

# DIE BAUTECHNIK

5. Jahrgang

BERLIN, 18. November 1927.

Heft 50

Alle Rechte vorbehalten.

## Umbau der eisernen Überbauten der Brücke über die Leda in km 320,934 der Strecke Münster—Emden. (Gleis Emden—Münster.)

Von Dipl.-Ing. Fahrbach, R. B. D. Münster (Westf.).

Die eisernen Überbauten der Ledabrücke im Gleis Emden—Münster der zweigleisigen Hauptbahn Hamm—Münster—Emden wurden im Jahre 1926 gegen neue der Klasse N in hochwertigem Baustahl St 48 umgebaut und am 15. Dezember 1926 in Betrieb genommen.

Die Brücke war in den Jahren 1853 bis 1854 für die damalige eingleisige Hannoversche Westbahn erbaut und 1855 in Betrieb genommen worden. Die Anordnung ist aus Abb. 1 u. 2 ersichtlich. Die Überbauten waren aus Schweißeisen und bildeten gleiche durchlaufende Balkenträger

bearbeitung wurde auf Grund engerer Ausschreibung der Brückenbauanstalt C. H. Jucho in Dortmund übertragen. Die Bauleitung lag beim Reichsbahnbetriebsamt Emden.

### Feste Überbauten.

Es hätte nahe gelegen, den neuen Überbauten die gleiche Form wie den im Jahre 1909 in Betrieb genommenen des Nachbargleises zu geben, denn diese Überbauten können leicht verstärkt werden. Es wurde jedoch

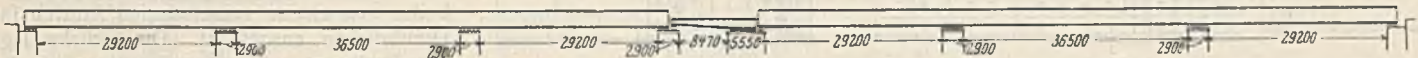


Abb. 1. Alte Überbauten. Erbaut 1853/54.

über jeweils drei Öffnungen von 29,2 m, 36,5 m und 29,2 m Lichtweite. Jeder Träger hatte auf jedem Zwischenpfeiler zwei hintereinanderliegende Auflager. Die Hauptträger waren Blechträger von 3 m Höhe, deren Stegbleche dreimal wagerecht gestoßen waren. Die Querträger waren halbversenkt in 1,3 m Abstand voneinander, darüber lagen die Schienen auf Langschwelen. Die Pfeiler waren für zwei Gleise hergestellt und die Überbauten auf die Westseite verlegt worden.

Zwischen den beiden durchlaufenden Tragwerken, also in Brückenmitte, war eine einarmige Drehbrücke von 8,47 m Lichtweite für die Schifffahrt hergestellt worden.

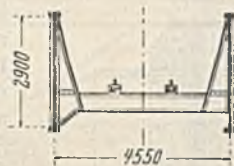


Abb. 2. Querschnitt der alten Brücke.

versucht, durch Anordnung von Gelenken die Überbauten wirtschaftlicher zu gestalten und eine günstigere Belastung der Pfeiler zu erzielen.

Die neuen festen Überbauten bestehen aus zwei gleichen Ausleger-Tragwerken. Diese sind derart angeordnet, daß jeweils der Kragträger über der großen Mittelöffnung 39,5 m Stützweite und beiderseitige Auskragungen von je 4,15 m hat, auf denen die eingehängten Träger von 27 m Stützweite gelagert sind. Der Hauptträgerabstand wurde soweit wie möglich eingeschränkt, mußte aber dennoch 4,92 m werden, gegenüber 4,50 m Abstand der alten Blechträger. Wegen der knappen Platzverhältnisse auf den Pfeilern war es notwendig, die Überbauten so nahe wie möglich an das Nachbargleis heranzurücken. Dennoch mußte das Gleis noch um 16 cm nach außen verschoben werden, so daß jetzt der Gleisabstand 5,54 m und der Abstand der nebeneinander liegenden Hauptträger 72 cm beträgt, ein für zweiwandige Gurtquerschnitte sehr knappes Maß.

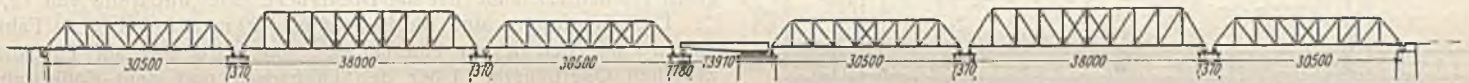


Abb. 3. Überbauten des zweiten Gleises Münster—Emden. Erbaut 1908/09.

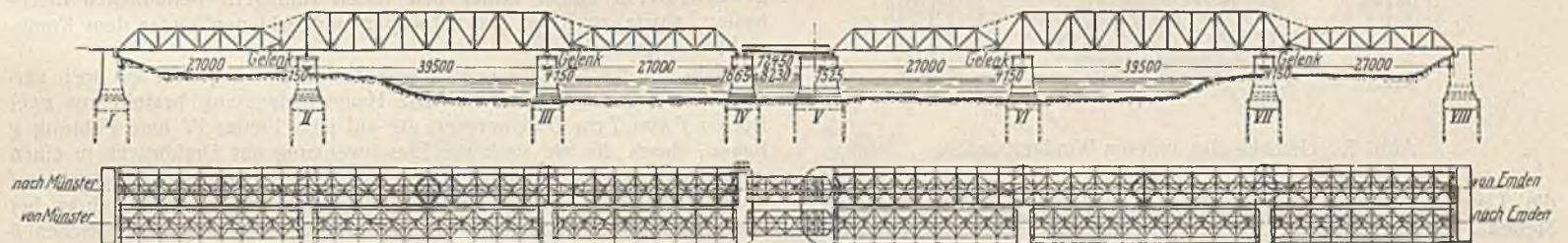


Abb. 4. Neue Überbauten des Gleises Emden—Münster. Erbaut 1926. Längsansicht und Gesamtgrundriß.

Im Jahre 1875 wurde auch die Oldenburger Strecke Leer—Neuschanz auf der 8 km langen gemeinsamen Teilstrecke Leer—Ihrhove über die Ledabrücke geführt, und zu Anfang dieses Jahrhunderts das zweite Gleis auf dieser gemeinsamen, wie auch auf der ganzen Strecke Münster—Emden für notwendig erachtet. In den Jahren 1908/09 wurden daher die Überbauten für das zweite Gleis hergestellt, die aus Abb. 3 zu ersehen sind. Sie bestehen aus einfachen Trapezträgern mit nach der Mitte fallenden Streben. In Brückenmitte wurde auch für das zweite Gleis eine einarmige Drehbrücke ausgeführt, die wie die alte Drehbrücke auf einem Rollenkranz gedreht wird.

Den stetig wachsenden Verkehrslasten waren die alten, 1854 erbauten schweißeisernen Überbauten immer weniger gewachsen. Es wurde daher bereits vor dem Weltkriege die Erneuerung der Überbauten in gleicher Gestalt wie diejenigen im Nachbargleis genehmigt. Der Ausbruch des Krieges hat jedoch die Ausführung verhindert. Nach dem Kriege wurde zunächst wegen der schwierigen wirtschaftlichen Verhältnisse die bereits früher erwogene Verstärkung mit Umbau der Drehbrücke ins Auge gefaßt. Wegen der hohen Kosten konnte man sich zunächst zur Ausführung nicht entschließen; nur die dringend notwendige Verstärkung der Langschwelen unter den Schienenstößen wurde ausgeführt. Erst im Jahre 1924 wurde der Umbau nach dem Vorentwurf (Abb. 4 u. 5) mit einem Kostenbetrag von 330 000 R.-M. genehmigt. Die Ausführung mit Entwurfs-

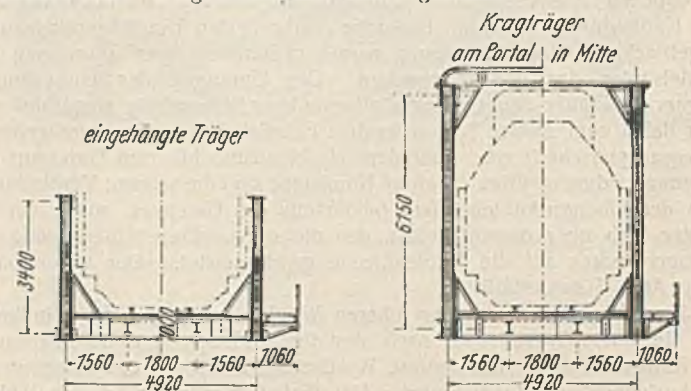


Abb. 5. Querschnitte der neuen Brücke.

Die Auflager wurden so angeordnet, daß auf den Widerlagern und beiderseits der Drehbrücke, sowie auf je einem Zwischenpfeiler feste Auflager, auf den beiden andern Pfeilern bewegliche Auflager sich befinden, wodurch auch alle Gelenke beweglich werden mußten. Diese Anordnung war gegeben durch das Bestreben, die Schienenlücken an den Übergängen von und zu der Drehbrücke möglichst gleich groß zu haben,

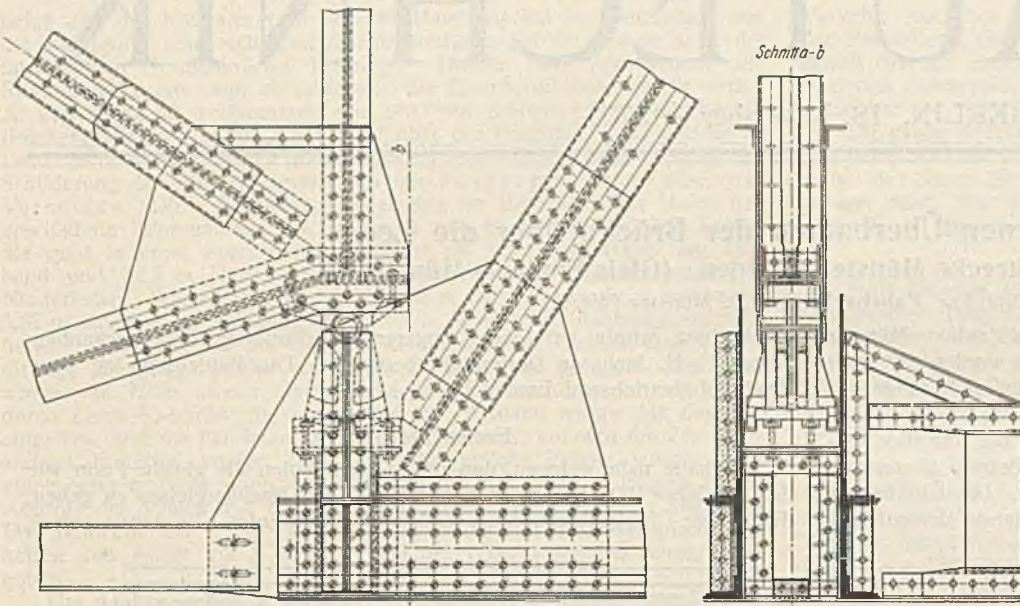


Abb. 6. Gelenke der Hauptträger.

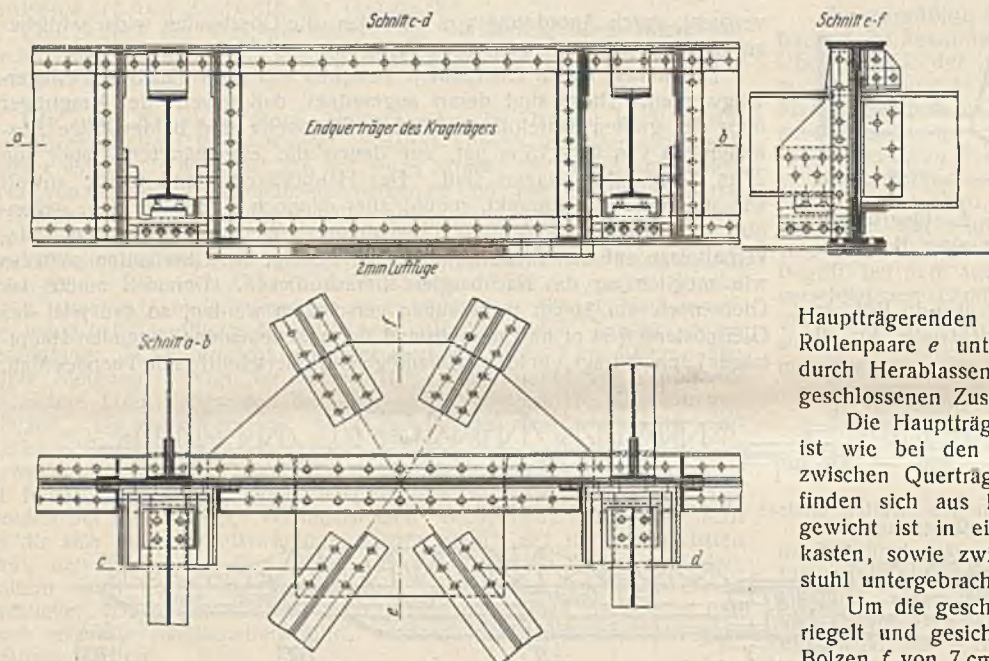


Abb. 7. Gelenke des unteren Windverbandes.

die Längenänderungen der Überbauten und der Schienen von diesen Stellen möglichst fernzuhalten, die Bremskräfte auf möglichst viele Pfeiler zu verteilen und alle Gelenke von gleicher Form zu erhalten. Diese beweglichen Gelenke liegen im Untergurt und sind als Pendellager zwischen die Knotenbleche des im Endstabe verbreiterten Kragträgeruntergurt eingebracht. Dieser Ausführung wurde gegenüber einer Anordnung von Pendelsäulen der Vorzug gegeben. Der Untergurt des eingehängten Trägers wird über dem Gelenk als besonderer Stab schräg eingeführt und liegt dabei zum großen Teil unter dem Fahrband. Der durchgehende Untergurtquerschnitt wird außerdem als Blindstab bis zum Untergurt des Kragträgers durchgeführt. Weitere Blindstäbe sind die schräge Verbindungslinie der Obergurtnotenpunkte beiderseits des Gelenkes, sowie ein lot-rechter Stab über diesem selbst, der die einwandfreie Übertragung des Auflagerdruckes auf die Knotenbleche gewährleistet. Der Gelenkpunkt ist in Abb. 6 dargestellt.

Der Kragträger hat einen oberen Windverband, der die Windkräfte auf die obere Trägerhälfte nach den Portalrahmen und durch diese in die Auflager führt. Der untere Windverband ist wie das Hauptssystem als Auslegerträger durchgeführt. Die Gelenkanordnung ist aus Abb. 7 ersichtlich. In der Mitte der Endquerträger des Kragträgers befinden sich zwei Knotenbleche, von denen das eine zum Windverband des Kragträgers gehört und mit dem Querträger vernietet ist, während das andere Knotenblech zum eingehängten Teil des Windverbandes gehört, durch entsprechende Futterstücke zwischen den Untergurt des Querträgers und das zuerst genannte Knotenblech lose eingeschoben ist und durch die Futterstücke seitliche Führung erhält. Dadurch ist ein Auflagerpunkt des eingehängten Windverbandteiles geschaffen. Den durch die Verkehrs-

lasten bedingten senkrechten Bewegungen dieses Punktes wird durch eine Luftfluge von 2 mm zwischen Querträger und beweglichem Knotenblech stattgegeben.

