile vor vorübergehender und dauernder Beschädigung zu schützen und darüber zu wachen, daß keine Bauteile eingebaut werden, die nicht vorher ordnungsgemäß abgenommen und in allen ihren Einzelheiten gewissenhaft untersucht sind. Auch ist genau ausgeführt, wie vorgegangen werden muß, damit die planmäßige Form des Ganzen erzielt wird, und wie etwaige Unstimmigkeiten zu beseitigen sind.

E. Aufreiben und Nieten. Dieser Abschnitt ist besonders ausführlich behandelt, damit der endgültige Zustand nach dem vorübergehenden Zustande möglichst einwandfrei und sicher herbeigeführt wird.

F. Nachprüfung. Vom Bauaufsichtsbeamten wird verlangt, daß er Niederschriften darüber macht, daß alle Einzelheiten, Knotenpunkte, Anschlüsse, Stoßdeckungen usw. mit den Werkzeichnungen genau übereinstimmen und daß alle Niete auf ihr festes Sitzen nachgeprüft sind.

G. Reinigen und Anstrich. Hier ist besonders auf die „Vorschriften für die Lieferung von Farben und die Ausführung von Anstrichen für Eisenbauwerke“ hingewiesen. Der Bauaufsichtsbeamte muß darüber wachen, daß unter keinen Umständen auf nasse oder feuchte Flächen gestrichen wird. Auf einen guten Grundanstrich (Bleimennige) ist ganz besonderer Wert zu legen. Von den zur Baustelle gelieferten Farben müssen dauernd Farbproben, und zwar auch aus den kleinsten Gefäßen zur chemischen Untersuchung entnommen werden.

H. Verkitten. Alle Fugen müssen sorgfältig verkittet werden. Nach einem Regen ist zu untersuchen, ob nirgends das Wasser stehenbleibt.

I. Auflagerung. Sehr wichtig ist, daß sich der Bauaufsichtsbeamte davon überzeugt, daß die Maße für die Auflager stimmen und daß die Aufstellungstemperatur bei ihrem Einbau berücksichtigt wird. Eingehende Vorschriften sind über das besonders wichtige Unterstopfen der Lagerteile gegeben.

K. Ausrüstung. Die Ausrüstung großer Bauwerke hat, wenn nicht sachgemäß ausgeführt, schon viel Unheil angerichtet, die Bauaufsichtsbeamten werden es besonders begrüßen, daß ihnen für diese wichtigen Vorgänge Hinweise gegeben worden sind.

L. Verantwortlichkeit des Bauaufsichtsbeamten. Wie in anderen Vorschriften, so auch in dieser, hat die Deutsche Reichsbahn besonderen Wert darauf gelegt, daß jedem Beamten scharf vor Augen gehalten wird, für was er im einzelnen verantwortlich ist. Eine solche Abgrenzung ist äußerst wichtig, damit nicht ein Beamter sich immer auf einen anderen verläßt.

Aus dieser kurzen Inhaltsübersicht dürfte die Wichtigkeit der neuen „Anleitung“ hervorgehen, und es ist zu hoffen, daß das Bestreben der Deutschen Reichsbahn, die kostspieligen Bauwerke mit möglichster Vollkommenheit auszuführen, durch die neuen Vorschriften verwirklicht wird.

