

DIE BAUTECHNIK

16. Jahrgang

BERLIN, 25. Februar 1938

Heft 8

Alle Rechte vorbehalten.

Die Schillbrücke bei Wesel.

Von Stadtbaurat Hanns Klose, Wesel.

Die letzte Straßenbrücke über den Rhein im Deutschen Reich ist die 1914 bis 1918 erbaute Rheinbabnbrücke zwischen Wesel und Büderich. Sie liegt im Zuge der Reichsstraße 58 und vermittelt den Verkehr zwischen dem links- und rechtsniederrheinischen Gebiet. Wenn jemand, von Wesel kommend, diese Brücke überschreiten will, hat er erst die Lippe zu überqueren. Über diese führte früher in dem gleichen Straßenzuge eine 1895 erbaute eiserne Brücke (Abb. 1), deren Fahrbahnbreite nur 5 m betrug und deren Gesamtkonstruktion einer Belastung von nur 5,5 t Achsdruck Rechnung trug. Hinzu kam, daß die zwischen Lippe- und Rheinbrücke befindliche starke S-Kurve den Verkehr stark gefährdete und sehr viele Opfer forderte.

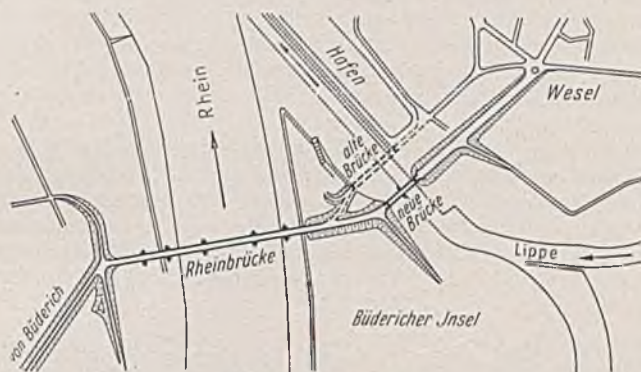


Abb. 1. Lageplan.

Aus den erwähnten Gründen entschloß sich der Zweckverband der Rheinbrücke Wesel—Büderich, einen neuen Straßenzug herzustellen. Es lag natürlich nahe, diesen Straßenzug in Verlängerung der Achse der Rheinbrücke zu führen. Verkehrstechnisch vielleicht die beste Lösung, doch mußte aus städtebaulichen Erwägungen heraus ein Kreuzungspunkt im Zitatellengelände (s. Abb. 1) berücksichtigt werden, von dem aus die Rampe nach der neu zu errichtenden Lippebrücke hin geschüttet werden mußte. Für die Schüttung der beiden Rampen, die einschließlich Brückenbauwerk eine Länge von 750 m aufweisen — von denen 100 m auf das



Abb. 2. Förderbrücke zur Schüttung der Rampen.

eigentliche Brückenbauwerk entfallen — waren 150 000 m³ Erde erforderlich. Diese Erdmengen waren in der näheren Umgebung nicht ohne weiteres zu erhalten. Abgrabungen, die im Jahre 1934 durch die Rheinstrombauverwaltung auf der linken Rheinseite vorgenommen wurden, lieferten erst die notwendigen Bodenmassen, die über die Rheinbrücke gefördert und zum größten Teil noch über die Lippe mittels einer besonderen hölzernen Förderbrücke von 14 m Höhe (Abb. 2) für die auf der Weseler Seite zu schüttende Rampe gebracht werden mußten. Der gesamte Straßenzug erhielt ein gleichmäßiges Gefälle von der Büdericher

Seite von 0,68‰. Die Rampen weisen eine Kronenbreite von 15 m und eine Böschung von 1:2 in Anbetracht des Überschwemmungsgebietes auf; außerdem erhielt jede Rampe noch eine Stichrampe. Die Fahrbahnbreite beträgt 7,50 m. Beiderseits sind Radfahrwege von je 1,50 m und Bürgersteige von 1,75 m angeordnet. Grünstreifen von 0,50 m Breite begrenzen die Rampen. Während die Schüttung der Rampen 1934 durchgeführt werden konnte, wurde das Jahr 1935 dazu benutzt, um die fehlende Finanzierung sicherzustellen. August 1936 konnte mit dem Bau des eigentlichen Brückenbauwerkes begonnen werden. Bei einer Gesamtspannweite von 100 m waren zwei lichte Öffnungen von je 48,5 m zu überwinden.

Für die Wahl der Konstruktion war bestimmend, daß sie sich stillvoll in das Gelände einfüge und den Blick unbehindert über die Landschaft des

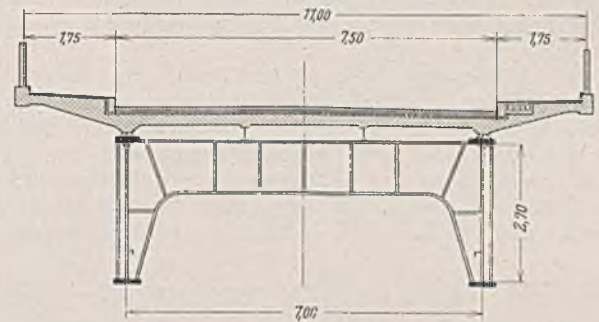


Abb. 4. Querschnitt der Brücke.

Niederrheins schweifen lasse. Es kam somit lediglich eine Konstruktion in Frage, die völlig unter der Fahrbahn angebracht werden konnte, und so entschloß man sich nach Kritik verschiedener Entwürfe für zwei Stahl-Hauptträger von 2,70 m Höhe als Balken auf drei Stützen (Abb. 3). Die eigentliche Fahrbahnplatte in einer Breite von 7,50 m und mit je 1,75 m auskragenden Fußwegen, in Eisenbeton hergestellt, wird außer den beiden Hauptträgern von zwei Längsträgern getragen (s. Querschnitt, Abb. 4). Die gesamte Konstruktion war zur Ausführung als geschweißte Konstruktion bestimmt worden.

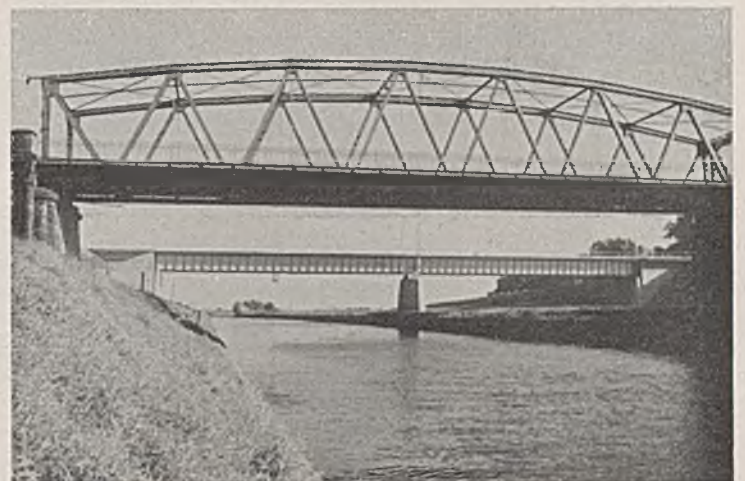


Abb. 3. Alte und neue Lippebrücke.

Der Bodenaushub wurde unter Wasser in umpundeter Baugrube (System Larssen Profil 2a von 7,40 m Länge) vorgenommen. Als Gründung wurde Unterwasserschüttbeton i. M. 1:8 gewählt. Es galt hierbei, den Beton unter Wasser so einzubringen, daß er einmal dicht genug wurde, um dem Wasserauftrieb von unten gewachsen zu sein, zum andern sich möglichst wenig mit dem in der Baugrube vorhandenen Wasser vermischte. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß für die Widerlager bzw. den Pfeiler Baugruben im Umfange von 13,5 × 5,89 bzw. 7,12 m vorgesehen waren, die nur von zwei gleichzeitig arbeitenden Mischaggregaten

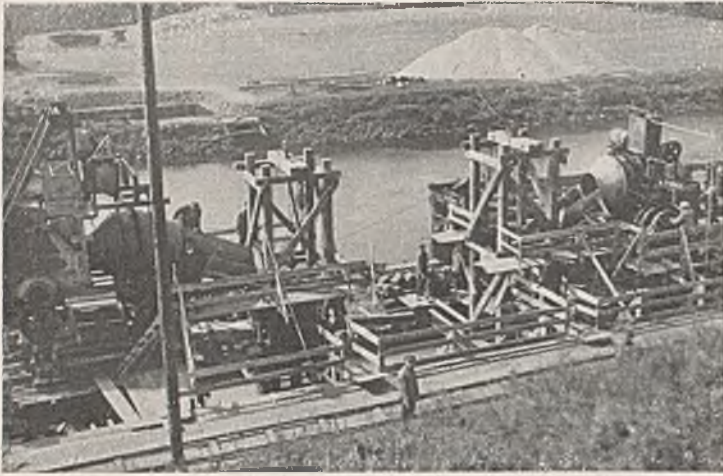


Abb. 5. Einbringen des Unterwasserschüttbetons.

beschickt werden konnten. Als Mischgut wurde ein sehr zähflüssiger Beton verwendet, der zur Erzielung einer großen Dichtigkeit aus Traß-Zement und feinem Kies bestand. In ununterbrochener Mischfolge konnten Pfeiler und Widerlager, jedesmal in einer Schichtdicke von von 2,55 m den Unterwasserschüttbeton ohne Störung zugeführt erhalten, und die später abgedrückten Probewürfel zeigten ein äußerst befriedigendes Ergebnis (Abb. 5).

War der Wasserstand während der Ausführung dieser Arbeiten einigermaßen günstig, mußte bald darauf wegen eintretenden Hochwassers die Arbeit auf einige Zeit eingestellt werden. Bei Wiederaufnahme der Arbeit wurde dann nach der Einschalung der aufgehende Beton i. M. 1 : 8 für Pfeiler und Widerlager sowie der Eisenbeton i. M. 1 : 5 für Auflagerbänke eingebracht. Schalungsrauh macht sowohl die Ausführung der Pfeiler als auch der Widerlager einen äußerst befriedigenden Eindruck.

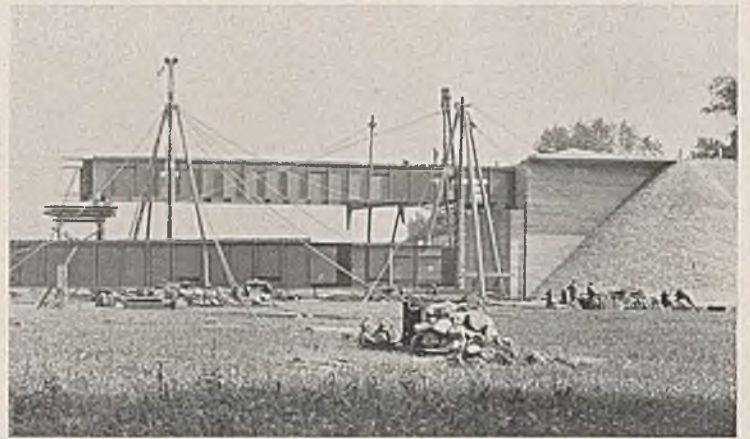


Abb. 6. Montage der Stahlkonstruktion.

Eine Belastungsprobe, ausgeführt von 2 je 18-t-Dampfwalzen, zeigte eine Durchbiegung der Hauptträger von nur 9 mm im Gegensatze zur errechneten Durchbiegung von 26,8 mm.

Da sich die Dämme inzwischen genügend gesetzt hatten, konnte anschließend an das Brückenbauwerk die Befestigung der Rampen sofort endgültig vorgenommen werden. Sie wurde ausgeführt als Ruhrkohlen-sandsteinpacklage mit 8 cm dicker Basaltschotterschicht und einer 140 kg schweren Mischmakadamdecke aus Hochofenschlacke.

Die Brückenfahrbahn, deren Herstellung Abb. 7 verdeutlicht, erhielt Kleinpflaster aus schlesischem Granit, in 3 cm dicker Sandlage versetzt. Die Fugen wurden mit Bitumen vergossen, während für die Gehwege Asphaltbelag von 3 cm Dicke gewählt wurde. — Die Gesamtkosten des Straßenzuges einschließlich Beleuchtungsanlage belaufen sich auf 530 000 RM, wovon auf das eigentliche Brückenbauwerk rd. 240 000 RM entfallen.

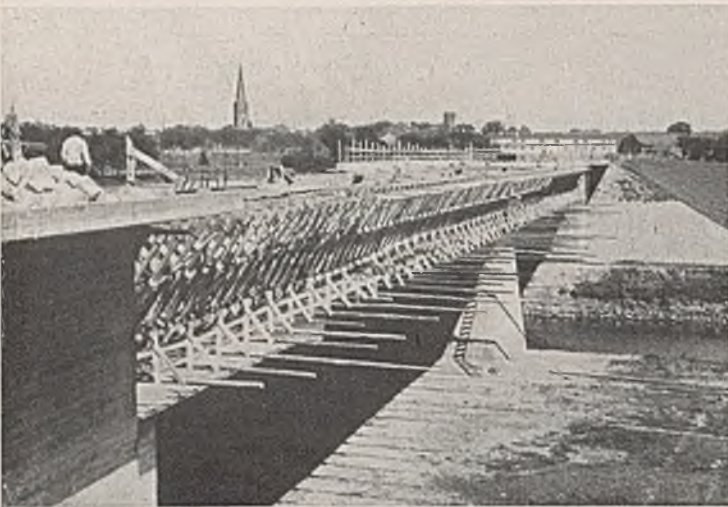


Abb. 7. Ansicht der Brücke nach Einschalung der Fahrbahntafel.

Der Antransport der Stahlkonstruktion geschah auf dem Wasserwege, und zwar wurde jeder Hauptträger in drei Teilen von je 30 t Gewicht angefahren. Die in der Werkstatt ausgeführten Schweißnähte wurden dortselbst von der Eisenbahndirektion Essen geprüft und abgenommen, während die Hauptnähte, die auf der Baustelle noch zu schweißen waren (Abb. 6), an Ort und Stelle geröntgt und die Filme später dem Staatlichen Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem zur Untersuchung eingesandt und dort für technisch einwandfrei erachtet wurden.



Abb. 8. Ansicht der Schillbrücke nach Fertigstellung.

Die Finanzierung wurde von dem Herrn Generalinspektor für das deutsche Straßenwesen, dem Preußischen Staat, dem Ruhrstedlungsverband und dem Zweckverband für die Rheinbrücke Wesel—Büderich gemeinsam getragen. — An der Baustelle selbst konnten 18 000 Tagewerke getätigt werden. Der Materialverbrauch belief sich auf 3200 m³ Kies, 17 000 Sack Zement und 335 t Stahl.

