

# DIE BAUTECHNIK

6. Jahrgang

BERLIN, 30. März 1928

Heft 14

## Die Erneuerung der Überbauten der Oderbrücke bei Frankfurt a. d. O. im Gleis Frankfurt—Reppen.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Reichsbahnoberrat Kado in Frankfurt a. d. O.

### Einleitung.

In der „Bautechnik“ 1926, Heft 48 u. 51, habe ich die Verstärkung der Überbauten der Oderbrücke im Gleis Reppen—Frankfurt beschrieben. Im nachfolgenden soll die im vergangenen Jahre zur Ausführung gelangte Erneuerung der Überbauten des Nachbargleises Frankfurt—Reppen behandelt werden.

wurden die Überbauten durch die Firma J. C. Christoph A.-G. in Niesky in umfangreicher Weise mittels Flußeisen so verstärkt, daß sie dem Lastenzug von 1895 der Preußischen Staatsbahn genügen. Dabei wurden fast sämtlichen Stäben der Hauptträger und den Querträgern neue Teile hinzugefügt. Die als Gitterträger ausgebildeten Längsträger wurden durch vollwandige Träger ersetzt. Das Gewicht eines alten Überbaues betrug

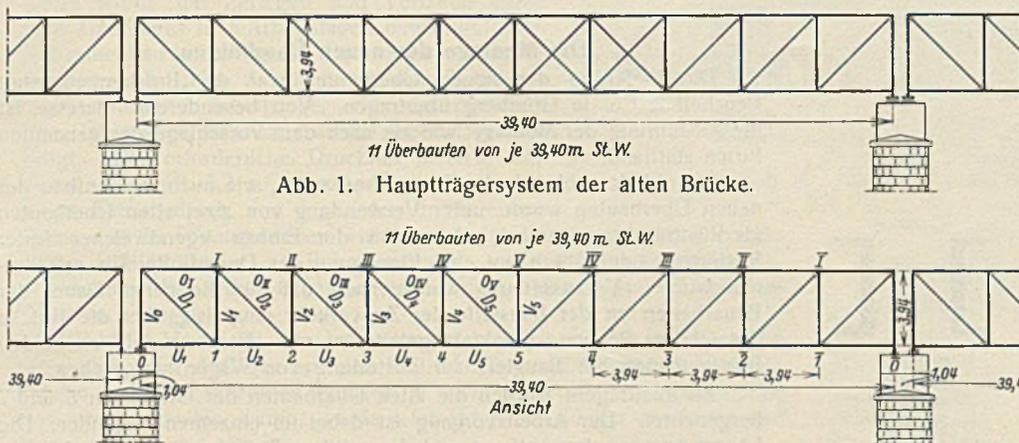


Abb. 1. Hauptträgersystem der alten Brücke.

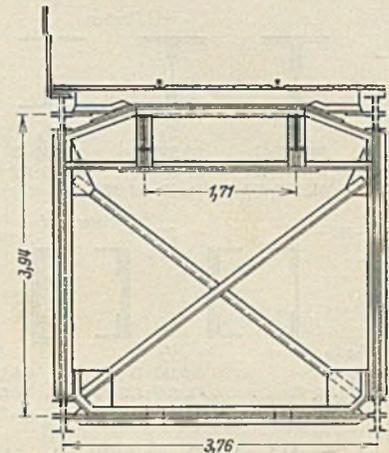


Abb. 1 a. Querschnitt der alten Brücke.

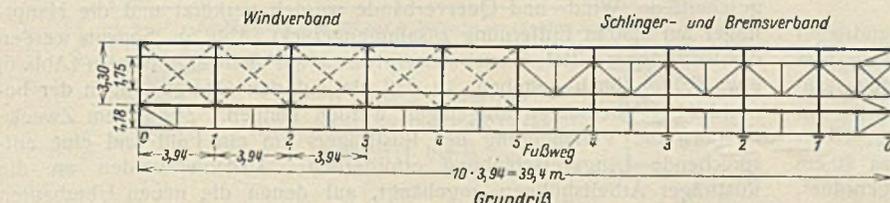


Abb. 2. Systemskizze der neuen Überbauten.

Die elf alten Überbauten dieses Gleises (Abb. 1) wurden im Jahre 1870 von der Firma Rouez & Co. (Rote Erde) in Dortmund aus Schweißeisen hergestellt. Es handelt sich um Parallelfachwerkträger mit hochliegender

in seiner ursprünglichen Form 60 t und nach der Verstärkung im Jahre 1900 81,2 t. Da die Überbauten den heutigen Verkehrslasten nicht mehr gewachsen waren und ihre nochmalige Verstärkung nicht in Frage kam, mußten sie unter Beibehaltung der alten Pfeiler und Widerlager durch neue ersetzt werden.

### Die Ausbildung der neuen Überbauten.

Die neuen Überbauten sind in hochwertigem Baustahl St 48 ausgeführt worden. Ihrer Berechnung ist der Lastenzug  $N$  der Deutschen Reichsbahn zugrunde gelegt worden. Auch die neuen Überbauten sind als Parallelfachwerkträger ausgebildet. Durch die Beibehaltung der alten Pfeiler, die feste Lage der Konstruktionsunterkante und der Schienenoberkante und die wünschenswerte Anpassung an die Überbauten des Nachbargleises ergab sich, daß auch für die neuen Überbauten (Abb. 2 u. 3) bei einer Stützweite von 39,40 m die Teilung in zehn Felder und die Systemhöhe der Hauptträger von 3,94 m beibehalten wurde. Der Abstand der Hauptträgermitteln ist von 3,76 m auf 3,30 m verringert worden.

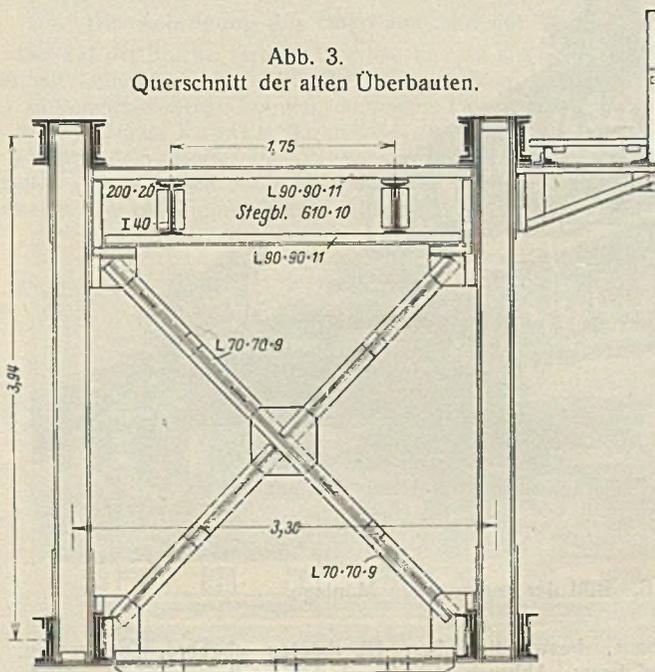
Die Profile der einzelnen Hauptträgerstäbe sind aus Abb. 4 zu sehen.

Die Querträger sind im Abstände der Feldweiten dicht unter den Obergurten der Hauptträger angeordnet und mittels je zweier Winkel an die Pfosten der Hauptträger angeschlossen. Der Querträger im Punkte 0 ist aus einem Stegblech 540 · 10 mit oberen und unteren Gurtwinkeln 90 · 90 · 11 gebildet. Alle anderen Querträger sind aus einem Stegblech 610 · 10 mit den gleichen Gurtwinkeln gebildet.

Die Längsträger bestehen aus I 40. Ihr Abstand voneinander beträgt 1,75 m. Sie sitzen zwischen den Querträgern, an die sie mittels Winkel angeschlossen sind. Außerdem sind sie an den Anschlußpunkten durch obere Kopfplatten, die das Querträgerstegblech durchbohren, miteinander verbunden. Zum Schutze gegen vorzeitiges Rosten unter den Schwellen sind die Längsträger mit einer 10 mm starken Schutzplatte versehen.

Zwischen den Längsträgern ist ein aus Streben und Pfosten bestehender Schlingerverband (Abb. 2) angeordnet. An beiden Enden jedes Überbaues ist in Höhe der unteren Längsträgerflansche ein Bremsverband angebracht, der die Bremskräfte in die Hauptträger überleitet. Der Windverband befindet sich in der Ebene der Untergurte. Die auf Fahrbahn und oberen Brückenteil in der Querrichtung wirkenden wagerechten Kräfte werden durch Querverbände, die in jedem Felde zwischen den Pfosten der Hauptträger vorgesehen sind, in den unten liegenden Windverband

Abb. 3. Querschnitt der alten Überbauten.



Fahrbahn. Die Gurtungen der Hauptträger sind aus je 8 L-Eisen gebildet, deren Zusammensetzung aus der Querschnittsskizze zu erkennen ist. In den vier Mittelfeldern der Hauptträger sind je zwei sich kreuzende Zugstreben, in den Endfeldern einfache Zugstreben angeordnet. Im Jahre 1900

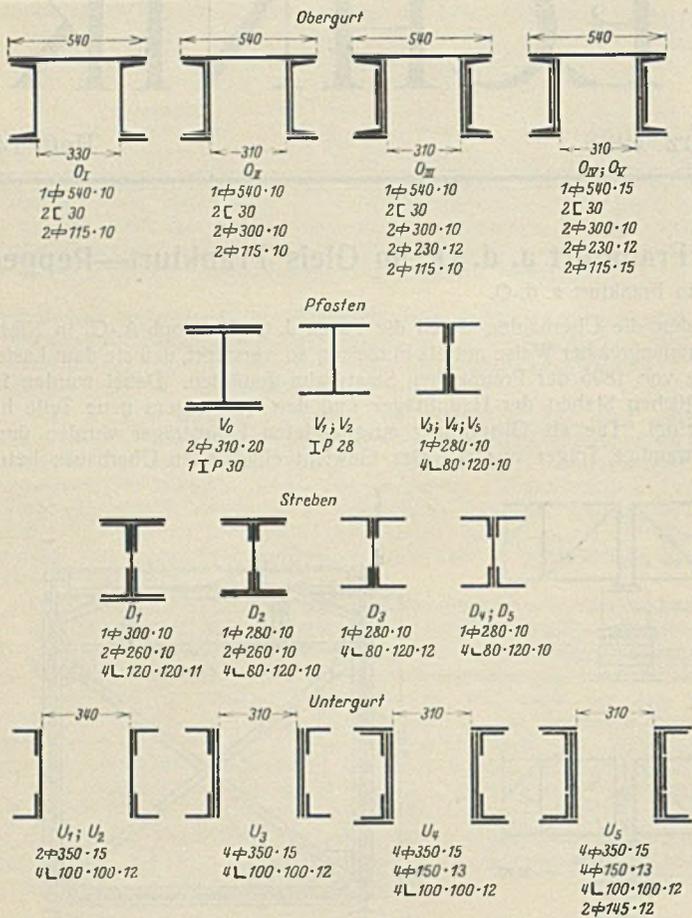


Abb. 4. Querschnitte der Hauptträgerstäbe.

übergeleitet. In den Punkten 0 und 0 ist der untere Querverbandriegel so stark ausgebildet, daß unter ihm seitlich der Lager Druckpressen zum Anheben der Brücke angesetzt werden können. An der Außenseite der Überbauten ist noch die Verlängerung des Rüstträgers um ein Feld und eine etwa 90 cm breiter Fußweg angeordnet.

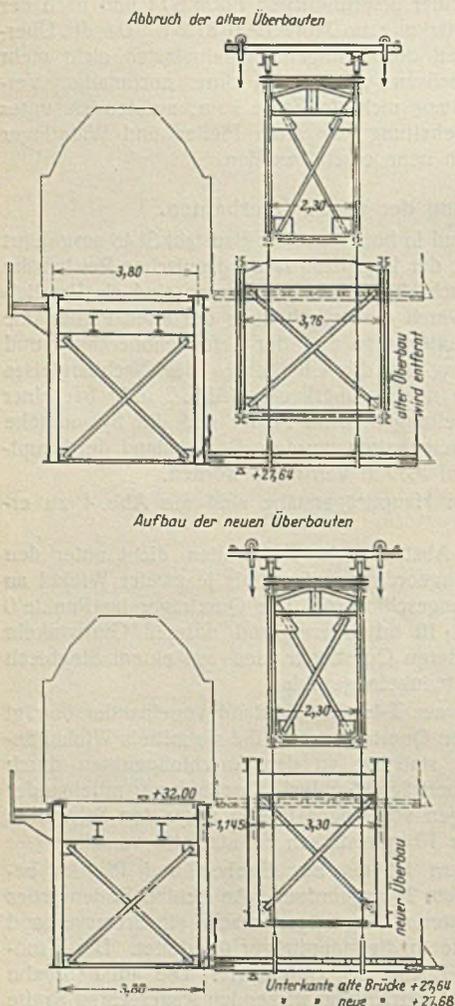


Abb. 5. Querschnitt durch die Montagerüstung.

Das Gewicht eines neuen Überbaues beträgt ohne Fußweg und ohne Lager 105,0 t. Für den Fußweg kommen 2,9 t und für die Lager 4,1 t hinzu.

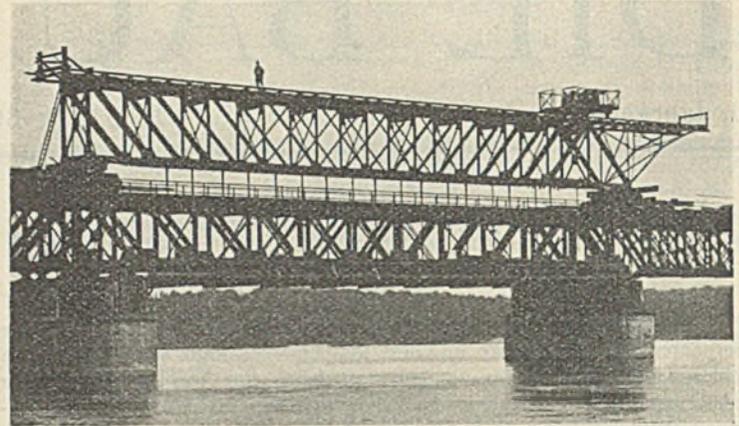


Abb. 7. Ein alter Überbau als Rüstträger.

**Die Montage der neuen Überbauten.**

Die Lieferung der neuen Überbauten war der Brückenbauanstalt Beuchelt & Co. in Grünberg übertragen. Von besonderem Interesse ist die Ausführung der Montage, wie sie nach dem Vorschlage der genannten Firma stattfand.