### Vermischtes.

**Die Wasserversorgung von London.** Bis gegen Ende des 13. Jahrhunderts entnahmen die Bewohner von London das Wasser, das sie verwendeten, aus der Themse oder aus Brunnen. 1285 wird zum ersten Male, so berichtet Engineering, eine Leitung aus Bleirohren erwähnt; sie führte Wasser aus dem Tyburn, einem Fließchen, das an dem damaligen London im Nordwesten und Westen vorbeifloß und bei dem heutigen Chelsea in die Themse mündet, nach der City. Hölzerne Wasserleitungen mögen schon vorher bestanden haben. Das erste Pumpwerk wurde 1582 errichtet; es drückte Wasser nach Häusern in der Nähe von London Bridge. 1613 wurde das erste Speicherbecken gebaut, und zwar durch Absperrung des New River, eines 45 km langen künstlichen Wasserlaufs. Bei diesem heute noch vorhandenen Becken steht das Gebäude der Behörde, die jetzt für die Wasserversorgung von London verantwortlich ist, des Metropolitan Water Board. Anfang des 18. Jahrhunderts wurde eine Gesellschaft gegründet, die den Stadtteil Westminster mit Wasser versorgte; sie entnahm es der Themse bei Chelsea. Andere ähnliche Unternehmen folgten ihrem Beispiel, und als im Jahre 1904 das schon genannte Wasseramt die Wasserversorgung von London einheitlich übernahm, mußte es acht Privatgesellschaften ihre Anlagen für 40 Mill. £ abkaufen. Die Tätigkeit dieser Behörde erstreckt sich über ganz London und seine Umgebung; in ihm sind die Verwaltungen aller der Städte und Stadtteile vertreten, aus denen sich heute London zusammensetzt. Das Arbeitsgebiet reicht von Staines, das etwa 30 km von der Mitte von London entfernt ist, im Westen bis Dartford, das ungefähr ebenso weit davon nach Osten entfernt liegt, und von Hertford im Norden bis Westerham im Süden; die hier genannten Orte sind zum Teil selbständige Städte, aber für ihre Wasserversorgung auf London angewiesen. Die gemeinschaftliche Wasserversorgung umfaßt eine Bevölkerung von 7 Mill. Köpfen, die täglich im Durchschnitt etwa 1,2 Mill. m<sup>3</sup> Wasser verbraucht. Das Vorratswasser wird in 49 Becken gespeichert, die zusammen eine Fläche von etwa 1100 ha bedecken und gegen 90 Mill. m<sup>3</sup> Wasser fassen; 92 Behälter mit einem Fassungsraum von etwa 1,5 Mill. m<sup>3</sup> dienen zur unmittelbaren Abgabe des Wassers an die Verbraucher. 27 Vorfilter sind vorhanden, daneben noch Sandfilter von 71 ha Fläche, ferner 75 Pumpwerke mit 272 Pumpen, zu deren Antrieb 47 268 PS nötig sind. Die Hauptleitungen in den Straßen sind etwa 11 000 km lang.

Das Wasser wird zu etwa 58 % aus der Themse, zu 25 % aus dem Lea, einem linken Nebenfluß der Themse, der etwas unterhalb Greenwich mündet, und zu 17 % aus Brunnen entnommen. Das Gelände bringt es mit sich, daß alle Entnahmestellen tief liegen und das Wasser deshalb durch dauernd laufende Pumpen gehoben werden muß.

Die Ergiebigkeit der Flüsse, deren Wasser in London verbraucht wird, schwankt stark. In einem Teil des trockenen Jahres 1921 flossen durch die Themse am Wehr in Teddington, bis wohin der Einfluß von Ebbe und Flut reicht, täglich nur 760 000 m<sup>3</sup>, während im Januar 1928 die Abflußmenge eines Tages etwa 45,5 Mill. m<sup>3</sup> betrug. Im Flusse Lea schwankt diese Menge sogar zwischen 33 000 und 5,2 Mill. m<sup>3</sup>. Es müssen also große Speicherräume vorhanden sein, damit London in trockenen Zeiten vor Wassermangel bewahrt bleibt.

Das Niederschlagsgebiet der Themse ist fast 10 000 km<sup>2</sup> groß. Von Wallingford bis Windsor ist ihr Lauf etwa 65 km lang. Auf dieser Strecke

wird sie außer durch ihre Nebenflüsse auch noch durch Quellen in ihrem Bett gespeist. Der Boden besteht aus Kalk und führt bei seiner Durchlässigkeit erhebliche Mengen Wasser unter dem bekannten Londoner Ton hindurch nach dem Meere ab. Diese Menge ist erheblich größer als diejenige, die der Themse durch die Quellen im Flußbett zugeführt wird. Schon oberhalb der Gegend, in der das Londoner Wasseramt die Themse anzapft, entnehmen andere Werke Grundwasser aus der Kalkschicht durch Brunnen; der Kalk ist hier von einer 4,5 m mächtigen Kiesschicht überlagert, die ebenfalls mit Wasser gesättigt ist. Die sieben Entnahmestellen für London liegen in dem flachen Tal oberhalb Surbiton und Hampton, durch das sich die Themse in zahlreichen Windungen hinzieht. Eine dieser Stellen ist wieder aufgegeben, eine andere dient nur zur Aushilfe und ist dazu auch seit 1877 nur einmal (1921) herangezogen worden.