In Erinnerung an die in Wesel gefallenen Schillschen Offiziere erhielt die neue Lippebrücke (Abb. 8) den Namen „Schillbrücke“.

Alle Rechte vorbehalten.

Die Neubauten der Leipziger Technischen Messe.

Von Dipl.-Ing. Rolf Boyne, Leipzig.

Zur Frühjahrsmesse 1938 (6. März bis 14. März) werden auf dem Ausstellungsgelände der Großen Technischen Messe und Baumesse am Völkerschlachtdenkmal verschiedene Neu- und Erweiterungsbauten fertiggestellt sein, die einen wesentlichen Fortschritt im Gesamtausbau des Leipziger Ausstellungsgeländes bilden (Abb. 1). Dem Gesamtausbau liegt ein Plan zugrunde, der in einem großen Modell dem Führer vorgelegen und seine Billigung gefunden hat (Abb. 2). Abb. 2a zeigt ein Luftbild der gesamten Anlage. Die Schwierigkeiten, den Messebauten auf dem Ausstellungsgelände heute ein einheitliches architektonisches Aussehen zu geben, sind nicht unbedeutend. Die einzelnen Messehallen sind als

reine Zweckbauten jeweils aus den augenblicklichen Bedürfnissen und Erfordernissen heraus in den Nachkriegsjahren entstanden, ohne daß eine großzügige Planung die einzelnen Ausbaustadien bestimmte.

Die Finanzierung der Leipziger Messebauten geschieht ohne Inanspruchnahme öffentlicher Mittel; die zur Durchführung der Neubauten erforderlichen Gelder werden von den an der Messe interessierten Firmen und Industriegruppen selbst aufgebracht. Die räumliche Ausdehnung der Leipziger Messebauten ist somit ein weithin sichtbares Zeichen für eine gesunde aufstrebende Wirtschaft. Die Große Technische Messe und Baumesse, die bisher bereits die größte regelmäßige Schau technischer Er-

zeugnisse in der gesamten Welt war, wird zum Frühjahr 1938 um 15 bis 20% verstärkt in Erscheinung treten. Die von den alten und neuen Messehallen bedeckte Fläche auf dem insgesamt 402 000 m² großen Ausstellungsgelände erhöht sich damit auf 136 000 m². Zu den bereits bestehenden 18 Hallen treten zwei völlig neue Hallen hinzu: Halle 20, die ausschließlich zur Ausstellung von Werkstoffen bestimmt ist, sowie Halle 21 a, in der im Anschluß an die Halle 21: Motoren, wärmetechnische Anlagen und Geräte, Klimaanlage und Armaturen gezeigt werden. Das Haus der Elektrotechnik erhält durch einen neuen Hallenbau, der südlich an den vorhandenen Bau anschließt, eine beträchtliche Erweiterung. Der Ausbau der Halle 11 erstreckt sich auf den westlichen Flügel. Die verschiedene Jahre hindurch unbenutzt gebliebene Halle 14 wurde durch großzügige Bauarbeiten im Innern wieder für Ausstellungszwecke mit herangezogen. Die Gleisanlage auf dem Ausstellungsgelände wurde ebenfalls ausgebaut.

Neubau Halle 20.

Die beiden neuen Hallen 20 und 21 a schließen die bisher bestehende Baulücke zwischen der Baumessehalle 19 und der Halle 21 und schaffen eine geschlossene Hallenfront zur Reitzenhainer Straße hin. Mit dem Ausbau der rd. 245 m langen Front an der Reitzenhainer Straße wurde bereits im Oktober 1929 begonnen, jedoch konnte damals im Anschluß an die Halle 19 lediglich ein 80 m langes Hallenstück (das bisher die Nummer 20 trug und jetzt zusammen mit der Baumessehalle 19 ebenfalls die Ziffer 19 trägt) fertiggestellt werden. Der ursprüngliche Gedanke eines rd. 245 m langen einheitlichen Hallenbaues wurde jetzt fallen gelassen, und zwar deswegen, weil es sich als zweckmäßig erwies, den Mittelteil als eigene Halle auszubilden. Diese neue Halle schafft eine besondere Achse auf die Halle 7 zu, vor der auf den jetzigen Freiflächen ein neuzeitlicher Kopfbau durch die Deutsche Arbeitsfront errichtet wird. Damit erhält das Leipziger Ausstellungsgelände eine neue Eingangsachse von der Reitzenhainer Straße her, während der bisherige Haupteingang im Zuge der Straße des 18. Oktober lag.

Entsprechend einer sparsamen Stahlverwendung wurde für die neue Halle 20 eine Eisenbetonkonstruktion gewählt, während das Hallendach, das in stützenfreier Konstruktion einen Raum von 51 x 119 m zu überspannen hat, eine Stahlkonstruktion erhielt. Die Halle wird umschlossen von 24 rd. 19 m hohen Hallenpfeilern von 1,0 x 1,5 m Querschnitt, wobei die Felder zwischen den Stützen vollwandig ausgemauert werden. Alle Pfeiler sind in die Fundamente eingespannt und nehmen die Dach- und Windlasten auf. Der Umschließungsbalken in 19 m Höhe, ein waagerechter Rahmen von 1,0 x 1,5 m Querschnitt, hat die Aufgabe, die hohen Pfeiler untereinander auszusteifen und vor allen Dingen auch die Windkräfte, die auf die Giebelwand auftreffen, aufzunehmen. Für den gleichen Zweck wurden zwischen den Stützen in geringerer Höhe eingezogene Eisenbetonbalken vorgesehen. Der Kopfbau der Halle 20 springt nach der Reitzenhainer Straße zu von der Bauflucht der Hallen 19 u. 21 a um 22 m vor und wird in Werksteinverblendung ausgeführt (Abb. 3). — Auf dem oberen Umschließungsbalken in 19 m Höhe liegt die stählerne Dachkonstruktion auf, und zwar sind die Auflagerpunkte der Dachbinder jeweils über den Hallenpfeilern angeordnet. Überspannt wird die Halle von sechs Normalfachwerkbindern sowie vier Endbindern von 50 m Spannweite und 2,5 m

Abb. 2. Modell des Ausstellungsgeländes der Großen Technischen Messe und Baumesse.

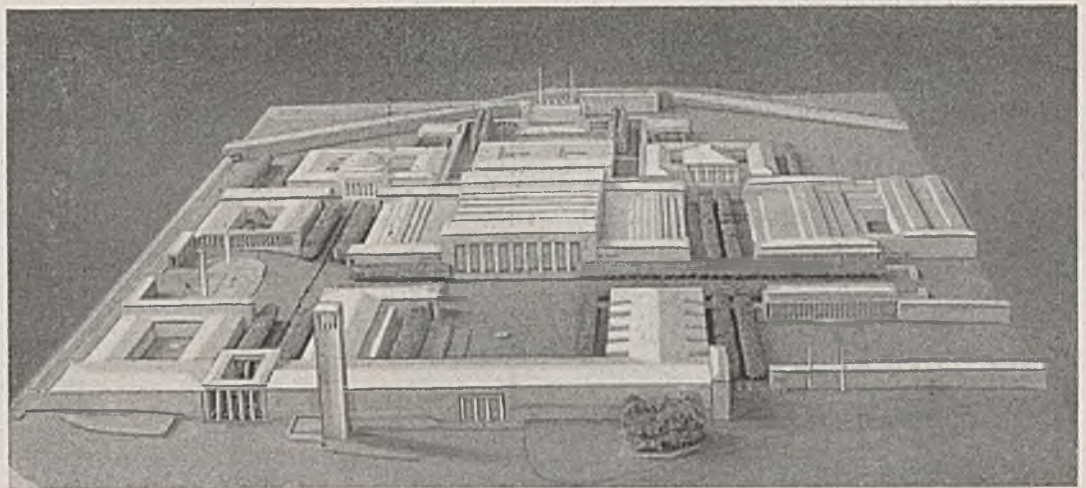


Abb. 2a. Luftbild des Ausstellungsgeländes. Die neuen Hallen sind bereits eingetragen.

Hansa-Luftbild, freigegeben durch Prüfstelle für Luftbilder im R.L.M. laut Verfügung vom 7. März 1936.

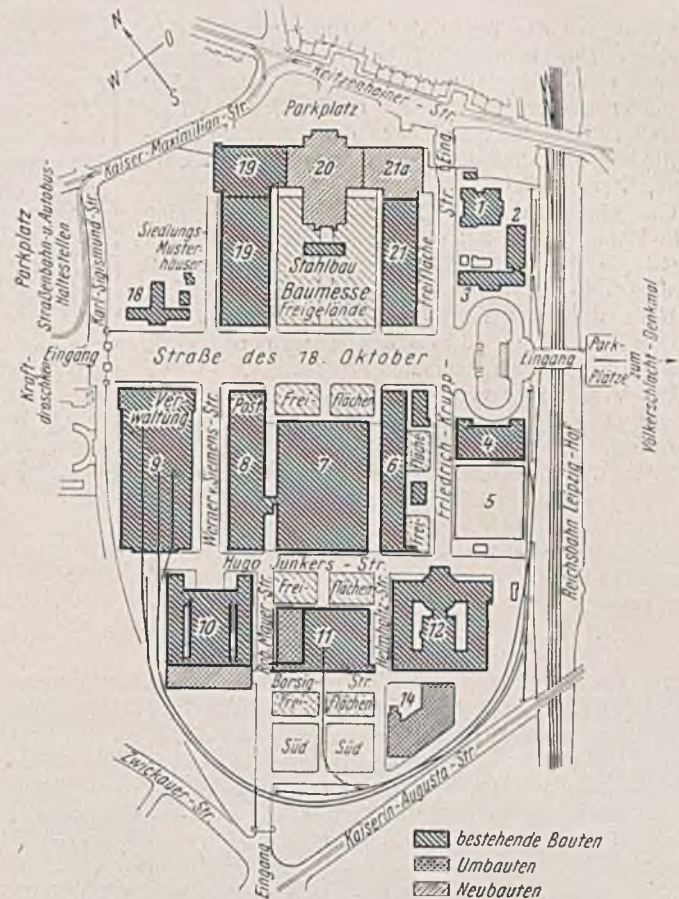
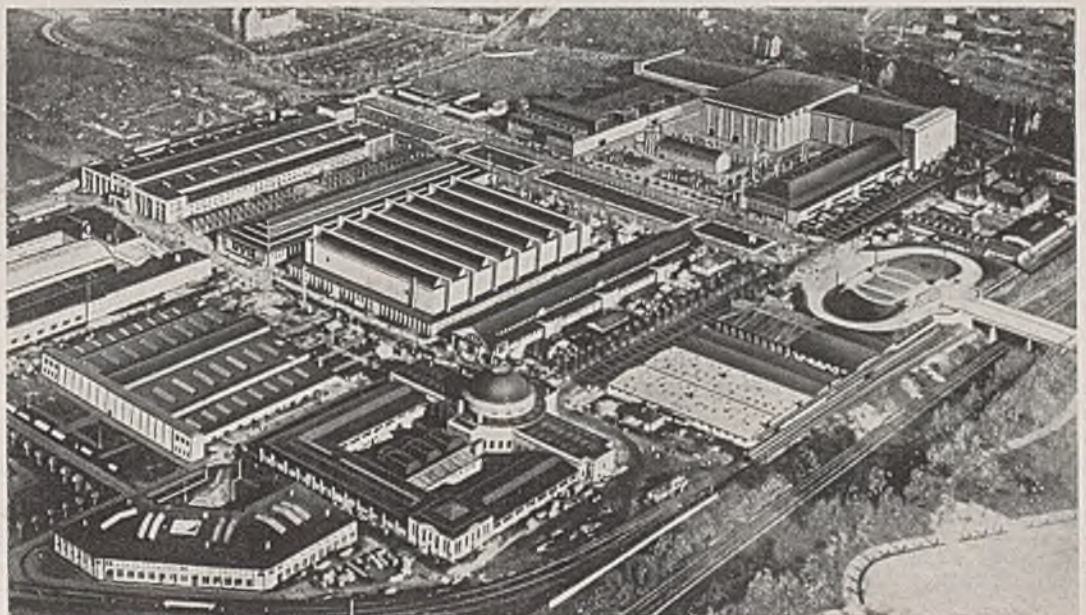


Abb. 1. Übersichtplan der zur Frühjahrsmesse 1938 ausgeführten Neu- und Erweiterungsbauten.

Systemhöhe an der Traufe und 5,0 m Systemhöhe in der Mitte. Die Hauptdachpfetten nehmen das Doppelpappdach von 55 kg/m² auf und sind in 2,9 bzw. 4,5 m Entfernung angeordnet und als durchlaufende Träger konstruiert. Über die Einzelheiten der stählernen Dachkonstruktion wird demnächst ein besonderer Aufsatz im „Stahlbau“ erscheinen.

Für einwandfreie Lichtverhältnisse wurde eine Oberlichtkonstruktion mit dem Ausmaße von 27 × 75 m Grundfläche gewählt. Die Belichtung der Halle 20 geschieht also nicht von den Seitenwänden aus, da die Halle fensterlos ist. Die Rabitzdecke und das Zwischenoberlicht in 19 m Höhe werden von einer Trägerkonstruktion aufgenommen.

Die Verbindung von der Halle 20 zur Halle 19 und zur Halle 21a wird durch zwei Zwischenbauten hergestellt, für die eine Stahlskelettkonstruktion gewählt wurde. Der Zwischenbau zwischen Halle 19 und 20 ist rd. 21,3 m lang und 53,5 m breit, der Bau zwischen Halle 20 und 21a rd. 18,3 m lang und 53,6 m breit. In der gleichen Weise wurde die Halle 21a mit der bestehenden Halle 21 durch einen 44,0 × 11,0 m großen Zwischenbau verbunden.

Neubau Halle 21a.

Um ein einheitliches architektonisches Bild von der Reitzenhainer Straße her sicherzustellen, konnte für die Halle 21a entsprechend der Halle 19 nur eine Stahlkonstruktion in Frage kommen. Die Hallenausmaße betragen rd. 52,6 × 86,4 m. Die sechs Haupttrahnenbinder, die bei einer Höhe von 15,3 m an der Traufe eine Höhe von 16,3 m am First aufweisen, haben eine Stützweite von 51 m. Im Gegensatz zur früheren Halle 20 (jetzt Halle 19), deren Binder als vollwandige Balken auf zwei Stützen ausgebildet sind, sind die Rahmenbinder der Halle 21a als Zweigelenkbogen berechnet¹⁾. Als Dacheindeckung wurde die Leipziger Decke gewählt (Abb. 4)



Abb. 3e. Seitlicher Blick in die Halle 20.

