

DIE BAUTECHNIK

19. Jahrgang

BERLIN, 11. April 1941

Heft 16

Alle Rechte vorbehalten.

Spitzwinklige Überführungen einer Reichsstraße über eine zweigleisige Bahn.

Von Technischem Reichsbahninspektor Herbert Vonhof.

Bei der Elektrisierung einer zweigleisigen Eisenbahnstrecke hat die Deutsche Reichsbahn in enger Zusammenarbeit mit der Reichsstraßenverwaltung die über die Bahn führenden Straßenbrücken erneuert. Dabei waren besondere Schwierigkeiten zu überwinden, die in der geringen verfügbaren Bauhöhe und in der sehr spitzwinkligen Kreuzung von Bahn und Straße bestanden. Außerdem fielen in den Bereich der Brücken Querneigungen der Straße bis zu 8‰ und Ausrundungen der Gefällswechsel. Bei einem Brückenbauwerk lag sogar eine Gegenkrümmung auf der Brücke. Ein Jahr nach Beginn der Entwurfsbearbeitung waren sämtliche Bauwerke vollendet und in Betrieb genommen.

1. Brücke I und II.

Beide Bauwerke sind in fast gleicher Weise gebaut, es genügt daher die Beschreibung der Brücke I. Einen Blick in das Tal mit der Kreuzung zwischen der Reichsstraße und der Reichsbahn zeigt Abb. 1; die Lage des Kreuzungsbauwerks ist in Abb. 2 dargestellt. Die alte Reichsstraße kreuzte die Bahn im rechten Winkel, die alte Straßenbrücke ist im Hintergrunde der Abb. 3 zu erkennen¹⁾. Der Straßenverkehr mußte bis zur Fertigstellung der neuen Brücke über eine Notbrücke (Abb. 3) geführt werden, da der Gleisabstand für den Einbau der Mittelstützen der neuen Überführung vergrößert werden und die alte Brücke deshalb den Gleisen weichen mußte.

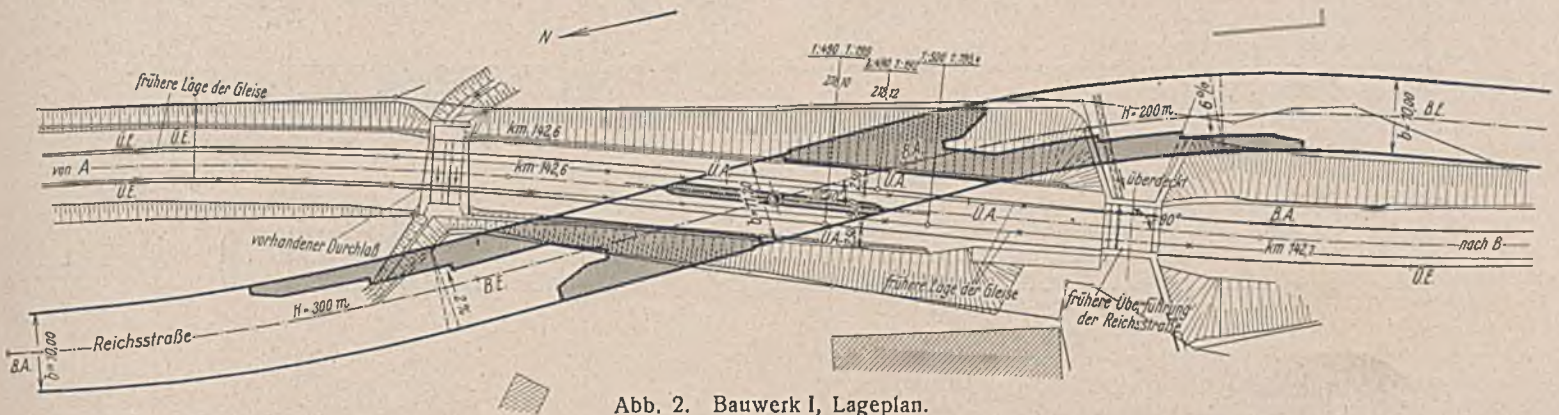


Abb. 2. Bauwerk I, Lageplan.

Bei den Bauwerken I und II, die die Bahn unter einem Winkel von $20^{\circ} 40'$ und $18^{\circ} 59' 15''$ kreuzen, sind als Überbau einbetonierte IP-Träger verwendet worden; die Brücke III, deren Kreuzungswinkel $13^{\circ} 41'$ beträgt, ist in Eisenbeton ausgeführt.