Der Lea-Fluß, der für die Wasserversorgung von London an zweiter Stelle steht, hat ein Niederschlagsgebiet von rd. 1500 km<sup>2</sup>; er setzt sich aus sieben Armen zusammen, von denen alle bis auf einen aus der Kalkschicht herrührendes Wasser führen. Der schon genannte New River ist ein künstlicher Wasserlauf, der aus dem Lea abgezweigt ist, um das Speicherbecken in Clerkenwell zu füllen. Im Tale des Lea liegen drei Filter- und Pumpwerke, die täglich 225 000 m<sup>3</sup> Wasser liefern.

Das Themsewasser wird in fünf Becken gespeichert, die nur 10 bis 12 m höher liegen als der Fluß. Im Tale des Lea wird das am weitesten flußabwärts gelegene Speicherbecken mit unter dem Einfluß der Schwerkraft fließendem Wasser gespeist, in die anderen drei muß das Wasser durch Pumpen gehoben werden. Der New River speist zwei Speicher durch natürliches Gefälle. Die Speicherbecken liegen alle zu tief, als daß das Wasser aus ihnen ohne künstliche Maßnahmen über das Leitungsnetz verteilt werden könnte. Das Wasser muß also zunächst in Hochbehälter gefördert werden. Diesem Heben geht ein Filtern voraus. Das Pumpwerk in Kempton Park an der oberen Themse z. B. hebt das Wasser durch eine 22 km lange Leitung von 1,07 m Durchm. in einen Ausgleichbehälter in Cricklewood, von wo es noch 6,5 km weiter auf 90 m über dem englischen Normalnullpunkt in einen 45 500 m<sup>3</sup> fassenden Behälter in Finchley gehoben wird. Die Anlage in Kempton Park wird zurzeit erweitert, wodurch der Zwischenbehälter in Cricklewood ausgeschaltet werden soll; auch ein zweiter Behälter soll dann von Kempton Park aus durch eine 1,22 km lange Leitung gespeist werden. Das Pumpwerk Walton, ebenfalls an der Themse gelegen, fördert täglich 90000 m<sup>3</sup> durch eine 20 km lange Leitung von 1,22 m Durchm.

Die Tiefbrunnen, die zur Versorgung von London mit Wasser dienen, liegen in der Hauptsache südlich und östlich von Deptford auf dem rechten Themseufer. Sie versorgen namentlich die dicht bevölkerten Vororte im Osten und Südosten von London. Auch dieses Wasser wird, zum Teil auf weite Entfernungen, zunächst in Speicherbehälter gehoben.

Die Becken und Behälter, in denen das Themsewasser gespeichert wird, sind so groß, daß keine Gefahr besteht, sie könnten bei längerer Trockenheit nicht ausreichen, um den infolge der fehlenden Niederschläge entstehenden Mehrbedarf zu decken. Anders dagegen in den Gebieten, die ihr Wasser aus Tiefbrunnen erhalten. Es sind daher Bauarbeiten im Gange, um das Pumpwerk Deptford zu erweitern, wodurch die Wasserversorgung von östlich, also themseabwärts gelegenen Orten, so z. B. Woolwich,





Abb. 1.

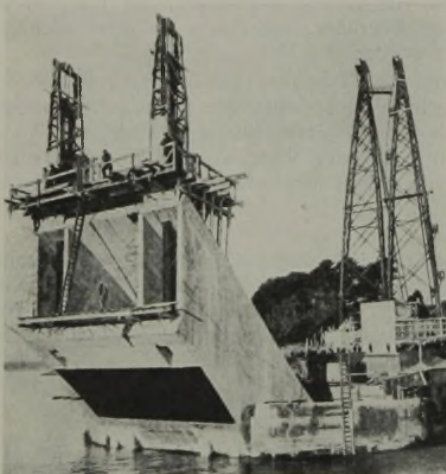


Abb. 2.