Über die Einzelheiten der Dachkonstruktion wird demnächst ein besonderer Aufsatz im „Stahlbau“ erscheinen.

Das Aufrichten der Rahmenbinder, deren Gewicht rd. 50 t betrug, ging derart vor sich, daß an beiden Seiten die je 14 t schweren Stützen mit Hilfe eiserner Schwenkmaste für sich hochgezogen wurden und daß der rd. 22 t schwere Riegel danach eingeführt wurde. Erwähnenswert ist, daß die Binder der alten Halle 20, die zur Frühjahrsmesse 1930 fertiggestellt wurde, ein Gewicht von 62 t aufweisen. Für den Bauingenieur bilden die einzelnen auf der Leipziger Messe fertiggestellten Hallenbauten, die zu den größten Europas gehören, überhaupt einen dankbaren Gegenstand der Betrachtung, da ihr Studium den bautechnischen Fortschritt klar herausstreut läßt.

Die Halle 21a und der Zwischenbau zur Halle 20 sind teilweise unterkellert. Untergebracht sind hier neben verschiedenen Zweckräumen vor allem die Heizungs- und Lüftungsanlage. Für die Heizung wurde vorgesehen, daß die beiden Hallen 20 und 21a bei -10° C Außentemperatur auf +15° C im Raum erwärmt werden können. Die Lüftungsanlage soll

¹⁾ Vgl. Bautechn. 1930, Heft 24: C. Kersten, Die neue Halle 20 der Leipziger Baumesse.

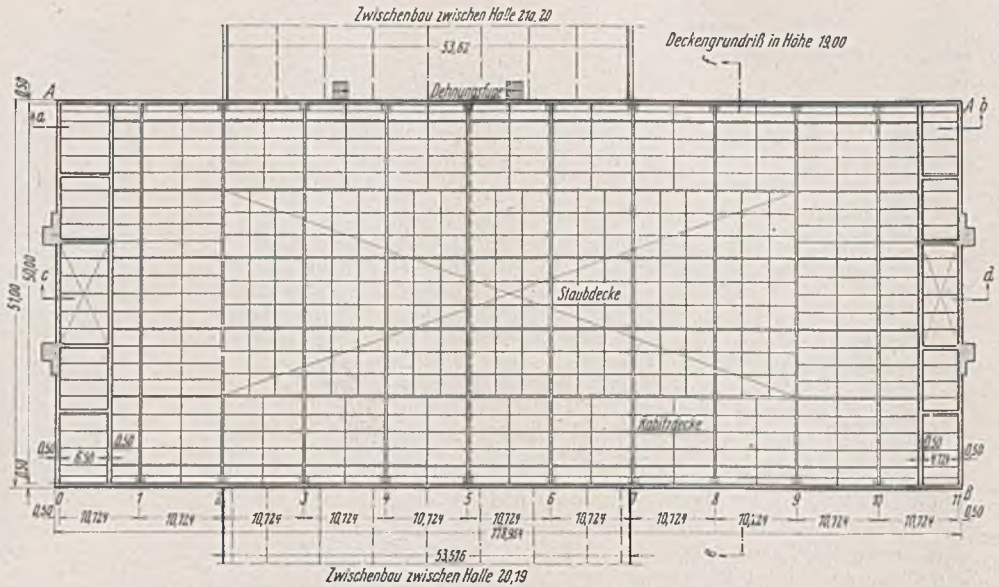


Abb. 3a. Grundriß der Halle 20 in 19 m Höhe.

einerseits die Luft durch Abführung der Gerüche erneuern und verbessern, andererseits aber auch die Überhitzung der Hallen durch Menschenmassen unterbinden. Eine eigentliche Kühlung der Hallen gegen von außen eindringende Wärme erübrigte sich bei der in Frage kommenden Benutzungszeit im Frühjahr und Herbst. Dagegen mußte eine Befeuchtungsmöglichkeit der Luft für den Fall vorgesehen werden, daß kalte Luft erwärmt in den Raum geblasen wird, da bei diesem Vorgang die relative Luftfeuchtigkeit sonst auf ein unerträglich tiefes Maß absinken würde. Zum Befeuchten der Luft dienen bei Bedarf Dampföfen mit unmittelbarer Dampfeinspritzung. Die Erwärmung der Luft wird mit Hilfe gasbeheizter Lufterhitzer vorgenommen.

Der Vorgang in der Heizungsanlage ist kurz der, daß während des Anheizens die Raumluft im Kreislauf durch eine Reihe von Öffnungen im Boden der Hallen durch zwei Doppelventilatoren-Aggregate abgesaugt und über Luftfilter zur Ausscheidung des Staubes durch die Lufterhitzer

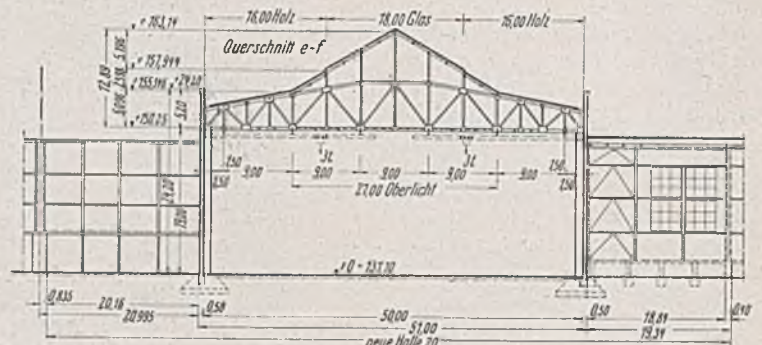


Abb. 3b. Querschnitt e-f der Halle 20.

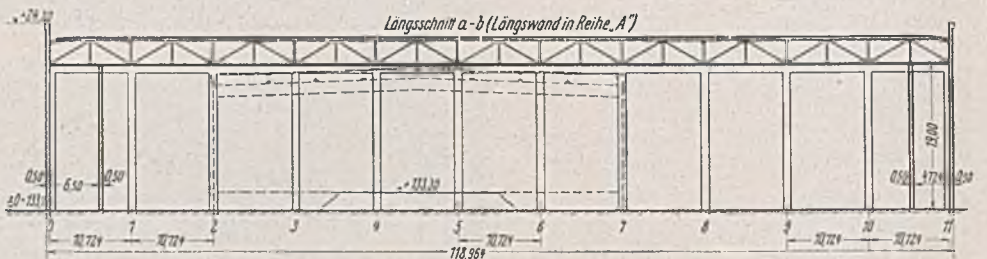


Abb. 3c. Längsschnitt a-b der Halle 20.

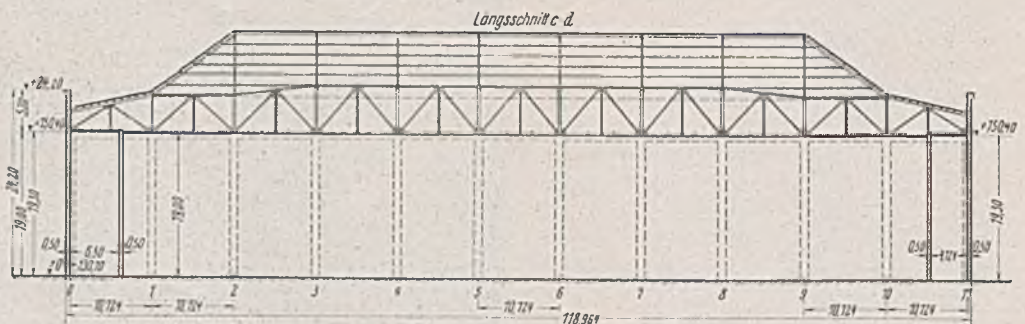


Abb. 3d. Längsschnitt c-d der Halle 20.

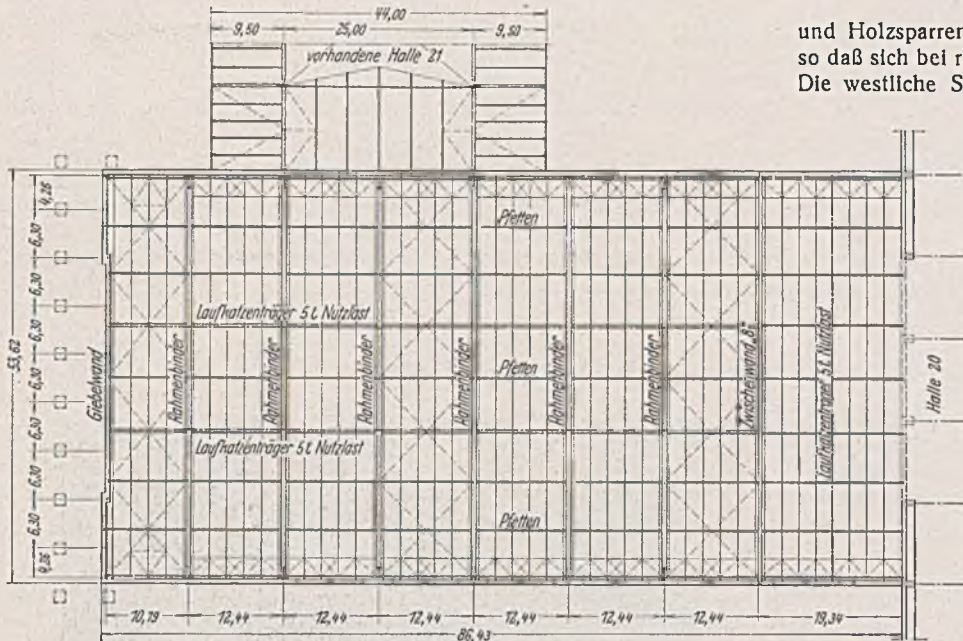


Abb. 4a. Dachgrundriß der Halle 21 a.

und Holzsparren. Die Stahlpfeifen liegen in 3 m Entfernung voneinander, so daß sich bei rd. 24 m Hallenbreite neun Stränge solcher Pfeifen ergeben. Die westliche Seitenhalle schließt an der Südseite an den neuerstellten Kopfbau, der eine Länge von 127,6 m aufweist, an. Die beiden Längswände und die nördliche Giebelwand sind als Fachwerkkonstruktionen mit stählernen Riegeln und Stielen ausgebildet. Sie sind mit Füllmauerwerk, in das die Türen und Fenster in Stahlkonstruktion eingebaut wurden, ausgefacht. Von dem Einbau einer Kranlaufbahn in dem westlichen Seitenflügel wurde vorerst Abstand genommen. Die Rahmenbinder sind jedoch von vornherein so bemessen, daß späterhin die Kranlaufbahn für einen 10-t-Kran eingebaut werden kann.

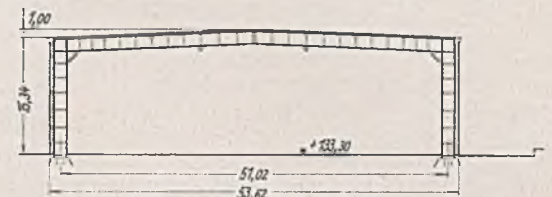


Abb. 4b. Querschnitt eines Rahmenbinders der Halle 21 a.

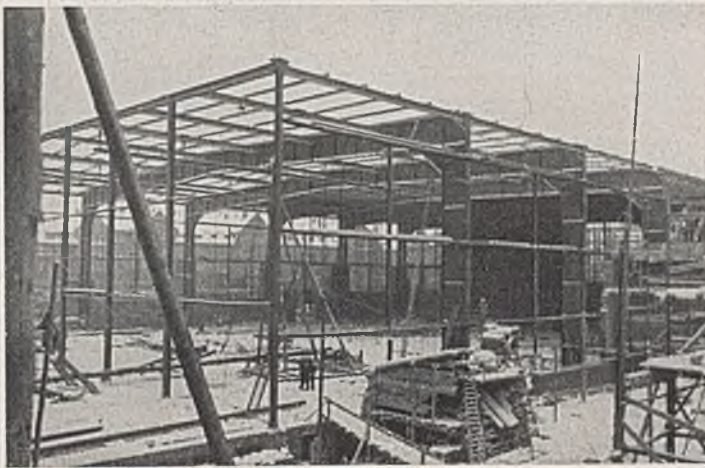


Abb. 4c. Stahlskelett der Halle 21 a.

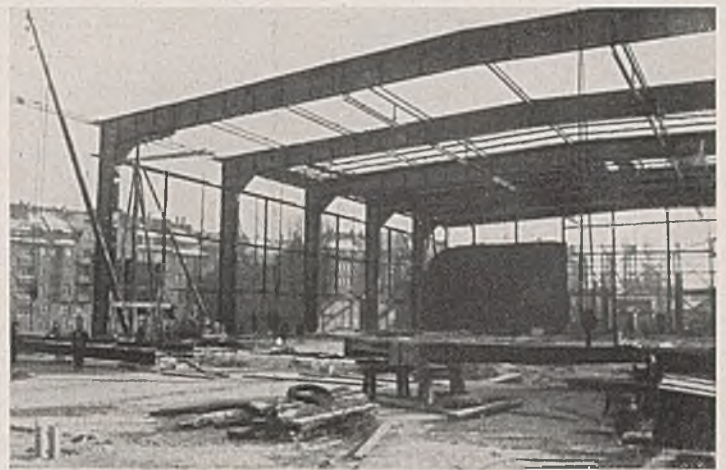


Abb. 4d. Rahmenbinder der Halle 21 a.

und die daran anschließenden Frischluftkanäle wieder in den Raum geblasen werden. Die Luft tritt in die Hallen in etwa 4 m Höhe über dem Fußboden ein. Die Verbrennungsluft der gasbeheizten Lufterhitzer wird durch einen eigenen, von der Zirkulationsluft unabhängigen Schacht über Dach angesaugt und zusammen mit den Abgasen aus den Lufterhitzern in einem besonderen Abgasschacht über Dach wieder ausgestoßen. Die Regelung der Anlage geschieht von Hand auf Grund von Thermometerablesungen.

Die beiden neuen Hallen 20 und 21a bilden zusammen mit den Hallen 19 und 21 die Umrahmung eines nach der Halle 7 zu offenen Hofes. An den terrassenartig ausgebildeten Seiten dieses Hofes längs der Hallen 19 und 21 ist die Anlage schöner und zweckmäßiger Gaststätten geplant, um damit einen von den Messebesuchern oft geäußerten Wunsch zu erfüllen. Die Baumaschinenausstellung, die sich zur Frühjahrsmesse 1938 noch auf dem Baumesserefreigelände befinden wird, wird in späteren Jahren voraussichtlich auf dem noch freien Gelände hinter der Halle 18 untergebracht werden.