Sowohl der Abbruch der alten Überbauten, wie auch der Aufbau der neuen Überbauten wurde unter Verwendung von zwei alten Überbauten als Rüstträger ausgeführt, ohne daß der Einbau irgendwelcher fester Rüstungen oder überhaupt eine Einengung des Durchflußprofils erforderlich wurde. Voraussetzung war hierbei, daß für die ganze Dauer der Bauarbeiten an der Baustelle der Zugverkehr eingeleisig über die Brücke des Gleises Reppen—Frankfurt geleitet wurde. Ferner wurde an beiden Brückenenden ein Baugleis zur Zustellung von Wagen vorgesehen.

Zu Rüstträgern wurden die alten Überbauten der Öffnungen 5 und 7 hergerichtet. Der Arbeitsvorgang ist dabei im einzelnen folgender: Die Längsträger werden entfernt und der mittlere Teil der Querträger herausgeschnitten. Wind- und Querverbände werden verkürzt und die Hauptträger auf 2,30 m Entfernung zusammengerrückt (Abb. 5). Sodann werden die Rüstträger mittels Druckwasserpressen auf Schwellenstapeln (Abb. 6) etwa 6,00 m hoch gehoben, so daß sie auf den Oberbauten der benachbarten Überbauten aufgelagert werden können. Zu diesem Zwecke werden die Rüstträger um ein Feld und eine entsprechende Längsverschiebung erforderlich. Alsdann werden an die Rüstträger Arbeitsbühnen angehängt, auf denen die neuen Überbauten

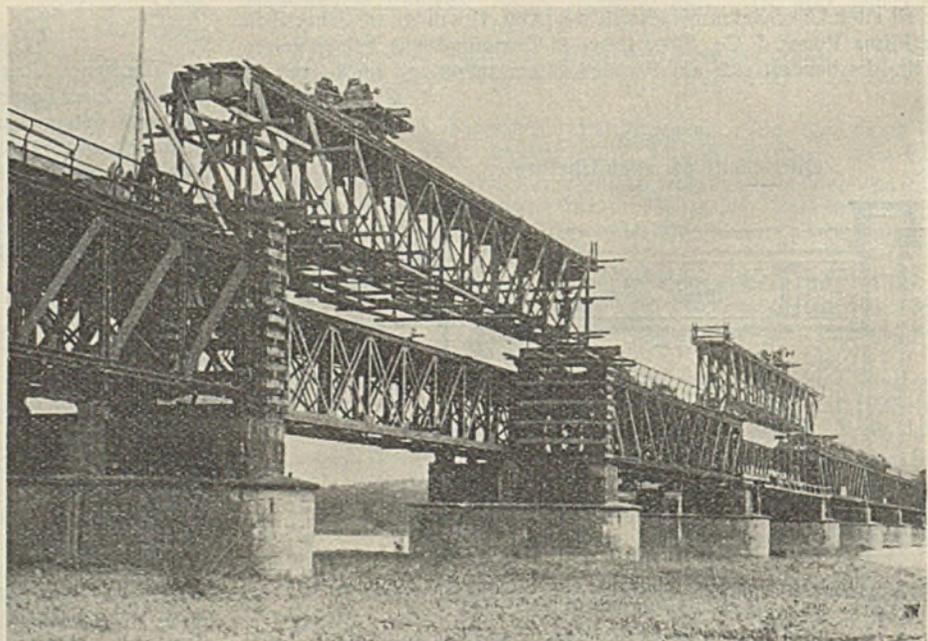


Abb. 6. Bild der beginnenden Montage.

aufgebaut, bzw. die alten Überbauten abgebrochen werden. Der Einbau bzw. Abbruch der Konstruktionsteile geschieht mittels eines auf den Oberbauten des Rüstträgers laufenden Kranes. Eine schnabelartige Verlängerung des Rüstträgers (Abb. 7, rechte Seite) ermöglicht das Heranbringen der Eisenbahnwagen mit neuen Konstruktionsteilen oder zur Aufnahme ausgebaute Teile bis unter den fahrbaren Kran.



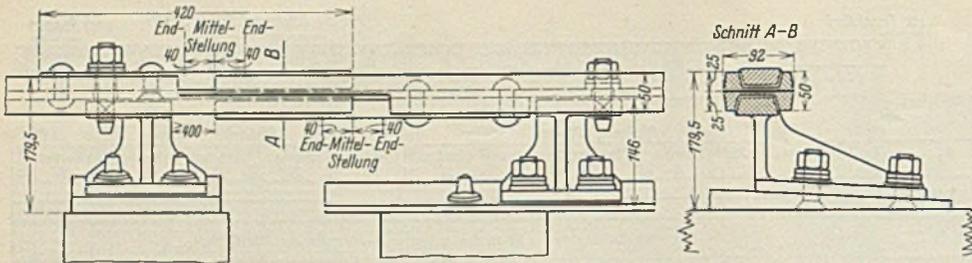


Abb. 12. Leitschieneauszugvorrichtung.

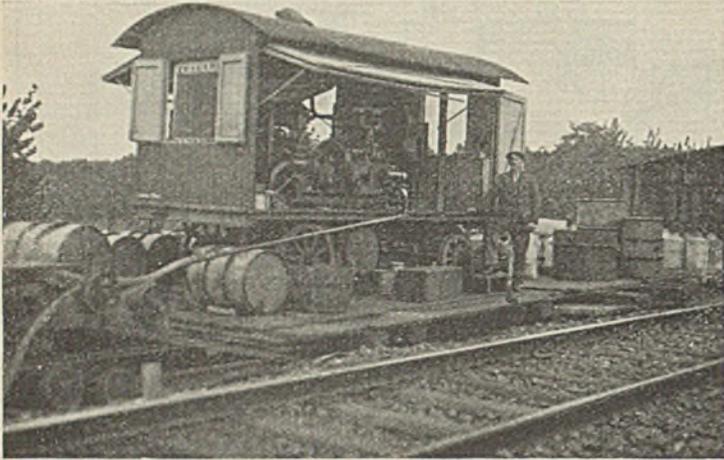


Abb. 13.

Fahrbare Kompressoranlage für Entrostung und Anstrich von Brücken.

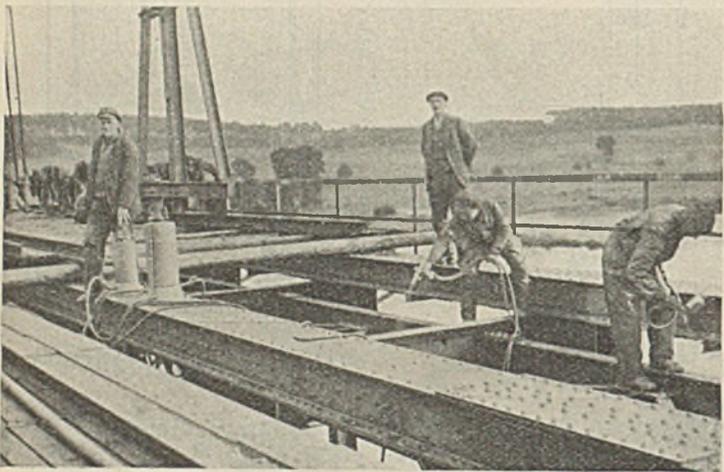


Abb. 14. Brückenanstrich im Spritzverfahren.

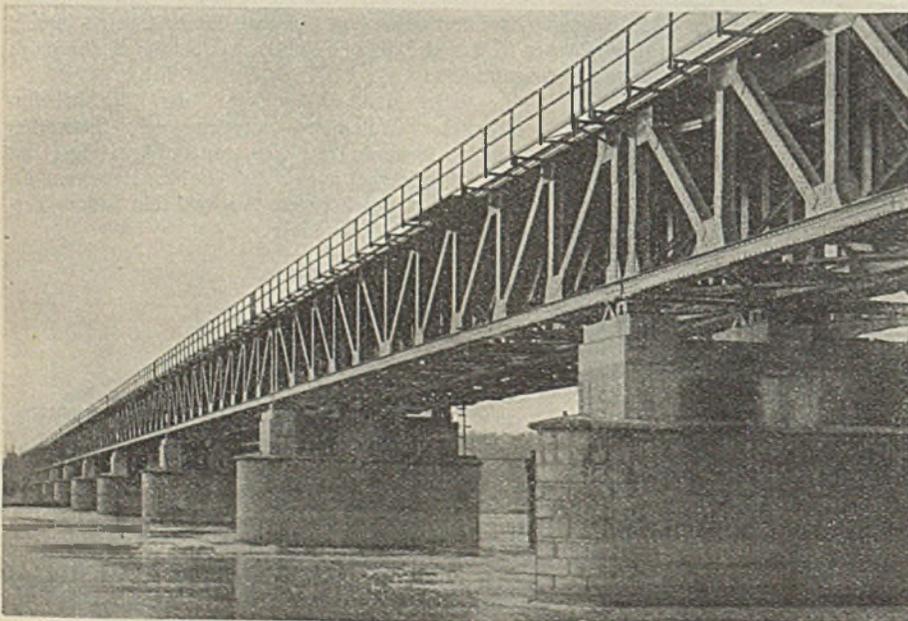


Abb. 15. Gesamtansicht der neuen Überbauten.

Sämtliche Stöße auf der Brücke sind lückenlos hergestellt, wobei die Schienenköpfe durch Anordnung von Exzenterbolzen in den Stoßlaschen fest aneinander gepreßt werden. Die scharfe Ausbildung der oberen Schienenkopfkanten haben wir auf Grund der schlechten Erfahrungen, die damit an anderen Stellen gemacht sind, vermieden. Nach neuerer Weisung der Hauptverwaltung der Deutschen Reichsbahn soll diese Stoßausbildung künftig nicht mehr gewählt werden, sondern die Schienen sollen an Stoßstellen auf Brücken in jedem Falle geschweißt werden.

Da sich auf jedem Pfeiler ein festes und ein bewegliches Lager befindet, ist über jedem Pfeiler eine Schieneauszugvorrichtung einfacher Form nach Abb. 11 mit einer möglichen Beweglichkeit von  $\pm 4$  cm angeordnet worden. Die Führung der Leitschiene an der gleichen Stelle ist nach Abb. 12 ausgebildet worden. Die Auszugvorrichtungen wurden von den Vereinigten Stahlwerken A.-G., Bochumer Verein in Bochum, geliefert.

Die Abdeckung der Fahrbahn geschieht innerhalb der Leitschiene mit 6 mm starken und 90 cm breiten Warzenblechen mit Seitengefälle 1:50, im übrigen mit 5 cm starken eichenen Bohlen.

#### Der Anstrich der Überbauten.

Die neuen Überbauten, die bereits in der Werkstatt den Grundanstrich mit Bleimennige erhalten hatten, konnten sämtlich bis auf einen noch im Herbst 1927 mit Deckanstrich versehen werden. Der Anstrich wurde mittels des Spritzverfahrens ausgeführt, unter Verwendung von Faktorfarben der Firma H. Frenkel in Leipzig-Mölkau. Für den ersten Deckanstrich wurde eine hellgraue Zinkoxydfarbe, für den zweiten eine etwas dunklere Zinkoxydfarbe gewählt. Die mit Faktorfirnis angesetzten Farben bieten den Vorteil, daß der erste Anstrich bereits nach sehr kurzer Zeit, etwa 35 Minuten bis 1 Stunde in seiner äußeren Schicht so weit erhärtet ist, daß der zweite Anstrich aufgespritzt werden kann. Bereits nach etwa 25 Minuten wird die Farbe durch plötzlich einsetzenden Regen nicht mehr beschädigt. Besonders die letztere Eigenschaft hat uns zur Verwendung dieser Farbe bewogen, da mit dem Anstrich erst in der zweiten Septemberhälfte, also in einer bereits recht ungünstigen Jahreszeit begonnen werden konnte.

Als Kraftquelle für das Anspritzen diente die der Reichsbahndirektion Osten gehörige fahrbare Kompressoranlage (Abb. 13), die bisher bereits zum Antrieb eines Sandstrahlgebläses beim Entrosten von Brücken verwendet wurde. Der Kompressor hat eine Ansaugleistung von  $6 \text{ m}^3/\text{Min}$ . bei einem Betriebsdruck von 6 at. Im vorliegenden Falle wird mit einem Betriebsdruck von 3 at gearbeitet. Das eigentliche Spritzgerät wurde uns zunächst von der Firma Frenkel leihweise zur Verfügung gestellt, dann aber größtenteils von uns käuflich übernommen.

Es wurde gleichzeitig mit fünf Farbspritzen gearbeitet. Unter Leitung eines fachmännisch vorgebildeten Beamten wurden die Spritzgeräte durch von uns eingestellte Zeitarbeiter bedient, die größtenteils erst auf der Baustelle angeleitet wurden.

Die Farbspritzen „Sprio“ wurden von der Firma Krautzberger & Co. in Holzhausen bei Leipzig geliefert. Bei der „Sprio“ mit Fließtopf (Abb. 14, rechte Seite) befindet sich auf der Pistole ein Farbgefäß, aus dem die Farbe durch ihr Eigengewicht in das Düsenrohr fließt. Durch einen Luftschlauch ist die Pistole an die Druckluftleitung angeschlossen. Sie hat den Nachteil, daß bei größeren Objekten das Farbgefäß öfters nachgefüllt werden muß. Andererseits ist ihre Handhabung und Reinigung sehr einfach. Bei der „Sprio“ mit Spritzrohr (Abb. 14, linke Seite) befindet sich die Farbe in einem größeren Farbbehälter von 10 bis 20 l Inhalt, der an die Luftleitung angeschlossen ist und aus dem die Farbe mittels Druckluft durch besonderen Farbschlauch der Pistole zugeführt wird. Die Pistole ist also an zwei Schläuche, einen Luft- und einen Farbschlauch, angeschlossen. Das häufige Nachfüllen des Farbbehälters entfällt hierbei. Doch muß außer der Pistole täglich nach beendeter Arbeit auch der Farbschlauch sehr sorgfältig durch Ausblasen mit Terpentinöl gereinigt werden, was zeitraubend und kostspielig ist.