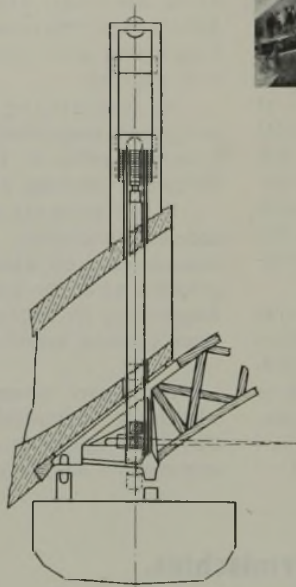


Abb. 4.



Abb. 5.

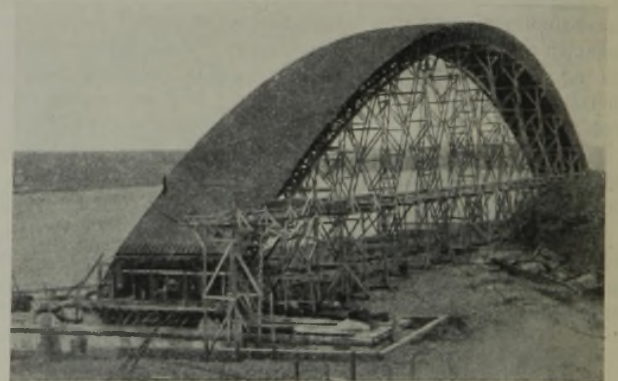


Abb. 3.

Abb. 1 bis 5. Eisenbetonbrücke über den Elorn bei Brest.

verbessert werden soll. Die Schwierigkeiten, die in dieser Beziehung bestehen, hängen zum Teil damit zusammen, daß der größte Wasserbedarf zu der Jahreszeit auftritt, in der die Niederschlagsmengen am geringsten sind. Der Tagesverbrauch, den das Londoner Wasseramt decken muß, hat schon zeitweilig 1,6 Mill. m<sup>3</sup> erreicht, und im vorigen Sommer kam es an 23 Tagen vor, daß mehr als 1,35 Mill. verbraucht wurden. Im Jahre 1921 blieben sechs Wochen lang die Niederschläge fast gänzlich aus, die Themse wurde damals fast ausschließlich durch die Quellen in ihrem Bett gespeist. Neben der Aufgabe, in solchen Zeiten einen Ausgleich zu ermöglichen, dienen die Speicherbecken auch dazu, eine Klärung des Wassers herbeizuführen, indem sich in ihnen die feinen Schwebstoffe zu Boden setzen.

Wkk.

**Eisenbetonbrücke über den Elorn bei Brest.** Über die Mündung des Elorn am Meerbusen von Brest wird nach einem Bericht in der Zeitschrift „La Technique des Travaux“, 1929, Nr. 6, seit 1926 am Bau einer Eisenbetonbrücke gearbeitet, die im nächsten Jahre fertiggestellt sein soll.

Drei Bogen von je 186,4 m Spannweite, deren Scheitelunterkanten etwa 36 m über dem Wasser liegen, überqueren die breite Flußmündung. Die Brücke erhält zwei Fahrbahnen, eine obere, die als eine 6 m breite Straße mit zwei Fußstegen von je 1 m gedacht ist, und darunter eine weitere Fahrbahn für eine Bahnlinie.

Die drei Brückenbögen bestehen aus dreizelligen, kastenartigen Eisenbeton-Gurten, die im Flußbett mit ihren Kämpfern auf Senkkasten ruhen, deren Form und Einbringung besonders bemerkenswert ist. Einer dieser Senkkasten ist in Abb. 1 in dem zum Einschwimmen und Versenken fertigen Zustande dargestellt.

Die Landwiderlager sind ebenso wie die mittleren Brückenstützen auf den gewachsenen Fels gesetzt. Für die Förderung der Baustoffe war in der Längsachse der Brücke eine Kabelbahn vorgesehen, die über ein 680 m frei zwischen hölzernen Pendelstützen gespanntes Kabel lief. Die hölzernen Stützen für das Förderkabel sind in Abb. 2 zu erkennen. Die gleiche Abbildung zeigt im Vordergrund ein fertiges Endwiderlager. Nachdem in ähnlicher Form wie dieses auch die mittleren Widerlager der Bogen fertiggestellt waren, konnten die ausragenden Stümpfe dieser Widerlager zur Aufnahme des Lehrgerüsts verwendet werden.