Die weiteren Neubauten.

Nachdem im Frühjahr 1937 der neue Mittelbau der Halle 11 in Betrieb genommen werden konnte, wurde der westliche Seitenflügel jetzt in sinngemäß gleicher Weise wie der Mittelbau ausgebaut²⁾. Die Querschnittsgestaltung der Seitenhalle, deren Ausmaße rd. 24 m Breite und 70 m Länge sowie 14 m Traufen- und 15 m Firsthöhe betragen, stimmt bis auf den geringen Unterschied von 0,8 m mit der des Mittelschiffs überein, ebenso auch die Längsaufteilung (Abb. 5). Es wurden acht geschweißte Rahmenbinder, deren Stiele aus Breitflanschträgern und deren geknickte Riegel aus geschweißten Vollwandträgern bestehen, angeordnet. Die Rahmen liegen in 10,06 m Abstand voneinander entfernt und tragen die Stahlpfeifen für die Dacheindeckung aus Doppelpappe, Holzschalung

Der südliche Anbau an das Haus der Elektrotechnik besteht aus einer stählernen Hallenkonstruktion, deren Verhältnisse aus Abb. 6 zu entnehmen sind. Der Anbau lehnt sich an den neugestalteten Kopfbau der Halle 11 architektonisch an, so daß das Ausstellungsgelände der Technischen Messe auch von der Südseite her einen würdigen Anblick bietet. In

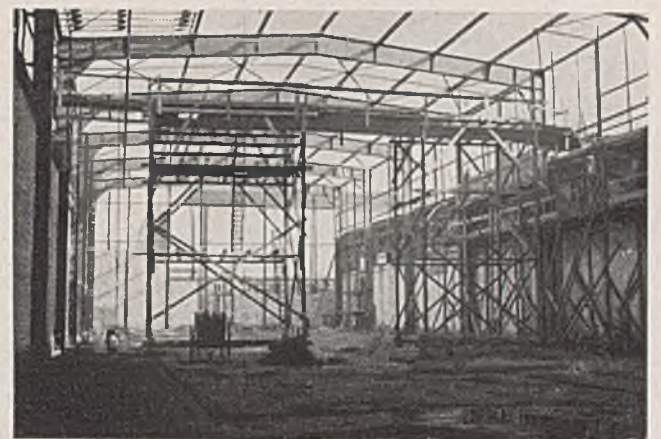


Abb. 5. Westlicher Seitenflügel der Halle 11.

der Halle 14 wurden durch großzügige Baumaßnahmen durchgehende Ausstellungsflächen im Ober- und Untergeschoß geschaffen. Besondere Bauaufgaben stellen die Anlagen für entsprechende Anschlüsse von elektrischem Strom, Gas, Wasser und Dampf dar, für die auf der Messe Vorsorge getroffen werden muß, damit der Energiebedarf der mehr als 5000 im Betriebe vorgeführten Maschinen gedeckt werden kann.

Die Bauarbeiten wurden von folgenden Firmen ausgeführt: Stahlkonstruktionen der Hallen 20, 21a und 11 durch Eisenbau R. Patzschke

²⁾ Vgl. Boyne: „Neubau der Halle 11 auf dem Ausstellungsgelände der Leipziger Technischen Messe“. Bautechn. 1937, Heft 15.

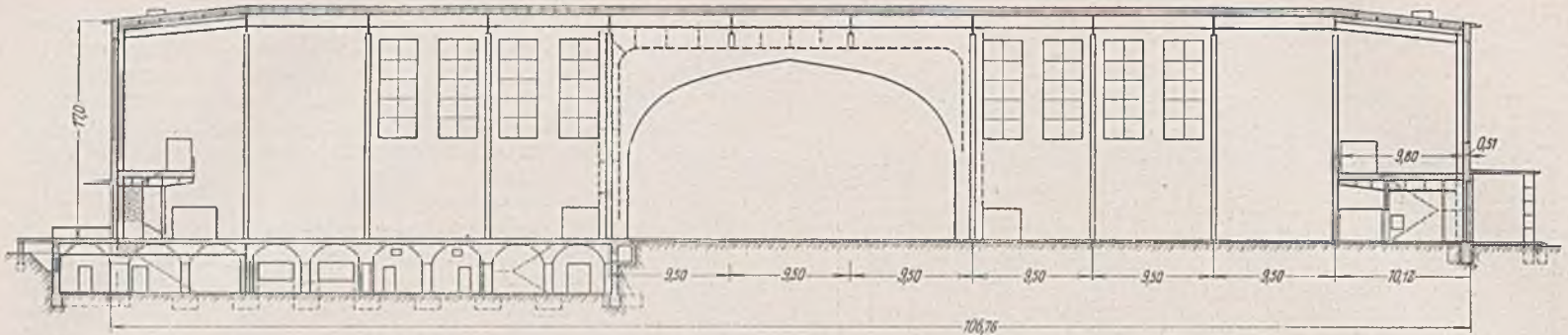


Abb. 6b. Längsschnitt des südlichen Anbaues am „Haus der Elektrotechnik“.

In Leipzig, die Stahlkonstruktion vom Erweiterungsbau am Hause der Elektrotechnik durch Eisenbau Schiege in Leipzig, die Eisenbetonarbeiten an der Halle 20 durch Boswau & Knauer, Berlin, die Heizungs- und Lüftungsanlage durch Dr. Kiefer in München. Der Entwurf der Gesamtplanung und die Bauoberleitung lag bei Architekt Schiemichen bis auf die Halle 11

(Arbeitsgemeinschaft Architekt Schiemichen u. Architekt Crämer, Halle 10 (Reg.-Baumeister Härtle in und Architekt Schiemichen) und Halle 14 (Architekt Crämer). Die örtliche Bauleitung lag bei der Bauabteilung des Leipziger Meßamts.

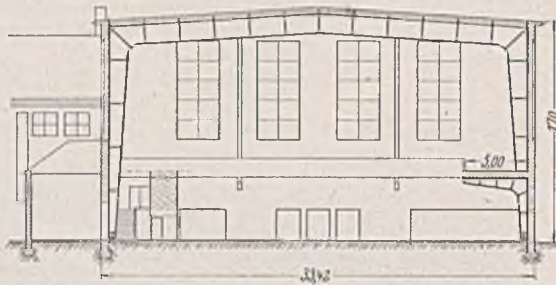


Abb. 6a. Querschnitt des südlichen Anbaues am „Haus der Elektrotechnik“.

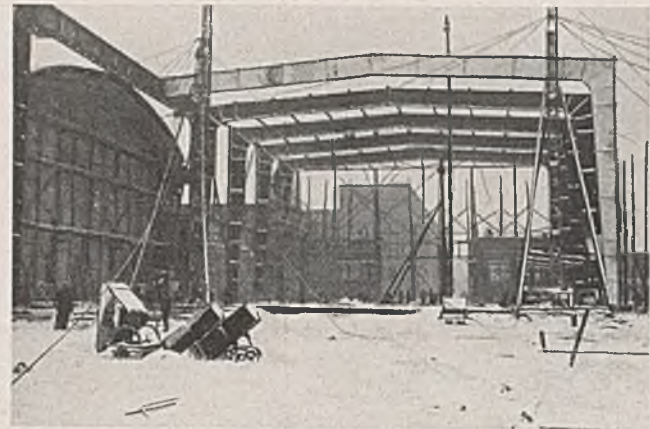


Abb. 6c. Südlicher Anbau am „Haus der Elektrotechnik“. Links ist der vorhandene Mittelbau ersichtlich.

Alle Rechte vorbehalten.

Neue Untersuchungen zur Berechnung von Grundwasserströmungen.

Von Dipl.-Ing. Konrad Chwalla †, Oppeln¹⁾.

I. Grundlagen und bisherige Berechnung von Grundwasserströmungen.

Im Jahre 1858 veröffentlichte Darcy seine Durchlässigkeitsformel für Böden

$$(1) \quad v = kJ \quad \text{und} \quad q = kJF.$$

Hierin ist v die Grundwassergeschwindigkeit, k eine Konstante, q die sekundliche Wassermenge, $J = h/l$ das Gefälle, F die Fläche des Bodenquerschnitts.

Aus dieser Beziehung leitete Dupuit die Differentialgleichung der Grundwasserströmung (ebenes Problem) ab:

$$(2) \quad q = k \cdot \frac{dy}{dx} \cdot y.$$

worin y die Ordinate und x die Abszisse eines Punktes der Wasserspiegelinie ist. Durch Integrieren wird

$$(3) \quad y^2 = 2 \cdot \frac{q}{k} \cdot x + C.$$

Für die Absenkung an einem Brunnen leitete Thiem im Jahre 1870 auf der Grundlage des Darcyschen Gesetzes die Formel ab

$$(4) \quad q = k \cdot \frac{dy}{dx} \cdot 2\pi xy,$$

worin x den waagerechten Abstand eines Punktes der Wasseroberfläche vom Brunnenmittelpunkte bedeutet. Für einen Absenkungstrichter ergibt sich hieraus die Brunnenformel:

$$(5) \quad y^2 = \frac{q}{\pi k} \cdot \ln x + C.$$

Untersuchungen von Slichter haben gezeigt, daß der Durchlässigkeitsbeiwert k noch von der Zähigkeit der durchströmenden Masse abhängt

¹⁾ Kurz vor Vollendung seiner als Doktor-Dissertation in Angriff genommenen Untersuchungen über Grundwasserströmungen hat ein Herzschlag dem Leben des hochbegabten jungen Forschers ein allzu frühes Ziel gesetzt. Indem ich die von ihm nahezu fertiggestellte Arbeit nach einer im wesentlichen redaktionellen Bearbeitung der Öffentlichkeit übergebe, glaube ich, daß die Hydrologie durch die neuen Forschungsergebnisse wesentlich gefördert worden ist. Dr.-Ing. Zunker, Breslau.

²⁾ Zunker F., Ermittlung der Ergiebigkeit von grundwasserführenden Schichten an Hand von Bodenproben sowie für das Breslauer Grundwasserfassungsgelände durch Auswerten des Thiemschen Versuchsbrunnens. Festschrift der Technischen Hochschule Breslau zur Feier ihres 25jährigen Bestehens, S. 520, Breslau 1935.

und sich deshalb mit wechselnder Temperatur ändert. Wird die Zähigkeit mit η bezeichnet, so ist nach Zunker²⁾

$$(6) \quad v = \frac{k_{00} g}{\eta} \cdot J_0$$

oder vereinfacht

$$(6a) \quad v = \frac{k_0}{\eta} \cdot J_0,$$

worin g die Beschleunigung der Schwere, J_0 das Druckgefälle in cm Wassersäule von 4° C auf 1 cm Bodenlänge und k_{00} bzw. k_0 nunmehr tatsächliche Konstanten der Durchlässigkeit eines bestimmten Bodens sind.

Die Strömungsgleichungen von Darcy-Dupuit und alle darauf aufgebauten Ableitungen können bei ihrer Anwendung auf die Berechnung von Spiegellinien des Grundwassers nur als Näherungsgleichungen bezeichnet werden. Die Unstimmigkeit wird um so größer, je größer die Spiegellinie des Grundwassers ist. Insbesondere diese Unstimmigkeit hat viele Forscher veranlaßt, an der Gültigkeit des Darcyschen Gesetzes überhaupt zu zweifeln und die Form $v = kJ^m$, worin m eine Zahl kleiner als 1 ist, zu empfehlen.

Außerdem hatte schon Schaffernak³⁾ beobachtet, daß eine Absenkung des Brunnenspiegels unter eine „kritische Austrittshöhe“ keine erhöhte Wassermenge gibt. Ehrenberger⁴⁾ machte die ähnliche Beobachtung, daß der Wasserspiegel unmittelbar am Brunnen nur bis zu einer bestimmten Höhe abgesenkt werden kann, auch wenn der Wasserspiegel im Brunnen bis zur Sohle abgesenkt wird. Er geht dann auf die Erscheinungen der Hangquellen an Wasserläufen ein, die über dem Bachwasserspiegel austreten. Weiter fand Ehrenberger, daß die Ergiebigkeit von Brunnen mit wachsendem Durchmesser größer ist, als bisher angenommen wurde. Nach seinen Modellversuchen hatte die Absenkungskurve einen Wendepunkt.

Casagrande⁵⁾ hat die Spiegellinie des Grundwassers in Staudämmen auf undurchlässiger Unterlage untersucht und die Austrittshöhe bei verschiedenen Böschungseigungen bestimmt. Die Einführung des wirklichen Spiegelgefälles $J_s = \frac{dy}{ds}$, worin s die Weglänge eines Wasserteilchens

³⁾ Schaffernak, F., Über die Standsicherheit durchlässiger geschütteter Dämme. Allgemeine Bauzeitung IV, Wien 1917.

⁴⁾ Ehrenberger, Versuche über die Ergiebigkeit von Brunnen und die Bestimmung der Durchlässigkeit des Sandes. Z. d. OeIAV 1928.

⁵⁾ Casagrande, Näherungsverfahren zur Ermittlung der Sickerung in geschütteten Dämmen auf undurchlässiger Sohle. Bautechn. 1934, Heft 15, S. 205 ff.

auf der Spiegellinie bedeutet, hat bei der Auswertung bessere Ergebnisse gezeitigt als die des scheinbaren Spiegelgefälles $J_x = \frac{dy}{dx}$, worin x der waagerechte Abstand eines Wasserteilchens vom Koordinatennullpunkt ist. Die Spiegellinie aus $\frac{dy}{ds}$ konnte nur näherungsweise zeichnerisch bei flachen Neigungen bestimmt werden. Bei bekannten Ein- und Austrittshöhen am Damm hat Casagrande die Spiegellinie mit Hilfe von Isothermen und Isobaren nach Forchheimer⁶⁾ zeichnerisch ermittelt. Rechnerisch wurde sie nicht abgeleitet. Es ist bekannt, daß die Gleichungen von Darcy-Dupuit und von Thiem am Austritt und bei steilen Neigungen einer Spiegellinie unbrauchbar sind.

II. Neue Untersuchungen zur Berechnung von Spiegellinien.

1. Das Gefälle bei Grundwasserströmungen.

Den Untersuchungen sei eine konstante Zähigkeit und ein konstantes spezifisches Gewicht des Wassers zugrunde gelegt, so daß es genügt, anstatt der sonst in Betracht kommenden Gl. (6) bzw. (6a) die einfachere Gl. (1) mit dem konstanten Durchlässigkeitsbeiwert k anzuwenden.