Die Gesamtlänge des einzelnen Gelenkträgerzuges beträgt 101,80 m, das Gesamtgewicht beider Tragwerke rd. 486 t hochwertigen Baustahl St 48 und 25 t Stahlguß der Auflagerteile, ferner rd. 18 t Flußstahl St 37 für den außenseitigen Fußsteg mit Geländer. Demgegenüber war das Gewicht der alten Überbauten einschl. der Drehbrücke rd. 540 t, ohne Drehbrücke rd. 465 t.

#### Drehbrücke.

Zwischen den beiden festen Teilen mußte die Drehbrücke erhalten bleiben. Die neue Drehbrücke ist von der Firma C. H. Jucho in Dortmund nach den Grundsätzen von Schwedler entworfen und in Abb. 8a bis d dargestellt. Die Drehung um den Königstuhl geschieht auf zwei Paar Stahlgußrädern und wird durch zwei Arbeiter von einem gemeinsamen Antrieb für beide Drehbrücken ausgeführt. Die Brücke lagert bei der Drehung und im ausgeschwenkten Zustande auf dem Königstuhl *a* und den vier Laufrädern *b*. Das Gleichgewicht ist durch ein Gegengewicht so hergestellt, daß der Schwerpunkt zwischen Laufräder und Königstuhl, und zwar näher dem letzteren zu liegen kommt und somit der Drehzapfen die Hauptlast zu tragen hat. Nach dem Einschwenken werden Laufräder und Königstuhl durch Anheben des langen Brückenarmes entlastet. Zu diesem Zweck greift das auf dem Pfeiler aufgebaute Exzenter *c* durch ein Hebelsystem unter der Mitte des Endquerträgers an. Die Brücke wird dadurch zunächst von den Laufrädern und dann vom Königstuhl abgehoben, bis die kurzen

Hauptträgerenden auf festen Lagern *d* aufrufen. Bei dieser Lage werden Rollenpaare *e* unter die langen Hauptträgerenden geschoben und diese durch Herablassen des Exzenters auf die Rollen gebracht. In diesem geschlossenen Zustande hat die Drehbrücke eine Stützweite von 12,45 m.

Die Hauptträger sind Blechträger in 4,20 m Abstand. Die Fahrbahn ist wie bei den festen Überbauten: Querschwellen auf Langträgern zwischen Querträgern. Über den Laufrädern und dem Königstuhl befinden sich aus konstruktiven Gründen Doppelquerträger. Das Gegengewicht ist in einem hinter den festen Auflagern befindlichen Blechkasten, sowie zwischen den Schwellen und Schienen hinter dem Königstuhl untergebracht.

Um die geschlossene Brücke befahren zu können, muß sie noch verriegelt und gesichert werden. Die Hauptverriegelung besteht aus zwei Bolzen *f* von 7 cm Durchmesser, die auf dem Pfeiler IV eine Führung *g* haben, durch die sie nach der Einschwenkung der Drehbrücke in einen mittels Konsolen *h* an den Endquerträgern angeschlossenen Hilsträger *i* vorgeschoben werden. Außerdem sind für die Schienenverriegelung bei den Übergängen zu und von der Drehbrücke je zwei kräftige Laschen *k* vorhanden, die durch ein Hebelsystem an die Schienen angepreßt und von diesen weggezogen werden. Die Schienenverriegelung wird über dem Pfeiler IV gemeinsam mit der Hauptverriegelung durch eine Kurbel, über dem Pfeiler V durch einen Handhebel betätigt. Die Schienenenden sind zur Herabminderung der Stoßwirkungen auf lange Stahlplatten und diese auf eine dichte Lage von vier bis fünf Schwellen gesetzt.

Um die Sicherheit des Betriebes beim Befahren der Brücke zu gewährleisten, sind folgende Abhängigkeiten vorhanden:

1. Der Handhebel *l* für die Bewegung der Auflager ist mit einem Sperrhebel *m* derart verbunden, daß die Verriegelungswelle nicht betätigt werden kann, solange die Auflagerrollen nicht unter die Hauptträger gebracht sind. Durch diese Anordnung wird der Wärter gezwungen, die Auflager unter die Hauptträger zu schieben, bevor er verriegeln kann.

2. Durch eine an der Traverse des Exzenters befestigte Sperrvorrichtung *r*, die bei gehobenem Exzenter in eine auf der Verriegelungswelle angebrachte kreisförmige Scheibe *s* eingreift und erst bei vollständig gesenktem Exzenter aus dem Bereich dieser Scheibe herausgetreten ist, wird die Verriegelung verhindert, bevor das Exzenter gesenkt ist und die Hauptträger sich auf den Auflagern befinden.

3. Die Verriegelung kann nach dem Vorigen erst betätigt werden, wenn die Auflagerrollen unter die Hauptträger geschoben sind und das Exzenter gesenkt ist. Sie ist mit dem Stellwerk in der Weise verbunden, daß das Signal erst auf freie Fahrt gezogen werden kann, wenn die Brücke verriegelt ist. Umgekehrt kann die Brücke erst entriegelt werden,

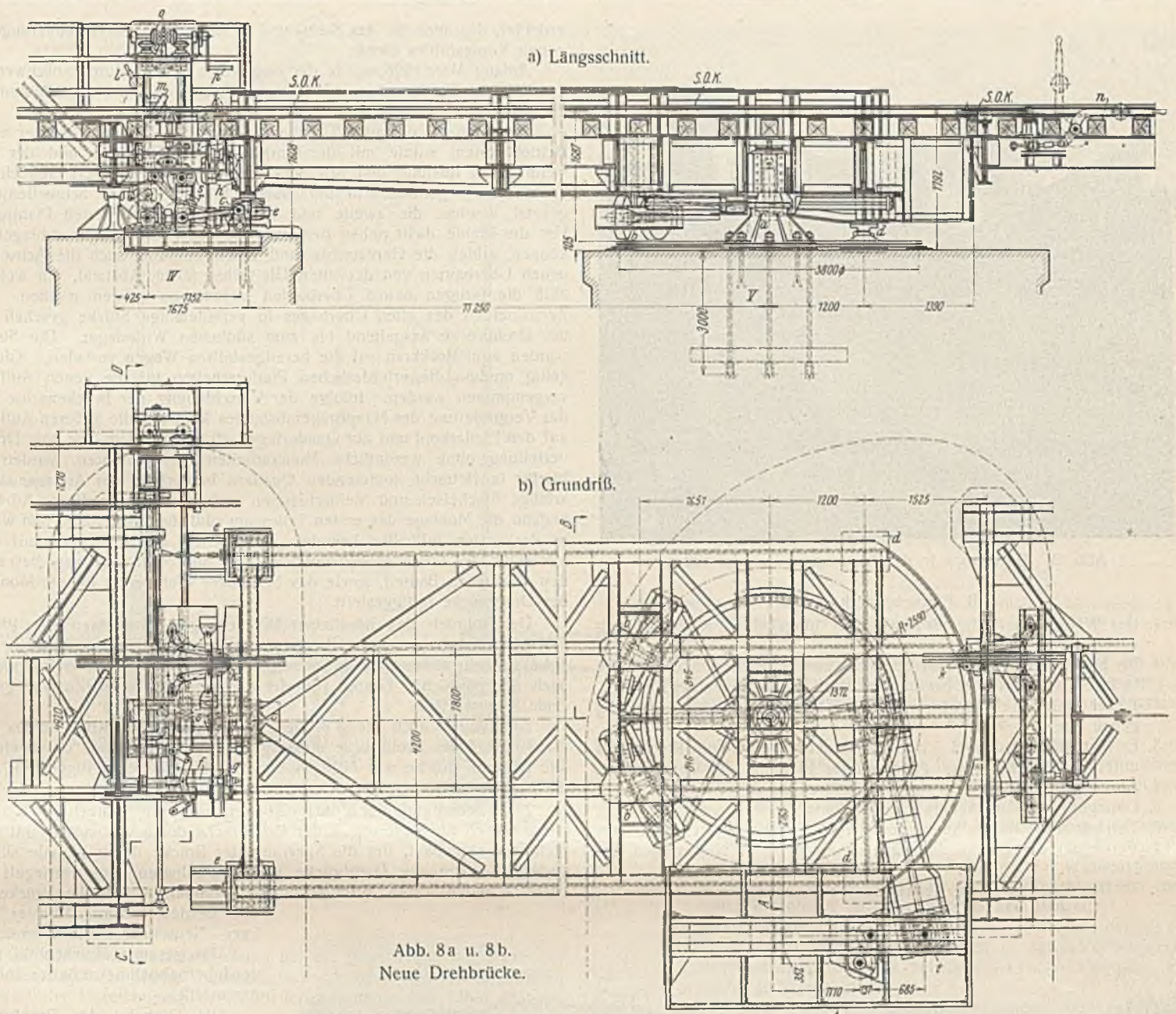


Abb. 8a u. 8b.  
Neue Drehbrücke.

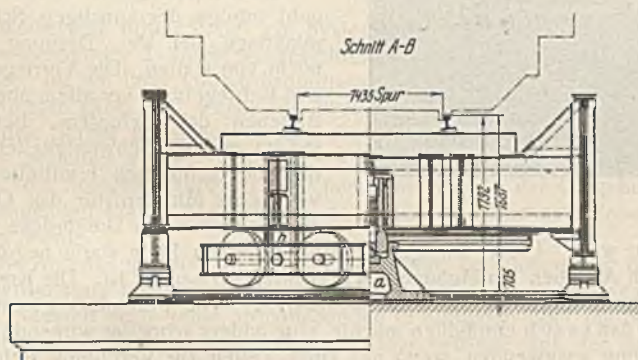


Abb. 8c.

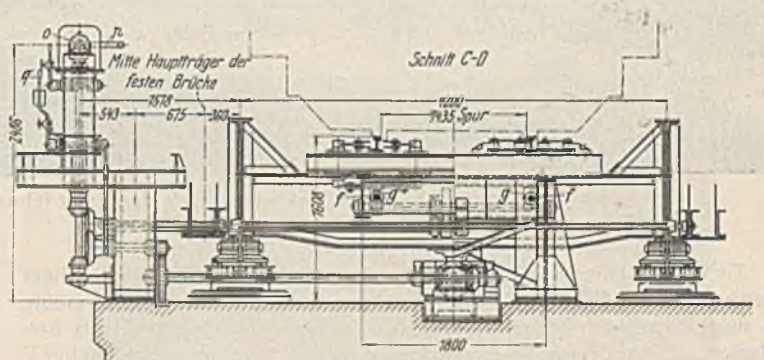


Abb. 8d.

wenn das Signal auf Halt steht und die Verriegelung vom Stellwerk aus freigegeben wird.

Das Gewicht der Drehbrücke beträgt:  
rd. 24 t hochwertigen Baustahl St 48,  
1,7 t Auflagerteile,  
16,8 t Maschinenteile,  
42,8 t gußeisernes Gegengewicht.

**Bedienung der Bewegungseinrichtungen durch den Brückenwärter.**

**A. Ausschwenken.**

1. Nachdem vom Stellwerk die hintere Verriegelung freigegeben ist, löst der Wärter durch Hochlegen des Hebels *n* die Verriegelung am hinteren Brückenende und begibt sich zu dem auf der anderen Seite liegenden Kurbelantrieb *o*.
2. Durch Drehen der Kurbel *p* entriegelt er die Brücke an dieser

Seite, und zwar ist die Verriegelung vollständig gelöst, wenn er einen Anschlag beim Drehen spürt.

3. Er legt den Schalthebel *q* um und schaltet damit unter gleichzeitigem Sichern der Verriegelungswelle das Getriebe zur Exzenterbewegung ein.
4. Durch Rechtsdrehen der Kurbel *p* bis zu einem Widerstande hebt er das vordere Brückenende um 10 mm.
5. Durch Umlegen des Handhebels *l* entfernt er die Auflager *e* unter der Brücke, und
6. senkt nun durch Linksdrehen der Kurbel das Exzenter in die tiefste Lage zurück, wodurch die Brücke kippt und sich auf Laufrollen und Königstuhl aufsetzt.

Die Brücke ist drehbereit.

7. Der Wärter begibt sich zum Drehwerkanttrieb *t* und schwenkt die Brücke um 90° durch Kurbeldrehung aus.

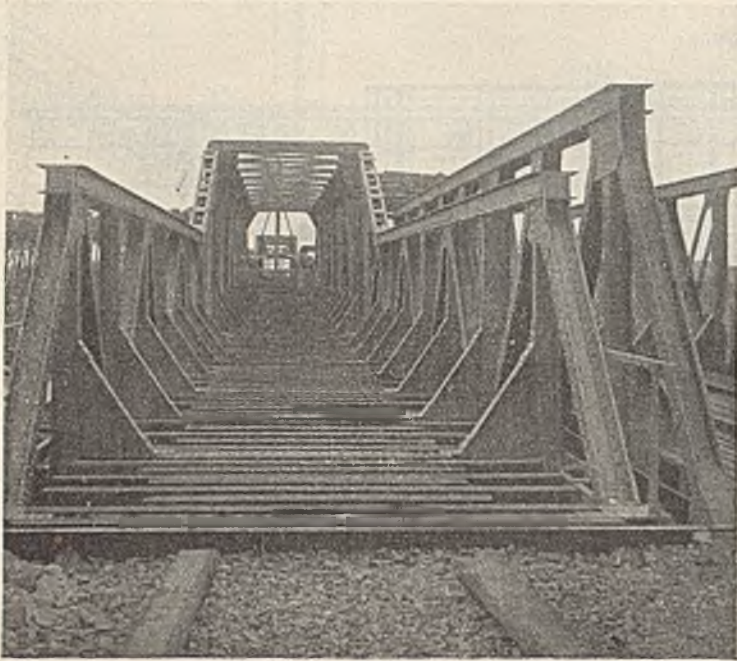


Abb. 9. Durchblick in der Längsachse (August 1926).

#### B. Einschwenken.

1. Der Wärter dreht die Brücke durch umgekehrte Kurbeldrehung zurück.
2. Er begibt sich zum anderen Ende zum Antrieb *o* und hebt die Brücke bis 10 mm über Normallage durch Rechtsdrehen der Kurbel *p*. Dabei stellt die Brücke durch die Zentrierung *s* sich selbsttätig genau ein.
3. Er legt den Handhebel *l* um und schiebt dadurch die Rollenlager unter die Brücke unter gleichzeitiger Freigabe der Verriegelung.
4. Absenken des Exzenters durch Linksdrehung der Kurbel *p*.
5. Umlegen des Schallhebels *q* nach rechts.
6. Verriegeln der Brücke am vorderen Arm durch Kurbeldrehung rechts.
7. Verriegeln der Brücke am hinteren Ende durch Niederlegen des Hebels *n*.

Die Brücke kann befahren werden.



Abb. 10. Brückenbild nach der Inbetriebnahme.