Für die Betonierung wurde ein hölzerner Lehrbogen auf einem Gerüst an Land fertig hergestellt, der zur Betonierung aller drei Brückenbögen diente. Auf besondere Betonböcke abgestützt, die auf Schwimmkörpern ruhten, wurde der Lehrbogen zwischen die Widerlager eingefahren, wobei die Schwimmkörper bzw. die Betonböcke des Lehrbogens durch Zugseile im Abstände gehalten wurden.

Abb. 3 läßt die Herstellung des Lehrbogens, den dazu benötigten Holzverbrauch für Gerüste, sowie auch die Abstützung des verfahrenen Lehrbogens auf den Schwimmkörpern erkennen. Die Betonböcke des

Lehrbogens wurden dann, teils aufgehängt, teils gestützt, unter den Stümpfen der vorher fertiggestellten Widerlager befestigt, was wegen des zeitlich stark wechselnden Wasserstandes besondere Schwierigkeiten und eine planmäßige Arbeitseinteilung erforderte. Die Befestigung eines von dem Schwimmkörper abgelösten Bockes auf dem Vorsprung des Widerlagers ist aus Abb. 4 zu entnehmen.

Danach folgte die Betonierung der drei Gurtbögen in einzelnen Abschnitten und Schichten auf dem Lehrbogen, so daß jede untere Bogenschicht anteilig mit dem hölzernen Lehrbogen zusammen die Eigen Gewichte der darüber aufgetragenen Betonschichten tragen helfen mußte. In Abb. 5 ist einer der drei Betonbögen während seiner Ausführung dargestellt.

Die den örtlichen Verhältnissen geschickt angepaßte Gründung der Mittelstützen, die ingenieurtechnische Ausbildung eines einzigen, verfahrenen Lehrbogens für alle drei Öffnungen der Brücke sowie die großzügig angelegten Einrichtungen für die Baustoffförderung lassen eine Ausführungsweise modernster Art und die Entwicklungsfähigkeit der Eisenbetontechnik klar zutage treten.

Zs.

### Personalnachrichten.

**Deutsches Reich.** Reichsbahn-Gesellschaft. Versetzt: die Reichsbahnräte Dr. jur. Janz, Vorstand des R. B. A. Hof, in gleicher Eigenschaft zum R. B. A. Regensburg, Nibler, Leiter einer Abteilung beim R. A. W. Nürnberg, nach München als Vorstand des Reichsbahn-Neubauamts für den elektrischen Eisenbahnbetrieb, Rudolf Holzappel, Vorstand des Reichsbahn-Neubauamts für den elektrischen Eisenbahnbetrieb in Landshut, nach Nürnberg als Leiter einer Abteilung beim dortigen R. A. W. und Panzer, Hilfsarbeiter bei der R. B. D. Ludwigshafen (Rhein), in gleicher Eigenschaft zur R. B. D. München.

Ausgeschieden: Reichsbahnoberrat Karl Sauer, zuletzt Vorstand des R. M. A. Darmstadt, infolge seiner Ernennung zum Oberregierungsbaurat im Reichsverkehrsministerium.

Gestorben: die Reichsbahnoberräte Gölsdorf, Dezernent (Mitglied) der R. B. D. Osten in Frankfurt (Oder), und Muethen, Bureaudirektor der Hauptverwaltung in Berlin, sowie der Reichsbahnoberamtmann, Rechnungsrat Brand bei der Hauptverwaltung in Berlin.

**INHALT:** Die Korrektoren geschlebeführender Flüsse in Bayern. — Die Böschungsrutschungen im Rosengartener Einschnitt der Eisenbahnlinie Berlin—Frankfurt (Oder). — Anleitung für die Bauüberwachung von Stahlbauwerken auf der Baustelle. — Vermischtes: Wasserversorgung von London. — Eisenbetonbrücke über den Elorn bei Brest. — Personalnachrichten.

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