Durch das Spritzverfahren wurde ein sehr guter gleichmäßiger und dichter Anstrich erzielt. Jeder Überbau hat eine Anstrichfläche von  $1257 \text{ m}^2$ . Die nachfolgenden Ergebnisse sind als Durchschnitt aus dem Anstrich der ersten sieben Überbauten mit einer Gesamtfläche von rd.  $8800 \text{ m}^2$  ermittelt. Der Anstrich dieser sieben Überbauten wurde in der Zeit vom 19. September bis 28. Oktober 1927 ausgeführt. Der Farb-



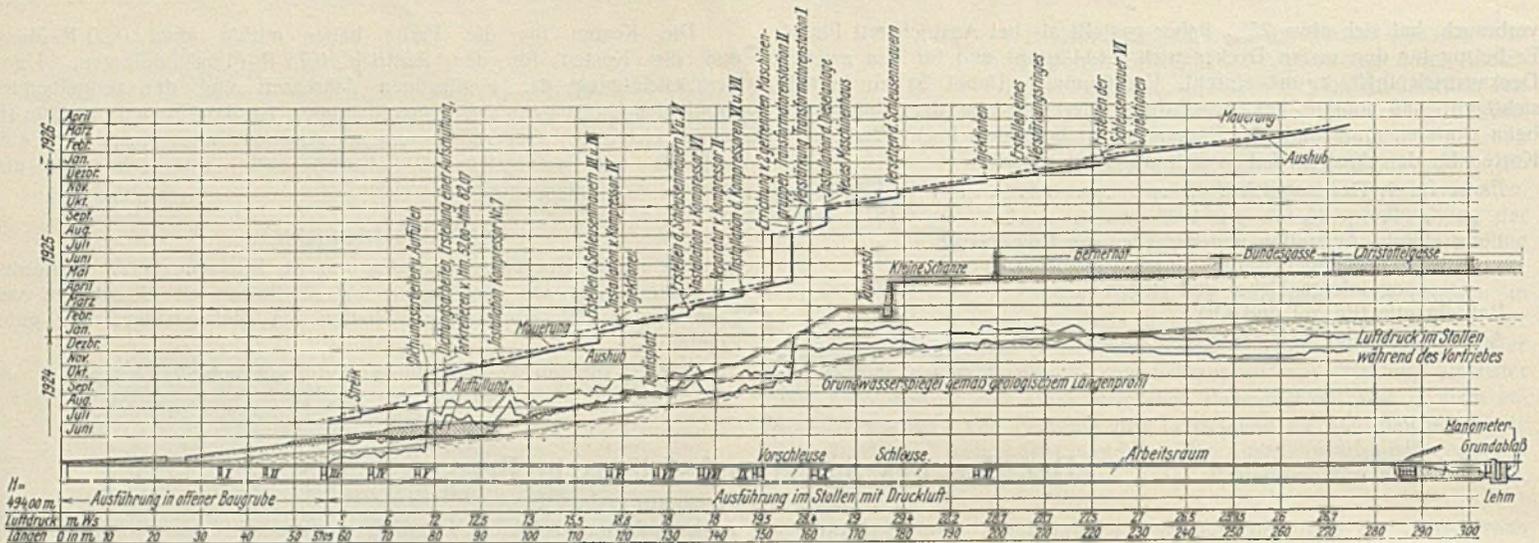


Abb. 12. Längensprofil.

lassen des Luftdruckes alsbald die ganze Vortriebstrecke einstürzen. Der Sulgenbachstollen hätte deshalb mit dem reinen Druckluftverfahren ohne gleichzeitige Anwendung des Schildes nicht ausgeführt werden können. Zur Erhaltung eines gleichmäßigen Druckes im Arbeitsraum wurden die Schleusenkammern durch eine besondere Druckleitung gespeist. Daneben mußte durch passende Kraftreserve ein Ausbleiben der Energiezufuhr vermieden werden, denn diese hätte sich sogleich durch eine empfindliche Luftdruckabnahme bemerkbar gemacht. Stärkeren Luftentweichungen an der Brust und im Arbeitsraum mußte durch zeitweise sehr umfangreiche und mühsame Lehmabdichtungen begegnet werden.

Bei Wasser- und Schlammandrang an der Brust wurde jeweils telefonisch eine Erhöhung des Druckes verlangt. Diese wurde durch Einschalten neuer Kompressorenaggregate erzielt.

4. Einfluß des größeren Luftverbrauches und des höheren Druckes auf die Installationen. Unter der Voraussetzung, daß der Wasserdruck 1,8 at nicht übersteigen und der Luftverbrauch etwa 1000 m<sup>3</sup>/Std. oder 16 bis 17 m<sup>3</sup>/Min. betragen werden, wurden anfänglich drei einstufige Kolbenkompressoren installiert, die durch zwei an das Kraftnetz des Elektrizitätswerkes der Stadt Bern angeschlossene Elektromotoren von je 65 PS Leistung angetrieben waren. Außerdem war ein Benzinreservomotor aufgestellt.

Mit der Steigerung des Luftdruckes und des Luftverbrauches war eine starke Vergrößerung der maschinellen Anlage notwendig.

Da auf diese Weise die Anlage nach und nach entstand, so bildete sie mit den notwendigen Reserven eine umständliche Zusammensetzung aus kleinen Maschineneinheiten, auf die hier nicht weiter eingegangen wird. Unterbrechungen des elektrischen Stromes waren nicht ausgeschlossen. Aus diesem Grunde wurde zur Sicherheit und um an Strom mit teurerem Tarif zu sparen, noch ein Dieselmotor von 100 PS aufgestellt. Dieser arbeitete des Tages von 7 bis 19 Uhr, während der Elektromotor in der Nacht im Betrieb war.

5. Einfluß des hohen Druckes auf die Leistungsfähigkeit und Gesundheit der Arbeiter. Bei Arbeitern, die unter erhöhtem Luftdruck arbeiten müssen, treten oft Krankheitserscheinungen auf, die als „Caissonkrankheit“ bezeichnet werden. Die Hauptgefahr liegt im Übergang von einem hohen zu einem niedrigen Druck. Beim raschen Ausschleusen bilden sich im Blute zahlreiche Stickstoffbläschen, die den Blutumlauf in den feinen Blutgefäßen hemmen.

In der Medizin heißt diese Erscheinung „Embolie“ oder Verstopfung der Blutgefäße. Ohne weiter auf die Krankheitserscheinungen einzugehen, sei hier nur bemerkt, daß die lebhafteste Luftbläschenbildung verhütet werden muß. Dies geschieht durch langsames, stufenweises Senken des Luftdruckes beim Ausschleusen der Mannschaft. Die dabei entstehenden winzigen Luftbläschen werden durch den Blutumlauf fortgeschafft und haben Zeit, durch die Lungen ausgeschieden zu werden. Bei den Arbeiten des Sulgenbachstollens wurden deshalb für das Ausschleusen der Mannschaft jeweils etwa 60 bis 70 Minuten verwendet.

Aber auch das Einschleusen darf nicht zu rasch vor sich gehen, obgleich hier andere, weniger ernsthafte Vorgänge im Spiele sind. Darauf wurden 15 bis 20 Minuten verwendet. Also gingen bei jeder Schicht für Ein- und Ausschleusen 1 1/4 bis 1 1/2 Stunden verloren.

Haben infolge zu raschen Ausschleusens die Luftbläschen eine gewisse Größe erreicht, so hält deren Ausscheidung aus dem Körper sehr schwer, und es treten schlimme Krankheitserscheinungen auf, die am schnellsten und sichersten behoben werden, indem man den Patienten wieder unter Luftdruck setzt, der das Blut neuerdings zur Absorption der Luftbläschen

zwingt. Nachher wird die Senkung des Druckes äußerst langsam vorgenommen. Die ganze Maßnahme dauert je nach dem Grade der Erkrankung 2 bis 8 Stunden.

Aus diesen Gründen wurde auch auf der Baustelle des Sulgenbachstollens eine sogenannte Krankenschleuse eingerichtet.

Im allgemeinen hatten die Druckluftarbeiten keine bleibenden nachteiligen Folgen auf die Gesundheit des Personals. Namentlich auch einheimische Arbeiter, die die für die Lebensweise ärztlich aufgestellten Instruktionen befolgt haben, erwiesen sich für derartige Arbeiten als durchaus geeignet.

Unter hohem Druck nimmt die Leistungsfähigkeit der Arbeiter rasch ab, und die Arbeitszeit muß verkürzt werden; gegen Ende der Arbeiten betrug sie nur noch vier Stunden.

6. Maßnahmen zur Verhinderung der Luftentweichung. Wir haben schon weiter oben angedeutet, daß zur Abdichtung stark durchlässiger Stellen sich stets eine Reserve von feinem Ziegellehm im Arbeitsraum befand. Bei dem hohen Luftdruck bis über 3 at erwies sich selbst der glatte Zementverputz nicht als ganz luftdicht. In einer langen Arbeitskammer ging schon allein auf diese Weise ziemlich viel Luft verloren. Größer waren indessen die Verluste durch den unverputzten und noch eingeschalteten Beton, indem die Luft zwischen den Schalhölzern entwich, den Beton durchzog und sich in das Erdrreich preßte. Durch kleine Kanäle suchte alsdann die Druckluft an die Erdoberfläche zu entweichen.

Das Entweichen der Druckluft mußte nun dadurch verhütet werden, daß die Verschalung des Betons und diejenige der Brust, soweit letztere nicht abgebaut wurde, mit Lehm verstrichen wurden. Sodann war das Mauerwerk und das anschließende Erdrreich durch Zementinspritzungen zu dichten. Zu diesem Zwecke wurden in Abständen von 1,25 m am Umfange des Stollens je 5 Löcher bis in das Erdrreich gebohrt. Diese wurden dann mittels Zementkanone unter 4 bis 5 at Druck mit Zementmilch (Mischung zu 2 Portlandzement : 1 feinem Sand) ausgepreßt. Diese Arbeiten konnten in der Regel nicht gleichzeitig mit den Vortriebarbeiten durchgeführt werden, wegen der Behinderung der Materialtransporte. Sie bedingten somit eine Einstellung der Vortriebarbeiten.

7. Geringe Baufortschritte zufolge zahlreicher Arbeitsunterbrechungen. Der Fortgang der Arbeiten wurde sehr nachteilig beeinflusst durch die häufigen Arbeitsunterbrechungen. Der normale Arbeitsbetrieb wäre folgender gewesen: Beginn der Vortriebarbeiten Montag 6 Uhr früh, Ende Sonntag 6 Uhr früh. Am Sonntag Ausschalen, Verputzen, Verlängern der Leitungen und Gleise usw. In Wirklichkeit mußte für diese Arbeiten bedeutend mehr Zeit aufgewendet werden. Die Vortriebarbeiten mußten jedoch außerdem tage-, wochen- und monatelang unterbrochen werden aus folgenden Gründen:

Im Jahre 1923 und anfangs 1924 ruhte der Vortrieb vollständig wegen Verhandlungen mit der Stadt. Nach Wiederaufnahme wurde er infolge der notwendig gewordenen Auffüllungen auf der Geländefläche zwischen km 0 + 48 und 0 + 115 der Torkretierung und der Erweiterung der Kompressorenanlage während längerer Zeit gestört.

Im Jahre 1925 entstanden neue Unterbrechungen wegen mehrfachen Versetzens der Schleusenmauern, Einspritzungen, der Erweiterung und Ausbesserungen der Kompressorenanlage, neuer Verhandlungen mit der Stadt und des Baues des neuen Maschinenhauses.

Erst von Ende September 1925 an, d. h. nachdem die Überlagerung über dem Stollen wesentlich höher als der Luftdruck im Stollen geworden war und damit der Druck besser gehalten werden konnte, verliefen die

Arbeiten mehr oder weniger regelmäßig. Die Arbeitsunterbrechungen sind erkennbar aus dem Fortschrittsdiagramm (Abb. 12).

8. Ansteigen der Bauausgaben und Rechtsfragen. Bevor die Unternehmung die Arbeiten nach dem Luftdruckverfahren aufnahm, wurde sie bei der Stadt Bern vorstellig und verlangte eine Aufbesserung mit der Begründung, daß von beiden Vertragsparteien angenommen worden war und daß, nach dem geologischen Profil zu urteilen, die Moränestrecke mit gewöhnlicher Holzverzimierung ausgeführt werden könne. Im Arbeitsvertrag wurde allerdings dem Unternehmer das Risiko für das Nicht-eintreffen der geologischen Voraussage überbunden.

Es kam zu einem Schiedsgerichtsprozeß. Gestützt auf das Schweiz. Obligationsrecht Art. 373 O. R. Al. 2 erkannten die Sachverständigen auf eine Erhöhung des Einheitspreises für 1 m Stollen in der Moränestrecke von 83%. Sie berücksichtigten die unvorhergesehenen Erschwernisse und Mehrausgaben, die die Anwendung des Luftdruckverfahrens zur Folge haben mußte, aber nicht die mit dem Schild verbundenen Mehrkosten. Es wurde ausgeführt, daß der Schild nur des Einsturzes wegen notwendig geworden war.

Es ist leicht einzusehen, daß die tatsächlichen Mehrkosten die von dem Schiedsgericht festgesetzte Vergütung erheblich übersteigen mußten, denn das Personal konnte während der zahlreichen Unterbrechungen nicht einfach entlassen werden, und weil der Luftdruck im Stollen fortwährend unterhalten werden mußte, blieb auch die ganze maschinelle Anlage im Betriebe, dazu kommen vermehrte allgemeine Unkosten, Verdoppelung der Mannschaft, Maschinenmieten, Bauzinsen u. a. m.

Die Unternehmung sah sich deshalb genötigt, ein zweites Schiedsgericht zu verlangen und sich auf den vorhin genannten Artikel des O. R. zu berufen, weil der erste Schiedsspruch auf falschen Voraussetzungen aufgebaut war. Der betreffende Artikel lautet wie folgt:

„Falls jedoch außerordentliche Umstände, die nicht vorausgesehen werden konnten oder die nach den von beiden Beteiligten angenommenen Voraussetzungen ausgeschlossen waren, die Fertigstellung hindern oder übermäßig erschweren, so kann der Richter nach seinem Ermessen (Z. 4) eine Erhöhung des Preises oder die Auflösung des Vertrages bewilligen“.

In dem Schwimmsand war der Schild unumgänglich notwendig, und der höchste Wasserdruck von 1,8 at, den das Schiedsgericht seinem Urteil zugrunde gelegt hatte, war beinahe auf das Doppelte gestiegen.

In Erkenntnis dieser Umstände wurde nun von dem zweiten Schiedsgericht der Einheitspreis des ersten Schiedsspruches ungefähr verdoppelt, so daß die Unternehmung vor einem allzu großen Verlust bewahrt wurde.

In Anbetracht des Umstandes, daß nicht sämtliche Mehrkosten unter den Art. 373 Abs. 2 fielen, reichte der Preis zur Deckung der hohen Baukosten doch nicht aus.

Alle Rechte vorbehalten.