#### Bauvorgang.

Die festen Überbauten wurden in zwei Abschnitten bei zweimaliger Verwendung des Gerüsts, Kranes usw. montiert. Die Drehbrücke mußte im ausgeschwenkten Zustande aufgestellt werden, um die Durchfahrt freizulassen. Es wurde hierfür ein kleines Pfahlgerüst vor dem Drehpfeiler V

errichtet, das auch für das Stein- und Betonmaterial zur Verankerung des neuen Königstuhles diente.

Anfang März 1926 wurde der eingleisige Betrieb durch Anschwenken des Gleises Emden—Münster mittels Weichen an die Überbauten im Gleis Münster—Emden hergestellt.

Nachdem so die alten Überbauten im Gleis Emden—Münster außer Betrieb waren, wurde mit der Einrichtung der Baustelle und der Aufstellung der Rüstung und des Bockkranes für das Tragwerk südlich der Drehbrücke begonnen. In der ersten Öffnung konnten Schwellenjoche gesetzt werden, die zweite und dritte Öffnung erforderten Pfahljoche. Um die Pfähle dicht neben dem inneren, alten Hauptträger schlagen zu können, erhielt die Gerüstachse und damit zunächst auch die Achse der neuen Überbauten von der alten Gleisachse 50 cm Abstand, um welches Maß die fertigen neuen Überbauten verschoben werden mußten. Das Zerschneiden des alten Überbaues in verladefähige Stücke geschah von der Drehbrücke ausgehend bis zum südlichen Widerlager. Die Stücke wurden vom Bockkran auf die bereitgestellten Wagen verladen. Gleichzeitig mußten die erforderlichen Pfeilerarbeiten für die neuen Auflager vorgenommen werden. Infolge der Verschiebung der Brückenachse und der Vergrößerung des Hauptträgerabstandes kommen die äußeren Auflager auf den Pfeilerkopf und auf Quaderfugen zu liegen. Um eine gute Druckverteilung ohne wesentliche Mauerarbeiten herbeizuführen, wurden die hierfür in Betracht kommenden Quadern beiderseits der Auflager durch kräftige Flacheisen und Steinschrauben verbunden. Nach diesen Arbeiten begann die Montage des ersten Teiles am südlichen Widerlager und wurde in der ersten Julihälfte beendet. Inzwischen konnte bereits mit dem Versetzen des Gerüsts begonnen werden, und Mitte Juli war dieses für den nördlichen Bauteil, sowie das besondere Pfahlgerüst für die Montage der Drehbrücke fertiggestellt.

Der Abbruch des nördlichen Brückenzuges, Herrichten der Pfeiler und Aufstellung der neuen Überbauten vollzog sich in gleicher Weise wie beim südlichen Bauteil. Abb. 9 zeigt einen Durchblick von der südlichen nach der nördlichen Gruppe, an der noch montiert wird (Zustand gegen Ende August 1926).

Nun wurde auch die 3 m tiefe Verankerung des Königstuhles und die Montage der Drehbrücke im ausgeschwenkten Zustande durchgeführt. Die gesamte Brücke war Mitte November 1926 so weit fertiggestellt, daß die Probelastungen vorgenommen werden konnten.

Nach Beendigung der Montagearbeiten und nach Abbruch der Gerüste wurden noch die Sicherungen der Drehbrücke durch Verbindung mit dem Stellwerk eingebaut, um die Sperrung der Brücke durch Signale sicherzustellen, wenn die Drehbrücke nicht geschlossen und verriegelt ist. Diese Arbeiten waren Mitte Dezember beendet, worauf die Brücke für den Betrieb Emden—Münster und Leer—Neuschanz eröffnet wurde.

Das gesamte Brückenbild nach der Inbetriebnahme ist in der Abb. 10 dargestellt.

Die Drehung der Drehbrücke geht infolge der günstigen Schwerpunktage bei der Drehung sehr leicht von statten. Die Verriegelung und Entriegelung, vor allem aber das Anheben des Exzenters, bereiten jedoch gewisse Schwierigkeiten, so daß die rechnerisch ermittelte Zeit von sechs Minuten für das Öffnen und Schließen der Drehbrücke über-

schrritten wird. Dieser Mangel ist wohl in erster Linie darin begründet, daß zum Anheben ein Hubdaumen (Exzenter) verwendet ist. Die Kraftverhältnisse scheinen bei dieser Konstruktion nicht besonders günstig zu sein, so daß es sich empfehlen möchte, eine andere schneller wirkende Hubvorrichtung anzuwenden, wenn nur kurze Zeiten zur Verfügung stehen.

Alle Rechte vorbehalten.

## Über Tiefenkungen des Grundwasserspiegels.

Von Regierungsbaumeister a. D. Willy Sichardt, Oberingenieur der Siemens-Bauunion, Berlin.  
(Schluß aus Heft 49.)

- b) Die Grundwasserabsenkung bei dem Umbau der Staatsoper zu Berlin, Unter den Linden.

Bei dieser Bauausführung war u. a. die Aufgabe zu lösen, für eine Tiefbühnenanlage einen um rd. 10 m unter den natürlichen Grundwasserspiegel hinabreichenden Eisenbetontrog unter Erhaltung des bestehenden Bühnenhausaufbaues herzustellen. Für die Gründungsarbeiten war eine Absenkung des Grundwasserspiegels um rd. 11 m erforderlich. Es war auch hier nicht möglich, bei der für die Ausführung gewählten dreistaffeligen Absenkungsanlage den Einbau der Staffeln, dem Bodenaushub nachfolgend, in offener Baugrube vorzunehmen. Bevor nicht die alten

Fundamente des Bühnenhauses, die ursprünglich nur bis zum gewöhnlichen Grundwasserspiegel hinabgeführt waren, durch eine entsprechende Unterfangung bis zur künftigen Bausohle tiefer geführt waren (Abb. 20), war es unmöglich, mit dem eigentlichen Ausschachten zu beginnen, da sonst durch die Bodenentnahme das bestehende Bauwerk in seiner Standicherheit bedroht worden wäre. Die Unterfangungsarbeiten mußten daher zuerst ausgeführt werden, und es war nötig, die Grundwasserabsenkung schon vor Beginn der eigentlichen Erd- und Tiefbauarbeiten durchzuführen.

Die erste Staffel konnte nach Freilegung der Baugrube bis zum alten Grundwasserspiegel ohne weiteres eingebaut werden. Sodann wurde für

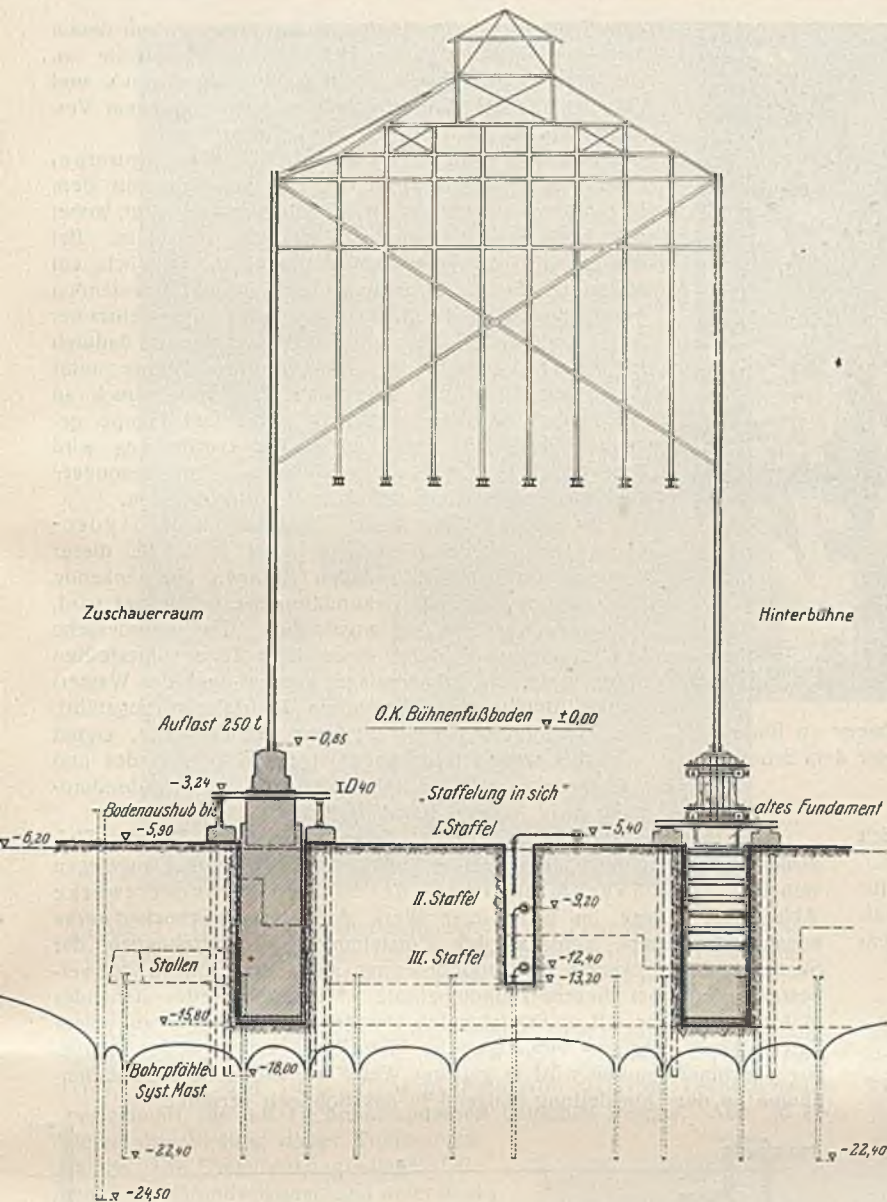


Abb. 20. Die Grundwasserabsenkung bei der Erweiterung der Staatsoper zu Berlin, Unter den Linden. Querschnitt durch die Baugrube. Bauzustand während der Unterfangung der 4-Pfeilerfundamente des Bühnenhauses.

die zweite und dritte Staffel ein System von kanalmäßig unter Zuhilfenahme gerammter I-Träger ausgesteiften Schlitzten angeordnet. In diese Schlitzte, die in ihrer Grundrißanordnung die zu unterfangenden Pfeiler umschlossen (Abb. 21), wurde die zweite Staffel und unter deren Schutz die dritte Staffel eingebaut, wobei die Brunnen in weitgehendem Maße in sich gestaffelt wurden (vergl. auch Abb. 22 u. 23). Es gelang auf diese Weise, die Spiegelsenkung zu erreichen, ohne daß in der Umgebung der abzufangenden Pfeiler der gewachsene Boden in seiner natürlichen Lage gestört wurde.

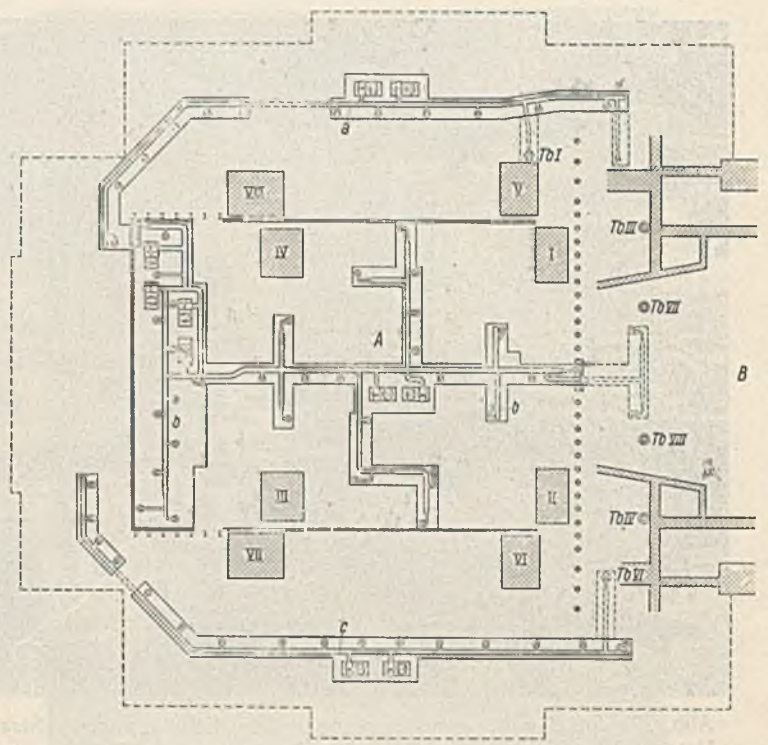
Die Absenkung hätte im vorliegenden Falle bei Anwendung der Tiefbrunnensenkung vereinfacht werden können. Bei Beginn der Bauarbeiten lagen indessen noch keine abschließenden Erfahrungen über die Betriebssicherheit von Tiefbrunnensystemen im Dauerbetriebe auf der Baustelle vor, so daß davon abgesehen wurde, die gesamte Absenkungsanlage mit Tiefbrunnen auszustatten. Dagegen wurden, wie unter IIIc) gezeigt wird, Tiefbrunnen mit Erfolg zur Ergänzung der Staffelanlage herangezogen.

Den beiden vorherbeschriebenen Anlagen für den Schachtbau Senftenberg und den Umbau der Staatsoper in Berlin ist gemeinsam, daß es durch die angewandten neuen Anordnungen gelang, die gesamte Absenkung durch Staffelung zu erreichen, ohne daß es nötig war, für den Einbau der Staffeln die gesamte Baugrube auszuschachten. Die Staffelsenkung ist daher wohl imstande, auch in schwierigen Fällen das Absenkungsziel zu erreichen.

c) Die Tiefbrunnensenkung unter Verwendung elektrisch betriebener Tiefbrunnensystemen.

α) Versuche der Siemens-Bauunion G. m. b. H. Kommanditgesellschaft.

Die Anwendung von Tiefbrunnen bei der Spreeuntertunnelung an der Inselbrücke und bei dem Bau der Schöneberger Untergrundbahn hatte erwiesen, daß die Tiefbrunnensenkung gegenüber der Staffelsenkung



Tb III und Tb VII = Elmotiefbrunnensystem der SSW, Tb VIII = Tauchmotorpumpe der SSW, Tb IV = Bekattiefbrunnensystem, a = Zwischenstaffel West, b = III. Staffel, c = Zwischenstaffel Ost, A = Bühnenhaus, B = Zuschauerraum.

Abb. 21. Die Grundwasserabsenkung bei der Erweiterung der Staatsoper zu Berlin, Unter den Linden. Grundriß mit Darstellung der zur Aufnahme der zweiten und dritten Grundwasserabsenkungsstaffel angeordneten Schlitzte.

eine Reihe von Vorzügen hat, die in vielen Fällen die Erreichung tiefer Absenkungen erleichtern, beschleunigen und verbilligen können. Diese Vorzüge sind hauptsächlich folgende:

1. Freihaltung der Baugrube von der Wasserhaltungseinrichtung;
2. stetiger Fortgang der Bauarbeiten in der Baugrube ohne Behinderung durch den Ein- und Ausbau der Wasserhaltungseinrichtung, durch Umbau, Instandhaltungsarbeiten und sonstige laufende Arbeiten während der Bauzeit;
3. Beschleunigung der Absenkung durch Vermeidung der bei der Staffelsenkung eintretenden Pausen in der Niederzwingung des Grundwasserspiegels bei dem jeweiligen Übergang zur nächst tieferen Staffel;
4. Erzielung einer großen Betriebssicherheit ohne ständiges Bereithalten unbenutzter Reservemaschinen;
5. Ersparnis an Montage- und Bohrarbeiten.