Der Überbau der neuen Überführung besteht aus neun einbetonierten Stahlträgern IP 60 von je 34 m Länge, die die Gleise unter dem Winkel von $20^{\circ} 40'$ mit zwei Spannweiten von je 16,07 m überbrücken und die durch Querträger IP 16 und durch Endquerträger IP 24 miteinander verbunden sind (Abb. 4 bis 7). Die Hauptträger sind in voller Länge von 34 m vor der Walze abgeschnitten worden; jeder Träger wog 7,7 t. Die Querträger schließen so an die Hauptträger an, daß beide Oberkanten in gleicher Höhe liegen. Zur Stützung der Querträgeranschlüsse sind unter ihnen an den Stegen der Hauptträger angeschweißte, lotrecht stehende Träger IP 12 angeordnet, die zugleich auch die Hauptträger aussteifen.

Unter jedem der neun Hauptträger steht als Stütze ein Stahlträger IP 30, der durch zwei aufgeschweißte Stahlplatten zum geschlossenen Kastenquerschnitt ausgebildet ist (Abb. 8).

¹⁾ Das Bauwerk ist abgebildet in Bautechn. 1940, Heft 4, S. 37, Abb. 18.



Abb. 1. Bauwerk I, Gesamtbild.



Abb. 3. Bauwerk I, Notbrücke, dahinter die alte Brücke.

Die Ummantelung des Stahltragwerks mit Beton zeigt Abb. 9. Die Querbewehrung ist mit Rücksicht auf den spitzen Kreuzungswinkel verhältnismäßig stark gehalten. Um an Gewicht zu sparen, ist der Beton so ausgespart, daß vertiefte Deckenfelder entstanden sind. Die Unterflansche der Hauptträger liegen frei, sie können so leicht überwacht und im Anstrich unterhalten werden²⁾. Ebenso sind die Außenseiten der äußeren Hauptträger freigelassen. Die Bewehrungsseisen des Betonmantels sind nicht durch die Stahlträger durchgesteckt. Die Fahrbahn hat Quer- und Längsgefälle erhalten, so daß eine gute Entwässerung gewährleistet ist.

²⁾ Vgl. Leonhardt, Brücken aus einbetonierten Stahlträgern. Bautechn. 1940, Heft 31, S. 359.

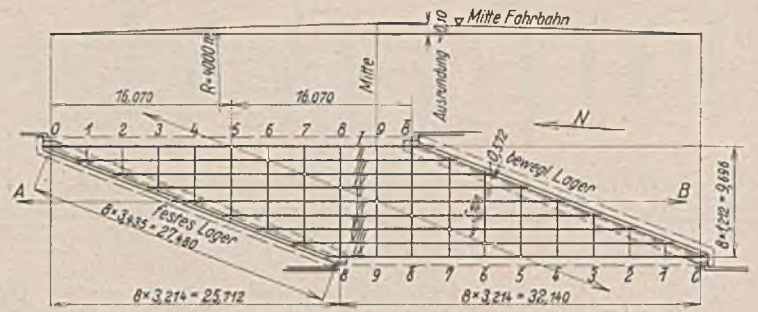


Abb. 4. Trägernetz.

