

DIE BAUTECHNIK

9. Jahrgang

BERLIN, 10. Juli 1931

Heft 30

Baugrundverfestigung und Instandsetzung einer Eisenbahnbrücke unter Berücksichtigung des schweren Kraftwagenverkehrs.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Dr.-Ing. W. Schröder, Hannover.

A. Allgemeines.

Immer häufiger sind die Fälle, wo nicht nur die Überbauten von Eisenbahnbrücken, sondern auch deren massive Widerlager, Pfeiler und Säulenfundamente verstärkt oder erneuert werden müssen, weil sie den gesteigerten betrieblichen Beanspruchungen nicht mehr gewachsen sind. Meistens haben diese Bauwerkteile im Laufe der Zeit durch Witterungseinflüsse, insbesondere durch Auswaschen des Bindemittels infolge schlechten Oberflächenschutzes, bereits an innerer Festigkeit verloren, so daß nun eine beschleunigte Zerstörung durch die zu hohen Betriebslasten einsetzt. Ein für die Instandsetzungs- und Erneuerungsarbeiten, die in der Regel unter Aufrechterhaltung des Eisenbahnbetriebes und Straßenverkehrs ausgeführt werden müssen, besonders erschwerender Umstand liegt des öfteren dadurch vor, daß auch die Bodenbeanspruchungen zu hoch geworden sind. Ungleichmäßiges Setzen oder Absacken einzelner Bauwerkteile, das für sie zu hohen Beanspruchungen führen kann, liefert mithin einen weiteren Beitrag zu dem Zerstörungswerk. Der schwere Kraftwagenverkehr mit seinen Erschütterungen des Baugrundes und der Fundamente, die zu einer Lockerung des Gefüges der massiven Teile führen, tut ein übriges. Verbesserung der Fundierungen durch Verbreiterung der Fundamente, Aufsuchen neuer tragfähiger Schichten oder Verfestigung des Baugrundes wird erforderlich sein.

Durch den schweren Kraftwagenverkehr (Omnibusse, schwere Lastkraftwagen) besteht weiter eine große Gefahr für die Sicherheit des Betriebes bei den Eisenbahnbrücken, deren Überbauten durch Säulen gestützt sind, die längs der Fahrbahnbordkanten stehen. Gegen diese Anordnung konnten früher keine Bedenken geltend gemacht werden. Die schweren Pferdefuhrwerke konnten ja nur langsam fahren und blieben im übrigen auf der Fahrstraße. Heute ist bei solchen Bauwerken durch das schnelle, oft unvernünftige Fahren der schweren Kraftwagen eine hohe Gefahr für die Sicherheit des Eisenbahnbetriebes gegeben, denn bei einem Anprall der großen bewegten Massen auf eine Säule wird diese nur in besonders günstigen Fällen den erforderlichen Widerstand leisten können. Die Gefahr ist um so größer, je unzulänglicher die früher völlig ausreichende Breitenabmessung der Unterführung für den gesteigerten Straßenverkehr geworden und je ungünstiger die Linienführung der einmündenden Straßen ist. Hier in der Unterführung findet in der Regel eine Verdichtung des Verkehrs statt, da der gesamte Verkehr aus mehreren Straßen aufzunehmen ist. Die Abweichung von der ursprünglichen Fahrtrichtung führt bei hoher Geschwindigkeit und hierfür ungünstiger Oberflächenbeschaffenheit der Fahrstraße leicht zum Schleudern des Wagens. Besonders gefährlich ist es, wenn die Säulen ungeschützt ohne hohen Sockel sehr nahe der Bordkante stehen und dazu aus Gußeisen und hohl sind. Ein verhältnismäßig geringer Stoß genügt, um sie zu zertrümmern. Meines Wissens sind bislang noch von keiner Aufsichtsbehörde für den Straßenverkehr Maßnahmen getroffen worden, die in solchen Fällen dem Gefahrmoment für den Eisenbahnbetrieb durch den schweren Kraftwagen Rechnung tragen. Es genügt auch nicht, daß entsprechende Bestimmungen für das Fahren erlassen werden, es muß auch dafür Sorge getroffen werden, daß sie befolgt werden.

In den letzten Jahren sind viele städtische Straßen unter Anpassung an den starken Straßenverkehr erneuert worden. Durch Verbreiterung der lichten Welte, Beseitigung von Säulen auf den Fußsteigen, gegebenenfalls Anordnung einer Stützenreihe auf hohem Sockel in der Mitte der Fahrstraße, was eine gute Lösung bedeutet, Verbesserung der Linienführung der einmündenden Straßen u. a. sind einwandfreie Anlagen geschaffen worden. Da nach § 39 des Reichsbahngesetzes die durch den vermehrten Straßenverkehr hervorgerufenen notwendigen Verbesserungen der Anlagen zu Lasten der Wegebaupflichtigen gehen und auch deren Mittel bei der schlechten Wirtschaftslage sehr knapp sind, sind viele Straßenunterführungen noch nicht verbessert worden, obgleich es mit Rücksicht auf den Straßenverkehr dringend notwendig wäre. Die Deutsche Reichsbahn nimmt jedoch bei den Instandsetzungs- und Erneuerungsarbeiten, durch die den Forderungen des Eisenbahnbetriebes entsprochen wird, darauf Bedacht, daß Anlagen, die zu einer Gefährdung des Eisenbahn-

betriebes durch den Straßenverkehr führen können, durch geeignete Anordnungen gleichzeitig beseitigt oder verbessert werden, wenn dies ohne große Mehraufwendungen möglich ist. Gegebenenfalls müssen die Wegebaupflichtigen gezwungen werden, die Mehrkosten zu tragen.

Für die Beseitigung der vorstehend bezeichneten Schäden und unzulänglichen Anlagen handelt es sich mithin um

1. Verbesserung der Gründung,
2. Verstärkung oder Erneuerung der massiven Bauwerkteile,
3. Verbesserung der längs der Fahrstraßenbordsteine stehenden Säulenreihen mit Rücksicht auf den schweren Kraftwagenverkehr.

Eine bemerkenswerte Ausführung, die diese Arbeiten umfaßt, wird hier wiedergegeben.

B. Zustand der Brücke.

Die in Bremen in der Nähe des Hauptbahnhofes liegende Hemmstraßenunterführung ist ein aus zwei Teilen bestehendes Bauwerk von etwa 150 m Gesamtlänge und 12 m lichter Welte zwischen den Widerlagern, durch das die Gleise der Strecken nach Hamburg und Wesermünde und zahlreiche andere Betriebsgleise zwischen dem Hauptbahnhof und dem Güter- und Verschiebebahnhof über die Hemmstraße geführt werden

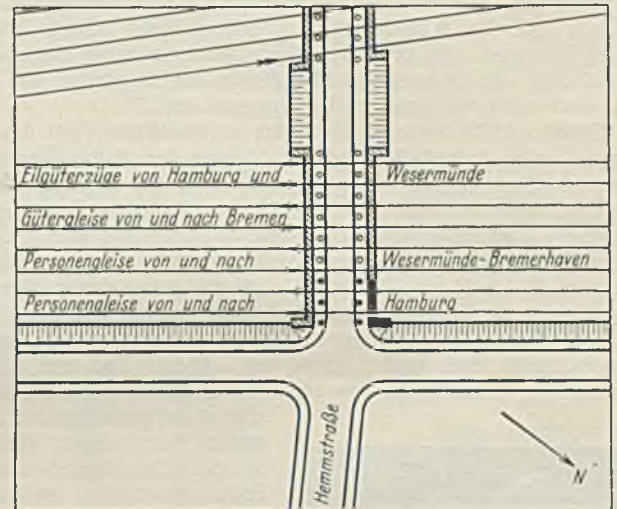


Abb. 1. Lageplan.

(Abb. 1). Die zum größten Teil aus dem Jahre 1885 stammenden Widerlager bestehen aus Ziegelmauerwerk mit Hartbrandziegelsteinen in verlängertem Zementmörtel, der Überbau aus zahlreichen schweißelernen Blechträgern, die nicht von Widerlager zu Widerlager durchgehen, sondern durch Unterzüge unterbrochen werden, die auf zwei Säulenreihen längs der Straßenbordkanten ruhen. Die Stützweite des mittleren Teils der Hauptträger ist 7 m, die der Seitenfelder je 2,80 m. Die Säulen bestehen aus Gußeisen und sind hohl. Da sie einen äußeren Durchmesser von 0,30 m haben, ist die lichte Weite zwischen ihnen 6,70 m. Die Breite der Straße ist 6 m, so daß die Entfernung der Säulen von der Bordsteinkante nur je 35 cm ist (Abb. 2).

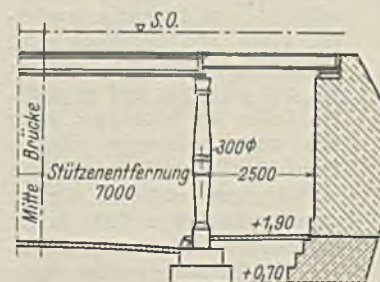


Abb. 2.

Querschnitt durch altes Widerlager.

Zwischen den Trägern spannen sich Buckelplatten. Die Träger der Seitenöffnungen sind gegen die des Mittelfeldes versetzt. Die mittleren Hauptträger sowie die Unterzüge sind 1909 durch Aufnieten flußeiserner Gurtplatten verstärkt worden. Die Brücke genügt heute dem Lastenzug G.

Zu gleicher Zeit sind auch die unter den durchgehenden Hauptgleisen stehenden Säulen, die sich um 10 bis 80 mm gesenkt hatten, durch Unterlegen von eisernen Platten angehoben und neu vergossen worden. Die Widerlager zeigen vielfach Risse. Fast alle Fundamente der Säulen sind nach den Widerlagern zu abgesackt, wodurch die Säulen sich schief gestellt haben (Abb. 3). Als Ursachen hierfür sind Aufgrabungen in den

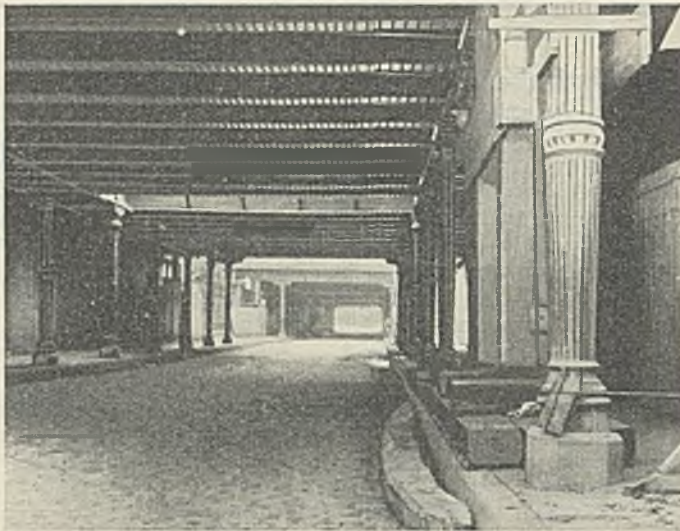


Abb. 3. Schiefe Stellung der Säulen.

Fußsteigen für die Verlegung von Kabeln und Kanalisationsrohren und Seitendruck der Radlasten der schweren Straßenfahrzeuge anzusehen. Eine Untersuchung des Bodens am nordöstlichen Ende der Brücke ergab, daß Widerlager und Säulenfundamente 1,20 m unter Straßenoberkante auf moorigem Sand stehen. 30 bis 50 cm tiefer liegt eine tonlige Sandschicht von 0,60 bis 0,70 m Stärke. Unter dieser Schicht ist stark fließender Triebssand von etwa 3 m Mächtigkeit; darunter liegt scharfer Sand und Kies. Die Bodenschichten fallen in der Längsachse der Brücke ziemlich stark nach dem anderen Brückende hin.

Im Oktober 1929 traten plötzlich am nordöstlichen Teile des einen Widerlagers unter den stark belasteten Gleisen der Hamburger Strecke durchgehende Risse auf, deren Verlauf derart war, daß leicht eine Gefährdung des Betriebes eintreten konnte (Abb. 4 u. 5). Beim Zug- wie auch bei schwerem Lastkraftwagenverkehr machte das Widerlager nicht unerhebliche Bewegungen. Die erste Säule bewegte sich in senkrechter Richtung um 12 bis 15 mm. Durch Abstützung des eisernen Überbaues und Ermäßigung der Zuggeschwindigkeit wurde zunächst die Gefahr beseitigt. Bei näherer Untersuchung zeigte sich bei diesem Widerlager auf etwa 10 m Länge eine starke Zerstörung. Dieser Teil mit dem angrenzenden Flügel mußte also erneuert werden und hiermit auch die sich



Abb. 4. Ansicht des zerstörten Widerlagers.

sehr schief gestellten drei Fundamente der hiervor stehenden Säulen. Eine Nachrechnung der Bodenpressungen ergab, daß diese viel zu groß wurden. Der entsprechende Teil des anderen Widerlagers und der Säulen unter den gleichen Gleisen der Strecke nach Hamburg zeigte noch keine Zerstörungs- und Senkungserscheinungen. Instandsetzungs- und Erneuerungsarbeiten waren also hier noch nicht notwendig. Obgleich zu erwarten ist, daß auch hier und an anderen Teilen der Widerlager unter den stark befahrenen Gleisen über kurz oder lang ähnliche Zerstörungen auftreten wie an dem nordöstlichen Teil, da sie vor allem auf die den gesteigerten Betriebslasten nicht mehr gewachsenen Gründungen zurückzuführen sind, wurde doch wegen Mangels an Geldmitteln von einer allgemeinen Erneuerung Abstand genommen.

Zwecks guter Gründung mußten Widerlager und Säulenfunda-

mente etwa 4 m tiefer auf den guten, tragfähigen Kiessand geführt werden. Die darüberliegende, etwa 3 m starke Triebssandschicht mit großem Wasserandrang hätte diese Arbeiten bei Anwendung der üblichen Verfahren mittels Spundwände und Wasserhaltung außerordentlich schwierig gemacht. Um rammen zu können, hätte der für die Gleise ein geschlossenes Ganzes bildende Überbau zum Teil zerlegt werden müssen. Die Anordnung der Säulen hätte besondere Schwierigkeit verursacht. Umfangreiche und kostspielige Unterfangungsarbeiten wären notwendig geworden, die sich bei der beschränkten lichten Weite des Bauwerks und dem starken

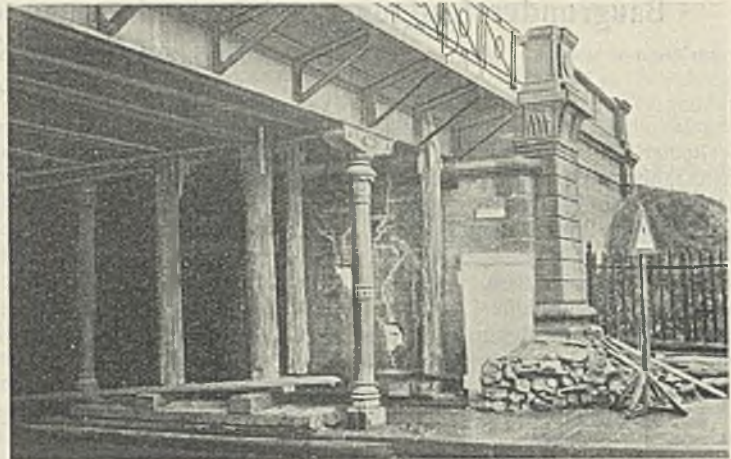


Abb. 5. Ansicht des zerstörten Widerlagers.