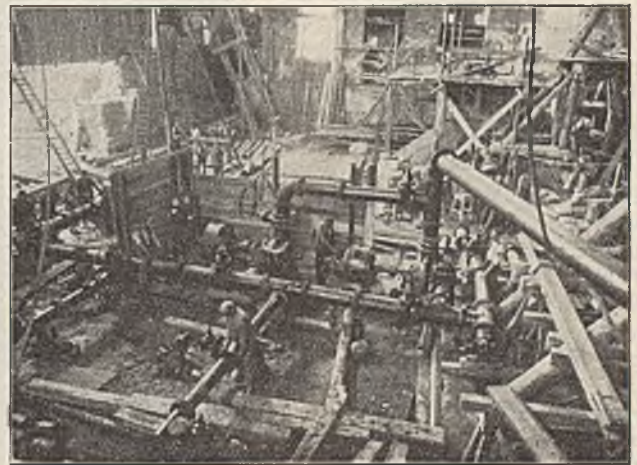


Abb. 22. Die Grundwasserabsenkung bei der Erweiterung der Staatsoper zu Berlin, Unter den Linden. Montage der I. Staffel.

Auf Grund der Erfahrungen an der Inselbrücke und bei der Schöneberger Untergrundbahn erblickte die Elektrische Bahnabteilung der Siemens & Halske A.-G. in der Schaffung einer leistungsfähigen, betriebssicheren, für den Tiefbrunnensystem geeigneten Pumpe die Grundbedingung für einen endgültigen Erfolg der Tiefbrunnensenkung. Die weiteren Versuche der Elektrischen Bahnabteilung, die später von der

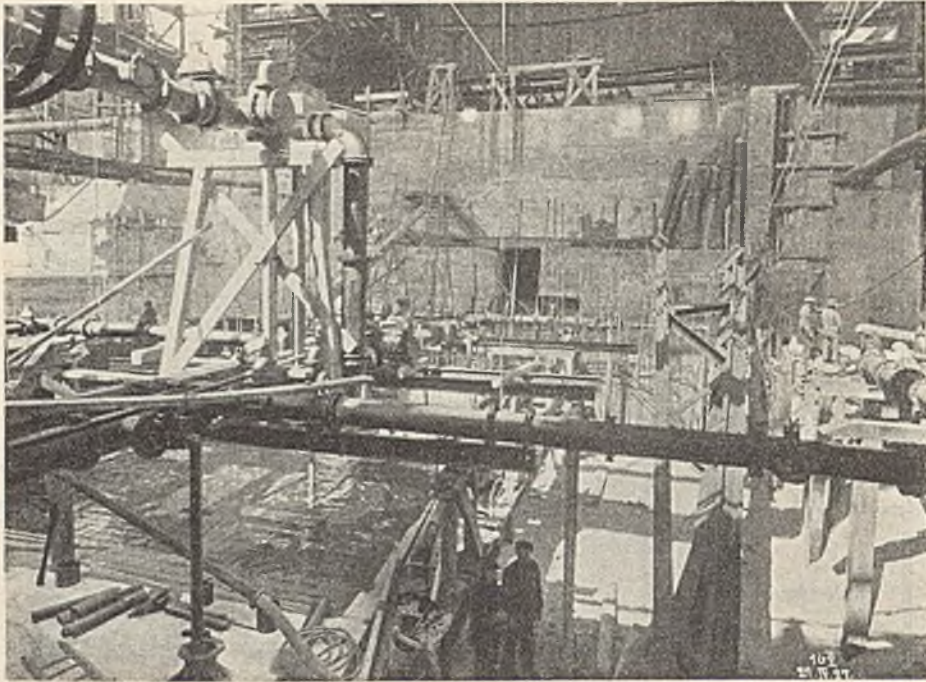


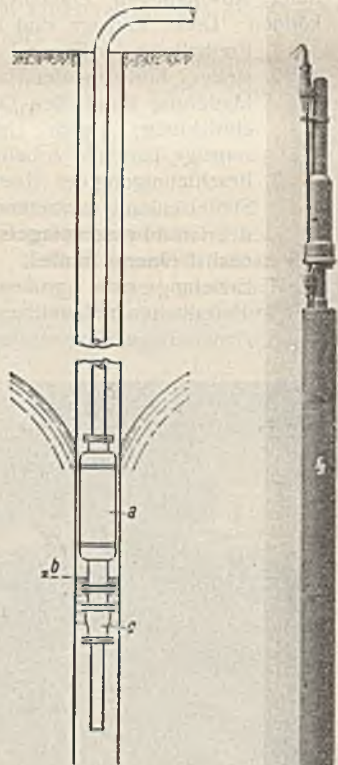
Abb. 23. Die Grundwasserabsenkung bei der Erweiterung der Staatsoper zu Berlin, Unter den Linden. Einbau der Sohle für die künftige Tiefbühne unter dem Schutze der III. Grundwasserabsenkungsstafel.

Siemens-Bauunion fortgeführt wurden, richteten sich daher vornehmlich auf die Lösung der Pumpenfrage.

Bei den Vorzügen, die die elektrisch betriebene Kreiselpumpe für die Grundwasserabsenkung mit ihrem gleichmäßigen Dauerbetrieb aufzuweisen hat, lag es nahe, die Kreiselpumpe auch für die Tiefbrunnen-senkung nutzbar zu machen.

Mit einer solchen Pumpenbauart, der Bekapumpe der Firma Bekawerk G. m. b. H., Taucha Bez. Leipzig, wurden zahlreiche Versuche auf dem eigenen Versuchsstand Berlin-Siemensstadt vorgenommen. Das Ergebnis dieser durch mehrere Jahre fortgeführten Versuche kann dahin zusammengefaßt werden, daß diese Tiefbrunnenpumpe trotz der Vorzüge, die sie hinsichtlich guter Überwachung des Motors und eines guten Wirkungsgrades hat, für Bauzwecke in größerem Umfange weniger geeignet ist als beispielsweise für Wasserversorgungszwecke, da im Baubetrieb die erforderliche genaue Lagerung der langen durchgehenden Welle zwischen Motor und Pumpe in dem engen, mitunter auch gekrümmten Brunnenrohr schwer durchzuführen und die Betriebssicherheit zu sehr von Zufälligkeiten bei der Montage abhängig ist.

Die mit der langen Welle verbundenen Nachteile wurden vermieden, als es gelang, Motor und Pumpe unmittelbar zu einem geschlossenen Maschinensatz zusammenzubauen, der als Ganzes an der Druckleitung hängend in den Brunnen abgesenkt wird. Eine derartige Tiefbrunnenpumpe wurde von der Siemens-Bauunion gemeinsam mit dem Elmo-Werk der Siemens-Schuckertwerke entwickelt. Die grundsätzliche Ausbildung dieses als Elmo-Tiefbrunnenpumpe bezeichneten Pumpensatzes ist in Abb. 24 dargestellt. Der Motor ist über der Pumpe angeordnet, die als Zentrifugalpumpe ausgeführt ist und eine Saughöhe von 3 bis 4 m überwinden kann. Auf Grund einer größeren Zahl von Versuchen wurde



a = Motor, b = Wasserstand im Brunnen, c = Pumpe.

Abb. 24. Die Elmo-Tiefbrunnenpumpe der Siemens-Schuckertwerke.



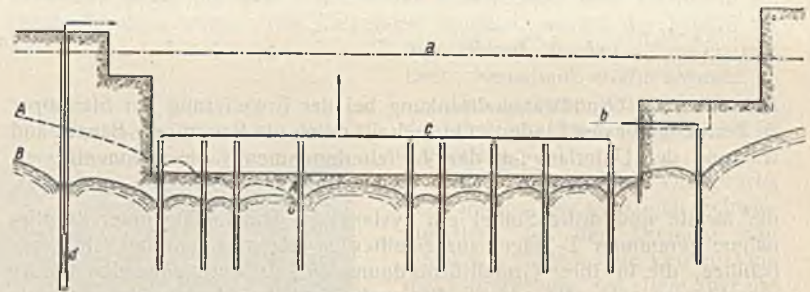
Abb. 25. Tauchmotorpumpe der Siemens-Schuckertwerke für Ölförderung.

eine Reihe von Verbesserungen vorgenommen, von denen die Anordnung einer Taucherglocke die wichtigste ist. Die verbesserte Bauart hat ihre Betriebssicherheit und Eignung für den Baustellenbetrieb sowohl auf dem Versuchsstand als auch auf der Baustelle erwiesen.

Nebenher gingen Versuche mit der Redapumpe, einer russischen Konstruktion, die gleichfalls mit dem Motor durch eine senkrechte Welle verbunden ist, wobei jedoch die Pumpe über dem Motor angeordnet ist. Bei den praktischen Versuchen zeigte sich anfänglich ein Mißerfolg, da die Abdichtung des ganz in Öl laufenden Motors versagte. Schließlich gelang es in gemeinsamer Arbeit mit der Lieferantin, die Abdichtung dadurch sicherzustellen, daß die Ölfüllung des Motors unter dauerndem Überdruck gegenüber dem Wasserdruck an der Motorstopfbüchse zwischen Motor und Pumpe gehalten wird. Die hierzu nötige Druckvorrichtung wird über Tage aufgestellt und durch eine besondere Gummischlauchleitung mit dem Motor verbunden.

Zu erwähnen sind ferner Versuche mit der Hydrokreiselpumpe der Brodnitz & Seydel A.-G. Bei dieser Konstruktion wird die in den Brunnen abzusenkende Förderpumpe, die als Sekundärpumpe bezeichnet wird, von einer Wasserturbine angetrieben. Das erforderliche Druckwasser wird durch einen über Tage aufgestellten Pumpensatz, die Primäranlage, erzeugt und der Wasserturbine durch eine besondere Rohrleitung zugeführt. Die Hydrokreiselpumpe ist sehr betriebssicher, eignet sich aber wegen ihres ungünstigen Wirkungsgrades und wegen der umständlichen, kostspieligen Betriebsanordnung nicht für den Baustellenbetrieb.

Das neueste Tiefpumpenaggregat, dessen Erprobung für die Tief-senkung des Grundwasserspiegels sich die Siemens-Bauunion angelegen sein läßt, ist die Tauchmotorpumpe der Siemens-Schuckertwerke (Abb. 25).<sup>1)</sup> Diese im Nürnberger Werk der Siemens-Schuckertwerke konstruierte Pumpe verdankt ihre Entstehung den Bestrebungen der Siemens-Schuckertwerke, die Erdölförderung aus tiefen Sonden zu verbessern. Auch bei diesem Tiefpumpensatz ist ein gekapselter stehender Motor unmittelbar mit einer stehenden Pumpe gekuppelt und zu einem geschlossenen Aggregat vereinigt. Der Motor steht unterhalb der Pumpe. Die Tauchmotorpumpe wird in gleicher Weise wie die Elmo-Tiefbrunnenpumpe an der Druckleitung hängend in das Bohrloch versenkt.



a = Ungesenkter Grundwasserspiegel. b = Zwischenstafel. c = III. Stafel. d = Tiefbrunnenpumpen.

Abb. 26. Die Grundwasserabsenkung bei der Erweiterung der Staatsoper zu Berlin, Unter den Linden. Längenschnitt durch die Baugrube mit Darstellung der Wirkung der Tiefbrunnen.

Die ersten gemeinsam mit den Siemens-Schuckertwerken ausgeführten Versuche auf dem Versuchsstand in Siemensstadt zur Förderung von Wasser bezweckten, neben der Erprobung der Leistungsfähigkeit und Betriebssicherheit auch die geeignetste Pumpe für den Tiefbaubetrieb und eine einwandfreie, den Wasserzutritt sicher verhindernde Stromzuführung ausfindig zu machen. Die Tauchmotorpumpe hat für die Wasserförderung aus engen und tiefen Filterbrunnen und damit für die Tief-senkung des Grundwasserspiegels besondere Vorzüge. Als solche sind zu nennen die selbsttätige Sicherung des Motors gegen eindringende Feuchtigkeit, die insbesondere über Tage aufgestellte Einrichtungen entbehrlich macht, ferner das geringe Gewicht und die leichte Transportfähigkeit.

β) Elektrisch betriebene Tiefbrunnenpumpen im Baustellenbetrieb.

Eine geeignete Gelegenheit, die mit Tiefbrunnen und Tiefbrunnen-pumpen auf dem Versuchsstand gewonnenen Erfahrungen in der Praxis anzuwenden, bot sich gelegentlich der Durchführung der bereits erwähnten Grundwasserabsenkung bei dem Umbau der Staatsoper zu Berlin. Die Anordnung der oben näher beschriebenen Schlitzte zur Unterbringung der Staffelsenkungsanlage machte nämlich auf der nach dem Zuschauerraum

<sup>1)</sup> L. Steiner, Die Förderung von Flüssigkeiten aus Bohrlochern unter Berücksichtigung des SSW.-Tauchmotors. Siemens-Zeitschrift, März 1927.

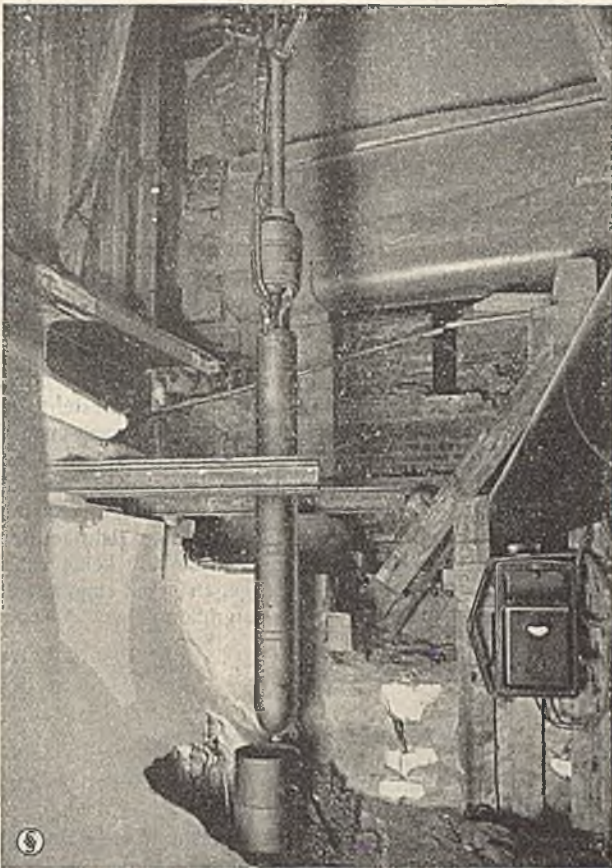


Abb. 27. Die Grundwasserabsenkung bei der Erweiterung der Staatsoper zu Berlin, Unter den Linden. Tauchmotorpumpe der Siemens-Schuckertwerke fertig zum Einbau in den Tiefbrunnen Tb III.