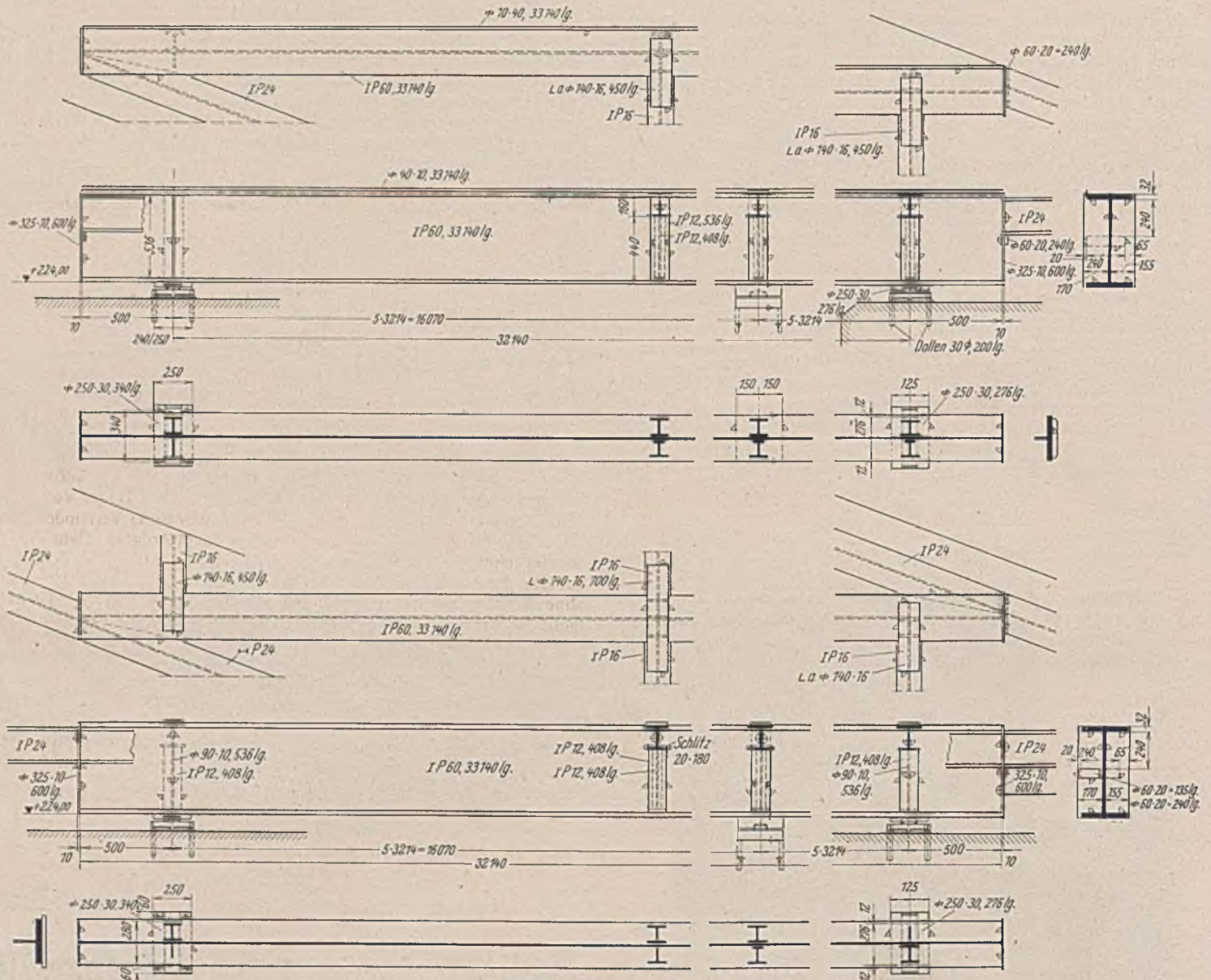


Abb. 5. Hauptträger.

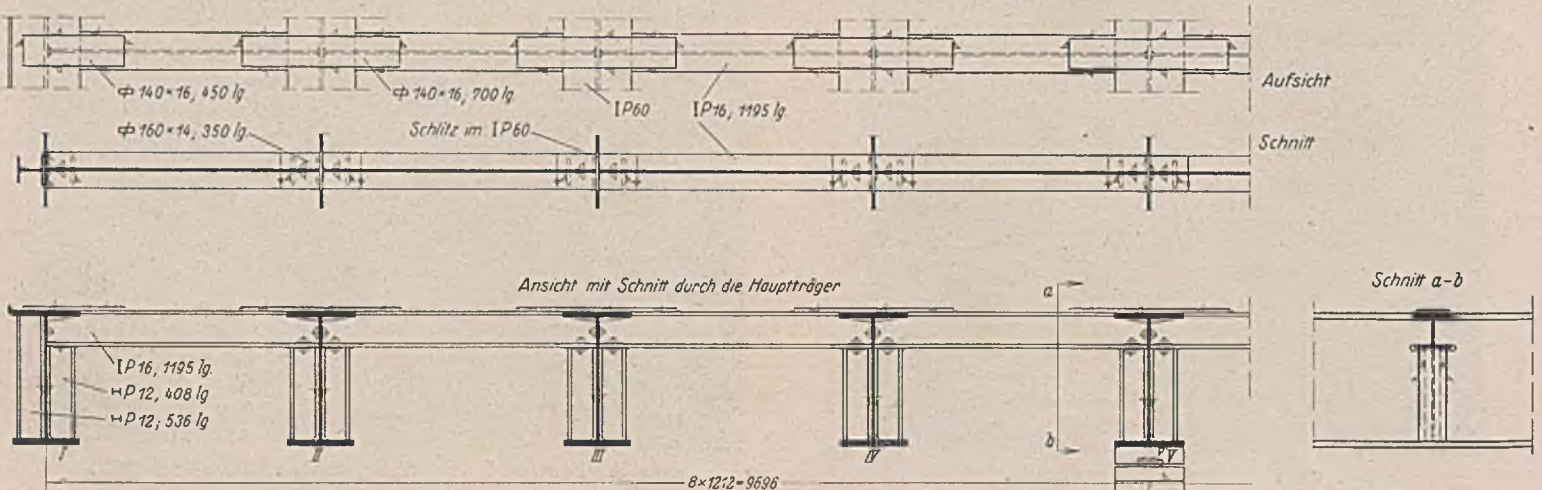


Abb. 6. Querträger.