Straßenverkehr noch besonders schwierig gestaltet hätten. Das in den letzten Jahren bereits in einigen Fällen mit gutem Erfolg ausgeführte Versteinerungsverfahren durch Einspritzen von Chemikalien in den Boden nach dem Patent von Dr.-Ing. Joosten, Direktor der Tiefbau- und Kälteindustrie AG., vormals Gebhardt und König, Nordhausen, führte auf verhältnismäßig leichte Art zum Ziel.

C. Verfestigung des Baugrundes.

Diese Arbeiten wurden von der Beton- und Tiefbaugesellschaft Mast m. b. H. in Berlin, die für Deutschland allein die Lizenz des neuen Verfahrens hat, innerhalb der kurzen Frist von 5 Wochen mit gutem Erfolg ausgeführt. Frost und schlechte Witterung bedeuteten keine Unterbrechung der Arbeiten.

Das Verfahren beruht bekanntlich auf der plötzlichen Erzeugung von Kieselsäure-Gel innerhalb der zu verfestigenden Massen, wobei das erzeugte Gel durch seine Oberflächenspannung die mit ihm in Berührung kommenden Sandteile fest zusammenkittet. Das Gel entsteht durch die Umsetzung zweier chemischer Lösungen im Augenblicke ihres Zusammenstreffens, nämlich eines kieselsäurehaltigen Materials und einer Salz- oder Säurelösung, beide von bestimmter Konzentration. Die Verfestigung geschieht schlagartig, eine Abbindezeit ist mithin nicht erforderlich. Da sich in geringer Menge auch noch Kalkhydrat bildet, tritt durch dessen Umwandlung in Kalziumkarbonat eine gewisse Nachverhärtung ein. Die Lösungen werden nacheinander, zuerst die Kieselsäurelösung, durch gelochte Stahlrohre mittels kleiner Druckpumpen in den zu verfestigenden Boden gepreßt. Durch absatzweises Tieferführen der Rohre ist es möglich, die Verfestigung in jeder gewünschten Stärke, sowohl über wie unter Wasser, herzustellen.

Vorbedingung für die Anwendung des Verfahrens ist das Vorhandensein von quarzhaltigen Bodenbestandteilen, also Quarzsand, abgebundener Mörtel und Beton, verwittertes Gestein, wie Granit u. a. Reiner Kalk oder Mergel lassen sich nicht verfestigen. Die Verfestigung ist beständig und gegen betonschädliche Säuren und aggressive Wasser unempfindlich¹⁾.

Um über Güte und Umfang der zu erwartenden Verfestigungen ein zuverlässiges Urteil zu gewinnen, wurde in unmittelbarer Nähe des Bauwerks eine Probeverfestigung vorgenommen. Es wurden 16 Spritzrohre in Abständen von je 0,60 m von der Oberfläche auf Ord. + 1,90 bis Ord. - 1,85 abgesenkt. Die Einspritzungen begannen bei Ord. ± 0,00, so daß sich ein Körper von etwa 2,40 · 2,40 · 1,85 m³ Größe bilden konnte. Zur Untersuchung des Körpers mußten wegen des starken Wasserandranges Brunnenringe abgesenkt werden, die bis zu 50 cm in den verfestigten Boden hineingeführt wurden.

In der oberen Schicht von ± 0,00 bis - 0,30 war die Verfestigung nur gering. Die Schicht ist hier lehmig und führt eine 6 cm starke Tonader. Der Ton konnte mit der Hand zerbröckelt, der verfestigte Boden durch Spatenstiche gelöst werden. Es bestätigte sich auch hier, was bei einem

¹⁾ Bautechn. 1930, Heft 12, S. 181.

anderen Bauwerk bereits festgestellt wurde, daß mit dem angewendeten Verfahren lehmhaltiger Sand sich nicht immer verfestigen läßt. Dies muß ausdrücklich festgestellt werden, da in der Bautechn. 1929, Heft 12, S. 198, in einer Mitteilung über dieses Verfestigungsverfahren gesagt ist, daß lehmige oder tonige Beimengungen das Gelingen des Verfahrens nicht beeinflussen. Soll durch Laboratoriumsversuche festgestellt werden, ob der Boden für das Verfestigungsverfahren geeignet ist, so ist bei dessen Probeentnahme besondere Vorsicht geboten, daß die tonigen Bestandteile nicht durch das Grund- oder Oberflächenwasser aufgenommen werden und so ein Boden untersucht wird, der nicht der Wirklichkeit entspricht, was dann zu Fehlschlägen führen wird. Bei Verunreinigungen des Sandes tut man gut, sich durch eine Probeverfestigung an Ort und Stelle davon zu überzeugen, ob der Boden geeignet ist oder nicht.

Der nicht verunreinigte Treibsand unterhalb der Ord. — 0,30 zeigte eine gute Verfestigung. Sie war derart, daß kleine Stücke nur mit Spitzhacke gelöst werden konnten. Durch mehrere Bohrungen mittels Preßlufthammers zwischen den Einspritzstellen wurde festgestellt, daß der Probekörper gleichmäßig verfestigt war, säulenartige Einzelkörper sich nicht gebildet hatten und die Verfestigung mit zunehmender Tiefe zunahm.

Nach diesem guten Ergebnis und einer weiteren Baugrunduntersuchung durch noch zwei Bohrungen wurden die Verfestigungsarbeiten in zwei Bauabschnitten ausgeführt. Mit den Arbeiten wurde unter dem Gleis Hamburg—Bremen, das vorübergehend außer Betrieb gesetzt wurde, begonnen. Obgleich der Probekörper bei einem Abstände der Spritzrohre von 0,60 m eine hinreichende Verfestigung zeigte, wurden hier die Rohre in Abständen von 0,50 und bis zur Ord. — 3,55 eingetrieben. Nach dem mäßigen Absinken der Rohre beim Einrammen zu urteilen, mußte bereits bei Ord. — 3,20 bis 3,30 guter Baugrund — Sand und Kies — vorhanden sein, was auch die Bohrlöcher ergeben hatten. Insgesamt wurden 360 Rohre abgesenkt. Sie hatten je nach ihrer Lage eine Länge von 3,50 bis 9,75 m, in der Regel 4,65 m. Teilweise mußten sie wegen des Widerlagers und der Säulenfundamente gegen die Lotrechte bis zu 30% geneigt werden. Damit eine gleichmäßige Verfestigung des Bodens sichergestellt war und nirgends ein zu großer Abstand der Einspritzrohre sich ergab, mußten ferner die Fundamentvorsprünge von Widerlager und Flügel sowie die Säulenfundamente mit Preßluftmeißel, wie Abb. 6 bis 8 zeigen, durchbohrt werden. Durch diese Bohrlöcher von etwa 35 mm Durchm. wurden dann die Einspritzrohre geführt. Als solche wurden Stahlrohre verwendet von 20 mm Durchm., die mit einer Spitze versehen sind und deren Wandung am unteren Ende auf 0,60 m Länge durchbrochen ist. Die Rohre wurden durch Hand- oder maschinelle Rammen absatzweise — jedesmal 50 cm — eingetrieben. Bei jedem Absatz wurde das Chemikal I eingespritzt. Da die Rohre bis auf eine Tiefe von Ord. — 3,55 getrieben wurden und die Oberfläche der Verfestigung etwa bei Ord. — 0,30 liegen sollte, waren bei dieser Tiefe für jedes Rohr sieben Spritzen notwendig. Bei den vergleichsweise wenigen Einspritzrohren geringerer Länge von 3,50 bis 4 m wurden drei bis vier Spritzen gegeben. Der Druck, unter dem das Chemikal I eingepreßt wurde, schwankte zwischen 2 und 8 at. Nur bei den 9,75 m langen Rohren mußte der Druck bis auf 12 at gesteigert werden. Das Chemikal I wurde mit 2010 Spritzen eingespritzt.

Nachdem die Rohre bis zur erforderlichen Tiefe niedergetrieben waren und die letzte Spritze gegeben war, wurden sie so gespült, daß der im Rohr vorhandene Schmutz an der oberen Rohroffnung entweichen konnte. Alsdann wurde das Chemikal II eingepreßt und das Rohr absatzweise — wie beim Einrammen alle 50 cm — nach oben gezogen. Jedesmal, im ganzen also siebenmal, wurde eine Spritze gegeben. Der dabei angewendete Druck war auch hier 2 bis 8 at und bei dem 9,75 m langen Rohr 10 bis 12 at. Insgesamt wurden von dem Chemikal II auch 2010 Spritzen gegeben.

Die Verfestigung erstreckt sich nicht nur unter den beiden ersten Gleisen, für die das Widerlager mit der anschließenden Flügelmauer zu erneuern war, sondern reicht zum großen Teil noch in das dritte Gleis hinein. Dies war erforderlich, weil sonst das Fundament für die dritte Stütze teilweise auf verfestigtem und teilweise auf unverfestigtem Boden gestanden hätte. Es sind etwa 270 m³ Boden verfestigt worden. Die Kosten für die Verfestigung von 1 m³ Boden ergaben sich zu rd. 92 RM.

D. Abbruch und Erneuerung des Widerlagers und von drei Säulenfundamenten.

Die Arbeiten wurden in zwei Bauabschnitten, zuerst unter Gleis 1, ausgeführt und boten jetzt keine Schwierigkeiten mehr. Nach Abbruch des Mauerwerks und Abtragen der etwa 100 cm starken Schicht moorigen und tonigen Sandes unter den Fundamenten bis Ord. — 0,30, bei der mit der Verfestigung begonnen war, fand sich, daß der obere Teil bis etwa 60 cm Stärke an vielen Stellen noch keine ausreichende Verfestigung zeigte, so daß diese Teile auch noch abgeräumt werden mußten. Als Ursache hierfür ist die unreine Beschaffenheit des Treibsandes in seiner

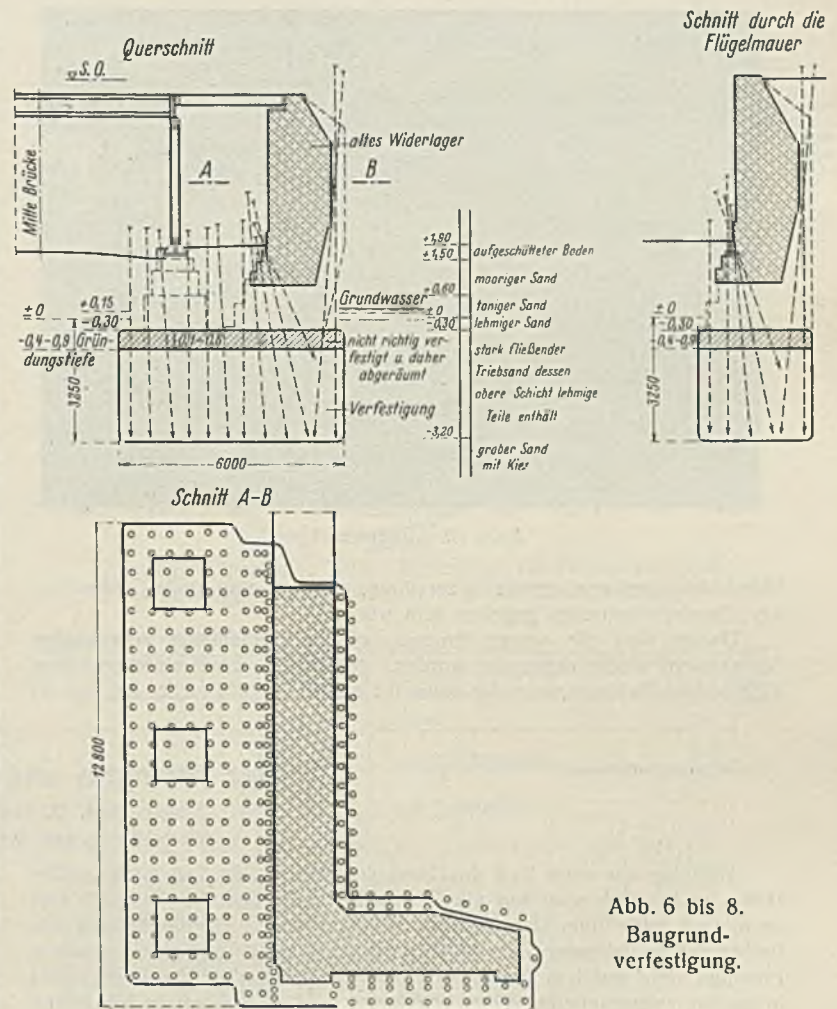


Abb. 6 bis 8.
Baugrundverfestigung.

oberen Lage, die doch noch zahlreiche feine Tonadern aufwies, anzusehen. Darunter zeigte sich überall eine einwandfreie Verfestigung mit Ausnahme einer etwa 1 m² großen Fläche, wo im oberen Teile nur säulenartige Verfestigungen eingetreten waren. Die unverfestigten Stellen wurden mit Beton ausgefüllt. Abgesehen von diesem kleinen Mangel ist der beabsichtigte Erfolg voll eingetreten. Die Verfestigung ist derart, daß die auftretenden größten Pressungen von etwa 5 kg/cm² unter dem Fundament mit dreifacher Sicherheit gut aufgenommen werden können.

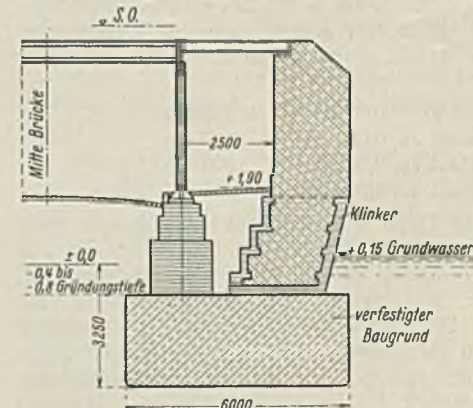


Abb. 9. Querschnitt
nach Verfestigung und Erneuerung.

Entsprechend der Stärke der abgeräumten Schichten wurden die verschiedenen Fundamente bei den Ord. — 0,40 bis — 0,90 gegründet. Wegen des aggressiven Grundwassers und moorigen Bodens wurden Widerlager und Flügel in ihren unteren Teilen mit Klinkern, in Mörtel aus Hochofenzement verlegt, umkleidet, die Säulen ganz aus Klinkermauerwerk hergestellt (Abb. 9).

E. Ersatz der Säulen durch Rahmen mit Rücksicht auf die schweren Kraftwagen.

Wie aus Abschnitt B hervorgeht, ist die Unterführung wenig geeignet, einen starken Straßenverkehr, besonders den schweren Lastkraftwagenverkehr aufzunehmen. Die Straßenbreite beträgt nur 6 m. 35 cm von den Kanten entfernt stehen die Stützen. Der Lageplan zeigt, wie ungünstig der Verkehr durch die Linienführung der einmündenden Straßen in die Unterführung geleitet wird. Die durchgehende Hemmstraße wird hier erheblich eingengt und in ihrer Richtung abgelenkt, so daß die Fahrtrichtung der Wagen auf die erste Säule gerichtet ist. Bei zu schnellem und unvernünftigem Fahren kann ein Anprall sehr leicht stattfinden. Eine kleine Stoßenergie würde bei diesen gußeisernen Säulen mit nur 2 cm

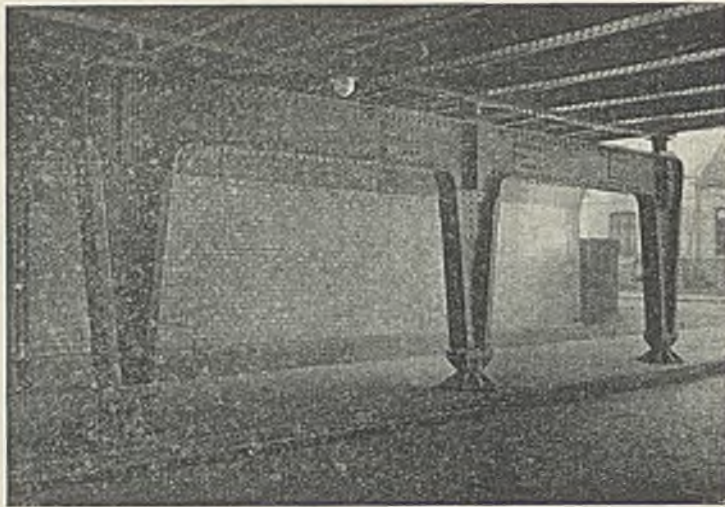


Abb. 10. Rahmenträger.