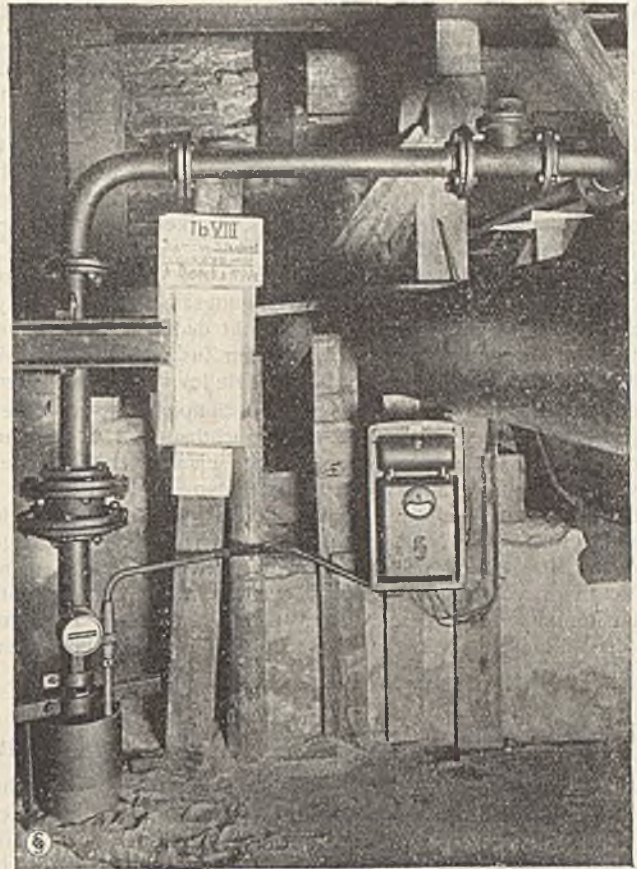


Abb. 28. Die Grundwasserabsenkung bei der Erweiterung der Staatsoper zu Berlin, Unter den Linden. Tiefbrunnen Tb VIII, ausgerüstet mit einer Tauchmotorpumpe der Siemens-Schuckertwerke.

gelegenen Seite der Baugrube Schwierigkeiten. Zur Ergänzung der Staffelsenkungsanlage wurden daher auf dieser Seite sechs Stück Tiefbrunnen (Tb I, III, VII, VIII, IV u. VI, vergl. auch Abb. 21) vom Orchesterraum aus gebohrt, die mit Tiefbrunnenpumpen betrieben werden. Abb. 26 erläutert die Wirkung dieser Tiefbrunnenanlage. Die Staffelsenkungsanlage allein senkt den Grundwasserspiegel unter dem Orchesterraum und an den benachbarten Bühnenhausfeilern gemäß der eingetragenen Absenkungskurve A—A ab. Durch die Wirkung der Tiefbrunnen wurde die Absenkung der in Rede stehenden Seite der Baugrube nach dem Zuschauerraum zu bis zur Absenkungskurve B—B erweitert. Der beabsichtigte Zweck, nämlich die Vermeidung der hier besonders kostspieligen Unterfahrung des bestehen bleibenden Gebäudeteiles (Orchesterraum, Zuschauerraum) durch Schlütze zur Aufnahme von Staffeln, wurde voll erreicht.

Die Tiefbrunnen wurden nacheinander entsprechend dem Baufortschritt in Betrieb genommen. Zwei von ihnen, die Brunnen Tb I und VI, wurden nachträglich an die Staffelanlage angeschlossen.

Zum Betrieb der Tiefbrunnen dienten zwei Elmo-Tiefbrunnenpumpen, eine Bekapumpe und eine Tauchmotorpumpe der SSW. Mit Rücksicht auf die baulichen Maßnahmen waren mehrfache Umbauten der Pumpen nötig, die nur geringe Zeit beanspruchten. Bis Anfang April 1927 wurde mit der Elmo-Tiefbrunnenpumpe eine ununterbrochene Betriebszeit bis zu 7 Monaten erreicht. Die Tauchmotorpumpe war nahezu 2 Monate in ununterbrochenem Betrieb (Abb. 27 u. 28). Sie wurde, da ohnehin mit dem Fortschreiten der Bauarbeiten

nicht mehr alle Tiefbrunnen benötigt wurden, ausgebaut. Nach Vornahme einiger Abänderungen wird sie einem weiteren Dauerbetrieb auf dem Versuchsstand in Siemensstadt unterzogen werden.

Die Verwendung der Elmo-Tiefbrunnenpumpe und der Tauchmotorpumpe der SSW bei der Grundwasserabsenkung auf der Baustelle Staatsoperumbau stellt die erstmalige praktische Anwendung elektrisch betriebener Tiefbrunnenpumpen dar, bei denen Motor und Pumpe als geschlossenes, an der Druckleitung hängendes Aggregat in das Brunnennere bis zum Wasserspiegel bzw. unter diesen versenkt werden.<sup>8)</sup> Diese Anwendung hat gezeigt:

1. daß derartige Tiefbrunnenpumpen leicht zu überwachen sind,
2. daß die hinsichtlich der größeren Betriebssicherheit auf den Einzelantrieb jedes Brunnens gesetzten Hoffnungen berechtigt sind,
3. daß solche Pumpen auch bei sehr beschränkten Raumverhältnissen eingebaut werden können,
4. daß durch die Tiefbrunnenanlage bei beschränkten Raumverhältnissen kostspielige und schwer auszuführende Hilfsbaugruben für die Wasserhaltung vermieden werden können.

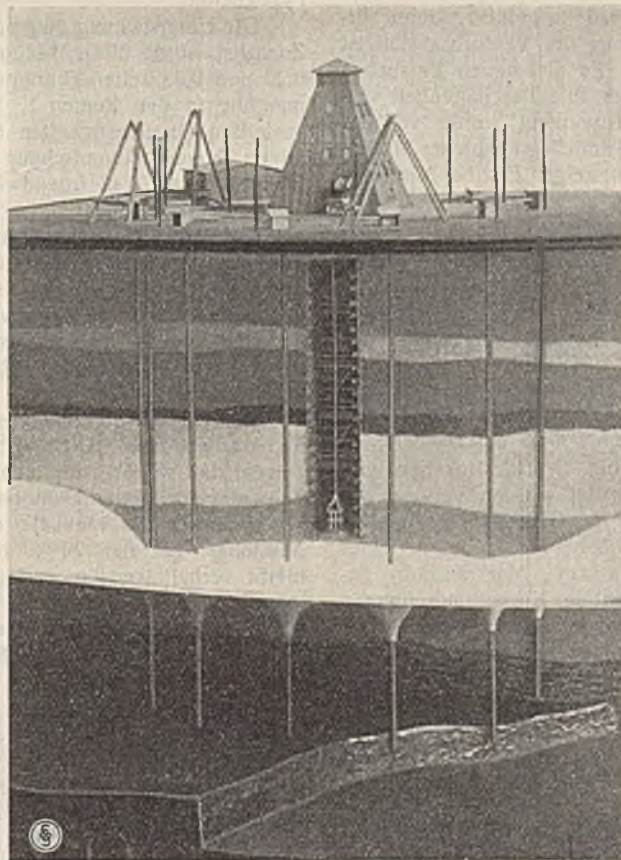


Abb. 29. Verfahren der Siemens-Bauunion zur Abteufung von Schächten in grundwasserführendem Gebirge mit Hilfe von Tiefbrunnen, die mit Tauchmotorpumpen ausgerüstet sind.

<sup>8)</sup> Zurzeit wird für den Bau des Untergrundbahn-Umformerwerks Alexanderplatz in Berlin von der Siemens-Bauunion eine Grundwasserabsenkung durchgeführt, bei der ausschließlich mit Elmo-Tiefbrunnenpumpen ausgerüstete Tiefbrunnen angewandt werden. Über diese bemerkenswerte Ausführung, die einen weiteren Fortschritt der Tiefbrunnensenkung darstellt, soll demnächst in einem besonderen Aufsätze berichtet werden.

#### IV. Das Anwendungsgebiet der Tiefbrunnensenkung mit Tauchmotorpumpen.

Für die Weiterentwicklung der Tiefbrunnensenkung stellt die Tiefbrunnenanlage beim Staatsoperumbau einen wichtigen Schritt dar. Ähnliche Tiefbauaufgaben, die eine Grundwasserabsenkung im Bereiche vorhandener Gebäude erfordern, kommen immer wieder vor. Der Bau von Untergrundbahnen in engen Straßen, die Unterfangung bestehender Gebäude, die Unterfahrung von Flußläufen durch Untergrundbahnen, der Bau von Kanälen des städtischen Kanalisationsnetzes, Tiefkellereinbauten bei vorhandenen Gebäuden, alle diese Aufgaben werden, sofern sie unter Grundwasserabsenkung gelöst werden müssen, durch die Anwendung von Tiefbrunnen wesentlich erleichtert. Bei Unterfangungsarbeiten im Grundwasser wird überdies die Sicherheit der Arbeit erhöht dadurch, daß bei der Anwendung von Tiefbrunnen Erdarbeiten, die den Zusammenhalt des Bodens in der Nähe des zu unterfangenden Gebäudeteiles stören, wegfallen.

Große Bedeutung kommt den mit Tauchmotorpumpen betriebenen Tiefbrunnen auch auf dem Gebiete des Schachtbaues (Abb. 29) zu, insbesondere im Braunkohlenbergbau, wo die zu erschließenden Kohlenflöze häufig von stark wasserführenden Bodenschichten überlagert sind.

Die Kosten einer Staffelsenkungsanlage nehmen mit der Tiefe der Absenkung in höherem Maße zu als die einer Absenkungsanlage mit Tiefbrunnen. Von einer gewissen Absenkungstiefe ab, die in jedem Falle durch Vergleichsrechnungen bestimmt werden muß, wird deshalb die Tiefbrunnensenkung auch dann, wenn keine besonderen Erschwernisse ähnlich denen beim Staatsoperumbau auftreten, wirtschaftlich überlegen

sein. Die sicherlich noch zu erwartenden Verbesserungen an den Tauchmotorpumpen werden bewirken, daß die Absenkungstiefe, von der ab die Tiefbrunnensenkung vorteilhafter ist, sich vermindern wird, so daß das Anwendungsgebiet der Tiefbrunnensenkung mit Hilfe von Tauchmotorpumpen einen ansehnlichen Umfang annehmen dürfte.

#### V. Die Möglichkeit tiefer Absenkungen in hydrologischer Beziehung.

Sofern Untergrundverhältnisse vorliegen, die die Anwendung von Rohrbrunnen erlauben, d. h. wenn sich der Untergrund aus Sand- oder Kiesschichten zusammensetzt, kann der Grundwasserspiegel beliebig abgesenkt werden. Mit einem einzelnen Brunnen kann freilich nur eine beschränkte Absenkung erreicht werden. Je tiefer nämlich die Absenkung beim Einzelbrunnen getrieben wird, desto kleiner wird die Filtereintrittsfläche, während der Wasserandrang sowie die Eintrittsgeschwindigkeit stark zunehmen. Durch Hinzufügen weiterer Brunnen besteht jedoch die Möglichkeit, die Filtereintrittsfläche entsprechend dem wachsenden Wasserandrang so zu vergrößern, daß die Grundwassergeschwindigkeit auch beim Eintritt in die Brunnen das zulässige Höchstmaß, das von dem Bodendurchlässigkeitswert abhängig ist, nicht übersteigt. Es findet also bei zutreffender Wahl der Brunnenkonstruktion und bei richtiger Bemessung der Brunnenzahl bei dem Tieftreiben der Absenkung keine zunehmende Zuspitzung des Absenkungstrichters statt, dagegen ist mit einer zunehmenden Vergrößerung der Reichweite und einer Vergrößerung der Absenkungszeit zu rechnen.

Alle Rechte vorbehalten.

### Thuramentbeton.

Bei den Versuchen zur Ermittlung der brauchbarsten Betonmischungen für den Bau der Andertener Schleusen sind als Zementersatz bzw. Zementzusatz Linkkalk und Traß in die Untersuchungen mit einbezogen worden. Die Ergebnisse dieser Versuche sind in der „Bautechnik“ 1926, Heft 13 u. 14, veröffentlicht. Nach Abschluß der Versuche wurde von der Sächsisch-Thüringischen Portlandzementfabrik Thuringia in Göschwitz (Saale) ein Mörtelbildner „Thurament“ angeboten, der nach Angabe des Herstellers in den üblichen Betonmischungen den Zement bis zu 75 % ersetzen könne, ohne die Festigkeiten der Mischung erheblich zu beeinträchtigen.<sup>1)</sup> Da Thurament sehr viel billiger ist als Zement (25 R.-M./t ab Werk), wäre damit die Möglichkeit einer erheblichen Verbilligung des Betons gegeben.

Zur Nachprüfung dieser Angaben wurden in der Betonprüfstelle der Streckenbauleitung Anderten einige vergleichende Versuche unter Mitverwendung von Thurament, Linkkalk und Traß ausgeführt, deren Ergebnisse hier mitgeteilt werden. Die Einrichtung der Versuchsanstalt ist in dem oben erwähnten Aufsätze angegeben. Zu den neuen Versuchen wurde Kies, Zement, Linkkalk und Traß von gleicher Beschaffenheit verwendet wie zu den Hauptversuchen. Der Thurament wurde von der Herstellerin in Säcken bezogen. Er ist ein traßähnlich gemahlener Mörtelstoff, der mit Wasser angemacht keine Bindekraft zeigt. Erst bei Mischung des Thuramentes mit Kalk oder Portlandzement entwickeln sich Abbindevorgänge. Kalkarme Portlandzemente und Hochofenzemente dürfen nicht mit Thurament verwendet werden, da ihnen der erforderliche Kalküberschuß fehlt.

Nach chemischer Analyse enthielt Thurament: Glühverluste 5,94 %, Kieselsäure  $\text{SiO}_2$  28,81 %, Eisen-Tonerde  $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$  17,55 %, Kalk  $\text{CaO}$  40,33 %, Magnesia  $\text{MgO}$  5 %, Schwefelsäure  $\text{SO}_3$  2,15 %.

Das Raumgewicht betrug eingerüttelt 1,33. Der Hohlraumgehalt entspricht dem des Zementes mit 52 %. Bei der Prüfung auf Mahlfineinheit ergaben sich 2,5 % Rückstände auf dem 900er Maschensieb.

Die Versuche erstreckten sich nur auf die Druckfestigkeiten von Würfeln mit 20 cm Kantenlänge. Die Bindemittel wurden vorweg von Hand so lange gemischt und durchgeseiht, bis das Gemenge eine gleichmäßige Farbe angenommen hatte. Der Probeston wurde in einer kleinen Handmischmaschine (Bauart Dr. Gaspary, Markranstädt) gemischt, wobei sich durch die gleichmäßige Anzahl der Kurbelumdrehungen ein genau gleicher Durchschnittsgrad aller Proben erreichen ließ. Der Wasserzusatz betrug 13 Raumprozent. Alle Proben wiesen dabei weiche Konsistenz auf.