## Über den Widerspruch in den Grundlagen der Coulombschen Erddruck-Theorie.

Der Widerspruch in den Grundlagen der Coulombschen Theorie besteht bekanntlich darin (Abb. 1), daß bei Zugrundelegung einer starren Wand und starren Gleitfläche sowie der daraus folgenden geradlinigen Druckverteilung längs der Wand und der als eben angenommenen Gleitfläche die drei Kräfte Erddruckreaktion  $E$ , Gewicht des Gleitkeils  $G$  und Reaktion des stehengebliebenen Bodens  $Q$ , die sich gegenseitig das Gleichgewicht halten sollen, sich im allgemeinen nicht in einem Punkte schneiden. Rankine versuchte schon im Jahre 1856, diesen Widerspruch aus der Welt zu schaffen, indem er — wie bekannt — die Erddruckrichtung für die lotrechte Wand parallel zur Oberfläche festlegte. Diese Theorie, die für den unbegrenzten, gleichmäßigen Erdkörper aufgestellt ist, kann jedoch für den Erddruck auf Stützmauern keine allgemeine Gültigkeit besitzen, sondern ist vielmehr nur als ein Sonderfall aufzufassen, d. h. die nach Rankine sich ergebende Richtung des Erddrucks stimmt nur dann mit der tatsächlichen überein, wenn die Rauigkeit der Wand zufälligerweise genau so groß ist, daß der Reibungswinkel den Wert hat, den nach der Rankineschen Theorie die Erddruckrichtung mit der Senkrechten zur Wand einschließt, also bei lotrechter Wand gleich ist der Oberflächeneigung.

Die Unstimmigkeit bei Coulomb verschwindet sofort, wenn die Richtungslinien von  $E$  und  $Q$  (Abb. 1) nicht mehr im unteren Drittelpunkte der Wand bzw. Gleitfläche anzugreifen brauchen, mit anderen Worten, wenn die Verteilung der Spannungen an diesen Flächen keine geradlinige mehr ist. Petersen<sup>1)</sup> schließt daraus, daß wir eben die Vorstellung der geradlinigen Spannungsverteilung, die wir vom Wasserdruck auf eine Seitenwand her gewohnt sind, für den Erddruck vollständig aufgeben und dafür mit gebrochenen oder krummlinigen Spannungsflächen arbeiten müssen. In der Tat sind ja weder die Stützwand noch die Gleitfläche — wie Coulomb annahm — vollkommen starr, sondern vielmehr elastisch nachgiebig, daher ist die Druckverteilung längs Wand und Gleit-

<sup>1)</sup> Petersen, Erddruck auf Stützmauern, Berlin 1924, Verlag von Julius Springer, und derselbe, Grenzstände des Erddrucks auf Stützmauern, „Der Bauingenieur“ 1925, Heft 13.

### III.

#### Etwas über die Arbeitsorganisation.

Bis zum Juli 1925 wurde in drei Schichten zu je acht Stunden gearbeitet. Als dann aber der Druck plötzlich auf 2,8 bis 2,9 at gesteigert werden mußte, war es notwendig, die Arbeitszeit zu verkürzen. Es wurde nun für die Arbeiten unter Tag die 4-Stundenschicht eingeführt und die Arbeit folgendermaßen organisiert: An der Spitze stand ein örtlicher Bauleiter, dem drei Schichteningenieure beigegeben waren. Jedem Schichteningenieur waren zwei Schichten unter Tag unterstellt. Diese bestanden aus 1 Vorarbeiter, 4 Mineuren, 1 Maurer, 2 Auflagern und 2 Schleppern. Auf 2 Schichten unter Tag kam eine Schicht über Tag mit 8 Stunden Arbeitszeit, bestehend aus 2 Maschinisten, 4 Handlangern und 1 Schleusenwärter. Über Tag waren dann weiter während der Tagesstunden beschäftigt: 1 Zimmermann, 1 Schmied, 1 Magaziner, 2 Mechaniker für Ausbesserungen an Schildausrüstung, Lichtleitungen, Telephon usw. 2 Handlanger für die Deponie und 1 Junge. Es ergibt dies zusammen: 4 Ingenieure, 6 Vorarbeiter und 83 Arbeiter, wovon rd. 25% Italiener, die übrigen Einheimische waren.

In der Regel wurden die Arbeiten in den Schichten von Sonntag 6 Uhr früh bis Montag 6 Uhr unterbrochen. Der Wechsel der Schichten fand alle 8 Tage statt. Von dem Augenblicke an, wo ein regelmäßiger Baubetrieb möglich wurde, d. h. vom Herbst 1925 an, wurden für die Arbeiten Prämien eingeführt, die sich gut bewährt haben. Die Prämienberechnung geschah in der Weise, daß als Normalzeit für die Erstellung eines vollständigen Vortriebes von 1,25 m Länge 35 Stunden angenommen wurden. Für jede Stunde Minderzeit wurde dem Arbeiter  $\frac{1}{4}$  seines Stundenlohnes als Prämie bezahlt, so daß beispielsweise bei einer Vortriebszeit von 24 Stunden der Mineur eine Prämie von rd. 5 Fr. erhielt. Schwere Unfälle haben sich glücklicherweise während des ganzen Baues nicht ereignet.

#### Schlußbemerkung.

Beim Übergang des Schildes aus der Moräne in die Molasse mußte der Fels ausgespritzt werden, da nicht gesprengt werden durfte. Anfangs April 1926 fand der Durchschlag und Anschluß an den Nordstollen statt. Damit wurde ein Bauwerk, dessen Ausführung zeitweise fast unmöglich erschien, vollendet. Es stellte an alle Beteiligten Anforderungen, wie dies wohl bei einem Bauwerk von so bescheidenem Ausmaß selten der Fall ist.

Von Belang ist auch die rechtliche Seite des Verlaufes der ebengeschichterten Bauarbeiten. Es ist unseres Wissens das erste Mal, daß der Art. 373 O. R. in einem Unternehmerprozeß angerufen wurde. Es kommt ihm die grundsätzliche Bedeutung zu, daß weder durch Vertrags- noch durch Baubestimmungen die Bezahlung für die Überwindung gewisser Schwierigkeiten einfach „wegbedungen“ werden kann und daß unabweisbare Arbeitsleistungen nach dem Ermessen des Richters bezahlt werden müssen.

fläche nicht geradlinig. Allerdings wird das Problem dann statisch unbestimmt, so daß Petersen, ohne auf diese statische Unbestimmtheit<sup>2)</sup> zahlenmäßig einzugehen (das Hookesche Gesetz gilt für den Boden nicht), nur Grenzwerte für Angriffspunkt und Richtung des Erddrucks angeben kann.

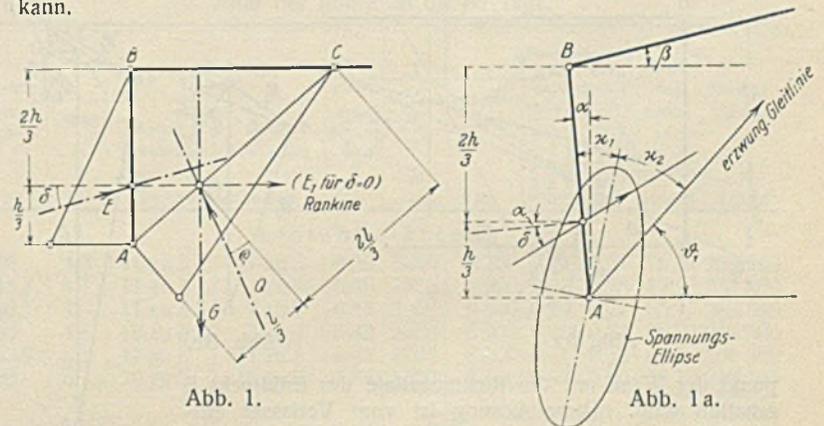


Abb. 1.

Abb. 1a.

Ein zweiter Weg zur Beseitigung des bezeichneten Widerspruches besteht darin, daß zwar die geradlinige Spannungsverteilung beibehalten, dafür aber die Annahme der ebenen Gleitfläche aufgegeben wird. Der Übergang von der ebenen zur gekrümmten Gleitfläche, der keineswegs neu ist — schon Kötter, Müller-Breslau und Reißner haben ihn behandelt —, ergibt sich nämlich nicht nur aus den Mängeln der Coulombschen Theorie, sondern auch aus der Anschauung und Baustellenerfahrung, sowie aus Versuchen. So hat Müller-Breslau durch Versuche gezeigt, daß

<sup>2)</sup> Die Behandlung des Erddrucks auf Stützmauern als statisch unbestimmtes Problem finden wir bei Terzaghi, Erdbaumechanik, Leipzig und Wien 1925, Verlag von Fr. Deuticke.

die Gleitflächen flach gekrümmt sind, und tatsächlich lehrt auch die Baustellenpraxis, daß diese Flächen nicht eben, sondern krumm sind. Um rein theoretisch zu beweisen, daß die Gleitflächen keine Ebenen sein können, geht man am besten von der Theorie der Spannungsellipse aus<sup>3)</sup>. Krey zeigt, wie man bei gegebenem natürlichen Böschungswinkel  $\rho$  und gegebenem Reibungswinkel  $\delta$  zwischen Erde und Wand mittels der Spannungsellipse zunächst die Richtungen der Hauptspannungen und sodann jene der Gleitlinien rechnerisch ermitteln kann (Abb. 1a). Die betr. Überlegungen sind sehr beachtenswert, es würde jedoch zu weit führen, hier im einzelnen darauf einzugehen. Auch mittels des Satzes vom Involutionszentrum kann man die Richtung der zu einer gegebenen Wand gehörigen Gleitlinie, wenn Reibungswinkel und natürlicher Böschungswinkel bekannt sind, graphisch auffinden. Jedenfalls ist klar, daß man zwei verschiedene Gleitlinienrichtungen erhält, nämlich eine erzwungene Gleitlinie unmittelbar an der Wand und eine natürliche Gleitlinie<sup>4)</sup> in der Nähe der Oberfläche. Nur, wenn zufällig der durch die Wandrauigkeit vorgeschriebene Wert des Reibungswinkels  $\delta$  mit demjenigen Winkel übereinstimmt, den im sogen. „Rankineschen Sonderfall“ — wie Krey dies nennt — die Erd-druckrichtung mit der Normalen zur Wand einschließt, stimmen auch die beiden Gleitlinienrichtungen (in unmittelbarer Wandnähe und an der Oberfläche) vollkommen miteinander überein. Daraus folgt also, daß — abgesehen von diesem Rankineschen Sonderfall — die Gleitlinie im ganzen keine Gerade sein kann.

Es fragt sich nun, welche geometrische Form ist der gebrochenen oder krummlinigen Gleitlinie zu geben, derart, daß der Unstimmigkeit der Coulombschen Theorie am besten begegnet wird. Eine einfache Überlegung lehrt, daß auch bei der kreisförmigen Gleitlinie die drei Kräfte am starr angenommenen Gleitkeil ( $E$ ,  $G$  und  $Q$ ) sich ebensowenig in einem Punkte zu schneiden brauchen, wie bei der geraden Gleitlinie, wenn man an der geradlinigen Druckverteilung längs Wand und Gleitfläche festhält (Abb. 2). Die Kräfte  $E$  und  $Q$  in der Abbildung greifen in den unteren Drittelpunkten der Wand bzw. Gleitfläche an,  $Q$  berührt den konzentrischen Kreis mit dem Halbmesser  $R \cdot \sin \rho$ . Nimmt man jedoch eine gebrochene Gleitlinie an, bei der die erste und letzte Richtung entsprechend den vorhergehenden Ausführungen mit der erzwungenen bzw. natürlichen Gleitlinie für die gegebenen Verhältnisse übereinstimmen, so kann man den Schnittpunkt  $D$  dieser beiden Richtungen so wählen, daß sich am starren Gleitkeil, also unter Festhaltung der geradlinigen Druckverteilung das Gleichgewicht herstellen läßt (Abb. 3). Es läßt sich nämlich zeigen, daß für lotrechte Wand der Punkt  $D$  als Schnittpunkt der erzwungenen Gleitlinie durch den Fuß-

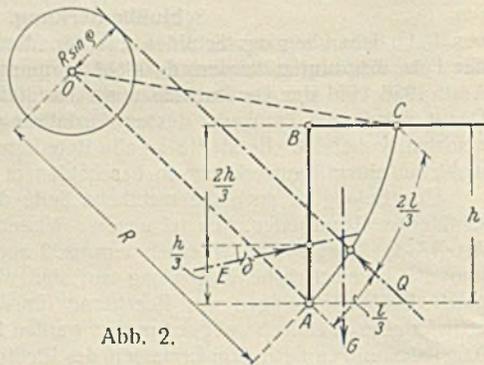


Abb. 2.

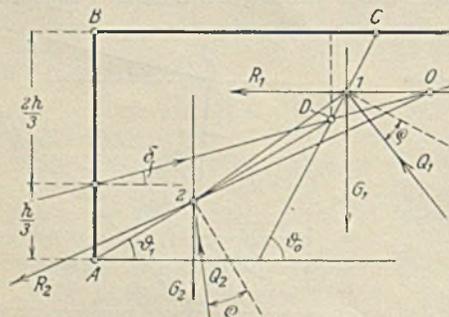


Abb. 3a.

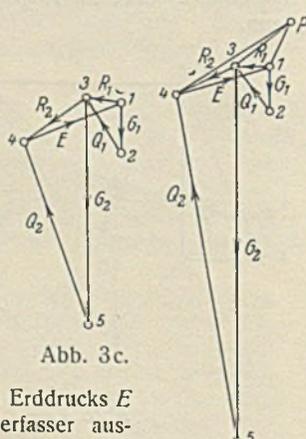


Abb. 3c.