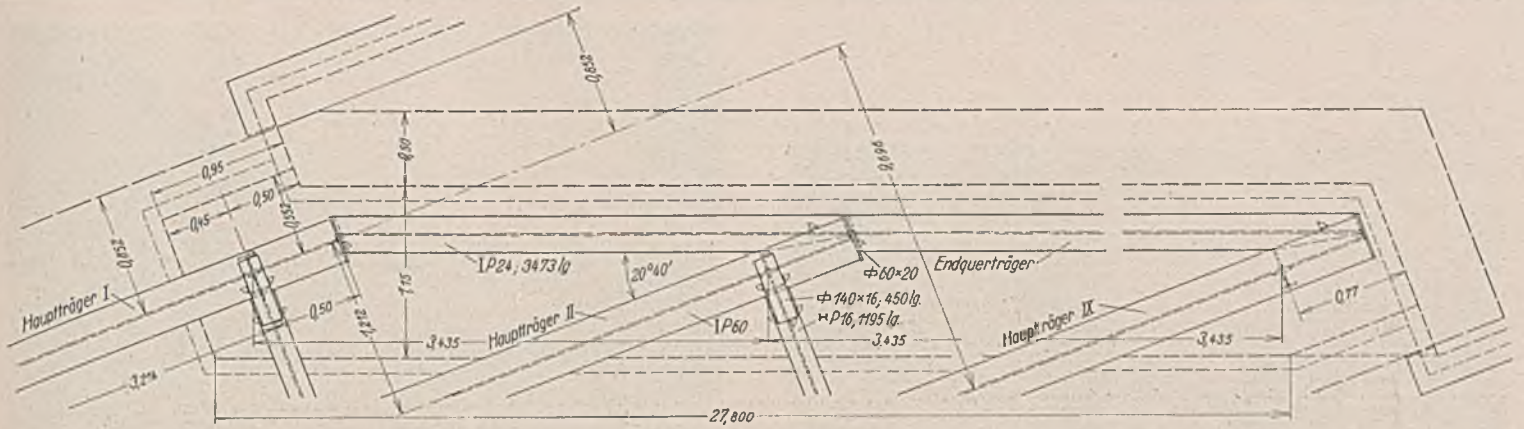


Abb. 7. Endquerträger.

Die Stahlträger sind nach den Vorschriften DIN 1073, §§ 9, 4 und 20,1 berechnet.

Die Hauptträger haben in den Feldmitten Überhöhungen von 35 mm erhalten, wodurch die aus dem Gewicht der Eisenbetondecke folgenden Durchbiegungen aufgehoben werden sollten. Die Überhöhungen wurden durch strichweise, einseitige Erwärmung der Träger auf 500 bis 600° erreicht³⁾.

³⁾ L. Scheer, Was ist Stahl? 4. Aufl., S. 3 bis 12. Berlin 1939, Springer.

Die Belastungsprobe der Brücke wurde mit 8 t schweren Tanks durchgeführt. Als zulässige Durchbiegung war $\frac{1}{1000}$ der Spannweite oder $\frac{16070}{600} = 26,8$ mm eingesetzt worden. Die gemessenen Durchbiegungen (1,5 mm) betragen nur 5,6% der errechneten, woraus zu ersehen ist, daß die in den IP-Walzträgern eingespannte Eisenbetondecke wesentlich zum Tragen der Lasten mit herangezogen wird. Bei künftigen Ausführungen gleicher Art wird man wohl mit geringerem Stahlaufwand auskommen können.

Die Widerlager und die Grundmauern der Stützen stehen auf festem, harten Ton und zum Teil auf Fels. Die Widerlager beim Bauwerk I (Abb. 11) sind mit regelmäßigem Schichtenmauerwerk und beim Bauwerk II (Abb. 12 u. 14) mit unregelmäßigem Schichtenmauerwerk aus Knotenkaik verblendet, der in vorzüglicher Beschaffenheit und hoher Festigkeit einem in der Nähe gelegenen Steinbruch entnommen werden konnte.