Da sich bei den umfassenden Versuchen für die Wahl des Schleusenbetons gezeigt hatte, daß die Art der Lagerung der Proben, insbesondere der Grad der Feuchthaltung ausschlaggebend für die erzielten Festigkeiten war, wurden die neuen Probewürfel ebenfalls verschiedenen Lagerungsverhältnissen unterworfen, und zwar:

a) der feuchten Lagerung, bei der die Würfel im Keller zunächst 14 Tage unter feuchten Säcken, dann bis zur Prüfung an der Luft aufbewahrt wurden;

b) der nassen Lagerung, bei der die Würfel im Keller bis zur Prüfung unter tiefend nassen Säcken aufbewahrt wurden,

c) der Bauwerkklagerung; hierbei wurden die Würfel im Freien auf einen Betonsockel dicht geschlossen zusammengestellt, so daß sich ihre Außenflächen überall berührten. Die Würfel wurden dann mit wasserdurchlässigem Papier umhüllt und mit einer überall 20 cm starken Betonschicht umgeben. Obwohl der nur 20 cm starke Umhüllungsbeton nicht als vollkommener Ersatz der großen umgebenden Betonmasse im Bauwerk gelten kann, insbesondere nicht in bezug auf die Erhärtemperaturen, gestattet diese Art der Lagerung doch einen Schluß auf die Verhältnisse im Bauwerk selbst.

Die Würfel wurden nach 28,90 und 365 Tagen zerdrückt und ergaben die in der nebenstehenden Tabelle (S. 735) zusammengestellten Festigkeiten.

Die Untersuchung ging aus von der Betonmischung 1 Zement + 5 Kies. Zunächst wurde diese Mischung der Reihe nach durch Zusatz von je 0,10, 0,20 und 0,33 Teilen Thurament, Linkkalk und Traß fetter gemacht. Faßt man die in den Reihen 1, 2, 3, 1a, 2a, 3a, 1b, 2b, 3b zusammengestellten Druckfestigkeiten ins Auge und vergleicht sie mit denen der reinen Zementbetonmischung Reihe 4, so zeigt sich, daß die Zusätze von Linkkalk oder Traß irgendwie beachtliche Steigerungen der Festigkeiten weder bei der feuchten Lagerung, noch bei der nassen Lagerung, noch bei der Bauwerkklagerung hervorgebracht haben. Im Gegenteil sind z. T. Festigkeitseinbußen zu bemerken. Andererseits hat der Thuramentzusatz bei allen drei Lagerungsarten festigkeitsteigernd gewirkt. Im Anschluß daran wurde das Mischungsverhältnis 1:5 in der Weise abgeändert, daß der Reihe nach ein gewisser, immer größerer Bruchteil des Zementanteils der Mischung durch Thurament, Linkkalk und Traß ersetzt wurde.

Die Versuchsergebnisse sind in den Reihen 5, 6, 7, 8, 9, 5a, 6a, 7a, 8a, 9a, 5b, 6b, 7b, 8b, 9b zusammengestellt. Diese Versuchsreihen zeigen, daß weder Thurament, noch Linkkalk, noch Traß als vollwertiger Zementersatz gelten können. Thurament hat aber immerhin bessere Eigenschaften als Linkkalk und Traß, denn die Festigkeitseinbuße der Mischung, bei der 70 % des Zements durch Thurament ersetzt sind, bleibt verhältnismäßig gering, sie beträgt im Durchschnitt aller Lagerungen nach 28 Tagen nur 7 %, nach 90 Tagen 17 % und nach 365 Tagen 12 % gegen den reinen Zementbeton, während dieselben Zahlen bei Linkkalk 76 %, 70 % und 65 % und bei Traß 78 %, 76 % und 68 % betragen.

Von ausschlaggebender Bedeutung bei der Frage, ob in Betonmischungen der Ersatz des Zements durch Thurament in Betracht kommen kann, ist die Ermittlung der Kosten, die für 1 m<sup>3</sup> Beton aufzuwenden sind, um 1 kg/cm<sup>2</sup> Festigkeit zu erzielen. Der Ermittlung dieser Kosten sind die Verhältnisse des Schleusenbaues bei Anderten hinsichtlich des Kiespreises und der Arbeitslöhne für Herstellung des Betons zugrunde gelegt. Außer Betracht gelassen sind die Frachtkosten des Zements und des Thuraments, die je nach der Lage des Verwendungsortes zu den liefernden Fabriken verschieden hoch, u. U. aber von ausschlaggebender Bedeutung sein können.

<sup>1)</sup> Vergl. „Die Bautechnik“ 1926, Heft 54, S. 823.



Lfd. Nr.	Mischverhältnis					Druckfestigkeiten in kg/cm <sup>2</sup> . Mittelwerte aus je drei Proben									Druckfestigkeiten in kg/cm <sup>2</sup> . Mittel aus den verschiedenen Lagerungen			Kosten für 1 m <sup>3</sup> Beton R.-M.	Spezifische Kosten nach Tagen			
	Zement	Thurament	Linkkalk	Traß	Kies	feuchte Lagerung			nasse Lagerung			einbetonierte Lagerung			R.-M.	Pf.	Pf.		Pf.			
						28	90	365	28	90	365	28	90	365								
																				Tage		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
1	1	0,33	—	—	5	123	160	199	114	154	229	105	155	218	114	156	215	28,35	24,8	18,2	13,2	
2	1	0,2	—	—	5	100	147	182	101	140	204	91	140	206	97	142	197	27,60	28,5	19,5	14,0	
3	1	0,1	—	—	5	95	143	179	96	135	193	87	125	201	93	134	191	27,00	29,1	20,2	14,1	
4	1	—	—	—	5	76	123	181	82	127	176	84	120	193	81	123	183	26,09	32,2	21,2	14,3	
5	0,9	0,1	—	—	5	75	121	174	82	124	177	81	117	181	79	121	177	25,78	32,6	21,3	14,5	
6	0,7	0,3	—	—	5	74	119	173	80	116	172	79	110	177	78	115	174	24,58	31,6	21,4	14,1	
7	0,5	0,5	—	—	5	73	111	171	80	112	166	79	103	174	77	109	170	23,38	30,4	21,4	13,7	
8	0,3	0,7	—	—	5	74	109	164	76	98	162	72	100	161	74	102	162	22,17	30,0	21,9	13,7	
9	0,1	0,9	—	—	5	38	82	136	56	78	145	38	64	126	44	75	136	20,97	47,6	28,0	15,4	
10	0,33	1	—	—	5	110	145	188	107	151	190	89	134	203	102	143	194	24,50	24,0	17,1	12,6	
1a	1	—	0,33	—	5	75	133	163	82	125	195	75	120	202	77	126	187	26,87	34,5	21,3	14,4	
2a	1	—	0,2	—	5	73	126	157	76	115	181	72	106	195	74	116	178	26,69	36,1	23,0	15,0	
3a	1	—	0,1	—	5	73	120	154	74	108	173	73	99	197	73	109	175	26,54	36,3	24,3	15,3	
5a	0,9	—	0,1	—	5	67	101	135	72	101	166	70	97	159	70	100	153	25,31	36,2	25,3	16,5	
6a	0,7	—	0,3	—	5	50	80	120	51	82	125	42	75	126	48	79	124	23,17	48,2	29,3	18,7	
7a	0,5	—	0,5	—	5	28	47	77	35	49	89	35	46	97	33	47	88	21,03	63,7	44,7	23,9	
8a	0,3	—	0,7	—	5	20	35	64	19	28	69	18	26	59	19	30	64	18,89	99,5	63,0	29,5	
9a	0,1	—	0,9	—	5	16	20	31	16	25	42	9	19	27	14	21	33	16,75	119,6	79,8	50,7	
10a	0,33	—	1	—	5	25	42	60	23	40	65	19	36	59	23	39	61	20,02	87,0	51,4	32,8	
1b	1	—	—	0,33	5	73	124	173	85	133	201	73	116	196	77	128	190	26,83	34,9	21,0	14,1	
2b	1	—	—	0,2	5	69	122	157	78	120	184	74	105	193	74	116	178	26,66	36,0	23,0	15,0	
3b	1	—	—	0,1	5	76	118	155	77	115	181	71	101	192	75	111	176	26,53	35,4	23,9	15,1	
5b	0,9	—	—	0,1	5	62	97	146	74	107	162	65	99	177	67	101	162	25,30	37,8	25,6	15,6	
6b	0,7	—	—	0,3	5	43	75	134	54	94	141	41	79	134	46	83	136	23,13	50,3	27,9	17,0	
7b	0,5	—	—	0,5	5	28	54	76	37	63	104	27	50	102	31	56	94	20,96	67,6	37,4	22,3	
8b	0,3	—	—	0,7	5	19	39	57	21	37	56	13	27	57	18	34	57	18,79	104,0	55,2	33,0	
9b	0,1	—	—	0,9	5	—	7	11	16	24	33	7	19	23	12	17	22	16,72	139,5	98,5	76,0	
10b	0,33	—	—	1	5	20	41	45	25	50	63	14	33	61	20	41	56	19,88	99,5	48,5	35,5	

Die zugrunde gelegten Preise sind folgende:

Kies frei Baustelle	5,40 R.-M./m <sup>3</sup>
Zement in Papiersäcken ab Werk (Raumgewicht 1,4)	45,80 R.-M./t = 64,12 R.-M./m <sup>3</sup>
Thurament in Papiersäcken ab Werk (Raumgewicht 1,33)	29,00 R.-M./t = 38,50 R.-M./m <sup>3</sup>
Kosten der Vormischung von Zement mit Thurament, Traß oder Linkkalk rd.	1,00 R.-M./t = 1,25 R.-M./m <sup>3</sup>
Linkkalk in Papiersäcken (Raumgewicht 1,0)	18,50 R.-M./t = 18,50 R.-M./m <sup>3</sup>
Traß, lose ab Werk (Raumgewicht 1,0)	17,87 R.-M./t = 17,87 R.-M./m <sup>3</sup>
Herstellungskosten für 1 m <sup>3</sup> Beton	4,70 R.-M./m <sup>3</sup>

Die Ausbeuteziffern, die schon bei den Hauptversuchen ermittelt wurden, betragen:

Zement	52 %	Hohlraum	48 %	Ausbeute
Thurament	52		48	
Linkkalk	52		48	
Traß	52		48	
Kies	40		60	
Wasser	0		100	

Demnach ergeben sich die Kosten für 1 m<sup>3</sup> reinen Zementbeton im Mischverhältnis 1:5 bei 13% Wasserzusatz wie folgt:

Die Ausbeute beträgt:

$$A = 1 \cdot 0,48 + 5 \cdot 0,60 + (1 + 5) \cdot 0,13 = 4,26$$

Die Kosten für 1 m<sup>3</sup> fertigen Beton betragen demnach:

$$K = \frac{1 \cdot 64,12 + 5 \cdot 5,40}{4,26} + 4,70 = 26,09 \text{ R.-M.}$$

Bei den Thurament-Zement-Betonmischungen ergibt sich für die Mischung x Z + y Th + 5 K die Ausbeute zu

$$A_1 = x \cdot 0,48 + y \cdot 0,48 + 5,0 \cdot 0,60 + (x + y + 5) \cdot 0,13 = A_1 = 0,61 x + 0,61 y + 3,65.$$

Die Kosten für diese Mischung betragen demnach:

$$K_1 = \frac{x(64,12 + 1,25) + y(38,50 + 1,25) + 5 \cdot 5,40 + 4,70}{0,61 x + 0,61 y + 3,65} \text{ R.-M.}$$

Für die Linkkalk- und Traßmischungen ergeben sich ähnliche Formeln. Die danach ermittelten Kosten sind in den Spalten 19 bis 22 der Tabelle eingetragen. Die zugrunde gelegten Festigkeiten sind die Mittelwerte aus allen drei Lagerungsarten. Die Zahlen zeigen, daß bei teilweisem Ersatz des Zements durch Thurament Ersparnisse zu machen sind. Diese betragen bei einem Mischungsverhältnis 0,3 Z + 0,7 Th + 5 K bei Zugrundelegung der in der Hauptsache maßgebenden 28tägigen Festigkeit: für 1 kg/cm<sup>2</sup> Festigkeit 2,2 Pf./m<sup>3</sup>. Bei der Festigkeit von 74 kg/cm<sup>2</sup>, die mit dieser Mischung nach 28 Tagen erreicht wird, ist der Thurament-

zementbeton also um 74 · 2,2 Pf. = 1,63 R.-M./m<sup>3</sup> billiger als der reine Zementbeton. Nach 365 Tagen beträgt diese Kostenersparnis bei 162 kg/cm<sup>2</sup> erreichter Festigkeit allerdings nur noch 162 · 0,6 = 0,97 R.-M./m<sup>3</sup>. Ein Vergleich der für Linkkalk und Traß ermittelten Zahlen zeigt, daß nur teilweiser Ersatz des Zements durch diese beiden Mörtelbildner unwirtschaftlich ist.

Thuramentzementbeton ist in Anderten auch bei Bauausführungen erprobt worden. Zunächst wurde im Oktober 1925 ein Teil des Fundamentes für die Kabelkranschiene im Mischungsverhältnis 0,25 Z + 0,75 Th + 7 K in Stampfbeton hergestellt. Der verwendete Zement entstammte einer anderen Fabrik und hatte in der Normenprobe erheblich bessere Festigkeiten ergeben, als der für die Laboratoriumsversuche verwendete (480 kg/cm<sup>2</sup> nach 28 Tagen gegen 350 kg/cm<sup>2</sup> nach 28 Tagen). Die erzielten Festigkeiten können also nicht mit den oben erwähnten verglichen werden, zumal die Fundamente der Schienen in Stampfbeton, die Laboratoriumswürfel in Weichbeton hergestellt waren. Probewürfel, die bei der Herstellung des Kranschienefundamentes in eisernen Formen eingestampft worden waren, ergaben Festigkeiten von 113 kg/cm<sup>2</sup> nach 28 Tagen. Nach 15 Monaten ausgestemte Probewürfel ergaben 94 und 106 kg/cm<sup>2</sup>, gegen 87 kg/cm<sup>2</sup>, die bei einer Probe festgestellt wurden, die nach 15 Monaten aus gleichzeitig hergestelltem Zementtraßbeton 1 Z + 0,33 Tr + 7 K herausgestemmt worden war.

Ferner ist im Spätherbst 1926 ein Widerlager einer eisernen Brücke teilweise mit Thuramentbeton 0,30 Z + 0,70 Th + 5 K hergestellt worden. Die bisherigen Festigkeitsergebnisse dieser Bauausführung (Würfelproben aus eisernen Formen und ausgestemte Probewürfel) bleiben hinter der Festigkeit der Laboratoriumswürfel zurück, es sind nach 28 Tagen nur rd. 60 kg/cm<sup>2</sup> festgestellt worden. Offenbar hat die niedrige Temperatur, bei der dieser Beton hergestellt wurde (-3° bis +10°), den Erhärtungsvorgang erheblich verzögert, auch wird der höhere Wasserzusatz, den der sehr weich angemachte Beton erhalten hatte, von Einfluß gewesen sein.

Bei der Bauausführung der Brückenwiderlager bot sich Gelegenheit, die beim Abbinden des Betons entstehende Wärme zu messen. Bei einer mittleren Außentemperatur von +6° stieg im Thuramentbeton die Temperatur im Verlauf von 7 Tagen bis auf +19° an, um in etwa 4 Wochen allmählich wieder auf die Außentemperatur zurückzugehen. Das zweite Widerlager war im Mischungsverhältnis 1:6 mit Vienenburger Hochofenzement hergestellt worden. Hier betrug die Höchsttemperatur nach 3 Tagen +25,5° bei einer mittleren Außentemperatur von -3°.