Abb. 3b.

punkt der Wand mit der Richtungslinie des Erddrucks  $E$  erhalten wird. Diese Lösung ist vom Verfasser ausgearbeitet worden und soll hier auszugsweise mitgeteilt werden.<sup>5)</sup>

Die Wand sei hier lotrecht vorausgesetzt (Abb. 3a), die Gelände-linie beliebig (wagerecht oder geneigt). Denken wir uns den Punkt  $D$  bereits gefunden. Auf den Gleitkeil  $ABCD$ , den wir uns durch die Lotrechte  $DD'$  in zwei Teile zerlegen, wirken die fünf Kräfte  $G_1$ ,  $Q_1$ ,  $G_2$ ,  $Q_2$  und die Erddruckreaktion  $E$ ,

<sup>3)</sup> Krey, Erddruck, Erdwiderstand und Tragfähigkeit des Baugrundes. Berlin 1926. Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn. — <sup>4)</sup> Die Bezeichnungen „erzwungene“ und „natürliche“ Gleitlinie rühren von Reg.-Baurat Brandt, Berlin, her. — <sup>5)</sup> Eine ausführlichere Veröffentlichung über diesen Gegenstand ist in Aussicht genommen.

die sich untereinander im Gleichgewicht befinden müssen. Die Gewichte  $G_1$  und  $G_2$  können wir berechnen. Die Kräfte  $Q$  wirken unter dem Winkel  $\rho$  (der natürlichen Böschung) zur Normalen auf die betreffende Seite des Gleitkeiles, die Kraft  $E$  unter dem gegebenen Reibungswinkel  $\delta$  zur Wandnormalen. Mit Rücksicht auf die festzuhaltende geradlinige Spannungsverteilung sind ferner die Angriffspunkte der Kräfte  $Q_1$  und  $Q_2$  (als Trapez- bzw. Dreiecksschwerpunkt) ebenso wie jener von  $E$  gegeben. Es ist weiter klar, daß aus geometrischen Gründen sich die Kräfte  $Q$  mit den entsprechenden Gewichtskräften  $G$  (in Punkten 1, 2) auf den Seiten des Gleitlinienzuges  $AD$  bzw.  $DC$  schneiden müssen. Soll nun  $E$  mit den beiden Teilresultanten  $R_1$  (von  $G_1$  und  $Q_1$ ) und  $R_2$  (von  $G_2$  und  $Q_2$ ) im Gleichgewicht stehen, so muß der Erddruck  $E$  (wie in Abb. 3a bereits richtig gezeichnet) durch den Schnittpunkt  $D$  der beiden Gleitrichtungen  $\vartheta_1$  und  $\vartheta_0$  hindurchgehen, da der Linienzug  $A21C$  als ein Seilpolygon zu den Teilresultanten  $R_1$  und  $R_2$  und  $D$  als Schnittpunkt der ersten und letzten Seite dieses Seileckes aufgefaßt werden können. Hieraus folgt also die einfache Regel:

Man verlängert die durch den unteren Wandfußpunkt  $A$  gelegte erzwungene Gleitrichtung ( $\vartheta_1$ ) bis zum Schnittpunkte  $D$  mit der gegebenen Richtungslinie von  $E$  (durch den unteren Drittelpunkt der Höhe unter dem gegebenen Reibungswinkel  $\delta$  zur Wandnormalen gezeichnet) und zieht durch  $D$  die Parallele  $DC$  zur natürlichen Gleitrichtung ( $\vartheta_0$ ).

Damit ist die gebrochene Gleitlinie  $ADC$  gefunden.

Um den Kräfteplan (Abb. 3b) zeichnen zu können, nimmt man die Teilresultante  $R_1$  (von  $G_1$  und  $Q_1$ ) mit Rücksicht auf die für die natürliche Gleitlinie  $DC$  geltende Rankinesche Theorie zunächst parallel zur Oberfläche (hier wagerecht) an. Somit ist das Kräfte-dreieck 1—2—3 bestimmt und  $R_1$  auch der Größe nach bekannt. Man bringt nun (Abb. 3a)  $R_1$  zum Schnitt mit der Richtungslinie von  $E$  (Punkt 0) und verbindet 0 mit 2. Das zugehörige Kräfte-dreieck (3—1—4) liefert  $R_2$  und den Erddruck  $E$  (4—1). Sodann trägt man im Punkte 3 das berechnete Lamellengewicht  $G_2$  an, erhält den Punkt 5 und untersucht, ob das Polygon sich schließt, d. h. ob Seite 4—5 sich parallel zur Richtung  $Q_2$  ergibt. Ist dies nicht der Fall, dann muß man die Richtung von  $R_1$  (durch Probieren) so lange abändern, bis das Polygon sich mit Seite 4—5 schließt; hierbei wird auch der Punkt 0 seine Lage ein wenig verändern.  $R_1$  ergibt sich also dann etwas abweichend von der Parallelen zur Oberfläche (s. Kräfteplan, Abb. 3c). Eine wertvolle Kontrolle für die Richtigkeit besteht darin, daß die Parallelen zu den Seilpolygonseiten  $A2$ ,  $2—1$  und  $1C$ , gezogen durch die Punkte 4, 3, 1 (Polstrahlen), sich in einem Punkte, dem Pol  $P$ , schneiden müssen. Im Rankineschen Sonderfall fällt dieser Pol demnach ins Unendliche.

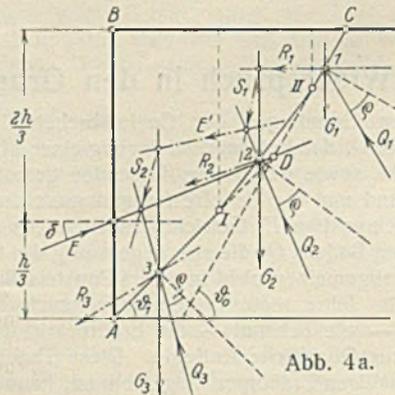


Abb. 4a.

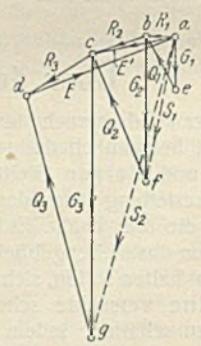


Abb. 4b.

Eine andere Möglichkeit, die besser befriedigt, ist die, den Gleitkeil durch Einschaltung einer vermittelnden Richtung zwischen  $AD$  und  $DC$  anstatt in zwei in drei Gewichtslamellen aufzuteilen; dann nimmt man  $R_1$  parallel zur Oberfläche an, wodurch auch  $Q_1$  gegeben ist, und führt von den jetzt am Gleitkeil wirkenden sieben Kräften ( $E$ ,  $G_1$ ,  $G_2$ ,  $G_3$ ,  $Q_1$ ,  $Q_2$ ,  $Q_3$ ) die drei Kräfte  $E$ ,  $Q_2$  und  $Q_3$  als Unbekannte ein. Die vermittelnde Seite I—II des Gleitlinienpolygons (Abb. 4) schalten wir derart ein, daß diese normal zur Winkelhalbierenden der beiden Gleitrichtungen  $\vartheta_0$  und  $\vartheta_1$  steht. Die graphische Lösung ist aus Abb. 4 ohne weiteres ersichtlich. Das Gleichgewicht am fünfeckigen Gleitkeil wird wieder durch Probieren hergestellt, indem die Richtung von  $E'$  so lange verändert wird, bis die Größe  $G_3$  im Kräfteplan (Abb. 4b) an den Schnittpunkt  $C$  von  $E'$  mit  $Q_3$ , dazugezogen die Richtung  $S_2$ , durch den Schnittpunkt von  $E$  mit  $Q_2$  hindurchgehend (Abb. 4a), ergibt. Die Seite I—II ist dabei so einzuschalten, daß sich für  $E$  ein Größtwert ergibt. Man müßte also eigentlich für verschiedene parallele Lagen von I—II die Konstruktion durchführen. Bei der praktischen Ausführung zeigt sich jedoch, daß ein nennenswerter Spielraum nicht vorhanden ist, da der Winkel der beiden Richtungen  $\vartheta_0$  und  $\vartheta_1$  ein sehr stumpfer ist, so daß man mit einer mittleren Lage von I—II stets schon  $E_{max}$  genügend genau finden wird. Der Winkel zwischen der natürlichen und erzwungenen Gleitrichtung ist

um so stumpfer, je weniger der betr. Fall vom Rankineschen Sonderfall abweicht. [Z. B. beträgt für lotrechte Wand, wagerechtes Gelände, natürliche Böschung  $\varphi = 30^\circ$  und Reibungswinkel zwischen Erde und Wand  $\delta = 20^\circ$  dieser Winkel  $168^\circ 25'$ , also für große Abweichung vom Ranki-

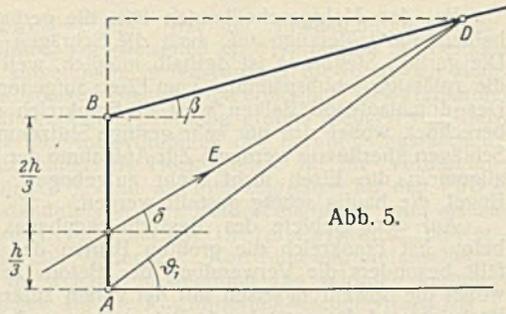


Abb. 5.

neschen Sonderfall ( $\delta = 0$ ) immer noch ein sehr stumpfer Winkel.] Abb. 5 zeigt den Grenzfall für  $\delta_{max}$ .

Obwohl ich mir bewußt bin, daß man im Sinne von Terzaghis „Erdbaumechanik“ das Erddruckproblem nach Vertiefung des Studiums der elastischen und der sonstigen physikalischen Eigenschaften des Bodens wohl nur als statisch unbestimmtes Problem behandeln wird, möchte ich trotzdem mit dieser „Berichtigung der Coulombschen Theorie“ vor die Fachwelt treten, um wenigstens für einen idealen, gleichmäßigen und kohäsionslosen Boden eine einwandfreie, statisch bestimmte Lösung in Vorschlag zu bringen, die dann für andere, weniger ideale Bodengattungen als Näherungsrechnung dienen kann.

Baurat Dr.-Ing. Kann, Privatdozent.

**Vermischtes.**

**Der Neubau, Halbmonatsschrift für Baukunst, Wohnungs- und Siedlungswesen** (Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin W 8). Das am 24. März ausgegebene Heft 6 (I R.-M.) enthält u. a. folgende Beiträge: Siedlungen des Architekten Josef Rings, Essen a. d. Ruhr. — Dipl.-Ing. Castner: Das Gas im Bauplan.

**Ergebnis des Schinkel-Wettbewerbs.** In der Abteilung Eisenbahnbau war als Aufgabe gestellt die Herstellung einer festen Eisenbahnverbindung zwischen der Insel Rügen und dem Festlande. Von den drei eingegangenen Entwürfen konnte keinem der Staatspreis zuerkannt werden. Die Arbeit mit dem Kennzeichen „Time is money“, Verfasser Reichsbahn-Bauführer Dr.-Ing. Böhnig, wurde von der Hauptversammlung des Architekten- und Ingenieur-Vereins zu Berlin zur Auszeichnung mit der Schinkel-Plakette bestimmt, gleichzeitig wurde sie vom Prüfungsamt des Ministeriums als Arbeit für die Regierungsbaumeister-Prüfung anerkannt. — In der Abteilung Wasserbau war für den Schinkel-Wettbewerb der Entwurf eines Straßentunnels unter der Havel bei Gatow ausgeschrieben. Der einzigen eingereichten Arbeit ist jedoch keine Auszeichnung zuerkannt worden.

**Eine Straßenbahn-Ausstellung in Essen.** In Verbindung mit der Tagung des Vereins Deutscher Straßenbahnen, Kleinbahnen und Privatbahnen im September 1928 ist die Veranstaltung einer Fachausstellung für das Straßenbahnwesen in Essen geplant. Sie wird folgende Gruppen umfassen: Planung und Linienführung, Baustoffe, Baubetrieb, Elektrische Einrichtungen, Betriebsmittel der Straßenbahn, Besondere Anlagen und Einrichtungen, Verkehrswirtschaft. Eine Sondergruppe wird auch die Fragen des Straßenbaues behandeln. Die Ausstellung ist streng fachlich und beschränkt sich auf das Gebiet der Straßenbahn und des Straßenbaues. Die Geschäftsleitung der Ausstellung „Straßenbahn und Straße“ befindet sich in Essen, Norbertstr. 2.

**Wettbewerb zum Neubau der Hochzoller Straßenbrücke.** In der „Bautechnik“ 1927, Heft 36 u. 38, ist über den Wettbewerb für den Neubau einer Straßenbrücke über den Lech bei Augsburg-Hochzoll berichtet worden. Den Anforderungen an Vorentwürfe entsprechend wurden in den Wettbewerbsbedingungen für die Widerlagerausarbeitung keine besonderen Vorschriften gemacht; als Grundlagen hierfür wurden lediglich der genaue Befund der durchgeführten Bohrungen, die zulässige Bodenpressung von 5 kg/cm<sup>2</sup>, die kennzeichnenden Flußwasserstände und eine allgemeine Übersicht über den Wasserhaushalt des Flusses in den Wettbewerbsunterlagen mitgeteilt.

Verschiedene Beurteilung der Untergrund- und Grundwasserhältnisse durch die Entwurfsbearbeiter führte naturgemäß zu verschiedener Ausarbeitung der Brückenwiderlager. Der Entwurf „Beton und Eisen“ (Verf.: Gebr. Rank, München) hat in sehr weitgehendem Maße Auftrieb angenommen, ohne dies jedoch in der zeichnerischen Darstellung der Widerlageruntersuchung zum Ausdruck zu bringen. Auf diesen Umstand ist es zurückzuführen, daß bei diesem Entwurf die schräge Lage der Endresultierenden gegen das Lot (29°) festgestellt und auf unzureichende Gleitsicherheit geschlossen wurde.

Eine Nachprüfung des Entwurfes „Beton und Eisen“ unter denselben statischen Voraussetzungen für die Widerlageruntersuchung, wie sie bei den übrigen besprochenen Massivbrückenentwürfen zugrunde gelegt wurden, hat ergeben, daß dann der Neigungswinkel der Endresultierenden zum Lot bei dem Rankischen Entwurf im Rahmen der entsprechenden Werte bei den anderen Entwürfen liegt. Kann daher die Angabe der „nicht ausreichenden Sicherung des Bauwerks gegen Gleiten“ im Vergleich mit den anderen Brückenentwürfen nicht aufrechterhalten werden, so muß doch andererseits festgestellt werden, daß ohne Berücksichtigung des Auftriebes bei dem Rankischen Entwurf sich eine nicht unbedeutende Überschreitung der zulässigen Bodenbeanspruchung ergibt. In dieser Hinsicht ist also das Widerlager dieses Entwurfes nicht ausreichend bemessen, da das Fehlen des Auftriebes bei dem undurchlässigen Fließboden sehr wahrscheinlich ist und daher dieser Fall nicht unberücksichtigt bleiben durfte. Knab.

**Festigkeitsversuche mit Vianini-Rohren** der Internationalen Siegwartbalken-Gesellschaft hat die Eidgenössische Materialprüfungsanstalt unter Leitung von Prof. Roß 1925 bis 1927 vorgenommen. Die Ergebnisse sind in einem Bericht niedergelegt, dem wir folgende Angaben entnehmen. Es wurden 74 Rohre Festigkeitsversuchen mit Formänderungsmessungen unterzogen, und zwar auf:

- Biegezugfestigkeit 14 Rohre (l. Durchm. 25 bis 100 cm, Stützweite 3,2 bis 2,0 m),
- Scheiteldruckfestigkeit 32 Rohre (l. Durchm. 25 bis 200 cm, Länge 3,65 bis 1,0 m),
- Ringzugfestigkeit (Innendruck) 28 Rohre (l. Durchm. 15 bis 200 cm, Länge 3,65 bis 1,20 m).