Der Bauvorgang war folgender. Zunächst wurden mit einem Eisenbahndrehkran von 90 t Tragkraft die Hauptträger auf die Auflagerbänke der Widerlager gelegt, und zwar jedesmal je drei Träger von je etwa 25 t Gesamtgewicht, die im Werk bereits miteinander verbunden waren. Für das Verlegen wurde ein besonders angefertigtes Gehänge verwendet (Abb. 10). Das Aufnehmen und Absetzen eines Trägersatzes dauerte durchschnittlich 35 Minuten, konnte also bequem in Zugpausen ohne Betriebsstörungen erledigt werden. Abb. 11 zeigt das fertig verlegte Trägernetz. Sodann wurden die Stützen eingebaut, die Schalung

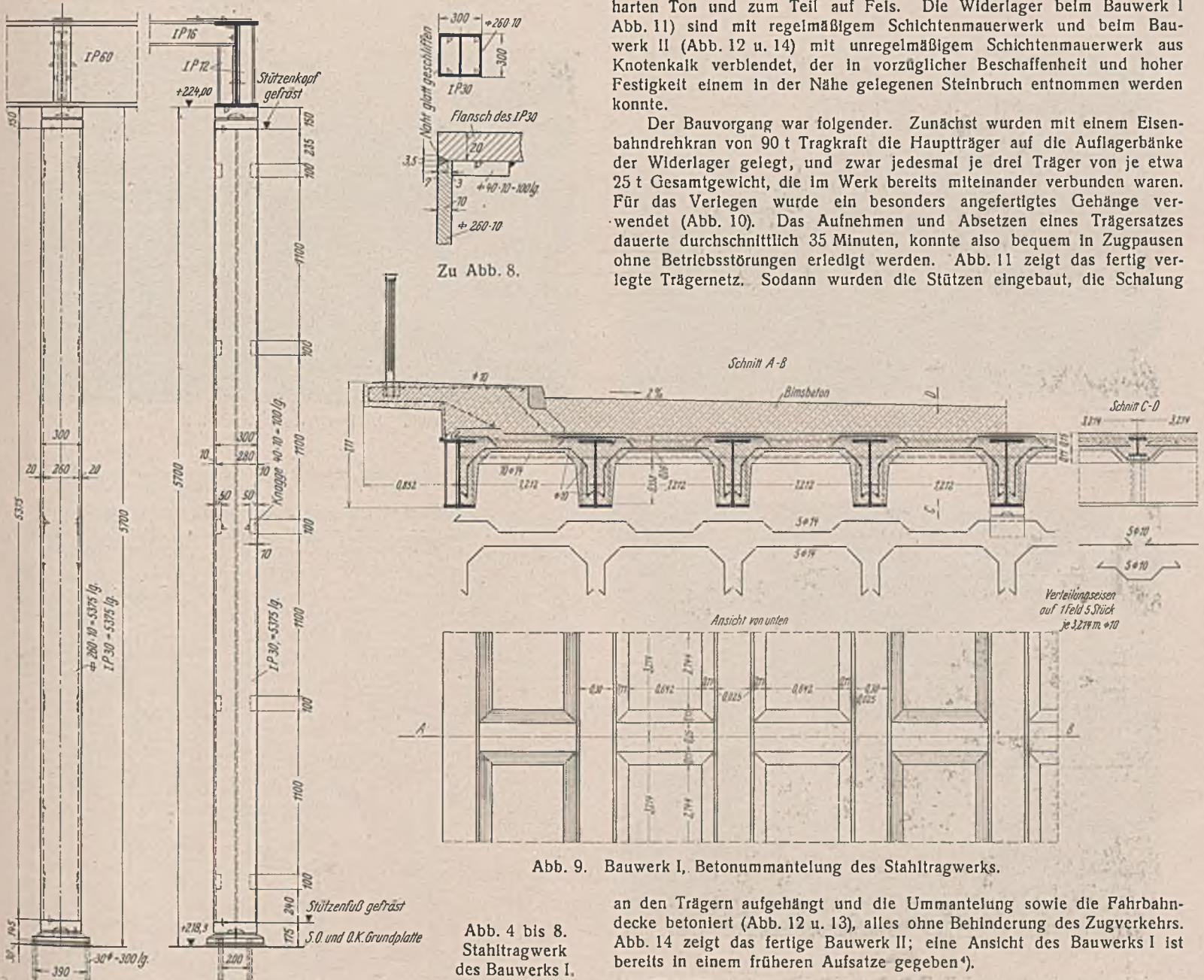


Abb. 9. Bauwerk I, Betonummantelung des Stahltragwerks.

an den Trägern aufgehängt und die Ummantelung sowie die Fahrdecke betoniert (Abb. 12 u. 13), alles ohne Behinderung des Zugverkehrs. Abb. 14 zeigt das fertige Bauwerk II; eine Ansicht des Bauwerks I ist bereits in einem früheren Aufsatz gegeben⁴⁾.