Wandstärke genügen, um sie zu zerstören, wodurch eine große Gefährdung des Eisenbahnbetriebes gegeben sein würde.

Darum sind die wegen Erneuerung der Fundamente ausgebauten Säulen nicht wieder verwendet worden. Sie wurden durch einen schweren dreistieligen Rahmenträger von etwa 8 t ersetzt. Ein gleicher Rahmen ist



Abb. 11. Ansicht nach Fertigstellung.

auf der gegenüberliegenden Seite angeordnet worden, um ein einheitliches Brückenbild zu gewinnen (Abb. 10 u 11). Der Rahmen wurde besonders schwer gehalten, um eine große lebendige Kraft aufnehmen zu können. Bei einer waagerechten Kraft von etwa 65 t auf die Endstützen in halber Höhe werden die zulässigen Spannungen noch nicht überschritten. Der Unterzug liegt mit drei Punktkipplagern auf, so daß an seiner Lagerung nichts geändert wird. Die Stahllager sind so gestaltet, daß auch eine große Kraft, die bei einem Zusammenstoß als Komponente in der Richtung senkrecht zur Brückenachse auftreten kann, mit Sicherheit aufgenommen wird.

Alle Rechte vorbehalten.

Der Huangho und seine Regelung.

Von o. Prof. O. Franzius, Hannover.
(Fortsetzung und Schluß aus Heft 26.)

1853 lag das neue Bett des Huangho zum großen Teil noch im Gelände, es ist aber auch nur eine Frage der Zeit, daß das Bett sich hier nach und nach über das Gelände erheben wird. Die Aufhöhung des Bettes ist in früherer Zeit vielfach viel zu groß angegeben worden. Freeman steht auf dem Standpunkte, daß der größte Teil des Lößgehaltes in die See vorgetrieben und dort abgelagert wird, so daß man in 100 Jahren mit keiner größeren Aufhöhung als etwa 30 cm zu rechnen habe. Sche. Vi. berichten andererseits, daß an einigen Stellen in einem Sommer eine Aufschwemmung von 0,8 m bis 1 m eingetreten sei. Es dürfte daher nicht ausgeschlossen sein, daß stellenweise mit wesentlich größeren Aufhöhungen gerechnet werden muß, als es Freeman annimmt¹⁹⁾. Das Vorücken des jetzigen Deltas wird von Freeman bis zu 30 m/Jahr angenommen. Shen Y gibt dagegen an, daß der bedeutende chinesische Wasserbauer Tsi Fu 1812 festgestellt hat, daß die Huangho-Mündung von 1077 an sich in 700 Jahren um 120 Li = rd. 70 km in die See vorgeschoben habe, das wären 100 m/Jahr. Es ist sicher, daß je nach den Wasserjahren große Unterschiede auftreten werden, unter 30 m/Jahr sollte man aber nicht annehmen.

Das Gefälle des Huangho wird von Shen Y angegeben		
	für den Oberlauf zu 0,001 75	1600 km
	für den Mittellauf zu 0,000 82	1800 km
	für den Unterlauf zu 0,000 20	600 km.

Dabei schwankt das Gefälle im Ober- und Mittellauf natürlich sehr stark. Für den Unterlauf nimmt Freeman an, daß es 0,000 158 für das Tal und 0,000 126 für den Lauf sei. Letzteres wäre 1:8000, während Shen Y mit 1:5000 rechnet. Ich habe für meine Überschlagsrechnungen mit 0,000 15 (1:6666) gerechnet. Das Gefälle soll im übrigen verhältnismäßig gleichmäßig sein. Es müssen aber infolge der Einengungen durch Berge starke Unterschiede vorhanden sein²⁰⁾. Die Wassermengen sind nach Freeman für das HHW 8000 m³/sek, für das NNW 380 m³/sek. Während meiner Anwesenheit lief ein Bericht der Provinz Honan ein, der das NNW auf 157 m³/sek angab. In einem nicht mehr feststellbaren Bericht fand ich rd. 2300 m³/sek als MW-Menge. Der Huangho scheint aber kein ausgeprägtes MW zu besitzen. Die Geschwindigkeiten sind in Abb. 5 für einen engen Querschnitt wiedergegeben. Im allgemeinen sind sie nicht ungünstig. Sche. Vi. geben als größte Geschwindigkeiten 1,87 und 1,96 m/sek an, die im Stromstrich (nicht vor den Deichen) gemessen sind. Als mittlere Geschwindigkeit haben sie

bei 348 m ³ /sek	0,86 m/sek
bei 528 m ³ /sek	1,44 m/sek
bei 1288 m ³ /sek	1,30 m/sek

¹⁹⁾ Herr Freeman schrieb mir, daß er gewaltige Unterschiede in der Lößführung vermutet.

²⁰⁾ Morison gibt 0,000 19, Kingsmill 0,000 22 als Gefälle im Unterlauf an.

festgestellt. Es muß in diesen Messungen ein Fehler vorhanden sein. Die Angabe von Freeman, daß die Rauigkeit des Huangho wesentlich geringer sei als die der meisten europäischen und amerikanischen Flüsse, scheint zutreffend zu sein. Während man für die Formel von Ganguille und Kutter Rauigkeitsbeiwerte von 0,035 für die meisten europäischen Flüsse anwenden kann, hat der Huangho anscheinend eine nur halb so große Rauigkeit, nach Freeman 0,017, wie aus einem Bericht über den Hwai, der mir in China vorlag, hervorging²¹⁾. Meine Untersuchungen am Yangtse ergaben auch für ihn ähnliche Rauigkeitsverhältnisse. Hinzu kommt, daß das Raumgewicht des Wassers merklich von 1 abweicht, bei HW 1,1 t/m³ beträgt. Ob nun die innere Schmirung des Wassers durch Löß oder die geringere Rauigkeit des Lößufers²²⁾ das Entscheidende ist, kann nur durch Versuche festgestellt werden. Es ist jedenfalls sehr wichtig, daß die Geschwindigkeitsformeln für den Huangho nicht nur für die einzelnen Flußstrecken verschieden sein werden, je nachdem, ob größere oder kleinere Sandbänke, Klippen, Packwerkbauten usw. vorhanden sind, sondern daß in diesen Strecken auch die Formeln für die verschiedenen Wasserstände verschieden sein müssen. Dabei spielt nicht nur das Gewicht, das von 1 bis 1,1 t/m³ wechselt, eine Rolle, sondern auch die Möglichkeit, daß die innere Wasserreibung durch den Lößgehalt geändert wird. Es ist zum mindesten unmöglich, mit einer Formel, wie z. B. der von Hermanek, ohne Rauigkeitsbeiwert zu rechnen. Ich habe deshalb vorläufig die Potenzformel von Forchheimer mit entsprechenden Rauigkeitsbeiwerten verwendet, wobei ich aber betont habe, daß dieses Verfahren nur für Überschlagsrechnungen vorübergehend zulässig sei.

Auch für den Hwai habe ich im übrigen stellenweise ähnliche Verhältnisse vorgefunden wie für den Huangho und den Yangtse. Es scheint mir danach der Löß ein entscheidender Faktor auch in hydraulischer Hinsicht zu sein.

Die Flußtiefe schwankt nach Sche. Vi. im Fahrwasser zwischen 2,2 m und 9 m, nach Ney Elias im Unterlauf zwischen 3,3 m und 18 m. Bei Tsi Ho am Huangho fanden Sche. Vi. 1889 bei HW 9,65 m Tiefe im Fahrwasser, Ney Elias hatte vorher (1868) 9,15 bis 10,98 m gemessen, woraus die ersteren schließen, daß große Tiefenveränderungen nicht eingetreten seien. Gerade die Verhältnisse bei Tsi Ho mit 540 m Deichweite ergeben, daß die Begrenzung der Breite ein vernünftiges Mittel sei, einen regelmäßigen Lauf mit genügender Tiefe darzustellen. Dabei sind hier von Sche. Vi. keine Strömungen beobachtet worden, die de

²¹⁾ Synopsis vom 11. September 1920 über das Hwai Flood-Problem.

²²⁾ Das Interessante ist, daß in meiner Versuchsanstalt sich ein Kohäsionsbeiwert von 0,17, ein Rauigkeitsbeiwert von 0,31 für gewachsenen Löß ergab. Da nun der Kohäsionsbeiwert im Wasser ohne Bedeutung ist, wäre die Rauigkeitsziffer rd. 0,31, also weniger als

Schiffahrt hinderlich gewesen wären, wie sich daraus ergeben habe, daß die Schiffahrt annähernd das ganze Jahr betrieben worden sei. Es handelt sich dabei um die alten chinesischen Dschunken, die segeln oder getreidelt werden. Es werden allerdings bis zu 200 Mann für eine große Dschunke für das Aufwärtstreideln verwendet²³⁾.

Die Außenmündung des Huangho ist völlig verwildert, die Wassertiefe über den einzelnen Armen ist meist nicht größer als 2 m, zum Teil geringer. Sche.Vi. geben an, daß die Flutwelle, die außerhalb der Barre 2,5 m hoch war, innerhalb nur noch 0,42 m im Mittel betrage. Innerhalb der Barre begann das Wasser erst zwei Stunden nach Eintritt des äußeren HW zu steigen und erreichte seinen höchsten Wasserstand innerhalb der Barre erst nach 7³/₄ Stunden. Das starke Vorrücken der Uferlinie im Meere, die Verflachung der Mündungsarme, haben zweifellos einen großen Einfluß auf die Gefälleverhältnisse des Unterlaufes. Diese Einflüsse können sich aber erst im Laufe von Jahrhunderten entscheidend bemerkbar machen. Wahrscheinlich sind die großen Laufverlegungen mit auf die Änderung der Verhältnisse der eigentlichen Mündung zurückzuführen, daraus erklärt sich zum Teil dann auch der große Zeitabstand zwischen den großen Bettverlegungen. Über den Rhythmus der großen Hochwasserwelle besteht zur Zeit leider noch wenig Gewißheit. Fijnje hält es für wahrscheinlich, daß er mit der Sonnenfleckenperiode übereinstimmt, so daß also Perioden von 11, 55 oder (111) 112 Jahren zu erwarten seien. Es wird aber sehr schwer sein, gerade bei dem Huangho diese Periode festzustellen, da rein örtliche Ursachen, wie Schwächung der Deiche usw. vielfach mitentscheidend gewesen sein dürften.

3. Die Regelung des Huangho.

Aus den Ausführungen der vorigen Abschnitte ergibt sich, daß der Huangho zwar gänzlich andere Verhältnisse aufweist als jeder andere der uns bekannten großen Flüsse, daß er aber selbstverständlich doch den hydraulischen Gesetzen gehorchen muß. Es ergibt sich aus allem, daß die Huangho-Katastrophen hervorgerufen werden dadurch, daß das Hochwasserbett viel zu breit ist und der Fluß nun Jahr für Jahr auf dem verhältnismäßig niedrig überströmten und viele Kilometer breiten Vorlande Löß ablagern kann. Selbst wenn die Annahme von Freeman, daß im hundertjährigen Durchschnitt nur 30 cm Löß abgelagert werden, richtig wäre, die mir zu gering erscheint, dann ist es sicher, daß je nach den Verhältnissen des Querschnittes an einzelnen Stellen bedeutend größere Ablagerungen stattfinden. Ich halte es durchaus nicht für ausgeschlossen, daß an gewissen Stellen in einem Jahre durch ein Hochwasser eine Aufhöhung um 30 cm herbeigeführt werden kann. Wiederholt sich das auch nur mehrere Jahre hindurch, dann ist an dieser Stelle eine starke Deichgefährdung gegeben, die unter Umständen den Deichhauptleuten erst dann zum Bewußtsein kommt, wenn wieder einmal ein ganz ungewöhnliches Katastrophen-Hochwasser eintritt. Da ja nun die ganz großen Katastrophen-Hochwässer in Abständen von vielleicht 50 bis 60²⁴⁾ Jahren folgen, so ist immer die Möglichkeit gegeben, daß der Sohn sich dessen nicht mehr entsinnen kann, was der Vater erlebt hat, d. h. der Deich wird nicht schnell genug erhöht, und die Katastrophe tritt ein. Der Versuch, allein durch Ausbau eines Mittelwasser- oder Niedrigwasserbettes als Hauptregelungsmittel die Gefahr zu bannen, würde m. E. nicht zum Erfolge führen. Es ist keine Frage, daß im Laufe der Zeit sowohl das Mittel- wie das Niedrigwasserbett ausgebaut und befestigt werden müssen, da eine systematische Regelung des Flusses für Schiffahrtzwecke ohne diese Maßregel nicht denkbar ist. Es wird sich auch m. E. zwischen den Fachleuten eine Einigung über die anzuwendenden Ausmaße dieser Betten erzielen lassen. Es scheint mir aber wichtiger, zuerst das Hochwasserbett entsprechend auszubauen, wie es John R. Freeman mit vollem Nachdruck verlangt. So sehe ich als das erste große Regelungsziel für den Huangho die Forderung, daß er so auszubauen ist, daß er im Verlauf möglichst weniger Jahre sein Hochwasser entscheidend senkt, und zwar so weit, daß der HHW möglichst nicht mehr das seitlich der Deiche unmittelbar angrenzende Gelände des Huanghorückens übersteigt. Eine solche Senkung ist nur möglich, wenn der Huangho selbst imstande ist, eine energische Ausspülung seines Bettes herbeizuführen.

Es war bereits erwähnt worden, daß Sche.-Vi. festgestellt hatten, daß das Huangho oberhalb der Bruchstelle von 1853 sein Bett und seinen Wasserspiegel bedeutend vertieft hatte. Weiter hat Freeman an zwei natürlichen Einengungen, die dicht unterhalb der jetzigen Mündung des Yün Ho (Grande-Kanal) liegen, bei Wei-Chia-Shan und Chiang-kou, bei dem Hochwasser des Jahres 1919 sehr interessante Beobachtungen wiedergegeben (vgl. Abb. 15 u. 16). Das Hochwasser des Jahres 1919 hat als größte Menge 7664 m³/sek gebracht. Die Aufnahmen beginnen mit dem 6. und 7. Mai und enden mit dem 26. September. Sie gehen aus von

²³⁾ Dieses Treideln habe ich am Yün Ho täglich beobachten können, es wird erst ganz allmählich durch Schleppen mit Dampfschleppern abgelöst.

²⁴⁾ Fünf Sonnenflecken-Perioden gleich 55¹/₂ Jahre.