Die luftgelagerten Rohre waren zwischen 35 bis 100 Tage alt.

1. Die Biegeversuche mit 50 bis 100 Tage alten, durch eine Einzelast in der Mitte belasteten Rohren ergaben als Mittelwerte:

Biegezugfestigkeit  $\beta_b = 45 \text{ kg/cm}^2$ ,  
 Würfeldruckfestigkeit  $\beta_d = 378 \text{ kg/cm}^2$ ,  
 Elastizitätsmaß  $E = 282\,000 \text{ kg/cm}^2$ .

2. Bei Untersuchung der Scheiteldruckfestigkeit wirkte die Belastung entweder als Linienbelastung, d. h. längs zweier gegenüberliegender Zylindererzeugenden, oder als Schalenbelastung, der äußeren Mantelfläche der auf Druck beanspruchten Rohre sich auf rd. 1/10 des äußeren Umfanges anschmiegend.

Die erprobten Rohre wiesen in Umfangsrichtung eine einfache oder doppelte Spiralbewehrung auf. Die Längsbewehrung war schwach. Bei der einfachen Spiralbewehrung lagen die Bewehrungsseile genau in der Mitte der Rohrwand.

Die elastischen Verformungen der lotrechten und wagerechten Durchmesser erreichten bei der Linienbelastung folgende Werte:

Lotrechter Durchmesser:

$$\text{Verkürzung } \Delta d_v = 0,1475 \cdot \frac{P r'^3}{E J}$$

Wagerechter Durchmesser:

$$\text{Ausweitung } \Delta d_h = 0,1375 \cdot \frac{P r'^3}{E J}$$

( $J$  = Trägheitsmoment der Rohrwand bezogen auf die Längsachse).

Aus diesen Beziehungen ergibt sich der Mittelwert des Elastizitätsmaßes  $E_e$ :

$$E_e = \frac{1}{2} \cdot \frac{P r'^3}{J} \left( \frac{0,1475}{\Delta d_v} + \frac{0,1375}{\Delta d_h} \right)$$

**Scheiteldruckfestigkeit.**

a) Spiralbewehrung einfach. —  $P$  in kg/m.

Alter der Rohre 35 bis 60 Tage.

Lichter Durchmesser	Wandstärke	Eisenbewehrung		Bewehrungsquerschnitt $f_e$	Rißlast $P_r$	Bruchlast max $P$	Formänderung in mm, Innendurchmesser entspr. Rißlast		Biegezugfestigkeit $\beta_b$	Elastizitätsmaß $E_e$	
		Spiralbewehrung	Längsbewehrung				Lotrechte Zusammen-drückung	Wagerechte Ausweitung			
cm	cm	Durchmesser in mm		%	kg	kg	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>	
<b>Linienbelastung</b>											
40	4,3	11 zu 5	7 zu 5	0,50	3200	5 760	0,31	0,27	75,5	259 000	
45,7	4,7	11 zu 5	7 zu 5	0,46	2300	5 960	0,27	0,25	52,9	232 800	
45,7	4,5	11 zu 5	7 zu 5	0,48	2200	6 840	0,29	0,27	55,1	233 550	
50	4,8	12 zu 5	5 zu 4	0,49	3200	5 200	0,40	0,37	76,0	266 900	
60,9	5,2	11 zu 5	11 zu 5	0,42	2700	6 000	0,41	0,38	67,7	300 300	
100	6	20 zu 5	18 zu 5	0,65	1600	6 560	0,97	0,80	55,1	213 500	
									Mittelwert:	63,8	251 000
35	4	33 zu 5 <sup>1)</sup>	10 zu 5	1,62	2000	16 000	0,18	0,17	48,2	226 000	
51	6,3	50 zu 6 <sup>1)</sup>	8 zu 5	2,24	4800	29 800	0,33	0,30	64,8	287 500	
									Mittelwert:	56,5	257 100
<b>Schalenbelastung</b>											
25	4	12 zu 2,5	10 zu 5	0,15	3200	14 500	0,36	0,36	55,2		
100	6,2	20 zu 5	18 zu 5	0,63	1700	15 200	0,98	0,83	44,9		
									Mittelwert:	50,1	

<sup>1)</sup> Stärker bewehrt (Druckleitungsrohre).

<sup>2)</sup> Die Biegespannungen infolge des Rohreigengewichtes  $G$ , entsprechend dem größten Moment in Rohrsohle,  $\max M = 0,238 G r'$ , sind berücksichtigt.

b) Spiralbewehrung doppelt. —  $P$  in kg/m.  
Alter der Rohre 15 bis 20 Tage.

Lichter Durchmesser	Wandstärke	Eisenbewehrung		Bewehrungsquerschnitt $f_e$	Rohrbelastung $P_r$	Bruchlast max $P$	Formänderung wagerechter Innendurchmesser entspr. Rohrlast		Biegezugfestigkeit $\beta_b$ <sup>1)</sup>	Elastizitätsmaß $E_e$
		Spiralbewehrung	Längsbewehrung				vorn	hinten		
Linienbelastung										
200	10,9	19 zu 10	16 zu 6	2,7	4370	12 020	1,70	1,70	71,0	281 000
200	10,8	doppelt	doppelt	2,8	4370	10 970	1,95	2,13	72,5	250 000
200	13,4	"	"	2,2	5750	16 850	1,25	1,25	57,9	312 000
200	13,3	"	"	2,2	5600	15 800	1,13	1,30	57,9	328 000
200	15,7	"	24 zu 6	1,9	6440	22 340	0,55	0,60	44,6	300 000
200	15,7	"	16 zu 6	1,9	7940	16 340	0,63	0,65	55,9	292 000
200	14,7	"	24 zu 6	2,0	7940	18 290	0,88	0,88	64,7	332 000
200	15,1	"	16 zu 6	2,0	9140	19 040	1,28	1,28	68,1	265 000
Mittelwert:										295 000

1) Die Biegespannungen infolge des Rohreigengewichtes  $G$ , entsprechend dem größten Moment in Rohrsohle,  $\max M = 0,238 G r'$ , sind berücksichtigt.

3. Die Ringzugfestigkeit der einfach und doppelt bewehrten geschleuderten Rohre sind, mit Berücksichtigung der Eisenbewehrung, in der folgenden Tabelle, die auch die Angaben über die Abmessungen und Bewehrung der Rohre enthält, zusammengestellt.

Ringzugfestigkeit der Eisenbetonrohre.  
Innendruck  $p_i$  in at. — Alter der Rohre 60 Tage.

Lichter Durchmesser	Wandstärke	Rohrlänge	Spiralbewehrung für 1 lfd. m		Höchster Innendruck $p_i$ in at	Zugfestigkeit $\beta_z$ in kg/cm <sup>2</sup>			
			Eisen-Durchmesser in mm	$f_e$ in %		Ringformel		Lamé-Formel $n=8$	
						$n=10$	$n=8$		
30	4,7	3,65	33 zu 10	5,6	15	30,9	36,1	42,4	
60	5,3	3,65	50 zu 10	7,4	8	26,0	31,3	34,4	
60	5,3	3,65	50 zu 10	7,4	7	22,8	27,5	30,2	
60	5,0	3,65	45 zu 5 doppelt	3,5	6,5	28,8	32,2	35,2	
60	5,0	3,65	40 zu 10	6,3	6,6	24,3	28,8	31,6	
68	6,7	3,65	40 zu 12	6,8	7	21,2	25,3	28,1	
82	6,7	3,65	25 zu 12 doppelt	8,4	9,5	31,5	38,6	42,2	
82	7,7	3,65	25 zu 12	7,3	9,6	29,5	35,5	39,2	
84	6,0	3,65	25 zu 12	9,4	9,5	34,3	42,6	45,8	
84	5,7	3,65	25 zu 12	9,9	9,7	36,0	45,0	48,1	
125	7,5	2,45	17 zu 12 dreifach	7,5	6,3 <sup>1)</sup>	30,0	36,2	38,5 <sup>1)</sup>	
Gesamtmittelwert:								40	
15	3,0	30,00	33 zu 5	2,1	10	21	23	27	
35	4,0	28,00	40 zu 7	4,8	8	23,8	27,5	31,0	
200	15,0	1,20	19 zu 10 doppelt	2,0	5,3	—	—	32,0	
200	13,0	1,20	19 zu 10	2,3	5,4	—	—	37,0	
200	12,0	1,20	19 zu 10	2,5	7,9	—	—	59,0	
Mittelwert:								42,7	

1) Dichtung herausgejagt.

Bei den Versuchen auf Innendruck zeigte sich, daß das Auftreten von Wasserflecken an der Außenwandung der Rohre kurz vor der Überwindung der Ringzugfestigkeit beginnt. Die Rohrwände waren bis unmittelbar vor Bruch praktisch wasserdicht. Bordvoll mit Wasser gefüllte, hochkant stehende und unten abgedichtete Rohre waren völlig dicht.

**Vom Eisenbetonbau in Frankreich.** In der Kriegs- und Nachkriegszeit hat ein großer Teil der französischen Eisenindustrie stillgelegen. Der dadurch hervorgerufene Eisenmangel hat die Entwicklung des Eisenbetonbaues in Frankreich sehr begünstigt. Es kommt noch hinzu, daß die französischen Eisenbetonbestimmungen dem Unternehmer fast vollständige Freiheit in der Konstruktion und Ausführung lassen. Infolgedessen hat der Eisenbetonbau in Frankreich in den letzten Jahren teilweise eigene Wege eingeschlagen können.

Über den gegenwärtigen Stand des französischen Eisenbetonbaues berichtete Prof. Dr.-Ing. Birkenstock von der Technischen Hochschule Berlin auf Grund der Ergebnisse einer Studienreise, die er im Herbst 1927 nach Frankreich unternommen hat, am 28. Februar ds. Js. in einem Vortrage vor der Deutschen Gesellschaft für Bauingenieurwesen im Ingenieurhause, Berlin.

Zahlreiche Lichtbilder von Industriehallenbauten, Mehrgeschoßbauten und weitgespannten Brücken wurden vorgeführt. Die Hallenbauten weisen durchweg keine Rahmenkonstruktion auf, sondern sie haben tonnenförmige Dächer mit Zugband; Verstärkungsrippen liegen auf der äußeren Leibung der Dächer, Betondächer werden in Frankreich nicht mit Dachpappe abgedeckt. Die Stützen sind unten eingespannt und in ihrem oberen Teile über der Kranbahn, die in der Regel auch in Eisenbeton ausgeführt wird, sehr schwach gehalten.

Bei den Mehrgeschoßbauten fällt die geringe Stegbreite der Nebenbalken und Unterzüge auf; auch die Schrägen an den Auflagern fehlen. Die geringe Stegbreite ist deshalb möglich, weil bloß der Überschub über die zulässige Schubspannung vom Eisen aufgenommen zu werden braucht. Der durchlaufende Balken wird in Frankreich als teilweise eingespannt berechnet, wobei sich nur sehr geringe Stützmomente ergeben und die Schrägen überflüssig werden. Zur Aufnahme der Schubspannungen werden allgemein die Eisen nicht mehr aufgebogen, sondern man verwendet Bügel, die häufig schräg gestellt werden.

Auf dem Gebiete des Massivbrückenbaues in Beton und in Eisenbeton hat Frankreich die größten Bauten der Welt aufzuweisen. Hier fällt besonders die Verwendung des Betons in reinen Zuggliedern auf, wobei die Bewehrungseisen mit der vollen zulässigen Eisenspannung ohne Rücksicht auf die entstehende Betonspannung beansprucht werden. Dabei werden die Stöße durch Übergreifen der gestoßenen Bewehrungseisen auf eine Länge von 30 bis 40  $d$  ausgebildet.

Im Wohnungsbau findet der Eisenbeton für Decken, Balkone, Gesimse und Stützen allgemeine Anwendung.

In der Regel kommt ein Normalbeton mit einem Mischungsverhältnis von rd. 1:5 zur Anwendung. Kies ist überall in guter Beschaffenheit leicht zu erhalten, wodurch der Eisenbetonbau sehr begünstigt wird. Der Kornzusammensetzung des Betons schenkt man in der Praxis noch nicht die nötige Beachtung.

Der Eisenbetonbau hat sich in Frankreich stärker als in anderen Ländern durchgesetzt und genießt dort großes Vertrauen.

### Zuschriften an die Schriftleitung.

**Der Einkauf von Rostschutzfarben.** Zu dem unter dieser Überschrift in der „Bautechnik“ 1927, Heft 46, erschienenen Aufsätze von Reichsbahnrat Hülsenkamp sind die drei folgenden Zuschriften eingegangen:

I.  
Bereits im Jahre 1915 habe ich in der Zeitschrift „Der Eisenbau“, Heft 9, und zwar in dem Aufsätze: „Über mittelbaren und unmittelbaren Rostschutz mit besonderer Berücksichtigung der rostverhütenden Anstriche nach Dr. Liebreich“, eine Formel angegeben, die sich im Wesen mit der von Reichsbahnrat F. Hülsenkamp in der „Bautechnik“ 1927, Heft 46, S. 672 u. f. angeführten deckt, und durch die ich gleichfalls angestrebt habe, die Wirtschaftlichkeit von Anstrichfarben gegeneinander abzuschätzen. Später hat Reymann<sup>1)</sup> meiner Formel ein Zusatzglied angefügt, das auch die Entrostung berücksichtigt. Endlich habe ich in einer weiteren Arbeit<sup>2)</sup> die folgende vollständige Anstrichformel

$$K = \frac{E}{n_0} + \gamma \frac{1}{n} \left( \frac{gk}{e} + s \right) + \gamma \frac{1}{n_1} \left( \frac{g_1 k_1}{e_1} + s_1 \right) + C$$

eingehend untersucht und dabei auf die Bedeutung der einzelnen Glieder hingewiesen. Zum Verständnis obigen Ausdruckes diene folgende Erläuterung:

$K$  = die auf 1 Jahr bezogenen Kosten für 1 m<sup>2</sup> gestrichener Fläche, einschließlich Entrostung, bzw. Reinigung des Eisens.

$E$  = Kosten der Entrostung, bzw. Reinigung des Eisens für 1 m<sup>2</sup> Fläche.

$n_0$  = Anzahl der Jahre, während deren die Eisenfläche unter dem Anstrich rostfrei bleibt.