⁴⁾ Bautechn. 1940, Heft 4, S. 37, Abb. 19.

Abb. 8. Stützen.

Abb. 4 bis 8. Stahltragwerk des Bauwerks I.

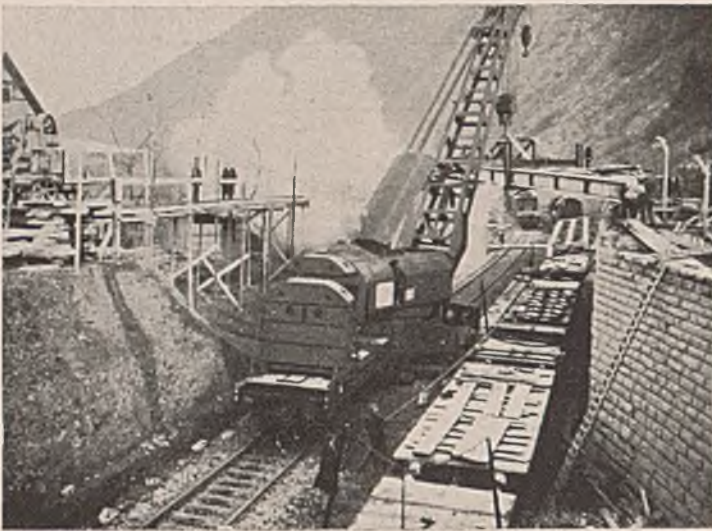


Abb. 10. Bauwerk I, Verlegen der Stahlträger.



Abb. 11. Bauwerk I, das Stahlträgernetz ist fertig zusammgebaut.



Abb. 12.



Abb. 14. Das fertige Bauwerk II.

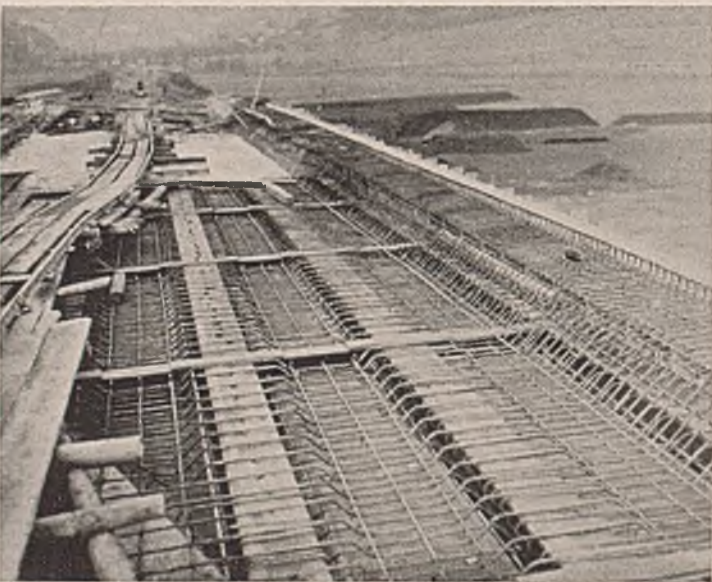


Abb. 13.

Abb. 12 u. 13. Bauwerk II, Betonieren der Ummantlung und der Fahrbahndecke.