In Gl. (2) ist $\frac{dy}{dx}$ nicht das wirkliche Gefälle im Sinne der Darcyschen Grundgleichung (1), sondern eine Näherung, die nur für sehr flache Gefälle brauchbare Werte liefert. Für die richtige Ableitung der Gleichung der Grundwasserströmung ist die Bestimmung des wirklichen Gefälles $J = \frac{h}{l}$ erforderlich, worin h die Fallhöhe und l der tatsächlich zurückgelegte Weg ist. Aus den Modellversuchen von Casagrande³⁾ ergibt sich aber, daß auch die Einführung des Gefälles $\frac{dy}{ds}$ bei sehr steilen Gefällen noch keine ganz genaue Lösung für die Berechnung der Spiegellinie ergibt. Es müssen hier noch andere Beziehungen bestehen. Gerade die Ermittlung der tatsächlichen Austrittshöhe besonders bei senkrechter Austrittsfläche ist in vielen Fällen, z. B. bei Brunnenabsenkungen, erwünscht. Wie schwierig diese Untersuchungen sind, geht am besten daraus hervor, daß es bisher weder gelungen ist, die Darcy-Dupuitsche noch die Thiemsche Brunnengleichung wesentlich zu verbessern, obgleich es an Versuchen hierzu nicht gefehlt hat.

Die Modellversuche von Casagrande³⁾ haben gezeigt, daß sich der Wasserspiegel am Ausfluß, wenn das Wasser aus der Böschung frei herausstritt, in den Winkel der Außenböschung einstellt, also bei senkrechter Böschung in die Senkrechte. Er wies dies auch durch die zeichnerische Darstellung der Spiegellinie mit Hilfe von Isothermen, wie sie Forchheimer⁶⁾ konstruierte, nach.

2. Näherungsverfahren zur Bestimmung der Spiegellinie und der Austrittshöhe bei senkrechten Böschungen.

a) Es soll zunächst zur Bestimmung der Austrittshöhe in einer senkrechten Böschung ein überschlägliches Näherungsverfahren angewendet werden. Hierbei wird angenommen, daß der Wasserspiegel eine parabelähnliche Kurve ist, wie in Abb. 1 dargestellt. An der Austrittsstelle ist das wirkliche Spiegelgefälle

$$(7) \quad J = \frac{dy}{ds} = 1 = J_s.$$

Nach Gl. (1) ist für $F = y_0 l$

$$(8) \quad J y_0 = \frac{q}{k} = p.$$

Die Austrittshöhe ist, wenn Gl. (7) in Gl. (8) eingesetzt wird:

$$(9) \quad y_0 = p.$$

Hierbei ist die Annahme gemacht, daß das wirkliche Gefälle $J = 1$ des obersten Wasserfadens an der Austrittsstelle auch für die übrigen Wasserfäden im Austrittsquerschnitt gilt. Die gesamte Druckhöhe des obersten Stromfadens, die auf der in der Waagerechten gemessenen Strecke L verbraucht wird, wenn h die Anfangshöhe bedeutet, ist dann $h - p$ und das mittlere Gefälle annähernd

$$(10) \quad J_m = \frac{h-p}{L}.$$

Der mittlere Durchflußquerschnitt beträgt überschläglich

$$(10a) \quad F_m = \frac{pL + \frac{2}{3} \cdot L(h-p)}{L} = p + \frac{2}{3}(h-p).$$

Anderseits ist nach Gl. (1)

$$(11) \quad q = k J_m F_m, \text{ hieraus } J_m = \frac{q}{k F_m}.$$

Gl. (8) in Gl. (11) eingesetzt, ergibt

$$(12) \quad J_m = \frac{p}{F_m}.$$

⁶⁾ Forchheimer, Grundriß der Hydraulik, 1920.

Aus Gl. (10), (10a) u. (12) folgt

$$\frac{h-p}{L} = \frac{p}{F_m} = \frac{p}{p + \frac{2}{3}(h-p)}$$

und hieraus die Austrittshöhe

$$(13) \quad p^2 + p(h+3L) - 2h^2 = 0, \\ p = -\frac{h+3L}{2} + \sqrt{\frac{(h+3L)^2}{4} + 2h^2}.$$

Tafel 1.

h	L	Nach Versuchen von Casagrande ³⁾ $y_0 = p$	Berechnet nach Gl. (13) p
38	46	14	15,1
24,7	47,9	6,3	6,9
25	100	3,25	3,8

Zur Nachprüfung sei dieses Formelergebnis in Tafel 1 mit den Versuchsergebnissen von Casagrande verglichen. Versuch und Rechnung stimmen hier nach befriedigend miteinander überein.

Es sei noch ein Ergebnis der nachfolgenden Untersuchungen vorweggenommen und hier gleich bemerkt, daß die Austrittshöhen zwar annähernd richtig sind, daß aber das mittlere Gefälle an der senkrechten Austrittsböschung etwas größer als 1 und deshalb nach Gl. (1) die Geschwindigkeit $\max v$ etwas größer als k ist.

b) Ein zweites Näherungsverfahren zur Bestimmung der Austrittshöhe von Grundwasser in senkrechten Böschungen auf ebener undurchlässiger Sohle ergibt sich aus folgender Überlegung. Nimmt man eine gleichmäßige Strömung in allen Stromfäden an, dann gilt das Gefälle des obersten Wasserfadens auch für alle übrigen Wasserfäden. Nach Gl. (7) u. (8) ist

$$(14) \quad \frac{dy}{ds} = \frac{q}{y k} = \frac{p}{y}.$$

Bei senkrechter Böschung ist $\frac{dy}{ds} = 1$, bei flachen Neigungen kann $\frac{dy}{ds} = \frac{dy}{dx}$ gesetzt werden. Die geringste Spiegelneigung befindet sich an der Eintrittsstelle, hier ist, wenn $h = y$ gesetzt wird, und nach Einsetzen von Gl. (7)

$$(15) \quad \frac{dy}{ds} \cdot h = \frac{dy}{ds} \cdot y = \frac{q}{k} = p,$$

demnach auch angenähert

$$(16) \quad \frac{dy}{dx} \cdot h = \frac{dy}{dx} \cdot y = \frac{q}{k} = p.$$

Nach Integrieren wird

$$(17) \quad y^2 = 2px + C.$$

Die Gleichung gilt nach Voraussetzung für jeden Stromfaden. Für den unteren Stromfaden wird am Fuße der Austrittshöhe

$$\text{für } x=0 \text{ auch } y=0 \text{ und } C=0.$$

Folglich wird für den unteren Stromfaden

$$(18) \quad y^2 = 2px.$$

Setzt man in Gl. (18) $y = h$ und $x = L$, so wird

$$h^2 = 2pL,$$

somit wird die Austrittshöhe in Verbindung mit Gl. (9)

$$(19) \quad p = y_0 = \frac{h^2}{2L}.$$

c) Ein drittes Näherungsverfahren ist folgendes:

Setzt man in Gl. (17) $x = L$ und $y = h$, so wird

$$(20) \quad h^2 = 2pL + C.$$

Die Integrationskonstante wird demnach

$$(21) \quad C = h^2 - 2pL,$$

und die Gleichung der Spiegellinie lautet

$$(22) \quad y^2 = 2px + h^2 - 2pL.$$

Für den Koordinatennullpunkt ist $x = 0$, und es wird deshalb

$$(23) \quad y_0^2 = h^2 - 2pL.$$

Gl. (9) in Gl. (23) eingesetzt, ergibt

$$(24) \quad y_0^2 = h^2 - 2y_0L.$$

Hieraus folgt

$$(25) \quad y_0 = p = -L + \sqrt{L^2 + h^2}.$$

Tafel 2.

h	L	Nach Versuchen von Casagrande ³⁾ $y_0 = p$	Berechnet nach Gl. (19) p	Berechnet nach Gl. (25) p
38	46	14	15,7	13,7
24,7	47,9	6,3	6,37	6,0
25	100	3,25	3,13	3,1

In Tafel 2 sind die Ergebnisse der Gl. (19) u. (25) mit den Versuchsergebnissen von Casagrande³⁾ verglichen.

Da bei den Versuchen die kapillare Steighöhe noch eine besondere Be-

rücksichtigung erfordert und dabei leicht ein Fehler unterlaufen kann, darf Gl. (22) bzw. (25) als mit den Versuchen schon recht genau übereinstimmend angesehen werden. Casagrande bemerkt im übrigen selbst, daß die Ablesungen bei den kleineren Austrittshöhen ungenau waren.

3. Graphische Ermittlung der Absenkungslinie.

Verhältnismäßig einfach ist die graphische Ermittlung der Absenkungslinie, wobei ihre Verwandtschaft mit der Konstruktion der Parabel klar zum Ausdruck kommt. Nach Gl. (14) ist

$$(26) \quad \frac{dy}{ds} = \frac{p}{y}$$

Die Konstruktion der Sickerlinie kann hiernach wie in Abb. 2 dargestellt ausgeführt werden.

Es wird zunächst ein Krafteck mit der Polweite p in der in der Abbildung angegebenen Lage gezeichnet. Die Polweite p kann nach Gl. (25) berechnet werden. Die Kräfte 0—1, 1—2, 2—3 usw. können gleich groß angenommen werden.

Der Koordinatenanfangspunkt der Absenkungslinie des Grundwasserspiegels soll in 0 liegen. Trägt man auf der Abszissenachse die Länge der Polstrahlen $P-1$, $P-2$, $P-3$ usw. senkrecht nach oben auf, zieht durch diese Punkte waagerechte Strahlen und von $y_0 = p$ beginnend das zugehörige Sellaek, dann erhält man die gesuchte Absenkungslinie bzw. die Kurve mit der Differentialgleichung $\frac{dy}{ds} = \frac{p}{y}$. Der Beweis folgt unmittelbar durch Vergleich der Seilkurve mit dem Krafteck. Es verhält sich

$$(27) \quad \frac{\Delta y}{\Delta s} = \frac{p}{y} = \frac{dy}{ds}$$

4. Genauere rechnerische Ermittlung der Gleichung der Absenkungslinie.

Aus Gl. (1) folgt für die Breite 1, also $F = y$, und $J = \frac{dy}{ds}$ die Differentialgleichung

$$(28) \quad \frac{dy}{ds} \cdot y = \frac{q}{k}$$

Gl. (8) in Gl. (28) eingesetzt, ergibt

$$(29) \quad dy y = p ds$$

Gl. (29) integriert, ergibt

$$(30) \quad y^2 = 2ps + C$$

Für $s = 0$ wird $y = p$ und $C = p^2$, somit wird für die Absenkungslinie des Grundwasserspiegels

$$(31) \quad y^2 = 2ps + p^2$$

Hieraus folgt die Länge in der Wasserspiegellinie

$$(32) \quad s = \frac{y^2 - p^2}{2p}$$

Zur Herstellung einer Beziehung zwischen y und x muß ds nach dx und dy aufgelöst werden. Es ist

$$(33) \quad ds = \sqrt{dx^2 + dy^2}$$

Gl. (33) in Gl. (29) eingesetzt und quadriert, ergibt

$$(34) \quad \frac{dy^2}{dx^2} \cdot \frac{y^2}{p^2} = 1 + \frac{dy^2}{dx^2}$$

oder

$$(35) \quad \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 \left(\frac{y^2}{p^2} - 1\right) = 1$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{p}{\sqrt{y^2 - p^2}}$$

Nach Integrieren wird

$$(36) \quad y \sqrt{y^2 - p^2} - p^2 \cdot \ln(y + \sqrt{y^2 - p^2}) + C = 2px$$

Für $x = 0$ wird $y = p$ und $C = p^2 \cdot \ln p$, somit wird die Gleichung der Absenkungslinie des Grundwasserspiegels auf einer ebenen undurchlässigen Sohle und bei senkrechter Böschung mit dem Koordinatennullpunkt im Böschungsfuß

$$(37) \quad 2px = y \sqrt{y^2 - p^2} - p^2 \cdot \ln(y + \sqrt{y^2 - p^2}) + p^2 \cdot \ln p$$

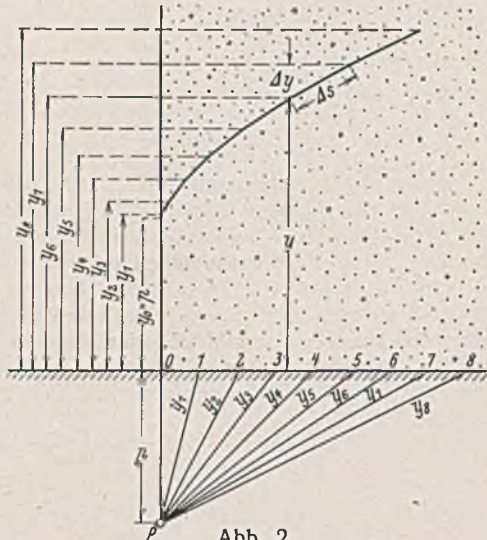


Abb. 2. Graphische Ermittlung der Absenkungslinie.

Es folgen zunächst einige analytische Untersuchungen dieser wichtigen Gleichung (37).

Wird in Gl. (37) der Wert von p gegenüber y sehr klein, dann gilt angenähert

$$(38) \quad y^2 = 2px$$

Das geht bereits aus Gl. (35) hervor, denn für ein sehr kleines p wird

$$(39) \quad \frac{dy}{dx} = \frac{p}{\sqrt{y^2 - 0}} = \frac{p}{y}$$

Nach Integrieren dieser Gleichung folgt Gl. (38). Gleichzeitig liefert diese Untersuchung den Nachweis für die Gültigkeit des zweiten Näherungsverfahrens zur Bestimmung der Austrittshöhe.

Für $y = p$ wird in Gl. (29)

$$(40) \quad \frac{dy}{ds} = 1$$

und in Gl. (35)

$$(41) \quad \frac{dy}{dx} = \infty$$

Wird in Gl. (35) $\frac{dy}{dx} = 1$ gesetzt, so folgt

$$(42) \quad p = \sqrt{y^2 - p^2} \text{ und hieraus } y = p \sqrt{2}$$

Für $\frac{dy}{dx} = \frac{p}{\sqrt{y^2 - p^2}} = n$ gilt

$$(43) \quad y = p \sqrt{1 + \frac{1}{n^2}}$$

Wird $y < p$, so ist auch $y^2 < p^2$. Man erhält dann in Gl. (36) imaginäre Werte für x .