Die Ausdrücke:

$$G = \frac{1}{n} \left( \frac{gk}{e} + s \right), D = \frac{1}{n_1} \left( \frac{g_1 k_1}{e_1} + s_1 \right) \text{ (Qualitäts- oder Gütezahl)}$$

stellen die auf ein Jahr zurückgerechneten Kosten dar, und zwar  $G$  die für die Flächeneinheit eines Grundanstriches und  $D$  jene für die Flächeneinheit eines Deckanstriches  $D$ , wenn deren bezügliche Dauer (Haltbarkeit)  $n$  bzw.  $n_1$  Jahre beträgt.

$g, g_1$  = spez. Gewicht der Farbe;  $e, e_1$  = ihre Ergiebigkeit in m<sup>2</sup>, also eine Fläche, die mit der Raumeinheit Farbe gestrichen werden kann;  $k, k_1$  = Kosten der Farbe je Raumeinheit;  $s, s_1$  = Lohnkosten einer Farblage für 1 m<sup>2</sup> Fläche (Streichfähigkeit).

$C$  ist ein Festwert, in den man mit Vorteil alle jene Unkosten einbeziehen wird, die bei vergleichenden Kostenüberschlägen unverändert bleiben. Beim Kostenvergleiche wird daher — da die gegeneinander abzuwägenden Kostensummen sich stets nur auf ein und dasselbe Objekt beziehen — der Festwert  $C$  aus der Rechnung fallen. — Ich nehme an, daß meine Arbeiten Herrn Hülsenkamp nicht bekannt gewesen sind.

Wien, November 1927.

Hofrat Ing. L. Herzka.

### II.

In dem von Herrn Reichsbahnrat Hülsenkamp in der „Bautechnik“ 1927, Heft 46, veröffentlichten Aufsätze befindet sich auf S. 673 der Satz: „Leinölfarben nehmen nach den Forschungen von Prof. Dr. Eibner Wasser auf, lassen also von außen und von innen Feuchtigkeit und Gase durch; sie gleichen also in dieser Beziehung unseren gewöhnlichen Kleidungsstoffen.“ Meine Stellung zu dem Problem ist jedoch, wie ich Herrn Hülsenkamp während seiner Tätigkeit als Dezernent mehrfach auseinandergesetzt habe, eine andere, und zwar folgende:

Reine Leinölfilme nehmen zwar unter Quellung Wasser auf, doch kann dieser den Leinölfilmen habituellen Wasseraufnahme durch die Verwendung

1) „Anregungen über Entrostung und Anstrich von Eisenträgwerken.“ Der Eisenbau 1916, Heft 2, S. 42.

2) „Anregungen für Kostenvergleiche von Eisenschutzanstrichen im Hoch- und Brückenbau.“ Der Bauingenieur 1921, Heft 5.

von Standöl entgegengewirkt werden. Bei der Anwendung von Bleifarben wird infolge der Bildung von Bleiseifen die Hydrophilie der Leinölfilme um so vollständiger aufgehoben, je feinkörniger die Bleifarben sind. Bei sehr feinkörniger (hochdisperser) Bleimennige ermöglicht das Verhältnis von Farboberfläche zum Bindemittel die Bildung größter Mengen von Bleiseifen. Diese sind es, die die Antihydrophilie des Farbfilms ausmachen.

Herr Hülsenkamp bezeichnet als Höchstgrenze für die Verunreinigungen von Handelsmennige 2% und als Mindestgrenze für den  $PbO_2$ -Gehalt 30%. Dies Zugeständnis von 2% Verunreinigungen muß als zu weitgehend betrachtet werden (vergl. auch Wilhelm-Palmaer: Die Korrosion der Metalle, Theorie und Versuche. „Korrosion und Metallschutz“, 2. Jahrg., Heft 3, 1926, in welcher Abhandlung die Wirkung geringer Mengen von Verunreinigungen auf die Rostförderung nachgewiesen ist).

Die Normung des Gehaltes an Bleisuperoxyd von 30% ist zu niedrig gegriffen. Je höher der  $PbO_2$ -Gehalt, desto hochwertiger die Mennige. Die Setzung einer so niedrigen Normung ist um so weniger verständlich, als Bleimennige mit über 30% Bleisuperoxyd-Gehalt zurzeit handelsgängig ist.

Auf S. 675 kritisiert Herr Reichsbahnrat Hülsenkamp den hohen Ölgehalt der hochdispersen Mennige. In einem Aufsatz in „Farbe u. Lack“, Zentralblatt Hannover, vom 13. und 20. Juli 1927, Nr. 29 und 30, von A. Eibner und W. Laufenberg ist auseinandergesetzt, daß die Kritik des hohen Ölgehaltes auf Verwechslung von Gewichtseinheit und Volumeneinheit der trockenen und angeriebenen Farbe beruht.

Wenn die Gewichtseinheit ein und desselben Farbstoffes durch Kornverkleinerung ihr Volumen vervielfacht, so braucht sie, um gleich streichfertige Farbe zu liefern, ein mehrfaches Volumen an Öl. Dadurch erhält man ein mehrfaches Volumen an angeriebener Farbe, mit dem man eine entsprechend größere Fläche zu streichen imstande ist. Die Volumeneinheit dieser Farbe enthält aber nicht, wie irrtümlich noch angenommen wird, mehr Öl als die Volumeneinheit alter angeriebener Farbe mit grobkörnigem Farbstoff, sondern, wie in dem angeführten Aufsatz nachgewiesen wurde, weniger Öl.

In einer Zeit, in der die Anstrichtechnik die Hilfe der Wissenschaft zur Normung der Anstrichölfarben und Erzielung wirtschaftlicher Arbeitsweisen angerufen hat, erscheint es unzumutbar, alte Irrtümer, wie jenen des scheinbar verschiedenen Ölverbrauches von niedrig- und hochdispersen Ölfarben mit demselben Farbstoff, in der praktischen Anwendung weiterzuführen.

Zum Schlusse möchte ich nochmals darauf hinweisen, daß der Eisen-schutz um so vollständiger ist, je feinkörniger der zur Verwendung kommende Farbstoff ist. Ein Hemd aus feingesponnener Seide schützt den Körper besser als grobfaseriges Leinen, könnte man sagen, wenn man den Vergleich des Farbanstriches mit menschlicher Kleidung sich zunutze machen will, mit dem Herr Hülsenkamp seinen Aufsatz anziehend zu gestalten versucht. Damit will ich nicht sagen, daß ich die Stichhaltigkeit des von Herrn Hülsenkamp angezogenen Vergleiches anerkenne.

Prof. Eibner, München.

### III.

Es scheint mir auch vom Standpunkte der Erzeuger wünschenswert, die von Herrn Reichsbahnrat Hülsenkamp ausgesprochene Ansicht zu unterstreichen, daß die ernsthaften und auf Qualitätsleistungen eingestellten Rostschutzfarbhersteller das größte Interesse an einer Klärung der Beschaffungsfrage für Schutzanstriche und an einer Säuberung des Marktes von den unzähligen „Rostschutzfarben“ haben, die heute, von mehr oder minder — meistens aber minder — berufener Seite „hergestellt“, den Markt überfluten und das Vertrauen zu allem, was Schutzanstrich heißt, zu untergraben drohen. Deshalb sind die Bestrebungen der Deutschen Reichsbahn-Gesellschaft gerade von den Firmen, die sich seit Jahrzehnten mit allem wissenschaftlichen und technischen Rüstzeug und unter Aufwendung erheblicher Mittel um die Förderung dieses in seiner volkswirtschaftlichen Bedeutung auch heute noch nicht überall genügend gewürdigten Problems bemühen, von vornherein nach besten Kräften unterstützt worden. Wir haben dabei vor allem die verständnisvolle und für einen Nichtfachmann technisch besonders einsichtige publizistische Aufklärungsarbeit Hülsenkamps — trotz gewisser Meinungsverschiedenheiten im einzelnen — dankbar anerkannt. Um so bedauerlicher ist es, daß die Bemühungen, die Beschaffung der Schutzanstriche von den einseitigen, lediglich nach — von Hülsenkamp wiederholt treffend gekennzeichneten — falschen „Billigkeitsgrundsätzen“ auf technisch und wirtschaftlich gleichermaßen gesunde Bahnen überzuleiten, noch zu keinem vollen praktischen Erfolg geführt haben. Es ist leider immer noch so, daß sehr häufig der billigste Anbieter ohne Rücksicht auf seine technische und wissenschaftliche Leistungsfähigkeit berücksichtigt wird, und daß dadurch die technisch leistungsfähigsten Hersteller, die laufend beträchtliche Mittel zur Hebung der Qualität und zur Förderung des technischen Fortschritts aufwenden, sich aber schon aus diesem Grunde und auch aus Gründen ihres Firmenrufes nicht dazu verstehen können, ihre ausreichenden Leistungen gegen unzureichende Bezahlung zu liefern, zum Nachteil des Verbrauchers von der Lieferung ausgeschlossen werden. In dieser Beziehung haben die „Zusammensetzungs-Normen“ — denn nur um solche handelt es sich vorerst — allerdings die von mancher sehr ernst zu nehmenden Seite befürchtete, dem Wunsch ihrer Urheber entgegengesetzte Wirkung gehabt. Man geht nämlich vielfach von der irrigen Meinung aus, daß durch diese Normen die Schutzfarben in jeder Beziehung quantitativ und qualitativ vollkommen definiert seien, infolgedessen „jeder das gleiche liefern“ und demzufolge beim Billigsten gekauft werden könne und müsse. Diesem Irrtum kann nicht oft genug entgegengetreten werden. Es läßt sich leicht nachweisen, daß verschiedene Farben in ihrer rein chemischen

Zusammensetzung — nämlich der Art des Farbkörpers und des Bindemittels und deren Mengenverhältnisse — vollkommen gleich und infolge der, auf langjährigen Erfahrungen und auf Fabrikationsgeheimnissen beruhenden besonderen und im einzelnen verschiedenen Herstellungsweise trotzdem in der technischen Wirkung: Ausgiebigkeit, Deckkraft, Trockenfähigkeit, Streichbarkeit und vor allem Haltbarkeit entscheidend verschieden sind, also gerade in den Punkten, die schließlich die Wirtschaftlichkeit und technische Brauchbarkeit des Anstrichstoffes ausmachen. Um einige Beispiele hierfür zu geben, erwähne ich, daß Ausgiebigkeit und Deckkraft von der Feinheit der Mahlung stark abhängig sind. Eine Farbe bei der Fabrikation dreimal über die Mühle laufen zu lassen, verursacht aber naturgemäß wesentlich höhere Gesteungskosten der Farbe, als wenn man sie nur einmal herüberlaufen läßt! Ein anderes Beispiel: Die Trockenfähigkeit der Farbe wird bewirkt durch den Zusatz von Trockenstoffen. Je nach Güte und Menge der verwendeten Trockenstoffe und je nach Art der fabrikatorischen Einverleibung in das Bindemittel der Farbe ist die Elastizität, Dehnung, Härte und Zerreißfestigkeit des Farbfilms entscheidend zu beeinflussen, alles Maßnahmen, zu deren bester Ausführung langjährige Erfahrungen gehören. Zur Erfassung dieser Faktoren reichen weder die bestehenden, noch die neuen von Herrn Reichsbahnrat Hülsenkamp bereits skizzierten „Zusammensetzungs-Normen“ aus. Sie müssen deshalb, wie zuletzt Herberts in der Farbenzeitung mit Recht erneut ausgeführt hat, so bald wie möglich durch eine Festlegung der „Ansprüche“, die an die verschiedenen Schutzfarben hinsichtlich dieser mehr physikalischen Eigenschaften gestellt werden, also durch „Güte-Normen“ ergänzt werden. Darüber sind sich auch alle Beteiligten klar. Leider sind derartige „Güte-Normen“ aber im Augenblick und auf absehbare Zeit nicht zu schaffen, weil sie das Bekanntsein und die Beherrschung von einwandfreien Schnellprüfverfahren voraussetzen, an denen zwar ernsthaft gearbeitet wird, die heute aber noch keinen Anspruch auf technisch unanfechtbare, allgemein gültige Ergebnisse erheben können.

Solange keine Güte-Normen geschaffen werden können, können die Zusammensetzungs-Normen nur beschränkt positive, in der Hauptsache aber nur negative Bedeutung haben, nämlich die, grobe Minderwertigkeit auszuschließen. Solange kann aber auch niemals trotz der Zusammensetzungs-Normen nach dem „Billigkeits-Prinzip“ eingekauft werden. Andernfalls würde gerade das Gegenteil von dem eintreten, was mit den Zusammensetzungs-Normen der Hauptverwaltung der Reichsbahn bezweckt wird. Bis auf weiteres wird man immer am „billigsten“ bei solchen Lieferanten kaufen, die durch langjährige, einwandfreie Lieferungen, durch ihre technischen und wissenschaftlichen Einrichtungen die Gewähr für Spitzenleistungen auf ihrem Erzeugungsgebiet geben und einen Namen zu verlieren haben, und zwar auch dann, wenn ihre Preise nicht die „billigsten“ sind.

Ich halte es für richtig, auf diesen Tatbestand hinzuweisen, weil — besonders bei flüchtigem Lesen — der letzte Teil der Ausführungen des Herrn Reichsbahnrat Hülsenkamp leicht mißverstanden werden könnte. Schließlich seien die Ausführungen Hülsenkamps über die bei der Einführung der neuen hochdispersen Mennige dringend gebotene Vorsicht auf Grund eigener Beobachtungen als besonders beherzigungswert bestätigt.

Dr. Luc. Wiernik,

Vorsitzender des Verbandes Deutscher Rostschutzfarben-Fabriken und des Kuratoriums des Institutes für Lackforschung des Verbandes Deutscher Lackfabrikanten.

### Erwiderung des Verfassers.

Zu den vorstehenden drei Zuschriften habe ich folgendes zu sagen:

I. Die Formel von Herrn Hofrat Ing. L. Herzka war mir, als ich 1925 zum erstenmal meine Formel aufstellte, unbekannt. Sie ist mir später erst beim Studium der Literatur begegnet, ich habe mich aber ihrer nicht bedient, weil sie mir für den Zweck des Vergleichs und bei der Unsicherheit der Ermittlung der Lebensdauer eines Anstriches zu umständlich schien.

II. Prof. Dr. Eibner wirft mir zunächst vor, daß ich seinen Standpunkt zu dem Problem der Hydrophilie des Leinöls nicht beachtet hätte, trotzdem er mir bekannt sei. Ich habe gesagt: „Leinölfarben nehmen nach den Forschungen von Prof. Dr. Eibner Wasser auf“. Prof. Eibner dagegen sagt: „Reine Leinölfilme nehmen zwar unter Quellung Wasser auf“. Ich überlasse es den Lesern, den Unterschied herauszusuchen.