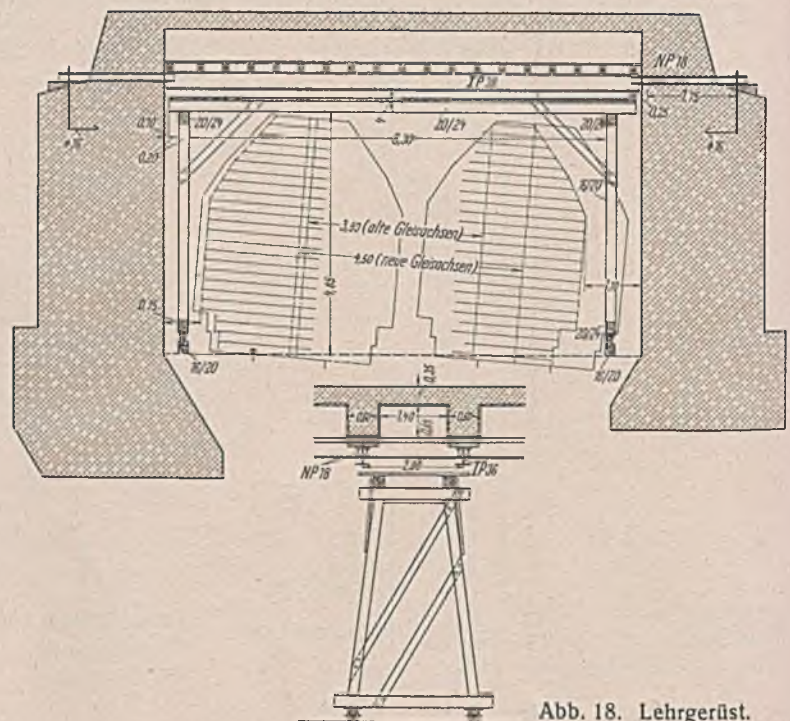


Abb. 18. Lehrgerüst.

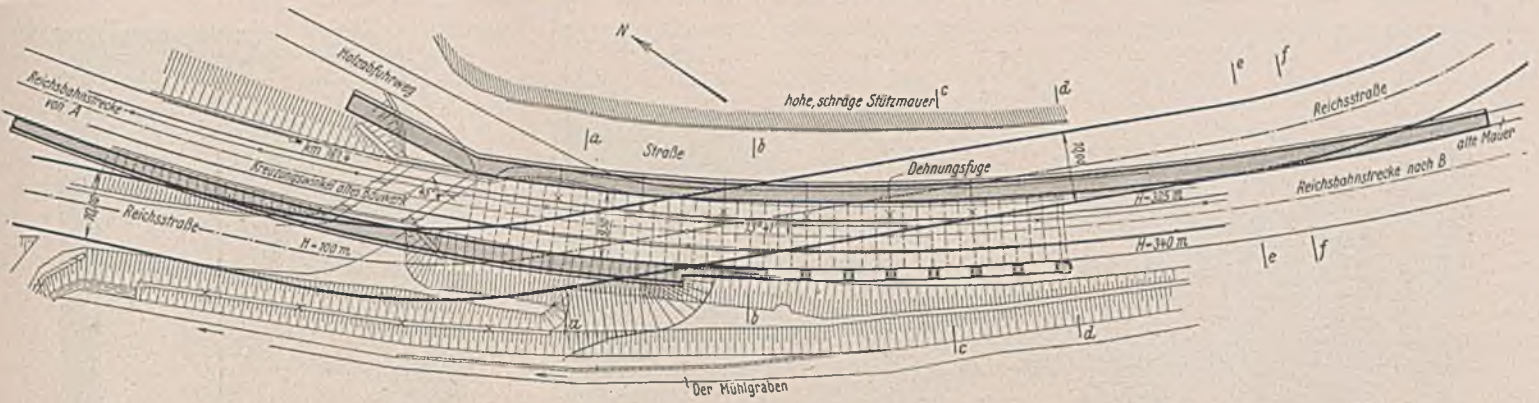


Abb. 15. Bauwerk III, Lageplan.