Es sei hier noch auf die Ähnlichkeit der Gleichung der Absenkungslinie des Grundwassers mit der Gleichung der Kettenlinie hingewiesen. Die Gleichung der Kettenlinie lautet⁷⁾

$$(44) \quad y = \frac{p}{2} \left(e^{\frac{x}{p}} + e^{-\frac{x}{p}} \right)$$

Nach Differenzieren dieser Gleichung wird

$$(45) \quad \frac{dy}{dx} = \frac{1}{2} \left(e^{\frac{x}{p}} - e^{-\frac{x}{p}} \right)$$

Das ist eine Hyperbelfunktion, für die man auch schreiben kann

$$\frac{dy}{dx} = \frac{1}{2} (e^{\varphi} - e^{-\varphi}) = \text{Sin } \varphi$$

Ist

$$(46) \quad \text{Cos } \varphi = \frac{y}{p}$$

dann ist

$$(47) \quad \text{Sin } \varphi = \sqrt{\text{Cos}^2 \varphi - 1} = \sqrt{\left(\frac{y}{p}\right)^2 - 1} = \frac{1}{p} \sqrt{y^2 - p^2}$$

Mithin ist die Differentialgleichung der Absenkungslinie

$$(48) \quad \frac{dy}{dx} = \frac{p}{\sqrt{y^2 - p^2}} = \frac{1}{\text{Sin } \varphi} = \frac{2}{e^{\varphi} - e^{-\varphi}}$$

Ähnlich wie die Kettenlinie läßt sich auch Gl. (37) der Absenkungslinie durch hyperbolische Funktionen ausdrücken. Sie läßt sich zunächst umformen in

$$(49) \quad 2px = py \sqrt{\left(\frac{y}{p}\right)^2 - 1} - p^2 \cdot \ln \left(\frac{y}{p} + \sqrt{\left(\frac{y}{p}\right)^2 - 1} \right)$$

Gl. (46) in Gl. (49) eingesetzt, ergibt

$$2px = p^2 \cdot \text{Cos } \varphi \cdot \text{Sin } \varphi - p^2 \cdot \ln \text{Cos } \varphi$$

oder

$$(50) \quad \frac{2x}{p} = \text{Cos } \varphi \cdot \text{Sin } \varphi - \ln \text{Cos } \varphi$$

Enge Beziehungen bestehen auch zwischen der Grundwasserspiegellinie und der Parabel, die hier aber nicht näher erläutert werden.

Die von der Absenkungslinie eingeschlossene Fläche ist

$$(51) \quad F = \int y dx, \text{ ferner ist } dy = \frac{p dx}{\sqrt{y^2 - p^2}}$$

somit

$$F = \int \frac{y}{p} \sqrt{y^2 - p^2} dy$$

$$(52) \quad = \frac{1}{3p} (y^2 - p^2)^{3/2}$$

Die Länge der Tangente vom Berührungspunkt bis zum Schnittpunkt mit der x -Achse ist

$$(53) \quad t = \frac{y^2}{p} = y \cdot \text{Cos } \varphi$$

und die Länge der Subtangente

$$(54) \quad t_s = \frac{y}{p} \sqrt{y^2 - p^2} = y \cdot \text{Sin } \varphi$$

⁷⁾ Hütte, Des Ingenieurs Taschenbuch, Bd. I, 26. Aufl., S. 127.

Die Länge der Normalen ist

$$(55) \quad n = y \cdot \frac{\cos \varphi}{\sin \varphi} = y \cdot \cot \varphi$$

und die Länge der Subnormalen

$$(56) \quad n_s = \frac{yp}{\sqrt{y^2 - p^2}} = \frac{y}{\sin \varphi}$$

Die Berechnung der Absenkungslinie nach Gl. (50) gestaltet sich verhältnismäßig einfach. Sind die Werte von p und y bekannt, dann ist die Ermittlung von x nach Gl. (37) bzw. (50) ohne weiteres gegeben. Wird dagegen p oder y gesucht, dann können diese beiden Gleichungen nur durch Probieren gelöst werden. Bei einem kleinen Verhältnis von $y : x = h : L$ ergibt die Parabelgleichung einen ersten, etwas zu großen Näherungswert für p .

Für die Werte $x = 46$ und $y = 38$ ist nach Gl. (37)

$$2p \cdot 46 = 38 \sqrt{38^2 - p^2} - p^2 \cdot \ln(38 + \sqrt{38^2 - p^2}) + p^2 \cdot \ln p.$$

Durch Probieren ist hieraus mit $p = 12$ ein genügend genauer Wert gefunden worden.

Für die Werte $x = 47,9$ und $y = 24,7$ ist das zugehörige p rd. 5,5.

Zur Überprüfung der Gl. (50) soll die Rechnung mit den gleichen Werten von $x = 47,9$ und $y = 24,7$ durchgeführt werden. Es wird

$$\cot \varphi = \frac{y}{p} = \frac{24,7}{5,5} = 4,5.$$

Aus einer Tafel der Hyperbelfunktionen ergeben sich die zugehörigen Werte

$$\sin \varphi = 4,3884 \text{ und } \operatorname{Ar} \cot \varphi = 2,1848.$$

Der eingesetzte Wert von $p = 5,5$ genügt auch der Gl. (50) mit ausreichender Genauigkeit.

Als drittes Beispiel soll zur Prüfung der Brauchbarkeit der Gl. (37) p errechnet werden, wenn $L = 100$ und $h = 25$ gegeben sind. Ein Näherungswert von p ergibt sich aus der Parabelgleichung

$$y^2 = 2px$$

zu

$$p = \frac{y^2}{2x} = \frac{625}{2 \cdot 100} = 3,125.$$

Ein genauerer Wert ergibt sich zu $p = 3,00$.

In Tafel 3 sind die rechnerischen Werte den Versuchsergebnissen von Casagrande⁶⁾ gegenübergestellt.

Tafel 3.

$y = h$	$x = L$	Nach Versuchen von Casagrande $y_0 = p$	Berechnet nach Gl. (37) p
38	46	14,0	12,00
24,7	47,9	6,30	5,0
25	100	3,25	3,0

Die Übereinstimmung der Berechnung mit den Versuchsergebnissen ist noch nicht voll befriedigend. Weil aber die Ermittlung der genauen Austrittshöhe $y_0 = p$ von ganz besonderer Bedeutung ist, da p eine Funktion von $\frac{q}{k}$ und damit der Durchlässigkeitsziffer k ist, so muß versucht werden, die Ermittlung von p noch zu verbessern.

5. Genauere Berechnung der senkrechten Austrittshöhe in gleichmäßigen Böden auf ebener undurchlässiger Sohle.

Bei eingehender Untersuchung der Grundgleichung (14) ergibt sich, daß das Gefälle $\frac{dy}{ds}$ streng genommen nur für den obersten Wasserfaden gilt. Der oberste Wasserfaden hat die größte und der unterste die kleinste Länge von allen Sickerfäden. Bei gleicher Druckhöhe wird das Gesamtgefälle des obersten und längsten Wasserfadens kleiner als das des untersten. Wird daher das Gefälle des obersten Wasserfadens als wirksames Gefälle für alle Wasserfäden in Rechnung gestellt, dann ergeben sich zu kleine p -Werte und damit zu kleine Austrittshöhen.

Hieraus ergibt sich die Berichtigung der Austrittshöhen durch Multiplikation der gefundenen p -Werte mit $\frac{s}{s_m}$, wobei s die Länge des obersten und s_m die des mittleren Wasserfadens bedeutet. Es ist angenähert

$$(57) \quad s_m = \frac{s + x}{2}$$

Gl. (32) in Gl. (57) eingesetzt, ergibt

$$(58) \quad s_m = \frac{1}{2} \left(\frac{x^2 - p^2}{2p} + x \right)$$

Somit ist der berichtigte Wert von p

$$(59) \quad p_1 = p \cdot \frac{s}{s_m}$$

Tafel 4 zeigt die mit dieser Formel verbesserten Werte der nach Gl. (37) berechneten, in Tafel 3 angegebenen p -Zahlen.

Tafel 4.

$y = h$	$x = L$	Nach Versuchen von Casagrande $y_0 = p$	Nach Tafel 3 p	Nach Gl. (32) s	Nach Gl. (58) s_m	Nach Gl. (59) p_1
38	46	14	12	54,2	50,1	13,1
24,7	47,9	6,3	5,5	52,7	50,3	5,8
25	100	3,25	3,0	102,5	101,25	3,04

Die Verbesserung ist hiernach nicht ausreichend, insbesondere nicht bei flacher Absenkungslinie.

Um auf anderem Wege eine Verbesserung zu erreichen, wird jetzt als Gefälle $\frac{dy}{ds_m}$ gewählt, weil s_m zweifellos der mittlere Weg der Wasserfäden eines bestimmten Querschnitts ist. Gl. (14) geht dann über in

$$(60) \quad \frac{dy}{ds_m} = \frac{p}{y}$$

Gl. (57) differenziert und in Gl. (60) eingesetzt, ergibt

$$(61) \quad \frac{2dy}{dx + ds} = \frac{p}{y}$$

Es folgt

$$(62) \quad \frac{2dy}{p} - dx = ds$$

Gl. (62) quadriert und für $ds^2 = dx^2 + dy^2$ gesetzt, ergibt

$$(63) \quad 4dy^2 \cdot \frac{y^2}{p^2} - \frac{4y}{p} \cdot dy dx + dx^2 = dx^2 + dy^2$$

$$4 \cdot \frac{y^2}{p^2} - \frac{4y dx}{p dy} = 1$$

$$\frac{dx}{dy} = \frac{4y^2 - p^2}{4py}$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{p}{y - \frac{p^2}{4y}}$$

Nach Integrieren dieser Gleichung wird

$$(64) \quad \int \left(y - \frac{p^2}{4y} \right) dy = \int p dx$$

$$\frac{y^2}{2} - \frac{p^2}{4} \cdot \ln y = px + C$$

Für den mittleren Stromfaden ist für $x = 0$ die Ordinate $y = \frac{p}{2}$, somit

$$C = \frac{p^2}{8} - \frac{p^2}{4} \cdot \ln \frac{p}{2}$$

und

$$(65) \quad 2px = y^2 - \frac{p^2}{2} \cdot \ln y + \frac{p^2}{2} \cdot \ln \frac{p}{2} - \frac{p^3}{4}$$

Es handelt sich hier um eine mittlere Gleichung zwischen der Parabel und der Absenkungslinie. Für diesen mittleren Stromfaden ist das Gefälle in der senkrechten Böschung für $x = 0$ nach Gl. (60)

$$(66) \quad J_m = \frac{dy}{ds_m} = \frac{p}{y} = \frac{p}{p/2} = 2.$$

Für $y = p$ ist

$$(67) \quad \frac{dy}{dx} = \frac{p}{p - p/4} = \frac{4}{3}$$

und

$$(67a) \quad \frac{dy}{ds_m} = \frac{p}{p} = 1.$$

Für $x = 0$ und $y = p$ wird $C = \frac{p^2}{2} - \frac{p^2}{4} \cdot \ln p$

und

$$(68) \quad 2px = y^2 - \frac{p^2}{2} \cdot \ln y + \frac{p^2}{2} \cdot \ln p - p^2.$$

Ähnlich wie aus der Parabelformel erhält man aus Gl. (65) durch Ermittlung von p den ideellen Wert der Austrittshöhen.

Für $h = 38$, $L = 46$ und p geschätzt auf 13,5 ist beispielsweise

$$2pL = h^2 - \frac{p^2}{2} \cdot \ln h + \frac{h^2}{2} \cdot \ln \frac{p}{2} - \frac{p^3}{4}$$

$$2 \cdot 13,5 \cdot 46 \approx 38^2 - \frac{13,5^2}{2} (\ln 38 - \ln 6,75) - \frac{13,5^3}{4}$$

$$1242 \approx 1242,5.$$

Für ds_m kann auch gesetzt werden

$$(69) \quad ds_m = \sqrt{dx^2 + \left(\frac{dy}{2}\right)^2}$$

Gl. (69) in Gl. (60) eingesetzt, ergibt

$$\frac{dy}{\sqrt{dx^2 + \frac{dy^2}{4}}} = \frac{p}{y}$$

Nach Umformung wird

$$\frac{dy^2 y^2}{p^2} = dx^2 + \frac{dy^2}{4}$$

$$\frac{dy^2}{dx^2} \left(\frac{y^2}{p^2} - \frac{1}{4}\right) = 1$$

$$(70) \quad \frac{dy}{dx} = \frac{p}{\sqrt{y^2 - \frac{p^2}{4}}}$$

Nach Integrieren dieser Gleichung wird

$$2px = y\sqrt{y^2 - \frac{p^2}{4}} - \frac{p^2}{4} \cdot \ln\left(y + \sqrt{y^2 - \frac{p^2}{4}}\right) + C$$

Für $x=0$ und dem zugehörigen $y = \frac{p}{2}$ ist

$$C = \frac{p^2}{4} \cdot \ln \frac{p}{2}$$

demnach lautet die Gleichung der Absenkungslinie des Grundwasserspiegels

$$(71) \quad 2px = y\sqrt{y^2 - \frac{p^2}{4}} - \frac{p^2}{4} \cdot \ln\left(y + \sqrt{y^2 - \frac{p^2}{4}}\right) + \frac{p^2}{4} \cdot \ln \frac{p}{2}$$

Für $x=0$ und $y=p$ wird

$$C = -\frac{p^2}{2} \sqrt{3} + \frac{p^2}{4} \cdot \ln\left(p + \frac{p}{2} \sqrt{3}\right)$$

und damit

$$(72) \quad \begin{cases} 2px = y\sqrt{y^2 - \frac{p^2}{4}} - \frac{p^2}{4} \cdot \ln\left(y + \sqrt{y^2 - \frac{p^2}{4}}\right) \\ - \frac{p^2}{4} \sqrt{3} + \frac{p^2}{4} \cdot \ln\left(p + \frac{p}{2} \sqrt{3}\right) \end{cases}$$

Für $x=h=38$ und $y=L=46$ beispielsweise wird durch Probieren in Gl. (71) $p=14,1$, denn es ist

$$2 \cdot 14,1 \cdot 46 \approx 38 \sqrt{1444 - \frac{199}{4}} - 49,8 \cdot \ln(38 + \sqrt{1444 - 49,8}) + 49,8 \cdot \ln 7,05 \approx 1297$$

Tafel 5 enthält die Zusammenstellung der Werte.

Tafel 5.

$y=h$	$x=L$	Nach Versuchen von Casagrande $y_0=p$	Berechnet nach			
			Gl. (65) p	Gl. (68) p	Gl. (71) p	Gl. (72) p
38	46	14,0	13,5	12,9	14,1	13,3
24,7	47,9	6,3	5,9	5,8	6,0	5,9
25	100	3,25	3,07	3,03	3,07	3,05

Die Rechnung zur Verbesserung der Austrittshöhe $y_0=p$ ergibt besonders mit Gl. (65) u. (71) praktisch genügend genaue Werte. (Schluß folgt.)