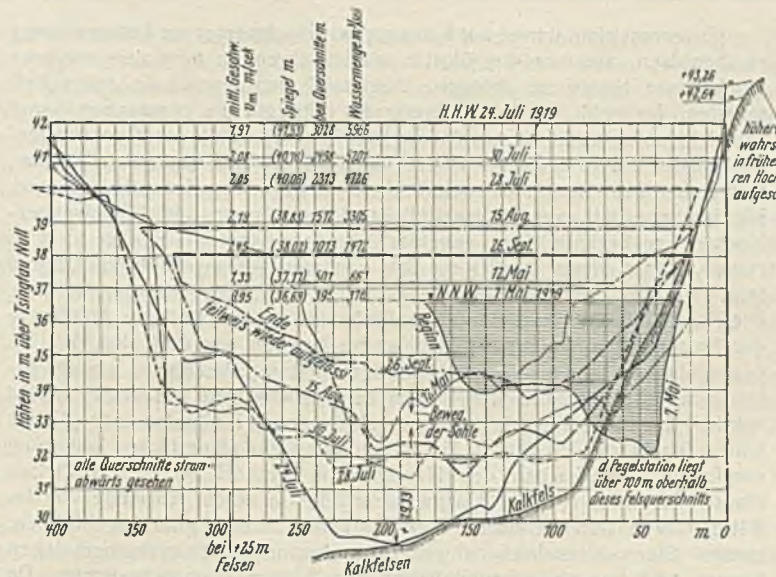


Abb. 15. Chiang-kou 1919. Bewegung von Huanghospiegel und -Sohle bei steigendem und fallendem Wasser.

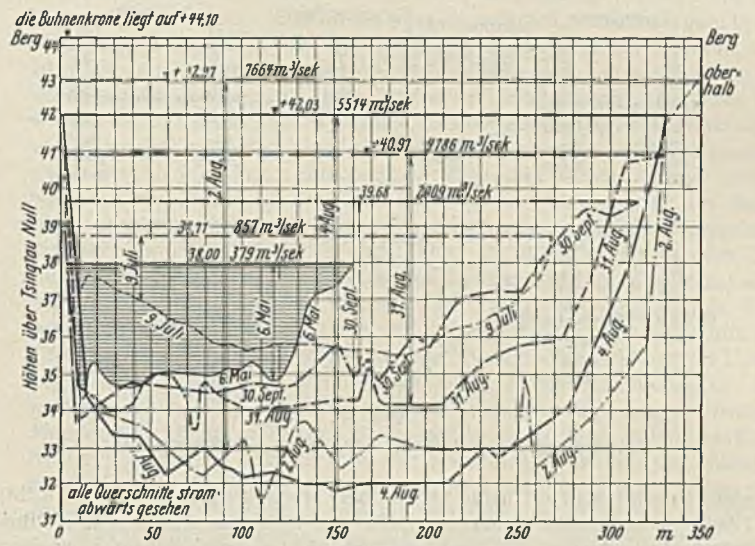


Abb. 16. Wei-Chia-Shan 1919. Bewegung von Huanghospiegel und -Sohle.

einem NW von 379 m³/sek über das HHW von 7664 m³/sek wieder bis zu einem MW von 2009 m³/sek in dem einen Falle und in dem anderen von einem NW von 376 m³/sek über ein HW von 5966 m³/sek zu einem MW von 1472 m³/sek. In beiden Fällen zeigt sich folgende interessante Erscheinung:

Mit steigendem Wasser vertieft sich die Sohle entsprechend, und zwar entspricht dem größten Steigen von 6 m eine mittlere Sohlenvertiefung von 3 m bei Wei-Chia-Shan und einem größten Steigen von 5 m eine mittlere Vertiefung der Sohle um etwa 3 m bei Chiang-kou. Dabei ist im ersten Falle der Hochwasserquerschnitt 350 m, im zweiten Falle rd. 400 m breit. Weiter zeigt sich, daß mit dem Wiederfallen des Wassers die Sohle entsprechend ansteigt, denn sie liegt im September annähernd ebenso hoch wie vorher im Mai. Dieses Ansteigen der Sohle beruht darauf, daß das Bett oberhalb und unterhalb dieser eingeeengten Querschnitte wesentlich breiter ist, das Wasser dort keinen Grund hat, ein so tiefes Bett auszuspülen, so daß der Wasserspiegel durch die geringere Bettiefe bei fallendem Wasser entsprechend hoch gehalten wird. Die Spiegelhöhe von +39 m im einen und +37 m im anderen Falle ist für die vorher ausgewählte Bettiefe viel zu hoch. Das Wasser fließt demzufolge in dem ausgewählten großen Querschnitt viel zu langsam und läßt so lange Löß fallen, bis die Geschwindigkeit ausreichend ist, um den verbleibenden Teil schwebenden Lößes weiter abzuführen. Diese Wiederaufhöhung des Bettes muß aber fortfallen, wenn der Fluß auf der ganzen Länge eingeeengt wird und er seinen Wasserspiegel nicht mehr oberhalb und unterhalb anormal hoch halten kann. Die Hauptsache ist somit, daß der Fluß uns den Beweis liefert, daß er bei entsprechender Einschnürung imstande ist, selbst sein Bett entsprechend zu vertiefen. Wesentlich ist dabei, daß er diese Vertiefung ausführt, während er schon bis zu einem gewissen Grade mit Löß beladen ist. Allerdings ist an Abb. 5, S. 400, zu erinnern, wonach der Hauptlößgehalt 13 Tage dem höchsten Hochwasser nachhinkt.

Es kommt nicht darauf an, Katastrophen-Hochwasser zur Betaustiefung zu benutzen, sondern die jährlich wiederkehrenden normalen mittleren Hochwässer hierzu zu zwingen. Man muß also bewußt ein neues Bett schaffen, das wohl für die Abführung der mittleren Hochwässer annähernd ausreicht, das aber in seinem Anfangsstadium keinesfalls ein Katastrophenhochwasser abführen kann. Dieser Gedanke ist nur dann durchführbar, wenn das bisherige Hochwasserbett so lange unversehrt erhalten wird, bis das neue Bett so weit ausgetieft ist, daß ein kommendes Katastrophen-Hochwasser auch in ihm abgeführt werden kann. Wie Abb. 15 u. 16 zeigen, würde hierzu bereits ein Bett von etwa 400 m Breite ausreichend sein. Es soll aber nachher die genauere Bettbreite bestimmt werden. Die Forderung, daß trotz der neuen Einbauten das alte Bett zur Abführung der Katastrophen-Hochwässer befähigt bleiben soll, verlangt also, daß die neuen Bauten einen möglichst geringen Raum einnehmen, streng genommen ferner, daß die jetzigen Deiche vorübergehend um so viel erhöht werden, daß die Bettverkleinerung durch die neuen Einbauten ausgeglichen wird. Ich habe nach diesen Gesichtspunkten der chinesischen Regierung empfohlen, den Ausbau des Huangho im wesentlichen durch Ziehen eines oder zweier neuer Hochwasserdeiche in einem Abstände von im Mittel 650 m durchzuführen. Dort, wo man einen gut ausgebildeten, starken älteren Innendeich hat, wird man das neue Bett an ihn heranlegen können und nur einen neuen Hochwasserdeich zu ziehen brauchen. Da aber die alten Deiche vielfach in sehr unzuverlässiger Weise geführt

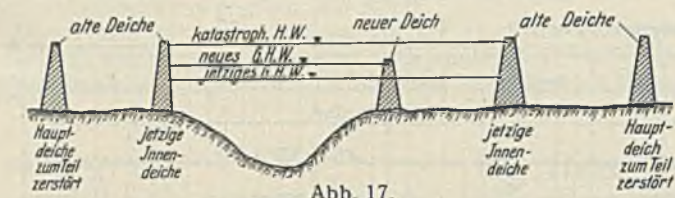


Abb. 17.

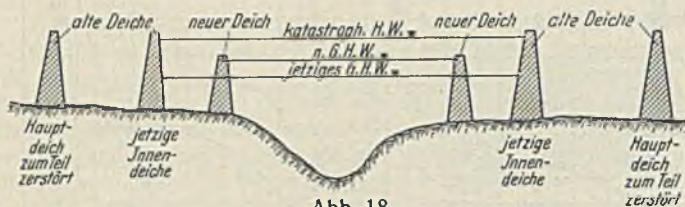


Abb. 18.

Schematische Darstellung der neuen Deichanordnung.

sind, so wird man oft beide Deiche neu erbauen müssen (Abb. 17 u. 18). Diese neuen Deiche brauchen nicht die Höhe zu haben wie die bisherigen Innendeiche. Sie brauchen auch nicht so stark gebaut zu werden, daß ein Durchbrechen unmöglich wäre, wenn einmal ungewöhnliches Hochwasser käme. Sie sollen aber, um einen solchen Deichbruch möglichst selten zu machen, an vielen Stellen mit geschützten Überläufen versehen werden, so daß ein zu hoch steigendes Wasser nicht die Krone dieser Deiche, sondern nur die Überläufe überflutet. Es kann hierfür unter Umständen das alte, gute System der chinesischen Grasdämme verwendet werden, die notfalls durchstochen werden. Es soll also dann, wenn das Hochwasser über ein gewisses Maß hinaus steigt, der Überschub in den Zwischenraum zwischen den neuen und den alten Innendeichen eingeleitet und dieser Zwischenraum mit zur Abführung des Hochwassers benutzt werden. Da nun schon ein großer Teil des Hochwassers fast bis zur Höhe der früheren Katastrophen-Hochwässer gehoben wird, so wird die Überflutung des Binnendeichlandes wesentlich flacher ausfallen als ohne die neuen Deiche. Es tritt also auch schon in den ersten Jahren eine wesentliche Verbesserung für die Bewohner des Binnendeichlandes ein.

Dieses Binnendeichland ist, wie die Pläne zeigen, ein durch Dörfer und Städte außerordentlich dicht besiedeltes Gelände. Man muß bedenken, daß dieses Land etwa 360 Jahre lang trocken gelegen hat, von den Bewohnern nach der fünften Laufverlegung des Huangho wieder in Besitz genommen wurde und so kultiviert worden ist wie jedes andere Gelände. Die hier wohnende Bevölkerung verteidigt also nach deutschen Begriffen uralten Besitz und sieht die Wiederabführung des Huangho nach Norden auch heute noch als einen schweren Eingriff in ihre Besitzrechte an. Man kommt also den Wünschen dieser Leute stark entgegen, wenn man die Überflutung dieses Geländes von Anfang an möglichst vermindert. Sie in den ersten Jahren ganz zu beseitigen, ist nicht möglich, weil die Ausbaggerung eines neuen Hochwasserbettes außerhalb jeder wirtschaftlichen Möglichkeit nicht nur Chinas, sondern auch jedes anderen Kulturlandes liegt. Wenn also nach Beendigung der neuen Deichbauten das Zwischenland gelegentlich überflutet wird, dann erleidet die Bevölkerung dadurch weniger Schaden, als wenn die neuen Deiche nicht erbaut wären. Die alten Deiche werden durchschnittlich um etwa 20 cm erhöht werden müssen, eine Arbeit, die für ein geringes Geld leicht geleistet werden

kann. Der Fuß der neuen Deiche darf nicht durch längere Buhnen geschützt werden, weil diese Buhnen einen viel zu großen Teil des Querschnittes verbauen würden. Ich habe aber vorgeschlagen, am Fuße der Deiche Weidenpflanzungen in etwa 20 m Breite anzulegen, um die Strömung möglichst vom Deichfuß fernzuhalten²⁵⁾. Außerdem wird man wahrscheinlich den Deichfuß durch Steinwurf schützen müssen. Durch eine Versuchstrecke wäre festzustellen, wie die beste Ausbaumart beschaffen sein muß, denn man muß auch unter Umständen damit rechnen, daß die Weidenpflanzungen fortgespült werden können und schließlich der ganze Weidenwald abgetrieben wird und damit die Strömung bis unmittelbar an den Deichfuß herangehen würde. Diese Gefahr liegt besonders dann vor, wenn ungewöhnliche Hochwässer bald nach der Erbauung der Deiche eintreten würden. Man wird also ohne Versuchstrecken nicht gut auskommen können.

In dem Plan, die wenig mit Löß beladenen gewöhnlichen Hochwässer zur Ausnagung des neuen Bettes zu zwingen, liegt nun weiter der Vorteil, daß gerade diese Hochwässer imstande sind, bedeutende Lößmengen abführen zu können, weil sie nur wenig (1 bis 2%) Löß führen, aber ein Vielfaches hiervon tragen können. Der Fluß selbst ist also die gegebene Transportmaschine und Bagger zugleich. Man wird allerdings seine Wühlkraft dadurch verstärken, daß man schwere Kratzgeräte den Huangho hinunterschwimmen läßt, die durch die Strömung selbst angetrieben werden, aber mit angetriebenen Schrauben oder anderen Kratzgeräten die Sohle aufwühlen. Ich denke dabei daran, daß vielleicht auf je 20 km ein solches Kratzgerät entfallen soll, das immer diese Strecke hinunterfährt, mit eigener Kraft wieder herauf und dann wieder hinunter. Da diese Kratzdampfer eigene Maschinen bekommen müssen, wird man natürlich auch diese Maschinenkraft für die Talfahrt dann mit benutzen, wenn eine beschleunigte Auswühlung erforderlich ist. Die Austiefung muß stückweise von unten nach oben folgend durchgeführt werden. Dabei wird man möglichst an vorhandene Engpässe nach unten anschließen. Wenn eine Strecke von 100 km Länge um 1 m eingetieft wird, dann müssen bei rd. 650 m Bettbreite 65 Mill. m³ Löß aus dieser Strecke abgeführt werden. Da bei HHW fast 800 Mill. m³ in einem Jahre abgeführt wurden (vgl. S. 400), im Mittel aber etwa 400 Mill. m³ zu Tal wandern, so ist es denkbar, daß bei genügendem Wasser jährlich etwa 200 Mill. m³ Löß mehr abgeführt werden könnten; d. h. es könnte die eigentliche Gefahrstrecke in zwei Jahren um 1 m, in acht Jahren um 4 m eingetieft werden.

Durch den Übertritt des Hochwassers in das Zwischendeichland wird dann noch eine geringe Aufhöhung dieses Landes eintreten. Man darf dabei nicht etwa in diesem Zwischendeichland durchgehende Querdämme ziehen wollen, weil dadurch das Abführungsvermögen dieses Gebietes geschwächt werden würde. Man darf aber ähnlich wie bei unserer Marschbeförderung kurze Quergräben von dann an ausheben, wenn schon eine gewisse Austiefung des neuen Hauptschlauches eingetreten ist, also vielleicht nach zwei Jahren, und wird durch diese kurzen Quergräben und die seitlich von ihnen stehenden Dämme eine schnellere Auflösung des Zwischendeichlandes herbeiführen. Ich vermute, daß die Austiefung des Bettes so weit, daß auch die höheren Hochwasserspiegel nicht mehr über dem Gelände des Zwischendeichlandes liegen, schon nach acht bis zehn Jahren eingetreten sein wird. Von diesem Augenblick an würde der Huangho bereits aufgehört haben, den Namen „der Kummer Chinas“ tragen zu dürfen, denn dann würde ein derartig breites Vorland in Zukunft vorhanden sein, daß ein Durchbrechen niemals mehr möglich wäre. Es kommt dann lediglich darauf an, die Hochwasserufer in Zukunft stets in einem solchen Zustande zu erhalten, daß eine seitliche Ausnagung mit Sicherheit vermieden wird, daß also die Bettbreite bei Hochwasser das errechnete Maß nicht mehr überschreiten wird. Von dann an wird man sogar darauf bedacht sein müssen, eine zu weit gehende Vertiefung des Bettes zu verhindern. Man wird also, sobald das Katastrophen-Hochwasser vielleicht 50 cm unter der Oberfläche des Zwischendeichlandes liegt, Grundschnellen aus Steinen schütten müssen. Steine kommen in genügendem Maße an vielen Stellen des Huangho vor, — an Stellen, die unmittelbar am Ufer liegen — und können also auf billige Weise verwendet werden.