Aus dem Ergebnis läßt sich der Schluß ziehen, daß Thuramentbeton erheblich langsamer abbindet als reiner Zementbeton.

Es sei bemerkt, daß die Versuchsergebnisse einschl. der Preise nicht ohne weiteres verallgemeinert werden dürfen, sondern lediglich für die auf der Baustelle der Schleuse Anderten vorliegenden Verhältnisse gelten. Maaske, Regierungsbaur.

Alle Rechte vorbehalten.

## Gleisbahnen auf Landstraßen.

Von Oberbaurat i. R. Dr.-Ing. Cassinone, Karlsruhe.

Die 24 km lange Landstraße von St. Blasien nach Albrück, die den bekannten Luftkurort im südlichen Schwarzwald mit der Eisenbahnlinie Basel—Konstanz verbindet, gehört zu den schönsten Gebirgsstraßen. Sie zieht am linken, östlichen Steilhang der oberen (Hauensteiner) Alb entlang, die sich hier in eine tiefe Felsschlucht eingengagt hat. Sie bietet aber auch erhebliche Instandhaltungsschwierigkeiten durch ihren schweren Lastenverkehr zu Tal und zu Berg und ihre örtliche Lage. In erster Linie ist es die Spinnerei und Weberei St. Blasien im alten Klostergebäude, die ihre Erzeugnisse nach Albrück verfrachtet und von dort Baumwolle und Brennstoffe bezieht, ferner die Holzabfuhr aus einem ausgedehnten Waldgebiet und der Transport der Erzeugnisse der Sägewerke des Tales zur Bahnstation, sowie die Anfuhr der Bedürfnisse der auf den beiderseitigen Höhen des Tals gelegenen zahlreichen Ortschaften. Um mit der Straße über die schroffsten Felspartien des Steilabfalls hinwegzukommen, wurde von Tiefenstein aus in den mit dem Talgefälle fallenden Zug eine Gegensteigung von 1% eingelegt, so daß er in der Schlucht etwa 30 m über dem schäumenden Fluß gelegen ist. Trotzdem mußte die Straße auf längere Erstreckung in die Felswand eingesprengt und deren Vorsprünge in den steilen Felsnasen durch eine

einlegen lassen. Da sich diese Bauweise durchaus bewährte, wurde sie seit 1922 auch auf der freien Strecke angewendet, zumal diese stellenweise zwischen Felswand und Brüstungsmauer 3,60 m Nutzbreite aufweist. Die 50 cm breiten, 20 cm starken, 0,70 bis 1,20 m langen Granitplatten werden als Fuhrwerkgleise im Abstände von 1,10 m auf durch eine Betonunterlage ausgeglichenes Steingestück in die Schotterdecke eingebettet und seitlich daran gut angeschlossen. Die Kosten beliefen sich für eine im Vorjahr angelegte 80 m lange Strecke für

Plattenbelag 1 m <sup>2</sup> zu . . . . .	16,50 R.-M.
Grabarbeit 0,42 m <sup>3</sup> zu . . . . .	4,00 R.-M. = 1,68 "
Gestück: Steine 0,21 m <sup>3</sup> zu . . . . .	4,00 " = 0,84 "
Einsetzen 0,7 m <sup>2</sup> zu . . . . .	0,50 " = 0,35 "
Beton 0,14 m <sup>3</sup> zu . . . . .	30,00 " = 4,20 "
Verlegen der Platten 1 m . . . . .	2,00 "
Anschluß (Steinsatz, Schotter, Ausgießen mit Zement) . . . . .	0,90 "
Abfuhr des Aushubüberschusses . . . . .	1,00 "
Ausgleichen der übrigen Fahrbahnfläche . . . . .	1,33 "

1 m somit zus. 28,50 R.-M.



Abb. 1. Verlegen der Gleisbahn.



Abb. 2. Km 19 + 100.



Abb. 3. Km 19 + 290.

Reihe von sechs Tunneln durchbrochen werden. Bei allem Steinreichtum findet sich für die Instandhaltung der Fahrbahn geeigneter Hartschotter nur in wenig ausgiebigen, bei dem reichlichen Bedarf bald ausgebeuteten Nestern von Porphyrr und Hornblende im Granit und Gneis eingesprengt. Dazu kommt die stellenweise feuchte, schattige Lage, da Wald Licht- und Luftzutritt durch seine Hochstämme wandartig abschließt oder die

Der Erfolg blieb nicht aus. Die Fahrzeuge folgen sorgfältig den Fahrstreifen, so daß solche Bahngleise auf den gestreckteren Stellen des vielfach gewundenen Straßenzuges künftig weiter fortgesetzt und nur die schärferen Kurven auf die gesamte Fahrbahnbreite abgepflastert werden. Die Bauweise eignet sich für schattige Talstraßen mit ähnlichen Verkehrsverhältnissen und günstigem Baustoffbezug.

Die Straße ist wegen ihrer Unübersichtlichkeit der geringen Fahrbahnbreite am Steilhang für den allgemeinen Personenkraftwagenverkehr gesperrt. Seit einigen Jahren ist ein Kraftpostverkehr nach Görwihl und St. Blasien von Albrück eingerichtet und die Benutzung der Straße durch im Tal ansässige Lastkraftwagenbetriebe unter scharfen Bestimmungen zugestanden worden. Auf der Straße verkehrten durchschnittlich täglich

im Jahre 1913 . . . . .	166	157	145	Zugtiere
1923 . . . . .	22	51	75	Lasttiere
und 13 . . . . .		24	38	Lastkraftwagen
1925 . . . . .	18	35	24	Zugtiere
und 22 . . . . .		26	66	Lastkraftwagen.

Die Unterhaltungsaufwendungen für diesen Straßenzug sind recht beträchtlich, sie müssen aber aus volkswirtschaftlichen Gründen ungeachtet des verhältnismäßig geringen, aber schweren Lastenverkehrs gemacht werden im Interesse der unter ungünstigen wirtschaftlichen und Erwerbsverhältnissen stehenden Gemeinden auf den anliegenden unwirtschaftlichen, gegen 1000 m ansteigenden Höhenzügen, die weit von der Eisenbahnlinie abgelegen sind und deren einzige Hauptzufahrt die Straße bildet.

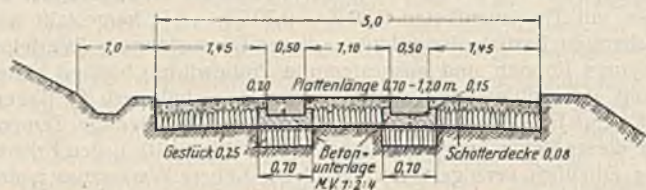


Abb. 4.

vorspringenden hohen Bergkulissen jedem Sonnenstrahl den Zutritt verhindern. Die gewalzte Schotterdecke muß durchschnittlich alle drei Jahre erneuert werden. Es ist deshalb die Pflasterung der Fahrbahn in Aussicht genommen, wofür in den verschiedenen Granitsteinbrüchen des Tales ein vorzüglicher Baustoff gewonnen wird. In den schon bisher ausgepflasterten Tunnelstrecken hat bei der ständigen Feuchtigkeit und da bei nur 4 m Lichtweite Spur gefahren wird, das Pflaster nicht Stand gehalten. Der Vorstand des Wasser- und Straßenbauamtes Waldshut hat deshalb nach Art der Römerstraßen vor einigen Jahren Spurgleise aus Granitplatten

Vermischtes.

Der Neubau, Halbmonatsschrift für Baukunst, Wohnungs- und Siedlungswesen (Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin W8). Das am 10. November ausgegebene Heft 21 (1 R.-M.) enthält u. a. folgende Beiträge: Magistrats-Oberbaurat Damm: Die neue Volksschule in Hannover-Klee-feld. — Oberbaudirektor Fritz Schumacher: Ein neuer Wohnbezirk auf der „Veddel“ in Hamburg. — Dr. P. Martell: Deutscher Marmor.

Vom Bau des Mittellandkanals. Einem fesselnden Vortrage des Ministerialrats Geh. Baurats Volk in der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen am 28. Oktober 1927 entnehmen wir folgendes:

Die Fortsetzung des Mittellandkanals, der 1916 vom Rhein bis Hannover fertiggestellt war, wurde 1920 durch das Preußische Gesetz vom 4. Dezember beschlossen. Schon anfangs 1919 war der Bau der Strecke von Hannover bis Peine, die den damals noch strittigen beiden Linien gemeinsam war, nebst dem Zweigkanal nach Hildesheim zur Beschäftigung der aus dem Felde zurückgekehrten Soldaten in Angriff genommen worden. Die Reichswasserstraßenverwaltung, die im April 1921 die Wasserstraßen verfassungsgemäß übernommen hat, hat die Arbeiten fortgesetzt und so weit gefördert, daß der Kanal bis Peine und der von ihm abzweigende Hildesheimer Zweigkanal in allen seinen Teilen mit Brücken und Dückern noch in diesem Jahre fertiggestellt wird. Die in dieser Kanalstrecke liegende Schleusengruppe Anderten<sup>1)</sup>, die größte Binnenschiffahrtsschleuse Europas, naht sich in der ersten Schleuse eben-

von der Saale bei Kreppau bis Leipzig und einen Zweigkanal von Bernburg bis Staßfurt-Leopoldshall, waren zunächst keine Mittel verfügbar. Bei der großen Arbeitslosigkeit des Jahres 1926 jedoch wurde die Fortsetzung des Hauptkanals in das Arbeitsbeschaffungsprogramm aufgenommen, da die Ausarbeitung der Pläne so weit gediehen war, daß in kurzer Zeit etwa 2500 Arbeiter beschäftigt werden konnten. Bei vollem Baubetriebe werden unter Annahme einer normalen sechsjährigen Arbeitszeit etwa 18 000 Arbeiter auf den Baustellen allein des Hauptkanals Arbeit finden.

Abgesehen von den Kosten für den Grunderwerb werden mindestens 75% der übrigen Kosten für Löhne verausgabt. Die Baukosten für den Hauptkanal betragen rd. 250 Mill. R.-M., ohne Grunderwerb aber 232 Mill. R.-M., auf Löhne kommen daher innerhalb der Zeit von sechs Jahren mindestens 175 Mill. R.-M., die in die weitesten Zweige unserer Volkswirtschaft fließen.

Ebenso bedeutungsvoll ist der Bau des Kanals für die Bauindustrie. Etwa 42 Mill. m<sup>3</sup> Boden sind auszuheben und mit Zügen in Ablagerungen, Dämmen usw. zu verbauen, dazu werden 70 bis 80 Bagger mit je 2 bis 3 Lokomotiven und 40 bis 50 Wagen in Betrieb gehalten. Die wichtigsten Bauwerke des Kanals sind die Schleusen, von denen zwei mit 225 m, eine mit 165 m nutzbarer Länge anzulegen sind. An den Gefällstufen in Hohenwarthe und Rothensee mit über 18 bzw. 17 m Gefälle werden anstatt der Schleusen drei Hebewerke nach Art des Hebewerks in Henrichenburg erbaut werden, jedoch für das 1000-t-Schiff, und zwar ein Doppelhebewerk bei Hohenwarthe, ein einfaches bei Rothensee.

Neben den Schleusen und Hebewerken bildet die Kanalbrücke über die Elbe das größte Bauwerk des Kanals (Abb. 2). Nachdem der Kanal auf einer massiven Brücke aus 24 Öffnungen von je 30 m Lichtweite, zu je drei in eine Gruppe zusammengefaßt, das Vorland überschritten hat, schließt sich die eiserne Brücke über den Strom mit über 200 m Länge an, in der sich eine Schifffahrtöffnung von 100 m Lichtweite befindet. Außerdem werden 76 Straßenbrücken mit Stützweiten bis zu 72 m und für die Eisenbahnen 15 Eisenbahnbrücken mit Stützweiten bis zu 112 m über den Kanal gebaut werden.

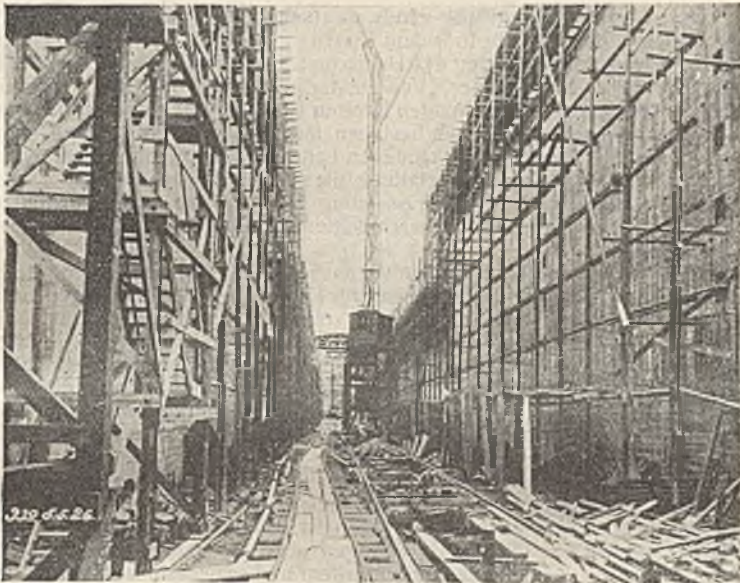


Abb. 1. Blick in die Schleuse Anderten.

falls ihrer Fertigstellung (Abb. 1), so daß im März 1928, da auch die im Hildesheimer Zweigkanal befindliche Schleuse Bolzum fertiggestellt ist, die Schifffahrt bis Peine und Hildesheim eröffnet werden kann. Hildesheim hat eine größere Hafenanlage geschaffen, eine kleinere wird bei Peine hergestellt. Im gegenwärtigen Zustande bietet die Schleuse Anderten das fesselndste Bild. Das Doppelschleusenbauwerk steht mit seinem gewaltigen Baukörper von über 250 m Länge in rd. 20 m tief ausgehobener Baugrube, die eine Schleuse fast fertig, während an der zweiten Schleuse noch die Herstellung der mit Eisen bewehrten Einzelteile sichtbar ist. Dieser Zustand wird jedoch nicht lange erhalten bleiben, da mit dem Hinterfüllen des Bauwerks bereits begonnen worden ist.

Bei diesem Bauabschnitt wurden während der Hauptbauzeit etwa 6000 Arbeiter täglich beschäftigt.

Für die weitere Fortsetzung des Kanals bis über die Elbe und des sogenannten Südflügels, d. i. die Verbindung mit dem Mitteldeutschen Industriegebiet unter Benutzung der Elbe und Saale durch einen Kanal

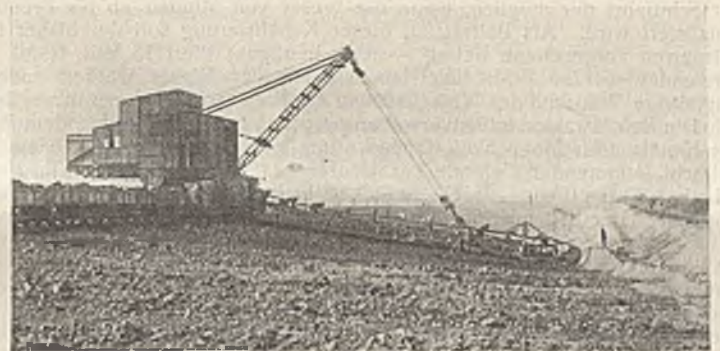


Abb. 3.