Prof. Eibner rügt ferner den Vorschlag, als Höchstmaß für die Verunreinigung 2% zuzulassen, und weist auf eine Abhandlung von Palmaer hin. Es ist mir natürlich bekannt, daß die meisten Bleimennigen weniger als 1% Verunreinigungen haben, es waren aber auch solche Sorten auf dem Markt, die bis zu 2% hatten, die dafür aber auf anderem Gebiete vielleicht derartige Vorzüge haben können, daß man sie zweckmäßig nicht durch zu niedrige Grenze ausschaltete. 2% schaden auch nichts. Der Vortrag von Prof. Palmaer ist zu Unrecht angezogen. Palmaer behandelte damals die Rostungstheorie unter dem Gesichtspunkte der Bildung galvanischer Elemente in den Metallen. Da aber die fraglichen 2% Verunreinigungen mehr oder weniger neutrale Körper (Calcium-Carbonat usw.) sein dürfen, so kommen sie für die Theorie der inneren galvanischen Ketten nicht in Betracht.

Bezüglich des Gehaltes an Bleisuperoxyd übersieht Prof. Eibner, daß es sich bei den 30% um einen Mindestgehalt handelt. Er ist als solcher gewählt, um wiederum auch der alten Handelsmennige den Weg nicht zu verschließen. Außerdem ist es fraglich, ob der Wert der Bleimennige mit einem Gehalt von mehr als 30%  $PbO_2$  noch wesentlich steigt, da die theoretisch erreichbare obere Grenze 35% ist.

In den nächsten Absätzen meint Prof. Eibner, daß ich mich bei meiner Kritik des hohen Ölgehaltes der feinkörnigen Bleimennigen irre, und ver-

weist auf eine Abhandlung, die er gemeinsam mit W. Laufenberg in der Zeitschrift „Farbe und Lack“ 1927, Nr. 29 u. 30, verfaßt hat.

Wenn ich von den möglichen Nachteilen des hohen Ölgehaltes gesprochen habe, so dachte ich zunächst an das höhere Verhältnis zwischen Leinöl und Farbkörper. Es ist doch wohl klar, daß eine Farbe mit 28 T. Leinöl und 72 T. Bleimennige (Verhältnis 1:2,6) zum mindesten in der ersten Zeit des richtigen Durchtrocknens weicher und empfindlicher sein muß, als eine solche mit 16 T. Leinöl und 84 T. Bleimennige (Verhältnis 1:5,2). Bei der alten Handelsmennige wurde gegenüber den sonstigen Rostschutzfarben die außerordentliche Härte, die selbst dem Sandstrahl mitunter trotzte, als die hauptsächlichste Ursache des hervorragenden Rostschutzes angesehen. Diese Härte beruht sicher nicht zum geringsten auf dem spezifisch niedrigen Ölgehalt der alten Mennige. Herrn Prof. Eibner kommt es mehr auf den absoluten Gehalt an Leinöl auf der Flächeneinheit des Anstrichs an. In der angeführten Abhandlung vergleicht er

- a) eine grobkörnige Mennige, die auf 100 G.-T. Mennige 20 G.-T. Leinöl braucht und  
b) eine feinkörnige mit 100 T. Mennige und 40 T. Leinöl.

Auf 100 G.-T. kommen also

bei a) 83,3 kg Mennige und 16,7 kg Leinöl,  
bei b) 71,4 kg Mennige und 28,6 kg Leinöl.

Errechnet man sich hieraus durch Teilung mit den spezifischen Gewichten die spezifischen Volumina, so erhält man:

$$\text{bei a) } \frac{83,3}{8,5} + \frac{16,7}{0,9} = 9,8 + 18,6 = 28,4$$

$$\text{bei b) } \frac{71,4}{8,5} + \frac{28,6}{0,9} = 8,4 + 31,8 = 40,2.$$

Die beiden Volumina verhalten sich also wie 28,4:40,2 = 1:1,4.

Nach Eibner und auch nach Angaben der Firma Goldschmidt, deren Erzeugnis von Eibner hier zugrunde gelegt ist, verhalten sich aber die Mengen wie 1:2,3.

Das ist m. E. nur möglich, wenn in den hochfeinen Teilchen der Goldschmidtschen Mennige außergewöhnlich viel Luft eingeschlossen ist, die beim Vermengen und Abreiben nicht entwichen ist oder nicht entweichen konnte.

Die Ausgiebigkeit der verschiedenen Mennigen hängt, wenn man gleich dicke Farbschichten erzielen will, lediglich von dem Volumen ab. Die Ausgiebigkeiten zweier Bleimennigen, deren Volumen sich wie 1:2,3 verhalten, werden also in demselben Verhältnis stehen. Bei den praktischen Versuchen, die Eibner angestellt hat, hat sich dies, wie man sieht, auch bestätigt, er findet für die Ausgiebigkeit der Goldschmidtschen Bleimennige den 2,2fachen Betrag derjenigen der Handelsmennige. Eibner stellt nun fest, daß hiernach also auf 1 m<sup>2</sup> gestrichener Fläche bei gleicher Schichtdicke lagern:

- bei a) 107 g grobkörnige Mennige und 21,7 g Leinöl und  
bei b) 41 g feinkörnige Mennige und 16,4 g Leinöl.

Daß das ein Nonsens ist, erkennt man sofort. Bei dem geringen Unterschiede im spezifischen Gewicht der grobkörnigen und feinkörnigen Mennige können die beiden Mengen zu a) und b) bei dem erheblichen Gewichtsunterschied zwischen 107 g und 41 g und zwischen 21,7 g und 16,4 g nur dann gleich sein, wenn man es bei b) mit einem schäumigen Gebilde zu tun hat. Und das scheint der Fall zu sein. Ich gebe zu, daß Herr Prof. Eibner Recht hat, daß die absoluten Mengen an Leinöl bei b) etwas kleiner sind. Wenn Herr Prof. Eibner das für einen Vorteil hält, so will er damit sagen, daß durch die kleinere Leinölmenge ein kleinerer Wasserspeicher vorhanden ist, er übersieht aber, daß dieser kleinere Wasserspeicher durch den Luftpfeilschluß erst recht ein Schwammgebilde geworden ist. Aus diesen Überlegungen erklären sich auch die z. T. vorliegenden, in meiner Abhandlung von mir erwähnten schlechten praktischen Erfolge. Ich glaube auch hierin eine Begründung dafür zu haben, daß diese feinkörnige Mennige auf Glasplatten gestrichen nach einiger Zeit Luftbläschen durchscheinen läßt, wie sie von ernsthafter Seite festgestellt worden sind. Die in der Farbenzeitung 1927, Heft 12, veröffentlichte Abhandlung von Herbert Rahder, Berlin, befaßt sich auch mit dieser Frage und zeigt in zwei Bildern das Ergebnis der Lösnerschen Kochprobe mit alter und mit neuer hochfeiner Mennige. Hier ist deutlich zu erkennen, daß die Zerstörung bei der hochdispersen Mennige bedeutend weiter gegangen ist. Der Vorwurf des Irrtums in der Beurteilung des Ölverbrauchs grob- und feinkörniger Mennige scheint mir hiernach unbegründet zu sein.

Der Ansicht Eibners, daß der Eisenschutz um so vollständiger ist, je feinkörniger der zur Verwendung kommende Farbstoff ist, schließe ich mich vollkommen an, den Standpunkt habe ich auch stets vertreten. Wenn ich aber zwei Mennigen gleicher Feinkörnigkeit und von gleichen sonstigen Eigenschaften habe, so halte ich es für richtig, derjenigen den Vorzug zu geben, die den kleineren Ölverbrauch hat.

Es ist selbstverständlich, daß der Grad der Feinkörnigkeit eines Farbstoffs einen Einfluß auf den Ölverbrauch hat, aber nicht allein die Feinkörnigkeit, sondern auch die Form und Oberfläche des einzelnen Teilchens. Das Herstellungsverfahren spielt hierbei eine wesentliche Rolle. Bei der Herstellung der Goldschmidt-Mennige handelt es sich um ein Sublimationsverfahren, die Teilchen sind sehr zackig und zerrissen. Das kann man im Mikroskop schon bei 400facher und noch deutlicher bei 700facher Vergrößerung erkennen. Die feinkörnige Bleimennige der Düsseldorfer Farbwerke Müller, wie sie die Carl Diederichs & Co. G. m. b. H., Düsseldorf, verwendet, hat im Gegensatz dazu ein rundes geschlossenes Korn von mindestens demselben Feinheitsgrade. Da die Kornfeinheit dieser von mir zum Vergleich herangezogenen Mennige<sup>1)</sup> angezweifelt

wird, gebe ich hier zur Erhärtung meiner Behauptung aus dem Gutachten von Eibner vom 6. Oktober 1927 (Brief Nr. 11/112) über die hochfeine Bleimennige Müller folgendes wieder:

„Hinsichtlich Feinheit und Gleichmäßigkeit des Kornes wird dieses Produkt von keinem der zurzeit im Handel befindlichen diesseits bekannten Fabrikate hochdispenser Mennige übertroffen.“

Prof. Dr. K. Arndt, Berlin, bekräftigt diese Feststellung in seinem Gutachten vom 21. Januar 1928 wie folgt:

„Ich habe sie unter dem Mikroskop beschaut. Dabei erschienen mir die Teilchen der „Tego“<sup>2)</sup> im allgemeinen größer und kantiger als die der „Müller“-Mennige. Auch zwei andere Herren, welche gerade anwesend waren, deuteten das, was sie sahen, ebenso. Von jeder Sorte habe ich mehrere Probchen untersucht.“

Trotzdem erfordert diese Mennige nicht mehr als 18% Leinöl.

III. Wenn ich Dr. Wiernik recht verstehe, will er die in meiner Abhandlung erwähnten Normungen der Farbenzusammensetzung nur als Übergang bis zur Erstellung der von Dr. Kurt Herberts geforderten Gütenormen gelten lassen. Ich muß dem unbedingt zustimmen, glaube aber leider, daß die Übergangszeit noch recht lange — etwa 10 Jahre — dauern wird, so daß es sich zunächst lohnt, zur Abwendung des Allerschlimmsten sich jetzt erst einmal mit den Zusammensetzungsnormen zu befassen, d. h. zu typisieren. Auch den übrigen Vorschlägen Wierniks, die meine Bestrebungen zur Förderung der Qualitätsleistung ja nur ergänzen, stimme ich zu.

Hülsenkamp.

Wir schließen hiermit die Aussprache. Die Schriftleitung.

### Personalnachrichten.

**Deutsches Reich.** Reichsbahn-Gesellschaft. Versetzt: die Reichsbahnoberräte Markert, Vorstand des R. B. A. Kassel 2, als Mitglied zur R. B. D. Köln und Klensch, Mitglied der R. B. D. Ludwigshafen (Rhein), als Werkdirektor zum R. A. W. Kaiserslautern, die Reichsbahnräte Ernst Greve, Werkdirektor des R. A. W. Oldenburg, als Werkdirektor zum R. A. W. Osnabrück, Heydemann, Leiter einer Abteilung beim R. A. W. Wittenberge, nach Leinhausen als Leiter einer Abteilung beim dortigen R. A. W., Pfaff, bisher bei der R. B. D. Frankfurt (Main), zur R. B. D. Mainz und Leimbach, bisher bei der R. B. D. Würzburg, zur R. B. D. Regensburg, der Reichsbahnbaumeister Neumann, bisher bei der R. B. D. Trier, zum R. Z. A. in Berlin, sowie der Reichsbahnassessor Dr. jur. Rabes, bisher bei der R. B. D. Essen, zur R. B. D. Breslau.

Ausgeschieden: Reichsbahnoberrat Kießling, Mitglied der R. B. D. Köln, infolge Ernennung zum Ministerialdirektor im preußischen Finanzministerium.

Gestorben: Reichsbahnamtmann Glauche beim bautechnischen Bureau der R. B. D. Dresden.

Namenänderung: dem Reichsbahnrat Friedrich Richter bei der R. B. D. Trier ist vom sächsischen Ministerium des Innern die Ermächtigung erteilt worden, fortan den Familiennamen Richter-Devroe zu führen.

**Preußen.** Ernannt sind: zu ordentlichen Professoren an der Technischen Hochschule Berlin der Abteilungsvorsteher in der preußischen Versuchsanstalt für Wasserbau und Schiffbau in Berlin Professor Dr.-Ing. Fritz Horn und der Observator am Geodätischen Institut in Potsdam Dr. Erich Brennecke.

Versetzt sind: die Regierungsbauräte (W.) Treplin vom Hafenbauamt in Pillau an das Wasserbauamt in Kiel und v. Hanffstengel vom Wasserbauamt in Kiel an das Vorarbeitenamt in Senftenberg i. L.; — die Regierungsbaumeister (W.) Prött vom Kanalbauamt in Magdeburg als Streckenbauleiter nach Elbau, Seggelke von der Bauleitung Hohenwarthe (Neubauamt Kanalabstieg in Magdeburg) an das Hafenbauamt in Pillau und Thiel vom Hafenbauamt in Kolberg an das Wasserbauamt in Husum.

Überwiesen ist unter Wiederaufnahme in den Staatsdienst: der Regierungsbaumeister (W.) Heinrich Backhaus dem Wasserbauamt in Eberswalde.

Die Staatsprüfung hat bestanden: der Regierungsbauführer Albert Meyer (Straßen- und Wasserbau).

Gestorben: der Regierungs- und Baurat A. Benfer in Siegen, früher Vorstand der Eisenbahn-Betriebsinspektion daselbst.

<sup>1)</sup> Mit einer solchen feinkörnigen Mennige mit 18 bis 24% soll die R. B. D. Hannover gute Erfahrungen gemacht haben.

Die Schriftleitung.

<sup>2)</sup> „Tego“ ist die hochdisperse Bleimennige der Firma Theodor Goldschmidt, Essen.

**INHALT:** Die Erneuerung der Überbauten der Oderbrücke bei Frankfurt a. d. O. Im Gleis Frankfurt-Reppen. — Der Bau des Sulgenbachstollens in Bern. (Schluß). — Über den Widerspruch in den Grundlagen der Coulombschen Erddruck-Theorie. — Vermischtes: Inhalt von Der Neubau, Halbmonatsschrift für Baukunst, Wohnungs- und Siedlungswesen — Ergebnis des Schinkel-Wettbewerbs. — Straßenbahn-Ausstellung in Essen. — Wettbewerb zum Neubau der Hochzoller Straßenbrücke. — Festigkeitsversuche mit Vianini-Röhren. — Vom Eisenbetonbau in Frankreich. — Zuschriften an die Schriftleitung. — Personalnachrichten.