Freeman schlägt vor, die neuen Deiche auf Strecken bis zu 20 Meilen immer geradlinig zu legen und diese geraden Stücke durch Kurven zu verbinden. Dieses Ausbaurverfahren würde ohne weiteres denkbar sein, da nach Freeman innerhalb dieser Hochwasserdeiche das MW- und NW-Bett geschlängelt laufen sollen. Es würde bei HW immer die nötige Tiefe für die Schifffahrt auch bei Freemans Verfahren vorhanden sein und sich auch einige Zeit nach Eintritt des MW-Standes, sofern überhaupt ein charakteristisches MW vorhanden ist²⁶⁾, ein gut ausgebildetes MW-Bett einstellen. Unbequem würde wahrscheinlich die Übergangszeit zwischen HW und MW sein, weil zwischen der Hochwasserlauflinie und der MW-

²⁵⁾ Shen Y entwickelt in seiner Arbeit sechs Arten der chinesischen Weidenpflanzung (S. 63).

²⁶⁾ Das ist fraglich.

Linie scharfe Überschneidungen eintreten, die immer wieder zu vorübergehenden Verwilderungen und starken Baggerungen Anlaß geben müssen. Man sollte daher die neuen Deiche so legen, daß auch sie in sanften Krümmungen verlaufen, so daß die Hauptströmungsrichtungen der verschiedenen Wasserstände nicht zu stark voneinander abweichen. Als Haupthalbmesser sollte man für das HW-Bett 3000 m, für das MW-Bett 1500 m nicht unterschreiten. Sobald das HW-Bett genügend ausgetieft ist, darf man an den Ausbau des MW- und NW-Bettes herangehen. Würde man vorher zu dieser Arbeit schreiten, dann würde nach nicht sehr ferner Zeit das Deckwerk des MW- und NW-Bettes aus dem sich immer weiter vertiefenden Fluß herausragen und sich Nebenbetten zweiter Ordnung bilden. Man wird dann bei dem Ausbau des MW- und NW-Bettes den Lauf etwas stärker krümmen müssen als den Lauf des HW-Bettes.

Durch ein Einsinken des HW-Spiegels tritt selbsttätig die Erscheinung ein, daß vom Gebirge her das Gefälle vergrößert, zum Meere hin aber geschwächt wird. Da nun das Ziel der Regelung darin besteht, die ausgespülte und auch die aus den Gebirgs-Lößprovinzen kommende Lößmenge bis in das tiefe Meer hineinzuführen, so muß man gleiche Transportkraft des Flusses auf dem ganzen Unterlauf verlangen. Da sich nun das Gefälle nach dem Meere zu verringert, so muß die Betttiefe nach dem Meere zu größer werden als in der oberen Strecke. Soll die Geschwindigkeit unverändert bleiben, dann muß der für normale Flüsse merkwürdige Plan durchgeführt werden, die Breite des Huangho vom Austritt aus dem Gebirge her bis nach dem Meere stufenweise zu verringern. Das wäre wenigstens theoretisch eine Notwendigkeit. Da nun aber das Gesamtgefälle vom Gebirge bis zum Meere über 100 m beträgt²⁷⁾, so wird die Senkung des HW-Standes um etwa 5 bis 6 m nicht einen solchen Einfluß haben, daß man deshalb tatsächlich eine Verringerung der Bettbreite zum Meere hin durchführen müßte. Praktisch wird man also voraussichtlich dem Fluß auf der ganzen Unterlaufstrecke die gleiche Bettbreite geben.

Ob es notwendig ist, dem Huangho ein dreifaches Bett zu geben, kann im übrigen zur Zeit noch nicht gesagt werden. Nach einem Bericht der Provinz Honan beträgt die geringste Wassermenge 157 m³/sek gegen 380 m³/sek nach Freeman. Ich würde es nicht für ratsam halten, ein NW-Bett auf die geringe Wassermenge von 157 m³/sek hin auszubauen. Sie tritt wahrscheinlich nur alle 100 Jahre oder seltener ein. Ich möchte mehr dem Vorschlage von Engels zustimmen, der ein parabolisch ausgebildetes MW-Bett empfiehlt, das dann auch für MNW brauchbar sein würde. Es ist aber immer daran zu denken, daß die Niedrigwässer in China ein halbes Jahr und länger andauern können. Vielleicht wird einmal der Zeitpunkt kommen, in dem man nicht mehr mit einem geregelten MW- und NW-Bett auskommt, sondern zu einer Kanalisierung des Huangho im Schiffahrtinteresse schreiten wird, eine Maßregel, durch die gleichzeitig gewaltige Energien gewonnen werden können²⁸⁾.

Freeman nimmt das jetzige HW mit 8000 m³/sek an. Es ist hierbei daran zu denken, daß durch die Regelung des Huangho eine Änderung der Form der HW-Welle eintreten muß. Der Ablauf der HW-Welle wird in Zukunft ein viel energischerer sein als bisher, und da nun die Wassermenge eines Flusses ein relativer Begriff ist, so ist zu erwarten, daß die HW-Menge sich aus rein hydraulischen Gründen vergrößern wird. Es kann das durch genaue Untersuchungen festgestellt werden. Vorsichtshalber möchte ich aber annehmen, daß man bis zu einer Vergrößerung von etwa 10 000 m³/sek rechnen sollte und das Bett deshalb auf die Abführung einer solchen Wassermenge einrichten müßte. Da nach den wiedergegebenen natürlichen Querschnitten von Freeman eine Bettbreite von 400 m ausreicht, um das HHW abzuführen, so würde voraussichtlich eine Breite von etwa 460 m ausreichen, um das größte HW der Zukunft abzuführen. Diese Annahme ist aber ganz von dem Nachweis abhängig, daß das Gefälle in den natürlichen Engstellen sich nicht zur Zeit des HHW stark vergrößert hat. Es ist aber mit Sicherheit anzunehmen, daß heute eine Vergrößerung des Gefälles vor und in der Engstelle eingetreten ist, wenigstens so lange, bis die genügende Ausspülung eingetreten war. Es ist möglich, daß man im Zustande der tiefen Bettausbildung kein wesentlich größeres Gefälle mehr gefunden haben mag als in den angrenzenden Strecken, genauere Untersuchungen hierüber fehlen aber m. E. Es ist daher ein Gebot der Vorsicht, vorläufig mit größeren Querschnitten zu rechnen, als sie die wiedergegebenen Engstellen aufweisen. Es wird dadurch gleichzeitig der Forderung nach Abführung eines HHW von mehr als 8000 m³/sek Genüge getan. Die Querschnittsberechnung folgt weiter hinten.

²⁷⁾ Bei der Huangho-Brücke der Peking-Hankau-Bahn liegt das Zwischendeichgelände auf etwa + 95 m Tsingtau Null.

²⁸⁾ Es ist dabei noch zu untersuchen, wie weit das lößhaltige Wasser wegen seines großen Gehaltes an ganz feinem, scharfkantigem Sand zum Betriebe von Turbinen brauchbar sein wird. Es ist nicht unmöglich, daß die jetzigen Stahlarten hierfür noch nicht geeignet sind.

Von dem Augenblick an, in dem der Katastrophenspiegel des Huangho sich so weit gesenkt hat, daß er mehrere Meter unter der Krone der neuen Deiche liegt, darf man dazu übergehen, die Deiche abzutragen und zu verbreitern, um auf diese Weise Ausbrüche immer seltener zu machen. Ich habe deshalb auch vorgeschlagen, die neuen Deiche zuerst nicht zu stark zu bauen, weil man sie wenige Jahre nach ihrer Erbauung durch Erniedrigung billig verstärken kann. Daß die Deiche in Zukunft in einwandfreier Weise berast sein müssen, bedarf keiner weiteren Ausführung. Es wird mit den bisherigen Gewohnheiten der Bevölkerung rücksichtslos gebrochen werden müssen, und man wird auch vor Androhung und Anwendung drakonischer Strafen nicht zurückschrecken dürfen, um Beschädigungen des Deiches zu verhindern. Das gleiche, was in früheren Jahrhunderten bei den europäischen Deichen durchgeführt wurde, daß z. B. Anwohner, die den Deich beschädigten, mit dem Tode bestraft wurden, wird sich auch in China nicht entbehren lassen. Es muß eben das Leben und die Sicherheit der Millionen von Anliegern höher stehen als das Leben eines Deichverbrechers²⁹⁾.

Das Mündungsgebiet.

Besondere Beachtung muß, wie bei anderen Flüssen so auch hier, der Behandlung des Mündungsgebietes geschenkt werden. Das Mündungsgebiet ist heute in vollkommenem wildem Zustande.

Der Huangho fließt ähnlich wie die Donau vor der Sulinaregulation in vielen einzelnen Armen, die meistens eine geringere Tiefe als 2 m besitzen, in das Meer. Das Ideale wäre es natürlich, mit der Regelung der Mündung zu beginnen. Es würden hierfür aber allein ein Zeitraum von 10 bis 20 Jahren und gewaltige Mittel notwendig sein, um etwasersprießliches schaffen zu können. Der Gewinn an Gefälle würde dann zum Teil wieder dadurch ausgeglichen werden, daß die Hochwasserwelle wesentlich weiter als bisher in das Land hineinlaufen würde. Es würde allerdings auch das Niedrigwasser entsprechend abgesenkt werden. Aber selbst wenn in der Mündung eine Erniedrigung des Mittelwassers um einige Meter durch die Mündungsregelung erreicht würde, so würde insgesamt die Vermehrung des Gefälles doch nur so gering sein, daß es ohne Einfluß auf die Regelung des Unterlaufes bleiben müßte. Daß nicht eine Verstopfung der Mündung eintritt, dafür sorgt im übrigen der Fluß selbsttätig. Die Erfahrungen bei der ersten Regelung der Seine und des Clyde zeigen im übrigen, daß eine sehr günstige Entwicklung des Unterlaufes möglich ist, selbst wenn die Mündung falsch behandelt oder, wie im vorliegenden Falle, vorläufig nicht behandelt würde. Der Ausbau der Mündung zu einem schiffbaren Strom würde im übrigen außerordentliche Kosten verursachen, solange nicht die ungeheure Lößabfuhr des Huangho beseitigt sein würde, und sie kann erst dann beseitigt werden, wenn eine Aufforstung des Mittellaufes und ein weitgehender Uferschutz am Mittellauf durchgeführt ist, etwas, was zum mindesten Jahrzehnte in Anspruch nehmen wird. Direktor H. Li hat deshalb den Vorschlag des früheren Gouverneurs von Shantung, Choufu, wieder aufgegriffen, den Unterlauf des Huangho mit dem Siauting Ho durch einen Kanal zu verbinden und den kommenden großen Seehafen des Huangho-Gebietes am Siauting Ho anzulegen. Der Siauting Ho wird hierzu auf einer gewissen Strecke kanalisiert werden müssen. Bei einem Ausbau der Mündung des Huangho zu Schiffahrtzwecken würde man jahrelang mit einem weitgehenden Vortreiben der Leitdämme zu rechnen haben, und zwar in den ersten Jahren wahrscheinlich eher um 60 m als um 30 m jährlich.

Das Oberlauf- und das Mittellaufgebiet.

Das Oberlaufgebiet wird wegen der Größe des Stromes zweifellos auch große Möglichkeiten für die Entwicklung der Schiffahrt bieten. Die Grundlagen für irgendeine Untersuchung nach dieser Richtung sind aber noch gering. Ob es ferner möglich ist, durch stärkere Aufforstungen hier Verbesserungen in der Wasserführung zu schaffen, hängt von den klimatischen Verhältnissen ab, die anscheinend dafür nicht besonders günstig sind.

Der Mittellauf wird heute schon von Schiffen befahren und kann jedenfalls sehr verbessert werden. Es sind besonders in der nordsüdlichen Canonstrecke gefährliche Hindernisse für die Schiffahrt in Gestalt von Wasserfällen (Drachenmund usw.) vorhanden, die irgendwie umgangen werden müssen. Das wichtigste scheint aber zu sein, daß man die Ufer des

²⁹⁾ Die neue Geistesrichtung, die heute in China eingezogen ist, gibt dafür auch die Möglichkeit. Noch vor wenigen Jahren wäre eine derartige schwere Bestrafung unter Umständen nicht möglich gewesen. So sollte bei dem großen Hochwasser des Hwai Ho 1921 einer der großen Grasdämme, die einen der großen Entlastungskanäle des Grande-Kanals nach dem Gelben Meere hin abschlossen, durchstochen werden. Der seit Generationen trockene Entlastungskanal war aber inzwischen besiedelt worden und nicht mehr als Hochwasserabfluß für das Hwai-Wasser benutzt worden. Die Bauern dieses Gebietes lagerten sich auf dem Grasdamm und drohten, sich zu töten, wenn der Damm durchstochen würde. Daraufhin ist die Durchstechung nicht durchgeführt worden. Es spielte hierbei der alte chinesische Geisterglaube noch eine entscheidende Rolle.

Tafel zur Bestimmung des Rauigkeitsbeiwertes n für die Forchheimersche Geschwindigkeitsformel nach Abb. 15 u. 16.

Ort	Datum	Q m ³ /sek	F m ²	B m	t m	V m/sek	$J = 0,000\ 126$	$t^{0,7}$	n	HW n	MW n	NW n
Chiang-kou	24. 7. 1919	5966	3028	400	7,57	1,97		4,1245	0,0235	0,0235		
	30. 7. 1919	5201	2498	390	6,40	2,08		3,6672	0,0198	0,0198		
	28. 7. 1919	4726	2313	350	6,60	2,05		3,7470	0,0205	0,0205		
	15. 8. 1919	3305	1512	325	4,65	2,19		2,9324	0,0150		0,0150	
	26. 9. 1919	1472	1013	303	3,34	1,45		2,3261	0,0180		0,0180	
	12. 5. 1919	667	501	190	2,64	1,33		1,9730	0,0166			0,0166
	7. 5. 1919	376	395	150	2,63	0,95		1,9677	0,0233			0,0233
Wei-Chia-Shan	2. 8. 1919	7644	3048	348	8,76	2,50		4,5682	0,0205	0,0205		
	4. 8. 1919	5514	2764	330	8,73	2,00		4,4250	0,0250	0,0250		
	31. 8. 1919	4186	1814	308	5,90	2,30		3,4642	0,0170	0,0170		
	30. 9. 1919	2009	1134	290	3,90	1,77		2,5926	0,0165		0,0165	
	9. 7. 1919	857	630	265	2,38	1,36		1,8349	0,0152			0,0152
	6. 5. 1919	379	395	157	2,50	0,96		1,8990	0,0222			0,0222
									0,2531 : 13 = 0,0195	0,1263 : 6 = 0,021	0,0495 : 3 = 0,0165	0,0773 : 4 = 0,0193

Mittellaufes vor den starken Lößabbrüchen schützt, die die Ursache der schweren Lößbelastung des Unterlaufes sind. Wenn die Schätzung einer jährlichen Lößabfuhr im Mittel von 400 bis 500 Mill. m³ richtig ist, dann muß doch die gleiche Menge jährlich im Mittellauf aus dem eigentlichen Lößgebiet abgebrochen werden. Daß hierdurch den Anliegern ein schwerer Schaden zugefügt wird, bedarf keiner näheren Ausführung. Man kann sich daraus ein Bild der fürchterlichen Uferabbrüche oder der nicht weniger schädlichen Senkung von Flußspiegel und Sohle im Mittellauf machen. Dem schweren Schaden im Unterlauf stehen dann entsprechend die dauernden Landverluste im Mittellauf gegenüber. Daß sie nicht so bekannt sind wie die ersteren, liegt lediglich daran, daß die Landverluste durch Abbruch nicht mit derartigen Katastrophen verbunden sind wie die Überschwemmungen im Unterlauf. Daß aber ungeheure Ufersicherungsarbeiten auf einer Länge von etwa 800 km notwendig werden werden, ist sicher. Wegen der canonartigen Ausbildung dieser Strecke werden diese Ufersicherungen wahrscheinlich streckenweise schwierig und kostspielig sein.