Zur Aufrechterhaltung der Vorflut werden 53 Dücker erforderlich, deren größter für die Oker einen Querschnitt von 88 m<sup>2</sup> erhält, das sind drei Öffnungen von der Größe eines Untergrundbahntunnels. Andere folgen mit Öffnungen von 50 m<sup>2</sup> Querschnitt für die Unterführung der Schunter mit rd. 45 m<sup>2</sup> für die Oker usw.

Durch den etwa 12 km langen hohen Damm vor der Elbebrücke führen drei Öffnungen, eine für eine zweigleisige Bahn und zwei weitere von 14 m bzw. 8 m Lichtweite zur Durchführung von zwei Straßen.

Drei Sperrtore schließen die hohen Haltungen ab.

Die Bauarbeiten sind in neun Erdarbeitslosen begonnen, an denen Bagger beim Ausheben des Bodens und Arbeitszüge zu dessen Abtransport beschäftigt sind (s. Abb. 3 u. 4). Neun Überladebahnhöfe sind zur Heranschaffung der Geräte und der Baustoffe bereits angelegt worden, von denen einer bei Elben gleichzeitig als Personenbahnhof für die Arbeiterzüge von und nach Magdeburg ausgebaut worden ist. Ferner wurden 30 Gebäude mit 92 Wohnungen zur Aufnahme der Beamten und Angestellten sowie der Bauleitung vorweg ausgeführt, die später als Dienstgebäude für den Kanalbetrieb und die Unterhaltung benutzt werden. Ein Teil der im

<sup>1)</sup> Vergl. „Die Bautechnik“ 1926, Heft 5, 13 u. 14.

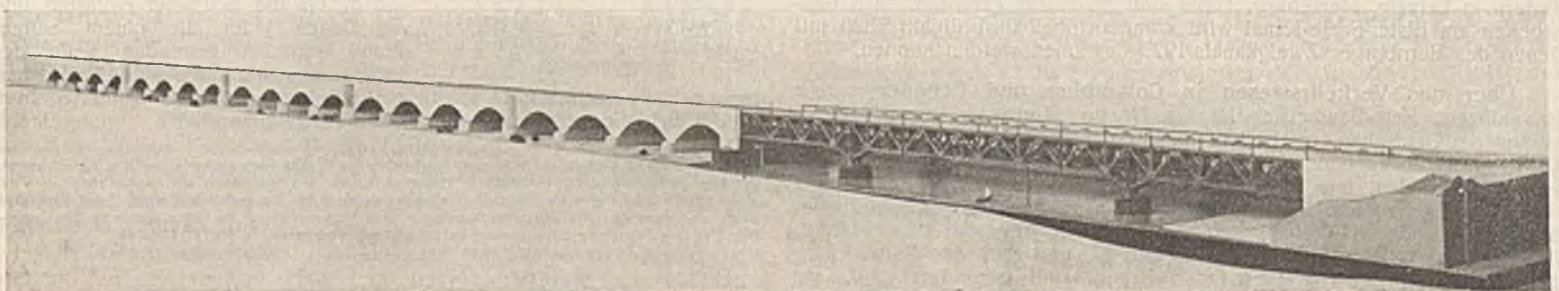


Abb. 2. Kanalbrücke über die Elbe.



Abb. 4.

ein Teil des Kanalspeisungswassers entnommen werden sollte, wenn auch eine Kostenermittlung ergeben hatte, daß das Zurückpumpen des beim Schleusen von der oberen in die untere Haltung abfließenden Wassers billiger war. Ein Teil des Speisungswassers, nämlich der, der durch Versickerung und Verdunstung dem Kanal verlorengeht, muß diesem von außerhalb zugeführt werden. Die Entnahme des Wassers aus den Talsperren zu Kanalspeisungszwecken hat bei den Anliegern der genannten Flüsse lebhaften Widerspruch erfahren. Im Bodegebiet beansprucht die Landwirtschaft auch das Hochwasser für das bedeutende Samenzuchtgebiet um Quedlinburg. Die Wahrung des Wasserschatzes für Beregnungsanlagen zur Erhöhung der Ernteerträge, zur Versorgung des Gebiets mit Brauchwasser usw. wird für die Zukunft für erforderlich gehalten. Das gleiche gilt für das Gebiet der Oker und Ecker, in dem Wiesenländereien bewässert werden. Die Reichswasserstraßenverwaltung will sich diesen Wünschen der Anlieger nicht verschließen und sieht deshalb von der Talsperrenwirtschaft ab, indem sie das Speisungswasser bis zu etwa  $2 \text{ m}^3/\text{Sek.}$  aus der Weser entnimmt. Das ist ohne Schädigung der Schifffahrt nur möglich, wenn die Weser von Minden ab bis Bremen kanalisiert wird. Als Beitrag zu dieser Kanalisierung soll der bisher für Talsperren vorgesehene Betrag — nach heutigem Wert 15 Mill. R.-M. — verwendet werden. Mit der Kanalisierung der Weser werden zudem langjährige Wünsche der Wirtschaft und der Weserschifffahrt erfüllt werden.

Die Reichswasserstraßenverwaltung ist übrigens bedacht, mit dem Bau des Kanals nach Möglichkeit landeskulturelle Verbesserungen in dem in Betracht kommenden Gelände herbeizuführen. Das ist besonders in dem auf über 30 km Länge durchschnittlichen Gebiete der Drömlingniederung möglich. Hier ist bereits mit der Ausfüllung eines Sumpfigebietes von 25 ha Größe begonnen und wird ein 120 ha großes sumpfiges ertragloses Waldgebiet der Braunschweigischen Staatsforst aufgehoben und in Ackerland verwandelt. Über die Anschüttung von weiteren 220 ha sumpfiger Bodenflächen in privatem Eigentum schweben noch die Verhandlungen über die Deckung der Mehrkosten. An anderen Stellen wird der Boden so ausgesetzt, daß die Grundbesitzer ihn zu geringen Aufhöhungen nach Bedarf entnehmen können.

In dem Aller-Überschwemmungsgebiet des Braunschweigischen Drömling, einer Fläche von rd. 2200 ha Größe, ist in der Zeit von 1901 bis 1927 durchschnittlich ein Drittel der Ernte durch Überschwemmungen verlorengegangen. Von diesen Schäden soll das Gebiet dadurch bewahrt bleiben, daß vom Hochwasser nach Wunsch der Interessenten bis zu  $6 \text{ m}^3/\text{Sek.}$  in den Kanal aufgenommen werden. Ähnlich liegen die Verhältnisse im Preußischen Drömling. Hier sollen zur Verhütung von Schäden bis  $3,6 \text{ m}^3/\text{Sek.}$  Hochwasser dem Kanal zugeführt werden. Die Aufnahme dieser Wassermengen in den Kanal kommt ferner einer Fläche von 5000 ha an der unteren Aller, sowie einer Fläche von 3000 ha nördlich des Kanals zugute, in denen sich das Wasser sonst noch ausbreiten würde.

Weiter schweben Verhandlungen über die Verbesserung eines Bruches von 600 ha Größe in der Nähe von Fallersleben.

Insgesamt sind es etwa 14 000 ha Bodenflächen, die zum Teil erst ertragfähig gemacht, zum Teil wesentlich verbessert werden. Man darf sagen, daß die Inanspruchnahme von rd. 2400 ha Land zum Kanalbau, wie sie hierfür ebenso wie zum Bau von Landstraßen und Eisenbahnen nötig wurde, zum großen Teil durch die vorgenannten Verbesserungen der rd. 6 mal so großen Meliorationsflächen wettgemacht wird.

Für die Ausführung des in dem ersten Bauabschnitt einbezogenen Teils des obengenannten Südflügels werden die Vorarbeiten bei den Bauämtern in Leipzig, Merseburg, Halle und Bernburg gefördert. Mit Bauarbeiten am Elster-Saale-Kanal wird voraussichtlich im Frühjahr 1928, mit denen des Bernburger Zweigkanals 1929 begonnen werden können.

Über das Verkehrswesen in Columbiens und Ecuador sprach Privatdozent Reg.-Baumeister Dr. ing. Dr. jur. Randzio in der Herbsttagung der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen am 28. Oktober 1927. Der Vortragende hat in den Jahren 1926/27 mit Unterstützung verschiedener deutscher Behörden, Körperschaften usw. eine Forschungsreise in die genannten Länder unternommen, um die geringen Kenntnisse, die wir über das Verkehrswesen dieser Länder besitzen, zu erweitern. Die Schwierigkeiten, die Columbiens und Ecuador bei der Entwicklung ihres Verkehrsnetzes zu überwinden haben, sind besonders groß. Ihr Charakter als Aufsuhrländer für tropische Erzeugnisse macht einen Verkehr vom Binnenlande zur Küste auf kürzestem und schnellstem Wege erforder-

lich. Dem steht aber der Verlauf der hohen Gebirgsketten der Anden entgegen, die parallel zur Küste verlaufen und für den Verkehr fast unüberwindliche Hindernisse darstellen. Daher spielt sich der Verkehr Columbiens hauptsächlich auf dem Rio Magdalena ab, der zwischen den Andenketten in der Richtung von Süden nach Norden fließt. Auch der Verkehr auf diesem Flusse ist äußerst umständlich. In seinem oberen Teile muß zur Umgehung von Stromschnellen vielfach vom Schiff auf die Eisenbahn und umgekehrt umgeladen werden. Eine deutsche Firma hat jetzt den Auftrag erhalten, den Strom zu regulieren.

Verschiedene schmalspurige Eisenbahnlinien befinden sich im Betriebe. Da der jährliche Verkehr auf den einzelnen Linien sich immer nur auf etwa 10 000 bis 50 000 t beziffert, werden verschiedene geplante Eisenbahnlinien inzwischen nur als Automobilstraßen ausgebaut. Gute Straßen werden für den Verkehr, der sich bisher im Gebirge in der Hauptsache des Maultieres bediente, für die nächste Zeit vollauf genügen.

Wegen der Schwierigkeiten, die der Verkehr zu Wasser und zu Lande zu überwinden hat, hat sich das Flugwesen gut entwickelt. Eine Fluglinie mit drei Flügen in der Woche wird gut benutzt; die vorhandenen Plätze sind schon auf Monate im voraus belegt.

In Ecuador sind die Verkehrsverhältnisse ähnlich. Der Fluß- und Flugverkehr fehlt überhaupt.

Vortrag, Lichtbilder und Filme gaben ein anschauliches Bild von den Gegensätzen, die sich in dem Straßenleben dieser Länder darbieten; man sieht Maultiere und Automobile nebeneinander verwendet. Deutschland kann bei der Entwicklung des dortigen Verkehrswesens mitwirken und damit einen weiteren Weg zur Wiederaufrichtung seiner Weltgeltung beschreiten.

Der Weg zur Schaffung eines deutschen Kraftfahrstraßennetzes.

Nach einem Vortrage, den Präsident Euting, Stuttgart, über dieses Thema auf der 4. Hauptversammlung des Deutschen Straßenbauverbandes in Berlin gehalten hat und der in der „Verkehrstechnik“ 1927, Heft 38, veröffentlicht ist, herrscht in maßgebenden Kreisen Übereinstimmung darüber, daß der deutsche Kraftverkehr nur bestehen und weiter emporkommen kann, wenn zunächst einmal die vorhandenen Landstraßen seinen Zwecken durch möglichst vollkommene Ausgestaltung dienstbar gemacht werden. Dieser Ausbau ist die wichtigste Voraussetzung für den Bau von Autostraßen, die bis auf weiteres nur in beschränktem Umfange in Frage kommen können.

Tiefe Eingriffe in die Straßenführung erfordert die Verbesserung der Krümmungen. Als Mindesthalbmesser für Krümmungen gilt im allgemeinen das Maß von 250 m, das dem Fahrer einen freien Überblick über die Straße auf etwa 100 m Länge gestattet und auch ein rechtzeitiges Abbremsen des Wagens ermöglicht. Ist die freie Sicht auf diese Länge gewährleistet, kann man mit dem Krümmungshalbmesser erforderlichenfalls bis auf 120 m herabgehen. Einseitiges Quergefälle bei Kurven von 200 m Halbmesser abwärts und angemessene Verbreiterung. An den Steigungen ist nicht mehr viel zu verbessern.

Es wurden nun die verschiedenen Fahrbahndecken besprochen, die sich beim Kraftwagenverkehr bewährt haben. Welche von diesen Befestigungsarten im einzelnen Fall zu wählen ist, hängt von eingehenden technischen und wirtschaftlichen Erwägungen ab. An erster Stelle steht das Kleinpflaster mit seiner selbst unter starkem und schwerem Verkehr langen Lebensdauer. Grenzen sind seiner Verwendung durch die verhältnismäßig hohen Herstellungskosten gesetzt. Auf den Straßen in Württemberg werden ohne Bedenken Asphaltbeläge auf Steigungen von 3 bis 4 %, Teerdecken auf 5 bis 6 %, Betondecken auf 2 bis 3 % gebraucht. Ausgedehnte Versuche über die Brauchbarkeit von Kalkstein für Asphalt- und Teerdecken haben das Ergebnis gehabt, daß der Kalkstein dem Hartgestein nicht nachsteht. Nach Angaben über die Regelquerschnitte und die Abwicklung des gemischten Verkehrs auf den umgebauten Straßen besprach der Vorsitzende noch kurz die Frage der Kraftwagenstraßen und die Hindernisse, die die Sicherheit und Geschwindigkeit des Kraftwagenverkehrs empfindlich beeinträchtigen können. Hierher gehören auch die schienengleichen Eisenbahnübergänge, deren Beseitigung nur sehr schwer durchzuführen ist, und die verkehrshindernden Ortsdurchfahrten, die durch Umgehungs- oder Entlastungsstraßen ausgeschaltet werden können.

R.

## Patentschau.

Bearbeitet von Regierungsrat Donath.

Senkschuh für eine zweiteilige, kastenförmige Spundbohle. (Kl. 84 c, Nr. 441 974 vom 12. 4. 1925 von Wilhelm Röhlig in Dortmund.)

Der Senkschuh besteht aus zwei spiegelbildlich gleichen getrennten Teilen *a* und *b*, die die Schösser entlasten und von denen jeder die einem Seitenschloß zunächst liegenden Teile des Bohlenfußes zusammenhält. Die Kastenform selbst besteht aus den beiden Profilleisen *c* und den Schloßriegeln *d*, an die sich die weiteren Kastenformen anschließen.

INHALT: Umbau der eisernen Überbauten der Brücke über die Leda. — Über Tiefenkungen des Grundwasserspiegels. (Schluß). — Thuramentbeton. — Gletsbahnen auf Landstraßen. — Vermischtes: Inhalt von Der Neubau, Halbmonatsschrift für Baukunst, Wohnungs- und Siedlungswesen. — Vom Bau des Mittellandkanals. — Das Verkehrswesen in Columbiens und Ecuador. — Der Weg zur Schaffung eines deutschen Kraftfahrstraßennetzes. — Patentschau.

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