Alle Rechte vorbehalten.

Bewegung großer Erdmassen mit Hilfe von Hochleistungslöffelbaggern und mit von Traktoren gezogenen Großschrapern in amerikanischen Tagebauen.

Einen neuen Weg zur Bewältigung großer Erdmassen, den man nach Berichten der amerikanischen Bergbauzeitschrift *Coal Age* 1937, S. 50 u. 310, erstmalig im Jahre 1936 besprochen hat, stellt die Zusammenarbeit von Großlöffelbaggern mit Löffelhalten von 20 m³ und mehr und Schrapern bis zu 10 m³ Fassungsvermögen dar. Den Anfang machte eine Steinkohlengrube im Staate Illinois, die ihre bisher aus einem Eimerseilbagger von 7,5 m³ Löffelinhalt mit einem 45 m hohen Ausleger sowie einem Löffelbagger von 12 m³ Fassungsvermögen mit 19 m Löffelstiel- und 28 m Auslegerlänge bestehenden Abraumfördererinnen durch einen 6-m³-Schrapper mit Raupenschlepperzug ergänzte (Abb. 1). In den dortigen Tagebauen wurde bisher gewöhnlich ein Teil des 15 bis 20 m mächtigen Deckgebirges mittels Eimerseilbaggers abgeräumt, worauf man den zweiten Schnitt bis auf die Kohle von dem, eine geringere Reichweite aufweisenden Löffelbagger ausführen ließ. Nunmehr trug man das auf der fraglichen Grube im Mittel 15 m mächtige Deckgebirge bei der Herstellung eines neuen Einschnitts bis auf eine Dicke von 9 m mit Hilfe des Schrapers ab. Die in der Zeit vom 22. April bis zum 4. Juni auf Entfernungen zwischen 90 und 120 m bewegten Abraumengen werden mit 32 500 m³ angegeben. Je Stunde reine Betriebszeit ergab sich eine Schrapperleistung von 58,3 m³ (Abb. 2). Als Vorzug dieses mit einer vom Traktor aus regelbaren Selbstentladevorrichtung versehenen Schrapers gegenüber dem hinsichtlich der Reichweite begrenzten Eimerseilbagger wird hervorgehoben, daß die Verstärkung des Abraums unter allen Umständen in einer solchen Entfernung von der Einschnittkante durchzuführen ist, daß die Gefahr einer Kippenrutschung ausgeschaltet und der Geländestreifen längs des Einschnitts den vom Löffelbagger geförderten Massen vorbehalten bleibt. Es folgt daraus eine Verringerung der notwendigen Schütthöhe und damit auch der Sturzkosten.

Auf der gleichen Grube wurden anschließend in 1056 Betriebsstunden weitere 46 500 m³ abgeräumt und verstürzt. Da der in Abb. 3 links sichtbare Graben nebst Aufschüttung das Verkippen auf dieser Seite unmöglich machte und der Tagebau sich nach rechts entwickeln sollte, so wurden die geförderten Erdmassen auf dem Gelände rechts in einer durchschnittlichen Dicke von 1,2 m vom Schrapper abgesetzt, von wo sie später beim Aufrollen des Tagebaues mit dem Löffelbagger abgefördert werden sollen. Andere Arten des Schrapper-einsatzes betrafen die Herstellung eines Pumpensumpfes, das Eineben von Parzellen u. ä. In einem

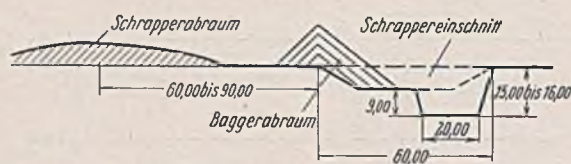


Abb. 2.

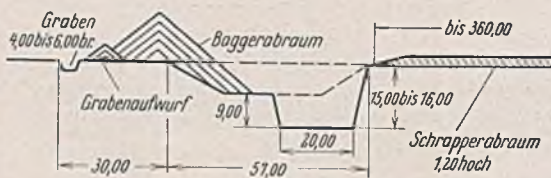


Abb. 3.

Falle hatte der Schrapper die bei der Herstellung einer schiefen Ebene abgeräumten Erdmassen an eine nahe gelegene Straßenbaustelle zu Aufschüttungszwecken zu schaffen. Der in Abb. 4 wiedergegebene Schrapper von 9,2 m³ Fassungsvermögen arbeitet mit einem 23-m³-Löffelbagger neuester Bauart, dessen Ausleger 32 m mißt, zusammen, wobei er wie in mehreren



Abb. 1.

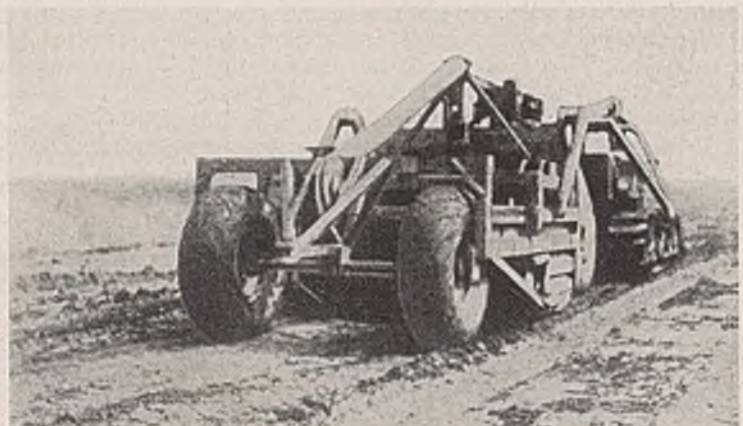


Abb. 4.

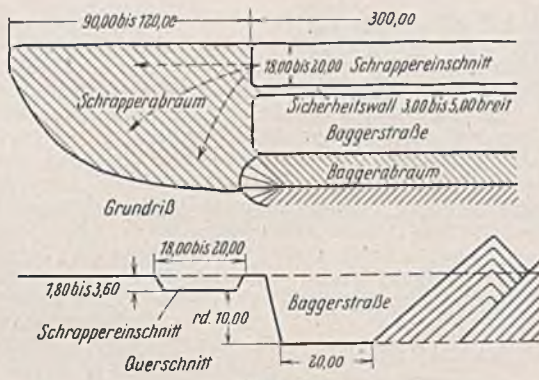


Abb. 5.

ähnlichen Fällen vor allem die Aufgabe hat, neben Bodenebenenheiten die lockeren oberen Schichten abzutragen, um für diese großen bis zu 1600 t Dienstgewicht aufweisenden Geräte eine festere Baggerstrosse zu

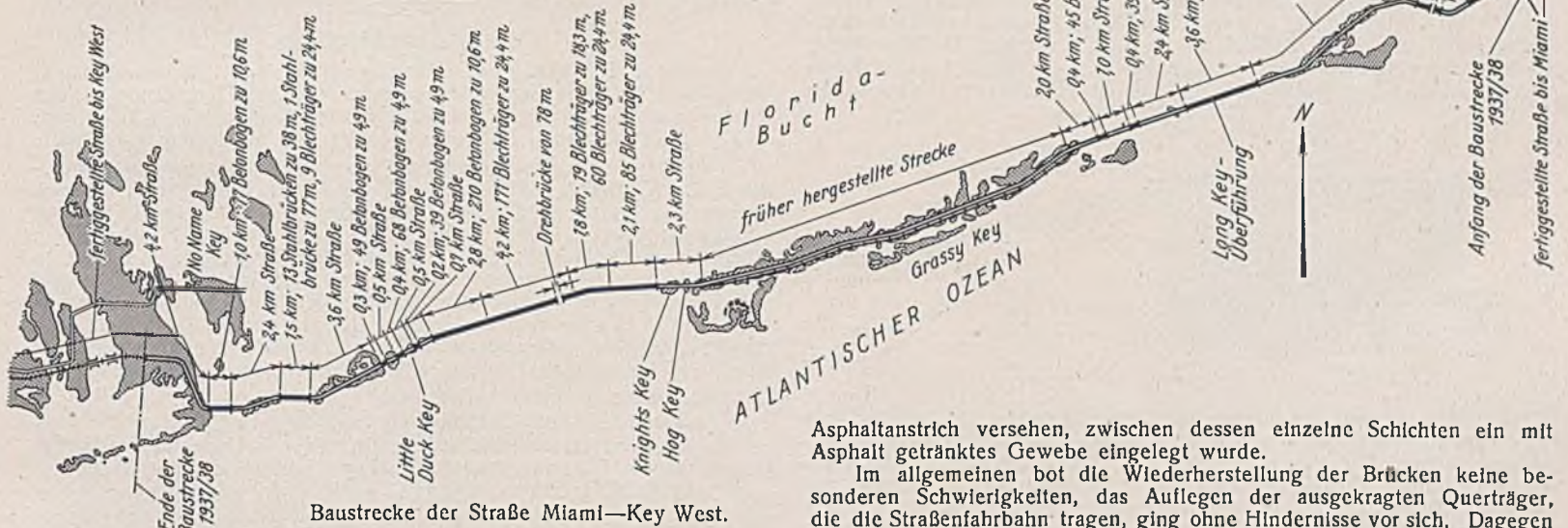
schaffen. Abb. 5 veranschaulicht im Grundriß und Schnitt, in welcher Weise der Großbagger der 300 m langen Schrappereinschnitt von 20 m Breite unter jedesmaligem Stehenlassen eines 3 bis 5 m breiten Erdwalles folgt. Die vom Schrapper abgetragenen Erdmassen werden, wie links angedeutet, außerhalb des Tagebaugeländes verstrzt. Gefordert war hier eine Mindestleistung von 62 m³/Std., die in der Praxis häufig überschritten wurde, indem z. B. mit ungeschulter Bedienung in 11 Std. mit 123 Zügen über Entfernungen von 150 bis 240 m 760 m³ Boden bewegt wurden. Die Raupenschlepper sind zweckmäßig mit einem pflugscharartigen Vorbau zur Beiseiteräumung des lockeren Bodens, der von dem nachfolgenden Schrapper z. T. mitgenommen wird, versehen, um eine hinreichend feste Fahrbahn zu schaffen. — Daneben wird auf die in den VStA ständig im Wachsen begriffene Verwendung dieser Großschrapper im Straßen- und Dammbau, beim Eisenbahnbau, Entwässerungsarbeiten u. a. hingewiesen, wobei betont wird, daß man bei dem mittels Schrappers herangeschafften Material an der Absetzstelle ein sehr dichtes Verpacken des Materials erzielt, was z. B. beim Dammbau von großer Bedeutung ist. Bei lose aufgeschütteten Erdwällen kommt es vor, daß die Krone im Winter einfriert, während die lose aufgeschütteten Massen darunter zusammensacken; in der Folge bildet sich ein Gewölbe heraus, daß dem Wasser den Durchtritt gestattet.

Dipl.-Ing. H. Pohl, Breslau.

Vermischtes.

Eine Straße über das Meer. Im Jahre 1912 war die Ostküsten-Eisenbahn von Florida über die Südspitze dieser Halbinsel hinaus um etwa 180 km über das Meer bis zur Insel Key West verlängert worden (s. Abb.). Diese Eisenbahn, die eine perlenschnurartige Reihe von kleinen Inseln, „Keys“ genannt, als Stützpunkte benutzte, galt damals als ein Wunderwerk. Sie hatte 26 Mill. Dollar gekostet, das Kapital hat aber aus Mangel an Verkehr nie einen Ertrag gebracht. Als 1935 ein Sturm die Eisenbahn so zerstörte, daß die Wiederaufnahme des Betriebes nur nach umfangreichen und kostspieligen Instandsetzungsarbeiten möglich gewesen wäre, wurde der Gedanke erwogen, von der Wiederherstellung der Eisenbahn abzusehen und statt dessen unter Benutzung der erhaltengebliebenen Teile eine Straße anzulegen. Eine zur Arbeitsbeschaffung ins Leben gerufene Körperschaft sorgte für das Aufbringen der nötigen Mittel, und ein Bezirksverband übernahm die Ausführung des Baues, der zur Zeit im Gange ist und dessen Beendigung im Jahre 1938 erwartet wird. Er ist mit 7,4 Mill. Dollar veranschlagt. Davon entfallen 600 000 Dollar auf den Erwerb der Überreste der Eisenbahn, für deren Bau, wenn sie nicht vorhanden wären, 7 Mill. Dollar hätten aufgewendet werden müssen.

und um die 6,1 m breite Fahrbahn der Straße aufzunehmen, wurden daher in Abständen von 3 m 7,6 m lange Träger, an einigen Stellen auch längere, quer zur Straßenachse eingebaut. Wo sie auf alte Stahlträger zu liegen kommen, wurden sie mit diesen verschweißt. Außerdem wurde ihr freies Ende gegen den Untergurt des alten Trägers durch eine Strebe abgestützt. Im Rücken der Betongewölbe wurden Querschlitze zur Aufnahme der Träger ausgearbeitet, in denen diese einbetoniert wurden. Zum Schutz gegen Rost, dem die Träger infolge ihrer geringen Höhenlage über dem Meer besonders ausgesetzt sind, wurden sie mit einem dreifachen



Baustrecke der Straße Miami—Key West.

Teile der ehemaligen Eisenbahn von beiden Enden her und auch ein Zwischenstück sind schon als Straße ausgebaut, und unter Einschaltung von zwei Fährstrecken fand schon bisher ein Kraftwagenverkehr zwischen dem Festlande und Key West statt. Die beiden Lücken, zusammen 52,5 km lang, sollen nunmehr geschlossen werden. Es handelt sich dabei um die Wiederherstellung von Brücken, die zusammen 21 km lang sind. Auf den Strecken zwischen den Brücken ist im allgemeinen nur eine Fahrbahndecke einzubauen. Sogar auf einer Strecke, wo der Bahndamm weggeschwungen worden ist, ist es nicht nötig, ihn in alter Höhe wieder anzuschütten, da die Straße in bezug auf die Überwindung von Höhenunterschieden mehr Bewegungsfreiheit hat als eine Eisenbahn. Von der dadurch gebotenen Möglichkeit ist auch, wie Eng. News-Rec. 1937, Nr. 10 vom 2. September, berichtet, bei Wiederherstellung der Brücken Gebrauch gemacht worden.