Dazu müssen systematische Verbauungen der Wildbäche, vielleicht auch Talsperrenbauten treten.

Werden die Bauten richtig durchgeführt, dann würde der Huangho nach ihrer Vollendung auch bei HW nur noch Bruchteile der heutigen Lößmengen abzuführen brauchen. Es ist anzunehmen, daß es sich bei diesen Arbeiten um Aufwendung von Hunderten von Mill. mex. \$ handeln wird. Nur auf diese Weise wird es aber möglich sein, den Huangho auf etwa 2500 km von der Mündung etwa bis Lanchau für größere Binnenschiffe schiffbar zu machen.

Querschnittausbildung.

Im folgenden will ich noch kurz auf die hydraulischen Verhältnisse des Huangho eingehen. Es ist bereits ausgeführt worden, daß die Bett- und Uferrauigkeit des Huangho wesentlich geringer ist als die europäischer Flüsse. Ich habe mangels einer geeigneten Huangho-Formel Querschnitte für den Unterlauf nach der Forchheimerschen Potenzformel errechnet, wobei ich noch den erhöhten Wert $n = 0,02$ angesetzt habe:

$$V = \frac{1}{n} \cdot t^{0,7} J^{0,5}$$

Diese Formel muß für den Huangho geändert werden in die Formel:

$$V = k \cdot \frac{\alpha}{n} \cdot t^{0,7} J^{0,5}$$

wobei $k = \sqrt{\gamma}$ mit γ als dem Einheitsgewicht des Wassers einschließlich Lößgehalt und α den Wert für die innere Reibung des löshaltigen Wassers $\alpha < 1$ bedeutet.

Freeman gibt an, daß der Rauigkeitsbeiwert zu $n = 0,015$ angesetzt werden muß, Formel von Ganguillet und Kutter, Synopsis vom 11. September 1920 über das Hwai Flood-Problem, welche Arbeit mir in China zur Verfügung stand. Er kommt auf Grund dieser Annahme zu einem HW-Querschnitt von $\frac{1}{4}$ Meile = rd. 400 m und einem Deichabstand von etwa 600 m. Ich habe aus den von Freeman mitgeteilten Beobachtungen die obenstehende Zahlentafel zusammengestellt. Daraus ergibt sich ein mittlerer Rauigkeitsbeiwert von $n = 0,0195$. Hierbei ist zu beachten, daß am 24. Juli 1919 ein Deichbruch stattfand, der das Gefälle veränderte. Freeman hat durchweg mit dem Gefälle von $J = 0,000\ 126$ gerechnet. Am Tage des Deichbruches ist an der betreffenden Stelle, die unterhalb liegt, das Gefälle zweifellos verringert worden, so daß der Wert n nicht wie in der Tabelle 0,0235, sondern wahrscheinlich weniger betragen hat. Ich halte es nicht für unwahrscheinlich, daß der Wert von Freeman richtiger ist als der von mir errechnete. Es liegt aber im Interesse der Sicherheit, vorläufig mit einem etwas zu großen Deichabstand

zu rechnen, wie er sich bei Annahme von $n = 0,02$ ergeben würde. Es wird nun nötig sein, nicht nur für jede Strecke, sondern auch für die verschiedenen Wasserstände die Huangho-Formel durch zahlreiche Messungen zu finden. Wenn man berücksichtigt, daß das Einheitsgewicht des Wassers mit 10 Gewichts-% Lößgehalt bei Hochwasser 1,1 ist und bei Niedrigwasser und Mittelwasser etwa 1,0, dann würde der reine Rauigkeitsbeiwert, der für Hochwasser mit 0,2 angenommen wird, für

Mittel- und Niedrigwasser $\sqrt{\frac{1}{1,1}} \cdot 0,2 = 0,019$ sein, d. h. wenn der in

der Forchheimer-Formel genannte Wert n unverändert bleiben sollte, d. h. der wirkliche Rauigkeitswert des Flusses vom Einheitsgewicht 1 wäre dann nur 0,019. Da ich aber die Querschnitte nur für das höchste Hochwasser errechnet habe, müßte hier der Wert $n = 0,02$ beibehalten werden. Die Rechnungen lassen sich unter Anwendung der in meinem Werke „Der Verkehrswasserbau“, S. 88 ff. angegebenen Geschwindigkeitstabellen für das Gefälle 1 : 10 000 sehr leicht errechnen. Es ergeben sich die folgenden Bettbreiten für eine gleiche Tiefe von 6 m und die angegebenen verschiedenen Rauigkeitsbeiwerte, wobei zu beachten ist, daß nach der Formel von Forchheimer die Bettbreiten proportional dem Rauigkeitswerte n sind, wenn die Betttiefe unverändert bleibt. Es ist die Bettbreite bei Annahme von $J = 0,000\ 15^{30)}$ für $n = 0,017$ $B = 525$ m, für $n = 0,02$ $B = 620$ m, für $n = 0,025$ $B = 720$ m. Die Breiten sind den Gefällwerten der einzelnen Flußabschnitte entsprechend zu verändern.

Auf die Wiedergabe der Berechnungen für den Querschnitt soll verzichtet werden. Als nutzbarer Querschnitt könnte erstmalig der nach Abb. 19 angenommen werden mit einem nutzbaren Hochwasserquerschnitt von 3660 m². Es sollen beiderseits je 20 m des Querschnittes durch Weidenpflanzungen eingenommen werden, so daß die nutzbare Breite 610 m beträgt. Je nach dem Ausfall der Versuchstrecken kann man entweder für den mittleren Hochwasserquerschnitt von 325 m Breite ein Trapez oder ein Parabelprofil gleichen Querschnittes wählen. Ein gleichmäßiger Querschnitt wird sich wegen der Flußkrümmungen sowieso nicht entwickeln, sondern voraussichtlich stets ein doppelter und unsymmetrisch ausgebildeter, wie er in der Abbildung punktiert angegeben ist. Der gezeichnete Querschnitt würde nach der Forchheimerschen Formel im unteren Bett bei 4,5 m Tiefe 2800 m³/sek und in dem ganzen Bett rund

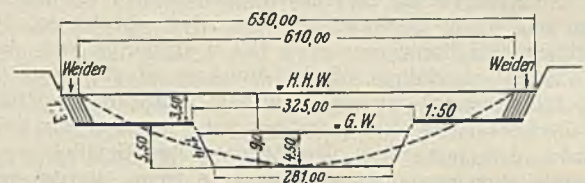


Abb. 19. Neue Querschnittausbildung.

8800 m³/sek abführen können (vgl. Abb. 19 und Zahlentafel). Wahrscheinlich wird das eingezeichnete untere Trapez durch eine Parabel oder eine von der Krümmung abhängige unsymmetrische Kurve ersetzt werden müssen. Die große Bettbreite von 650 m habe ich vor allem im Interesse der Erzielung einer nicht zu starken Strömung am Deichfuß gewählt.

Bei der Berechnung der Querschnitte wird eine sehr genaue Untersuchung der Gefälle notwendig sein. Freeman steht auf dem Standpunkte, daß das Gefälle mit einer bemerkenswerten Gleichmäßigkeit vom Austritt aus dem Gebirge bis zur Mündung besteht. Es liegt an sich kein Grund vor, dem Huangho häufig verschiedene Gefälle anzuweisen, da er sich

³⁰⁾ s. S. 450.

in dem Lößrücken fast nach Belieben entwickeln kann. Es werden sich aber aus örtlichen Belangen, Einengungen und Erweiterungen der Deiche, Vorhandensein von Dörfern und Städten, doch örtlich Gefälländerungen ergeben, und man wird gut tun, von diesen Zuständen nicht zu wesentlich abzuweichen, sondern die Querschnitte diesen verschiedenen Gefällen anzupassen. Auch wird man mit Rücksicht auf kommende große Eisenbahnbauten den Spiegel an einigen Stellen stärker senken wollen, alles, was durch entsprechende Querschnittausbildung ermöglicht werden kann. Der Huangho wird, soweit nicht unterirdische Felsbänke ein Hindernis ergeben, elastischer in seiner Längenausbildung sein können als die meisten anderen Flüsse. Man wird sich also von Anfang an vor einer zu großen Schematisierung der Querschnitte hüten müssen.

Schluß.

Die vorstehenden Ausführungen zeigen, daß es nach dem heutigen Stande unserer Wasserbaukunst möglich ist, den Huangho so zu regeln, daß sowohl die Gefahren aus seinen Katastrophen-Hochwässern beseitigt, wie auch seine Schiffbarkeit für neuzeitliche Schiffe geschaffen werden kann. An die Stelle der viel zu kostspieligen Arbeiten für die Beseitigung der Deichbrüche usw. werden in Zukunft nur noch die Kosten für die Erhaltung der Ufer zu treten brauchen. Es wird allerdings eine vollständige Änderung der Überwachungs-Organisation notwendig werden. Man wird in Zukunft, soweit es nicht schon geschehen, eine Flußstrecke mit beiden Ufern immer nur einem Deichhauptmann unterstellen müssen, etwas, was bei der Verringerung der Flußbreite wie

den neuzeitlichen Transportmitteln keine Schwierigkeit mehr machen wird. — Die großen Kosten, die die Regelung des Huangho erfordern wird, werden immer nur ein Bruchteil dessen bleiben, was seit Jahrtausenden für die Beseitigung der bisherigen Huangho-Schäden aufgewendet werden mußte, sei es nun von seiten der Regierung oder von seiten der schwer betroffenen Bevölkerung selbst. Die Ausbildung des chinesischen Landverkehrsnetzes wird durch die Verbilligung der Brückenbauten außerordentlich erleichtert werden, denn es ist ein gewaltiger Unterschied, ob man, wie bei der Brücke im Zuge der Shanghai-Nanking-Poukou-Peking-Bahn, eine Brücke über den Huangho von 3000 m oder von nur 600 m zu erbauen braucht. Vor allem aber werden große Länderereien, die heute unter steter Überschwemmungsgefahr stehen, in ihrem Werte stark steigen und große, jetzt zum Flußbett gehörige Gelände neu gewonnen werden. Man kann für jedes km des Flusses mehrere km² neues Ackerland rechnen, dessen Verkauf allein schon einen großen Teil der Kosten decken würde. Das ganze Zwischendeichland wird praktisch erst zu wertvollem Ackerland, wenn die Bevölkerung sich nicht mehr dauernd um ihre Ernte und ihr Vieh zu sorgen braucht. Auch die Gebiete des Hwai Ho, dessen Regelung und Sanierung eine der ersten Aufgaben der Zukunft sein soll, werden erst gesichert sein, wenn sie vor einem erneuten Durchbruch des Huangho nach Süden geschützt sein werden. Man kann deshalb mit Freeman, Engels usw. voll darin übereinstimmen, daß es auf der ganzen Erde kein Gebiet gibt, dessen Regelung eine größere Rente in kultureller und kapitalistischer Hinsicht verspricht wie die des Unterlaufes des Huangho.

Alle Rechte vorbehalten.

Das Krafftfahrzeug in der Baustoffbeförderung.

Von Dipl.-Ing. Castner, Berlin.

Bei den Krafftfahrzeugen ist zu unterscheiden zwischen Automobilen, d. h. mit Motoren ausgerüsteten, also selbstfahrenden Wagen, die entweder allein oder mit Anhängern laufen und dabei selbst zur Lastenbeförderung ausgenutzt werden, und Schleppern oder Zugmaschinen, d. h. Fahrzeugen, die nur als Vorspann für Anhänger dienen, selbst aber nicht beladen werden können. Beide Gruppen von Krafftfahrzeugen finden bei der Beförderung von Baustoffen Anwendung.

Die im Februar in Berlin stattgefundene Internationale Automobil-Ausstellung hat nicht nur die Entwicklung des Nutzkraftwagenbaues überhaupt in den letzten Jahren veranschaulicht, sondern sie hat auch den großen Vorsprung gezeigt, den die deutsche Nutzkraftwagenindustrie in dieser Zeit gewonnen hat.

Bemerkenswert ist die Erhöhung der Tragfähigkeit der Fahrzeuge, die durchweg durch Verwendung besser geeigneter Werkstoffe erreicht wurde, ohne wesentliche Erhöhung der Eigengewichte. Die Befürchtung, daß diese schwer beladenen Fahrzeuge in kurzer Zeit die Straßen verderben würden, dürfte nur zu geringem Teile zutreffen, da in Deutschland jetzt auch für Nutzkraftwagen die Luftbereifung vorgeschrieben ist.

Weiter hat die Ausstellung die fortschreitende Verwendung der mechanischen Bremsen gezeigt, von denen die Druckluft- und die Luftsauge-Bremse als durchgehende Bremsen für den ganzen Lastzug besonders zu erwähnen sind. Sie werden vom Krafftfahrer betätigt, so daß die als Bremser auf den Anhängern mitfahrenden Begleitmannschaften erspart werden. Die Folge ist eine Erhöhung der Verkehrssicherheit und ein wirtschaftlicherer Betrieb.

Die Antriebsmaschinen der heutigen Nutzkraftwagen zeigen ebenfalls beachtenswerte Fortschritte. Dies gilt sowohl für den Übergang vom Vierzylindermotor zu solchen mit höheren Zylinderzahlen, als auch für die Erhöhung der Motorleistungen, die gleichfalls durch Verwendung besser geeigneter Werkstoffes erreicht wurden und deshalb keine der Leistungssteigerung entsprechende Gewichtssteigerung im Gefolge hatte. Motoren von 100 PS und darüber sind für den Antrieb von Schwerlastwagen keine Seltenheit mehr.

Eine große Rolle spielt die zunehmende Verwendung des Dieselmotors als Antriebsmaschine namentlich für schwere Lastkraftwagen und Schlepper.

Für die Beförderung von Baustoffen werden Lastkraftwagen verschiedener Ausführung und Tragfähigkeit verwendet. Da eine Besprechung der großen Anzahl von Formen und Typen hier viel zu weit führen würde, sollen nur einige der gebräuchlichsten von ihnen, wie sie auch auf der Automobil-Ausstellung gezeigt wurden, an Hand der Abbildungen kurz erläutert werden. Es sei aber ausdrücklich darauf hingewiesen, daß in diesen Ausführungen nur Beispiele behandelt werden, und daß sie somit nach keiner Richtung einen Anspruch auf Vollständigkeit erheben.

Den Typ des einfachen Pritschenwagens, wie er zur Beförderung von Ziegeln, Werksteinen, Zementsäcken u. dgl. geeignet ist, zeigt Abb. 1. Es ist ein 2-t-Schnelllastkraftwagen. Als Antriebsmaschine dient ein 55-PS-Sechszylindermotor, der besonders für die Anforderungen des angestrengten Lastwagenbetriebes gebaut ist. Das Fahrwerk entspricht in

seiner kräftigen Konstruktion der Stärke des Motors, sowie der Nutzlast und der Geschwindigkeit des Wagens; die zuverlässige, leicht nachstellbare Fußbremse ist als Vierradbremse mit Servowirkung ausgebildet.



Abb. 1. 2-t-Pritschenwagen Type L 2000.
Daimler-Benz AG., Gaggenau i. Baden.

Außerdem ist eine feststellbare, auf die Hinterräder wirkende Handbremse vorhanden. Die Benzintankfüllung von 60 l reicht für 300 km Fahrstrecke.

Aus den Pritschenwagen wurden für die Beförderung von Massenschüttgütern, wie Erde, Kies, Sand u. dgl., die Kippwagen entwickelt.

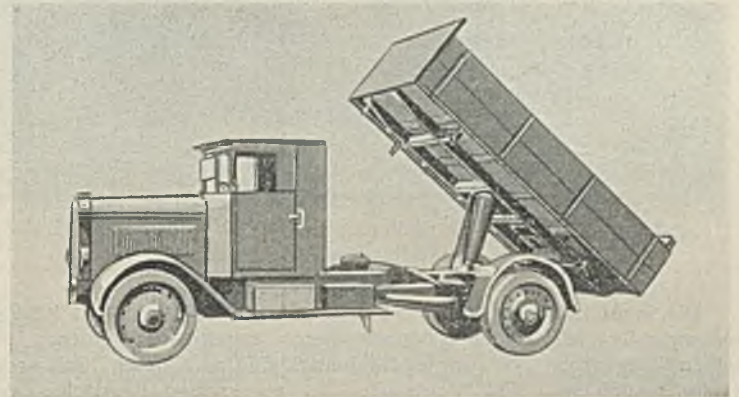


Abb. 2. 5-t-hydr. Dreiseitenkipper, Type 6 Cl.
Henschel & Sohn AG., Abt. Automobilbau, Kassel.

Sie sind als Hinter-, Seiten- oder als Dreiseitenkipper ausgebildet. Der Handantrieb für die Kippvorrichtung findet sich neuerdings gewöhnlich nur bei den Anhängern, während die Lastwagen selbst hydraulisch oder motor-hydraulisch gekippt werden. Der Vorteil der Kippvorrichtung be-

steht in der schnellen Entleerung der Wagen, die eine Beschleunigung des Wagenumlaufs und damit eine Erhöhung der Betriebswirtschaftlichkeit im Gefolge hat.

Ein hydraulischer Dreiseitenkipper für 5 t Nutzlast mit einer Ladebrückenlänge von 4 m ist in Abb. 2 wiedergegeben. Zum Antrieb dient ein 85-PS-Sechszylinder- oder ein 70-PS-Vierzylindermotor. Das Fahrzeug ist mit Saugluft-Vierradbremse ausgerüstet.

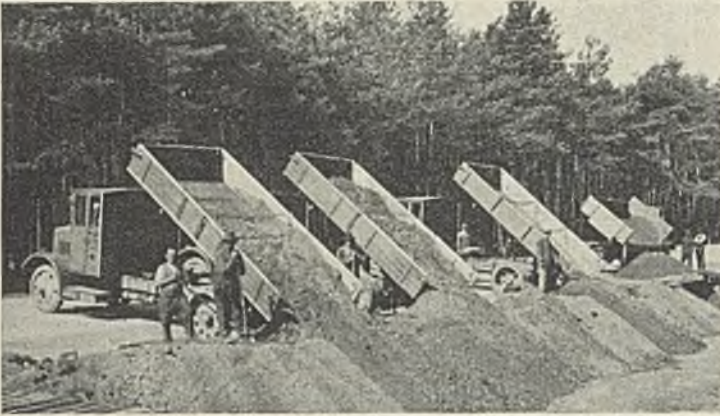


Abb. 3. Vier Stück 5-t-Hinter- und Seitenkipper beim Entladen. M. A. N., Nürnberg.



Abb. 4. 5-t-Pritschenwagen mit hydr. Eva-Wood-Dreiseitenkippvorrichtung. Vogtländische Maschinenfabrik AG., Plauen i. V.

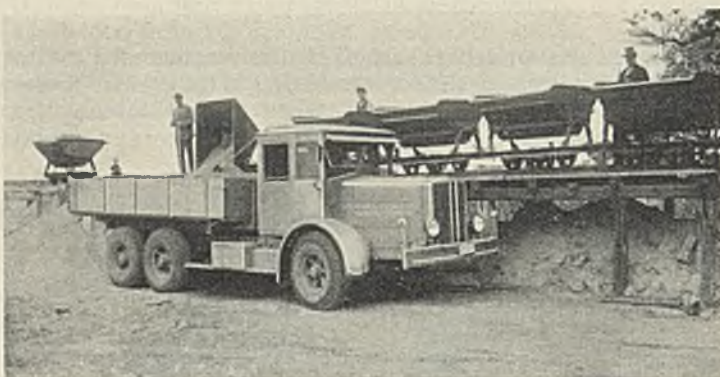


Abb. 5. Sechsrad-Dreiseitenkipper Typ 80. Büssing-NAG. Vereinigte Nutzkraftwagen AG., Braunschweig.

Die in Abb. 3 dargestellten 5-t-Lastkraftwagen können durch 100-PS-Sechszylinder-Diesel- oder -Vergasermotoren angetrieben werden. Die beiden Längsträger des Fahrgestellrahmens sind nach unten fischbauchförmig ausgebildet. Die Vorderachse ist als kräftige Faustachse, die Hinterachse als reine, ungeteilte Tragachse mit dahinterliegendem Triebwerk ausgeführt.

Einen 5-t-Pritschenwagen mit hydraulischer Eva-Wood-Dreiseitenkippvorrichtung zeigt schließlich Abb. 4.

Nach dem Gesetze vom Juli 1930 dürfen normale 5-t-Lastwagen in beladenem Zustande nur ein Gesamtgewicht von 10,8 t haben. Sollen schwerere Lasten befördert werden, so muß man dreiachsige Fahrgestelle

verwenden. Ein solches, als Dreiseitenkipper ausgebildetes Fahrzeug mit einer Tragfähigkeit von 9 bis 9,5 t ist in Abb. 5 dargestellt.

Aus wirtschaftlichen Gründen werden mittlere und schwere Lastkraftwagen immer häufiger mit Anhängern gefahren, die an seiner Stelle auch einen Schlepper als Vorspann erhalten können. Der in Abb. 6 gezeigte Dreiseitenkippanhänger hat bei einer Ladefläche von $4,5 \times 2,0$ m eine Tragfähigkeit von 7,5 t.

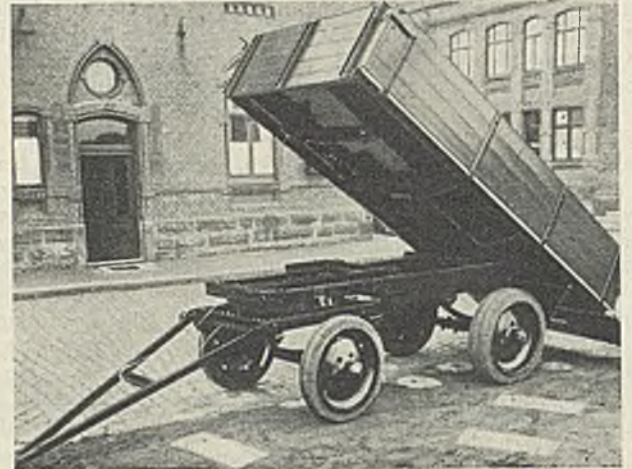


Abb. 6. Dreiseitenkippanhänger Type AK. Gothaer Waggonfabrik AG., Abt. Anhängerbau, Gotha.



Abb. 7. 7,5-t-Anhänger AW 8 an Schnellzugwagen. I. A. Maffei AG., München.

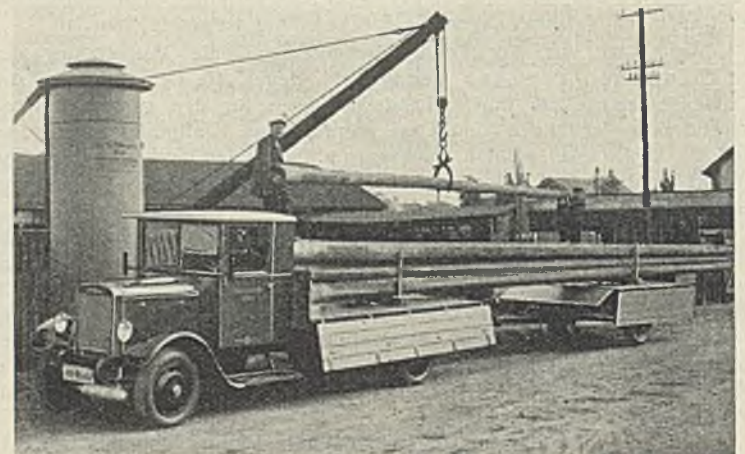


Abb. 8. 3- bis $3\frac{1}{2}$ -t-„Merkur“-Holztransportwagen mit Anhänger. Hansa-Lloyd-Werke AG., Bremen.

Ein Anhänger besonders schwerer Ausführung ist in Abb. 7 wiedergegeben. Es ist ein Dreiseiten-Meiler-Kipper mit hand- oder handhydraulisch betätigter Kippvorrichtung und 7,5 t Tragfähigkeit. Die Bauart des Drehgestelles schließt jede Kippfahrt beim Wenden aus. Die gekröpfte Delchse ist mit einer selbsttätigen Kupplung für die Spindel des Zugwagens versehen.

In den beiden nächsten Abbildungen sind zwei Sonderfahrzeuge zur Beförderung von Langmaterial dargestellt, und zwar zeigt Abb. 8 einen Holztransportwagen mit Zweiradanhänger. Es ist ein mit Junkers-Dieselmotor ausgerüsteter 3- bis $3\frac{1}{2}$ -t-Schnellastwagen, der eine Fahrgeschwindigkeit von 42 bis 50 km/h erreichen kann. Die Rahmenbelastung beträgt

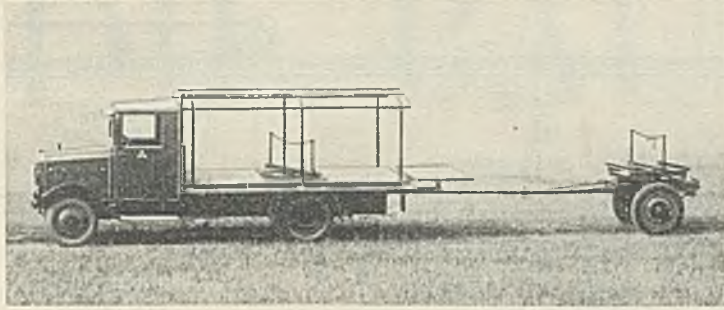


Abb. 9. Langmaterialläufer.
Rud. Ley, Automobilfabrik AG., Arnstadt i. Th.

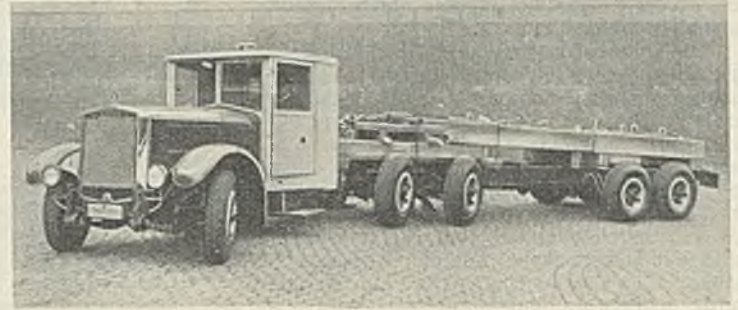


Abb. 10. Großraumwagen (Krupp-Flettner).
Fried. Krupp AG., Essen-Ruhr.

4,5 t, das Eigengewicht 2,35 t. Der Langmaterialläufer (Abb. 9) hat als Triebwagen einen 2 $\frac{1}{2}$ - bis 3-t-Schnelllastwagen, dessen Sechszylinder-Blockmotor sich dem jeweiligen Kraftbedarf weitgehend anpaßt und dadurch einen wirtschaftlichen Betrieb ermöglicht. Besonders beachtenswert ist die tiefe Schwerpunktlage des Fahrgestells. Zum Bremsen dient eine Lockheed-Öl-druck-Vierradbremse.

Der Goliath auf der Ausstellung war der Großraumwagen (Abb. 10) mit einer Nutzlast von 13,7 t und einer Rahmenbelastung von 15 t. Durch die Flettner-Lenkung wird die Steuerarbeit auf $\frac{1}{7}$ bis $\frac{1}{10}$ des bisherigen

Kraftaufwandes verringert, und zwar ohne Anwendung einer Servo-Steuermaschine. Der 150-PS-Sechszylinder-Kruppmotor ist auf einem besonderen Kraftträger untergebracht. Dieses Motor-Aggregat ist durch ein Kugelschubgelenk mit dem Hinterwagen verbunden und beeinflußt bei Kurvenfahrten die Lenkeinrichtung des letzteren. Die vier Vorderräder des Hinterwagens sind so miteinander gekuppelt, daß jedes einzelne Rad einen verschiedenen, jedoch um den gleichen Mittelpunkt beschriebenen Kreisbogen zurücklegt. Hieraus ergibt sich ein im Verhältnis zur Wagenlänge kleiner Drehkreis und eine große Wendigkeit.

Alle Rechte vorbehalten.

Georg Lucas †.

Am 28. Mai verschied im hohen Alter von 78 Jahren der frühere Professor an der Technischen Hochschule Dresden, Geheimer Hofrat Dr. rer. techn. e. h. Georg Lucas.

In Dresden geboren, studierte er an der dortigen Technischen Hochschule. Nach Abschluß seines Studiums trat er in den Dienst der Leipzig-Dresdner Eisenbahn-Kompagnie ein. Als planender und ausführender Ingenieur konnte er hier seine besonderen Fähigkeiten zeigen. Insbesondere hat er im Dienste der Eisenbahn-Kompagnie die eingestürzte Elbbrücke bei Riesa in überraschend kurzer Zeit neu wieder aufgebaut. Nach Verstaatlichung der Privatbahn trat er in den Dienst der Sächsischen Staatsbahn. Auf Grund seiner erfolgreichen Ingenieurleistung und seiner wissenschaftlichen Befähigung wurde er hier damit beauftragt, in Anbetracht der regen Neubautätigkeit ein Brückenbaubüro ins Leben zu rufen. Als dessen Vorstand baute er dieses Büro in so mustergültiger Weise aus, daß es vielen Eisenbahnverwaltungen als Vorbild diente. Eine große Anzahl von Brücken schuf er während dieser Tätigkeit.

Im Jahre 1900 wurde er an die Technische Hochschule Dresden berufen und übernahm den Lehrstuhl für Erd-, Eisenbahn-, Straßen- und Tunnelbau einschließlich Trassieren, sowie für die Grundzüge des Eisenbahnbetriebes. Dieses umfassende Lehrgebiet hat er fast ein Vierteljahrhundert mit besonderem Erfolge vertreten. Mit großem Eifer und kritischem Verständnis hat er systematisch das bei der aufsteigenden Entwicklung der Technik riesig wachsende Material in knapper und umfassender Weise für die Lehre zusammengefaßt. Durch Herausgabe von Skizzenbüchern, die nicht nur an der Technischen Hochschule Dresden, sondern auch darüber hinaus von vielen jungen Ingenieuren als ein wertvolles Hilfsmittel begrüßt wurden, hat er



den Erfolg des Studiums tatkräftig gehoben. Unermüdlich und gewissenhaft in seiner Berufsausübung war er ein warmherziger Freund der studierenden Jugend. Sein Rat und seine Fürsorge folgten vielen seiner Hörer im Berufe und Leben. Tausend Fäden spannten sich aus allen Teilen der Welt als Gedankenaustausch zwischen ihm und seinen ehemaligen Schülern. Die große Liebe und Verehrung zeigte sich besonders bei der Feier seines 70. Geburtstages, an dem eine große Anzahl von Freunden und Fachgenossen nach Dresden zusammenkamen, um ihm ihre Glückwünsche auszusprechen. In die Zeit seiner Lehrtätigkeit fiel auch der Neubau des Bauingenieurgebäudes der Technischen Hochschule. Mit weitschauendem Blick hat er die Forderungen für die bauliche Ausgestaltung seines Lehrinstituts und der Sammlungen aufgestellt und durchgesetzt, so daß diese Anlagen noch heute als eine der neuzeitlichst eingerichteten gelten können.