Die längste Brückenstrecke ist ungefähr 11 km lang. Sie besteht zum größten Teil aus Stahlträgern von 24,4 m Länge auf Betonpfeilern, daneben aus zusammen 275 m langen Betongewölben von 10,7 m Weite. Ähnlich verläuft die alte Eisenbahn und die nunmehrige Straße da, wo sie das Meer zwischen den anderen Inseln überschreitet. Da die Eisenbahn eingleisig war, reicht die Breite der Brücken für eine Straße, die natürlich Raum für zwei Reihen von Fahrzeugen bieten muß, nicht aus,

Asphaltanstrich versehen, zwischen dessen einzelnen Schichten ein mit Asphalt getränktes Gewebe eingelegt wurde.

Im allgemeinen bot die Wiederherstellung der Brücken keine besonderen Schwierigkeiten, das Auflegen der ausgekragten Querträger, die die Straßenfahrbahn tragen, ging ohne Hindernisse vor sich. Dagegen war es nicht ganz einfach, eine ungefähr 1,5 km lange Brücke, die Bahia-Honda-Brücke, auszubauen, weil bei ihr die Fahrbahn der Eisenbahn zwischen den Trägern gelegen hatte; die Breite reichte also für die Straße nicht aus. Die Brücke hat 13 Träger von 38 m Länge, 13 von 55,5 m Länge und eine Hauptöffnung, die von einem 79,9 m langen Träger überbrückt wird. Dazu kommen noch einige ebenfalls mit Stahlträgern überbrückte Öffnungen in den Rampen. Eine einspurige Strecke wollte man in die Straße nicht einlegen, und so mußte man sich denn entschließen, die Straßenfahrbahn auf die Obergurte der alten Eisenbahnbrücken zu verlegen. Diese hatten aber nicht alle die gleiche Höhe, so daß nunmehr in der Straße sechs Gefällbrüche vorkommen. Um den Anschluß an die nunmehr hoch liegende Fahrbahn auf der Hauptbrücke zu erreichen, mußten die Brücken in den Rampen gehoben werden. Zu diesem Zweck wurden eiserne Gerüste auf ihren Pfeilern unter ihre Lager untergesetzt, und ebenso bilden eiserne Tragwerke zwischen den Brücken die Unterlage für die Querträger, die nunmehr die Straßenfahrbahn tragen. Infolge dieser Anordnung liegt der höchste Punkt der Straße etwa 20 m über WS.

Die Straße ist auf den Brücken 6,1 m breit; wo sie auf die Inseln zu liegen kommt, ist ihre Breite 6,4 m. Sie entspricht so in ihrer Breite den Straßen der Halbinsel Florida. Auf den Inseln erhält sie einen Unterbau aus Stein mit einer Tränkdecke, auf den Brücken wird die Fahrbahn von einer Betontafel gebildet. Diese mußte in ihrer Bauart dem Tragwerk

der alten Brücken angepaßt werden, sie ist aber durch Längsfugen in drei Teile geteilt. Die Längsfugen liegen über den Hauptträgern, so daß die Platten über der Auskragung selbständige Baukörper bilden. Man hat diese Anordnung gewählt, weil man sich von ihr eine Verminderung der Schäden verspricht, die Sturm und Hochflut anrichten können.

Zwischen die Querträger sind Schalungen zum Einbringen der 30,5 cm dicken Fahrbahnplatte eingebaut worden, die mit Rundseisen bewehrt ist. Der Beton ist durch Abdecken mit Säcken 28 Tage lang feuchtgehalten worden; dann hat er einen wasserdichten Anstrich erhalten.

Auf den Brücken hat die Fahrbahn einen 23 cm hohen und 50 cm breiten Schrammbord, dazu ein Betongeländer. Nur eine 10 km lange Brückenstrecke erhält ein Eisengeländer.

Die Baukosten der Straße sollen durch ein Brückengeld getilgt werden, dessen Höhe noch nicht feststeht. Sie wird vom Umfang des Verkehrs abhängen und soll so bemessen werden, daß die Baukosten in 30 Jahren abgetragen sind. Man denkt an 1 Dollar für ein Fahrzeug und einen Zuschlag von 25 Cents für jeden Insassen. Der Verkehr kann jedenfalls diese Belastung tragen, da er ja die Kosten der zweimaligen Beförderung mit einer Fähre erspart. Wkk.

Vereinfachte Kopframpenbauart. Auf einem Bahnhof in ländlicher Gegend befand sich vor einigen Jahren eine Seitenrampe ohne Kopframpe. Verschiedentlich wurde von Interessenten der Wunsch nach Herstellung einer Kopframpe geäußert. Wenn man nun eine Kopframpe der üblichen Bauart hätte herstellen wollen, so wäre außer der Kopframpe ein besonderes Gleis mit einer Weiche notwendig geworden, so daß für die Herstellung der Kopframpe mindestens 10 000 RM hätten aufgewendet werden müssen. Um diese verhältnismäßig hohen Kosten zu sparen, ist folgende einfache und billige Lösung versucht worden. Als Kopframpengleis ist, wie aus dem Lageplan Abb. 1 ersichtlich ist, das vorhandene Güterschuppengleis benutzt worden.

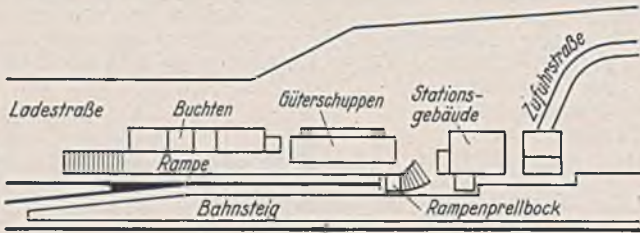


Abb. 1.

Der dies Gleis abschließende feste eiserne Prellbock ist durch einen verschiebbaren Rampenprellbock der von dem Unterzeichneten entworfenen Bauart¹⁾ ersetzt, und dieser ist gemäß Abb. 2 zum Überladen landwirtschaftlicher Maschinen u. dgl. über Kopf eingerichtet worden. Die Einrichtung besteht nun seit etwa vier Jahren und genügt als Ersatz für eine Kopframpe gewöhnlicher Bauart vollkommen, da Möbelwagen und sonstige

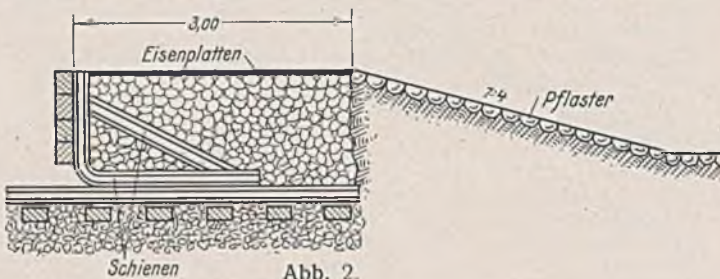


Abb. 2.

über Kopf zu verladende längere Fahrzeuge für diesen Bahnhof nur ganz ausnahmsweise in Frage kommen und daher unbedenklich auf die Nachbarbahnhöfe verwiesen werden können. Es sind so annähernd 10 000 RM erspart worden. Die gleiche Einrichtung kann auf zahlreichen anderen kleineren Bahnhöfen in ländlichen Gegenden an Stelle normaler Kopframpen verwendet werden.

Patentschau.

Vorrichtung zur gegenseitigen Abstützung von Spundbohlen.

(Kl. 84c, Nr. 629 530 vom 5. 11. 1933 von Ihseder Hütte in Peine.) Um das Mitziehen der bereits gerammten Bohlen zu verhindern, ist jede Spundbohle durch einen oder mehrere schräg stehende Spreizen auf die vorher gerammte Bohle abgestützt, wobei die Enden der Spreizen in Löcher der Bohlenstege eingreifen. Auf die Bohle 1 stützt sich die Bohle 2 mittels der Spreizen 3 ab, die Bohle 4 wird gerade gerammt. Die Spreize 5 ist in die Öffnung 6 der schon gerammten Bohle eingehängt, um beim Weiterrammen der Bohle 4 von selbst in die Öffnung 7 einzugreifen. Die Bohle 4 ist dann auf Bohle 2 abgestützt, so daß sie von der folgenden Bohle nicht mitgezogen werden kann.

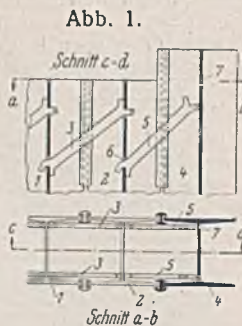


Abb. 1.

Abb. 2.

¹⁾ Vgl. Bautechn. 1933, Heft 17, S. 231.

Selbsttätiger Saugheber mit einer tief im Oberwasser liegenden Hauptöffnung und mit schlitzförmigen Nebenöffnungen. (Kl. 84a, Nr. 619 058 vom 16. 7. 1932 von Dr.-Ing. Werner Heyn in Rahlstadt, Bez. Hamburg.) Um eine gute Feinregelung des Oberwasserspiegels zu erzielen und ein unzulässiges Überstauen der Staugrenze wie auch ein zu tiefes Absaugen unter Staugrenze zu verhindern, ist der selbsttätig wirkende Heber mit einer tief im Oberwasser liegenden Hauptöffnung und mit einer schlitzförmigen, in Höhe des Stauzieles liegenden Nebenöffnung versehen, wobei letztere dem vor der Hauptöffnung liegenden Absenkungsbereich des Oberwasserspiegels durch eine zwischen den beiden Öffnungen angeordnete Trennwand entzogen ist. Die Trennwand zwischen der Hauptöffnung *H* und der Nebenöffnung *S* besteht aus einer in das Oberwasser vorgestreckten Wand *T*, deren Länge etwa der halben Länge der größten Absenkungskurve des Wasserspiegels entspricht. Die Hauptsaugkante *H* taucht so tief in den Stauraum, daß sie auch durch die Druckhöhe *D*₁ der größten Ein-

Abb. 2.

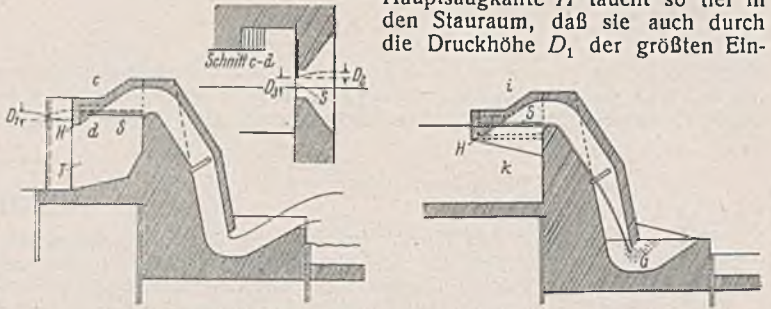


Abb. 1.

Abb. 3.

trittsgeschwindigkeit nicht freigelegt wird; die obere Kante der schmalen Nebenöffnung *S* liegt gemäß Abb. 3 um ein geringes Maß *D*₃ dicht über der Heberüberfallkrone. Ist die Stauzielüberschreitung kleiner als das Maß *D*₃, so wirkt die Heberkrone wie ein festes Überfallwehr. Erreicht die Stauzielüberschreitung das Maß *D*₃, so kann die vom Saugstrahl unten bei *G* aus dem Heberinnern herausgerissene Luft nicht mehr frei durch den Schlitz *S* hindurch ersetzt werden; die von oben eintretende Luft klemmt sich zusammen und wird mit dem Wasser durch den Schlitz gedrückt. Die Abklemmung dieser Reglerluft steigert sich unverhältnismäßig stark und feinfühlig im Verhältnis zu dem geringen weiteren Ansteigen des Oberwasserspiegels, das bei dem Höchstmaß *D*₂ eine völlige Abklemmung der Reglerluft und damit das Vollarbeiten des Hebers herbeiführt.

Personalmeldungen.

Preußen. Kulturbauverwaltung. Befördert: Regierungsbaurat Schulze in Trier zum Regierungs- und Baurat; die Regierungsbaussessoren Keller in Stolp, Dr.-Ing. Klehnel in Heide, Kaufmann in Düsseldorf, Haberstroh in Büsum, Pohle in Münster i. W. zu Regierungsbauräten.

Versetzt: die Regierungsbauräte Matthiae in Düsseldorf nach Münster i. W.; Weinrich in Liegnitz nach Lüneburg; Perltz in Trier nach Aachen; Zillmann in Stargard nach Kassel; Franke in Hagen nach Düsseldorf; Herrgeist in Elbing nach Marienwerder; Nußbaum in Meppen nach Osnabrück; Gies in Lipstadt nach Kassel; Margraf in Magdeburg zum Regierungspräsidenten daselbst; Weigel in Düsseldorf nach Trier; Heym in Schneidemühl zum Regierungspräsidenten daselbst; Hohegger in Oppeln nach Meppen; Kaufmann in Düsseldorf nach Hagen; die Regierungsbaussessoren Zwickau in Oppeln nach Gumbinnen; Siebel in Kassel nach Tilsit; Schilder in Trier nach Gumbinnen.

Uebernommen in den Staatsdienst

a) unter gleichzeitiger Ernennung zum Regierungsbaurat: die Bauassessoren Otte in Lüneburg, Sustrate in Oppeln, Hamdorf in Oppeln, Wagner in Liegnitz, Heym in Schneidemühl, Klinge in Berlin, Dirschka in Breslau,

b) als Regierungsbaussessor: die Bauassessoren Drechsler in Merseburg, Haller in Trier, Höhne in Minden, Köthmann in Aurich, Metzkes in Düsseldorf, Martens in Magdeburg, Mensing in Verden, Fontane in Königsberg i. Pr., Sander in Neustadt a. d. Dosse, Siebel in Kassel, Schilder in Trier, Schmitz in Magdeburg, Schelling in Husum, Schenck in Allenstein, Voge in Stargard.

In den Ruhestand getreten: Regierungs- und Baurat Wedemeyer in Lüneburg, Oberregierungs- und -baurat Roessing in Aachen.

Berichtigung. In dem Aufsatz „Stehblechaussteifungen für genietete Blechträger“ in Heft 6 der Bautechn. sind die Abb. 1 (S. 71) und Abb. 7 (S. 72) miteinander zu vertauschen.

Auf S. 72, r. Sp., Zeile 10 v. o., muß es anstatt „Stahlbleches“ lauten: „Stehbleches“.

INHALT: Die Schillbrücke bei Wesel. — Die Neubauten der Leipziger Technischen Messe. — Neue Untersuchungen zur Berechnung von Grundwasserströmungen. — Bewegung großer Erdmassen mit Hilfe von Hochleistungsloßelbaggern und mit von Traktoren gezogenen Großschrapern in amerikanischen Tagebauen. — Vermischtes: Eine Straße über das Meer. — Vereinfachte Kopframpenbauart. — Patentschau. — Personalmeldungen. — Berichtigung.