Das Vertrauen seiner Kollegen berief ihn 1911 zum Rektor der Technischen Hochschule. Lange Jahre war er ein geschätztes Mitglied des Technischen Oberprüfungsamts sowie des Technischen Rates in Sachsen.

Neben dieser umfangreichen Tätigkeit fand Lucas noch Zeit für seine wissenschaftlichen Arbeiten, insbesondere als Mitarbeiter von Hand- und Lehrbüchern. Als sein Hauptwerk nimmt „Der Tunnel“, dessen 1. Band 1920 und dessen 2. Band 1926 im Verlage von Willh.

Ernst & Sohn, Berlin, erschienen ist, in der Fachliteratur einen hervorragenden Platz ein. — Alle, die Lucas kannten und mit ihm von Berufs wegen arbeiteten, waren ihm wegen seines geraden und vornehmen Charakters und seiner steten Bereitschaft, zu helfen und zu unterstützen, mit besonderer Verehrung zugetan. Sein Andenken wird daher nie erlöschen.
W. Müller, Dresden.

Vermischtes.

Prüfung eines stählernen Wasserleitungsrohres. In einer Versorgungsleitung für die an der Ostseite der San Franciscobucht gelegenen Städte ist durch den San Joaquinfluß ein Düker von rd. 183 m Länge, bestehend aus zwei Stahlplattenrohren von 1,37 m ϕ , vorgesehen. Der Bau dieses Dükers ist in Eng. News-Rec. 1926, 2. Dezember, S. 912, beschrieben. Aus einem weiteren Bericht derselben Zeitschrift 1931, 15. Januar, S. 109 (Bd. 106, Nr. 3) wird nachstehend ein bemerkenswertes Verfahren wiedergegeben, das bei der Prüfung des Dükers auf Leckstellen mit Erfolg angewendet wurde.

Die Rohre liegen, wie aus Abb. 1 ersichtlich ist, umgeben von einer Betonhülle etwa 12,2 m unter dem Wasserspiegel im Flußbett und stehen

im Betriebe gewöhnlich unter einem Innendruck von 16 kg/cm². Sie sind aus halbzyllindrischen Stücken von 9,1 m Länge zusammengesetzt und elektrisch geschweißt.

Bei einer Prüfung erwies sich der südliche Strang als undicht, ohne daß bei Innen- und Außenbesichtigung die Leckstelle aufgefunden werden konnte. Um eine genaue Untersuchung des Rohres abschnittsweise vornehmen zu können, wurde eine im Rohrinternen verschiebbare Luftschleuse hergestellt (vgl. Abb. 2). Diese besteht aus zwei hölzernen Abschlußwänden, die durch vier Verbindungsholme (10 \times 15 cm) von rd. 2,75 m Länge gegeneinander versteift sind. Die Holzwände sind an ihren Umgrenzungen gegenüber der Rohrwand durch umgelegte Dichtungsschläuche

von 7,5 cm ϕ abgedichtet, die durch Preßluft aufgebläht werden können.

Die oberen Hälften der Abschlußwände sind am unteren Teil angelenkt und aufklappbar, so daß die Rohrprüfer in die Schleuse einsteigen können. Die Außenflächen sind mit einer Gummidichtung überzogen. Beim Einpumpen von Luft entweicht das Wasser durch unten angebrachte Auslaßstutzen. Ein Lichtkabel gestattet die Innenbeleuchtung während des Prüfens. Außerdem sind die Rohrprüfer durch ein Telefonkabel mit den Bedienungsmannschaften verbunden. Die Luftschleuse wurde schrittweise durch Zugkabel vorwärtsbewegt, und so wurde schließlich die Leckstelle gefunden. Diese bestand aus einem Riß lotrecht zu einer Schweißnaht. Die Dichtung wurde erzielt durch eine eingeschweißte Metallfüllung und durch Überdecken des Risses mit einer von innen darüberschweißten 13 mm starken Platte, die noch einen Anstrich erhielt. Außerdem wurde außen noch der Betonmantel des Rohres verstärkt.

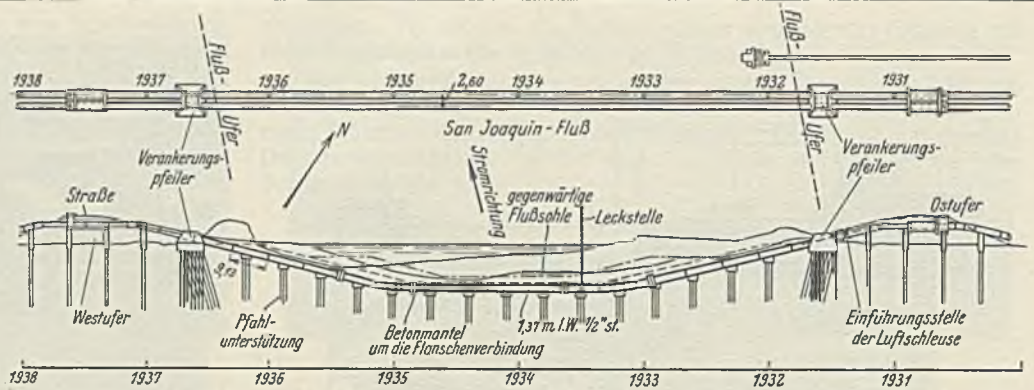


Abb. 1. Grundriß und Flußquerschnitt mit der Dükerleitung.

Gehwege — durch zwei Klappschraken abgeschlossen, wodurch, abgesehen von der Kostenersparnis an sich, eine Verringerung der zu bewegenden Teile erzielt ist. Die Gesamtkosten für die Hase-Hubbrücke betragen rd. 300 000 RM.

Davon entfallen:

- auf die beiden Brückenwiderlager, auf das Vorhalten der Auflagerjoche und Leitwerke für die als Notbrücke verwendete alte Hasebrücke und deren Einrichtung als behelfsmäßige Hubbrücke sowie auf die Betonierung der Hubbrücken-Fahrbahn und die Abdeckung der Hubtürme rd. 150 000 RM
- auf die eigentliche Brückenkonstruktion 53 000 „
- „ Hubtürme mit Maschinenanlagen 80 000 „
- „ elektrische Betriebseinrichtung 11 000 „
- „ Schlagschraken 4 000 „
- „ Fahrbahnabdeckung aus Hartgußasphalt. 2 600 „

W.

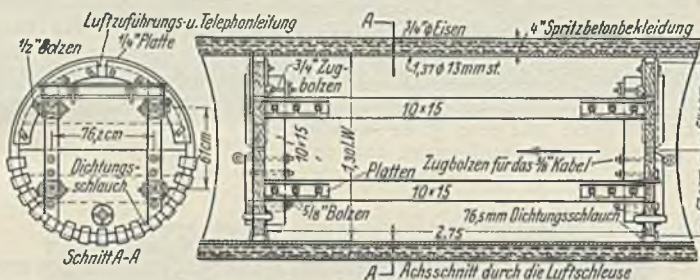


Abb. 2.

Bei der Nachprüfung unter Innendruck zeigte das Rohr dann nur noch einen Wasserverlust von 652 l/min während 24 Stunden Belastung.

Die Luftschleuse war von der Pacific Bridge Co. entworfen und angefertigt worden.

Hubbrücke über den Dortmund-Ems-Kanal bei Meppen als Ersatz für die bisherige Drehbrücke. Die in den Jahren 1895/96 erbaute, innerhalb der Stadt Meppen über die Hase — die hier einen Teil des Dortmund-Ems-Kanals bildet — führende eiserne Drehbrücke ist jetzt durch eine eiserne Hubbrücke ersetzt worden, weil sie den ständig steigenden Anforderungen des Landverkehrs bei dem starken Schiffsverkehr nicht mehr genügte, und auch leicht Beschädigungen durch den Schiffsverkehr ausgesetzt war.

Die gleicharmige Schwedlersche Drehbrücke hatte zwei Schiffsöffnungen von je 12,5 m l. W. Die Hubbrücke überspannt die Schiffsstraße mit einer einzigen Öffnung von rd. 34,5 m l. W. bei 38,0 m Stützweite. Die Drehbrücke hatte eine Fahrbahn von 4,20 m Breite und zwei je 1,20 m breite Gehwege; bei der neuen Hubbrücke ist die Fahrbahn nach Norm VI der DIN 1071 ausgebildet, d. h. sie hat eine Fahrbahnweite von 6,0 m mit zwei je 0,50 m breiten Schrammborden und zwei ausgekragte Gehwege von 1,50 m Breite erhalten. Der statischen Berechnung der Hubbrücke sind die Regellasten der Brückenklasse I der DIN 1072 (vom Oktober 1927) zugrunde gelegt.

Die Brücke ist im wesentlichen den beiden in den Jahren 1926 und 1927 erbauten Hubbrücken über den Hunte-Ems-Kanal innerhalb der Stadt Oldenburg nachgebildet und ebenso wie diese von der M. A. N., und zwar in Meppen als Gesamtunternehmer — der Brückenbau war öffentlich ausgeschrieben worden — gebaut worden. Die Hubhöhe beträgt 2,75 m. Der „Bau einer elektrischen Hubbrücke über den Hunte-Ems-Kanal innerhalb der Stadt Oldenburg“ ist in der Bautechn. 1927, Heft 22 u. 26, veröffentlicht worden.

Folgende Änderungen sind an der Meppener Hubbrücke vorgenommen worden:

In Oldenburg besteht die Brückenfahrbahn aus 12 mm starken Eisenblechen mit einem 6 cm starken, von unten verschraubten Jarrah-Holzbelag, auf den ein Hanfselmattenbelag genagelt ist. Der Kostenersparnis wegen ist in Meppen die Fahrbahn hergestellt worden aus Zoreselsen Nr. 9 mit einer der Zoreselsen 6 cm überragenden Bimszementbetondecke (Raumeinheitsgewicht etwa 1,75), die durch ein geschweißtes Stahlgewebe im Gewichte von 3,2 kg/m² bewehrt und mit einer 4 cm starken Hartgußasphaltdecke (Raumeinheitsgewicht etwa 2,3) abgedeckt ist.

Die Brückenträger sind statt vollwandig als Fachwerk mit fallenden und steigenden Diagonalen ausgebildet, um die Übersicht auf der Brücke selbst und die Übersichtlichkeit der Schiffsstraße möglichst wenig einzuschränken.

Ferner sind statt der zwecks ihrer Haltbarkeit schwer zu prüfenden Seile zur Hebung der Brücke Gelenkzahnstangen verwendet und die Führungsspindeln der Brücke auch an der Unterseite der Brücke durch Teleskoprohre vor Verschmutzung geschützt.

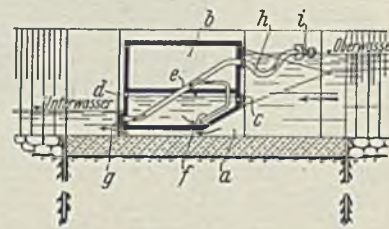
Die Hubtürme sind in erheblich kleineren Grundriß-Abmessungen und ganz in Eisen ausgeführt.

Die Brückenbahnen sind an jeder Seite statt durch vier Drehschraken — eine Doppelschrake für die Fahrbahn und zwei Schranken für die beiden

Beton u. Eisen, Internationales Organ für Betonbau (Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin W 8). Das am 5. Juli 1931 erschienene Heft 13 (2,50 RM) enthält u. a. folgende Beiträge: Sektionschef Dipl.-Ing. A. Bühler, Bern: Der internationale Wettbewerb zur Erlangung von Entwürfen und Angeboten für eine neue Straßenbrücke über den Rhein in Basel. — Dr. Ing. A. Ritter, Düsseldorf: Neubau einer Kalkstein-aufbereitungsanlage für die Rheinischen Kalksteinwerke G. m. b. H. — Oberingenieur H. Deppe, Neugersdorf i. Sa.: Die Entwicklung des Shedbaues zum weitgespannten Eisenbetonschled. — Dr. Ing. Béla Enyedi, Budapest: Telefonfabrikgebäude bei Budapest. — Dr. Fritz Emperger, Wien: Der Feuerschutz von Gerippebauten nach amerikanischen Versuchen.

Patentschau.

Selbsttätiges Stauwehr. (Kl. 84a, Nr. 511 364 vom 10. 6. 1928 von Wilhelm Lindner in Köln.) Um bei Stauwehren mit einem als Schwimmkörper ausgebildeten Staukörper eine Änderung des Ballastes im Verhältnis zur Höhe des Wasserstandes lediglich durch unbewegliche Teile hervorzurufen, wird beim Ansteigen des Wasserstandes ein Wasserstrom durch den Schwimmkörper geleitet, der durch seine Bewegung die Ballastflüssigkeit absaugt und zum Abfließen in das Unterwasser bringt. In das Flußbett *a* ist ein Schwimmkörper *b* eingehängt, dessen unterer Teil den Wasserballast aufnimmt und mit einer Zuflußöffnung *c* und einer Überlauföffnung *d* versehen ist. Ferner geht durch den Körper *b* mit möglichst großem Gefälle von der Oberwasser- zur Unterwasserseite ein Rohr *e*, an das ein Saugrohr *f* angeschlossen ist, dessen freies Ende in die Ballastfüllung eintaucht. Das Rohr *e* endet an der Unterwasserseite in einer Öffnung *g*, an die ein biegsamer Schlauch *h* angeschlossen ist, dessen freies Ende *i* am Ufer in der gewünschten Stauhöhe befestigt ist. Sobald der



Wasserspiegel im Oberwasser steigt, fließt ein Wasserstrom mit großer Geschwindigkeit durch das Rohr *e* und saugt Ballastwasser mittels des Rohres *f* an, das nach dem Unterwasser abfließt. Da der Querschnitt des Rohres *f* erheblich größer ist als die Zuflußöffnung *c*, kann das abgesaugte Wasser nicht sofort ersetzt werden, und der Körper *b* steigt. Dadurch verringert sich die Stauhöhe, bis die Öffnung *i* über Wasser liegt und der Wasserstrom in Rohr *e* aufhört. Allmählich strömt Wasser durch die Öffnung *c* nach, und der Körper *b* sinkt wieder, worauf das Spiel sich einige Male wiederholt, bis die neue Gleichgewichtslage erreicht ist.

INHALT: Baugrundverfestigung und Instandsetzung einer Eisenbahnbrücke unter Berücksichtigung des schweren Kraftwagenverkehrs. — Der Huangho und seine Regelung. (Fortsetzung.) — Das Kraftfahrzeug in der Baustoffbeförderung. — Georg Lucas †. — Vermischtes: Prüfung eines stählernen Wasserleitungsrohres. — Hubbrücke über den Dortmund-Ems-Kanal bei Meppen als Ersatz für die bisherige Drehbrücke. — Beton u. Eisen, Internationales Organ für Betonbau. — Patentschau.