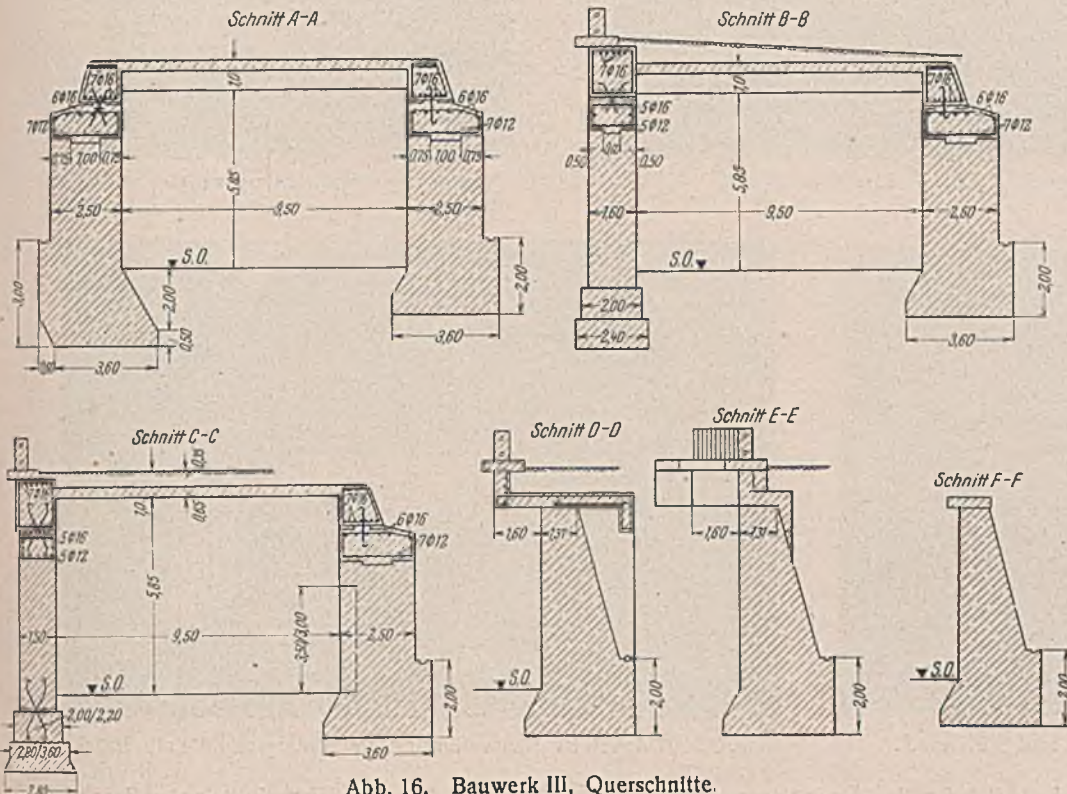


Abb. 16. Bauwerk III, Querschnitte.

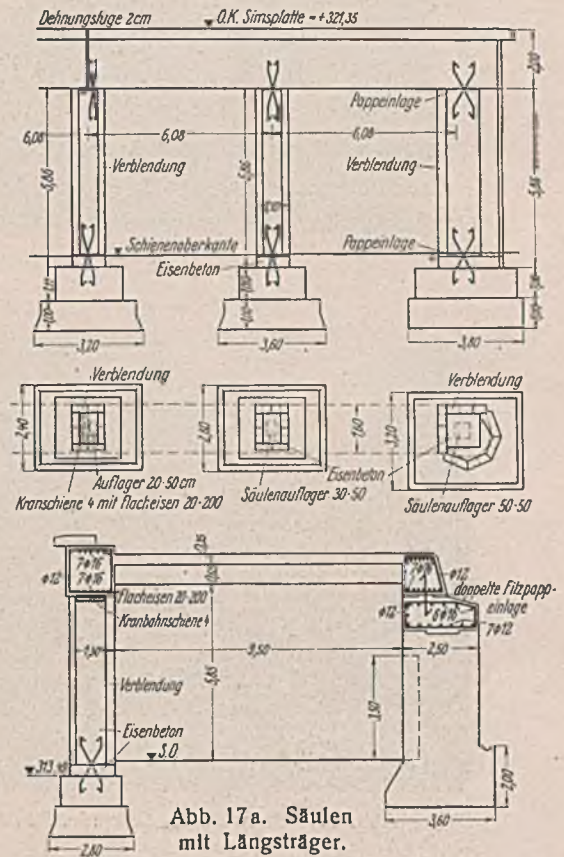


Abb. 17a. Säulen mit Längsträger.

2. Brücke III.

Die Überführung kreuzt die Bahngleise unter dem sehr spitzen Winkel von $13^\circ 41'$. Sie wurde deshalb in Eisenbeton ausgeführt. Der Baugrund besteht aus festem, harten Ton, teilweise auch aus Fels. Das Bauwerk ist in Abb. 15 bis 17 dargestellt. Es ist auf 43,42 m Länge tunnelartig geschlossen, auf weitere 41,36 m Länge ist die westliche Tunnelwand offen; die Tunneldecke wird hier durch sieben Säulen getragen (Abb. 20 u. 21). Südlich und nördlich der im ganzen 84,78 m langen Tunnelstrecke schließen auf einer Seite der Gleise Stützmauern an. Am Süd- und Nordende ist die Straße über den Kopf der Stützmauer ausgekragt (Abb. 21). Eine 20 m lange schräge Flügelmauer steht am Nordende des Tunnels der Stützmauer gegenüber. Die Stützmauern und Säulen sind mit Natursteinen verblendet; das Bauwerk fügt sich so gut in die Landschaft ein (Abb. 19). Das Gelände ist über den Gleisen als Schutz gegen den Fahrdrabt geschlossen ausgeführt (Abb. 21).

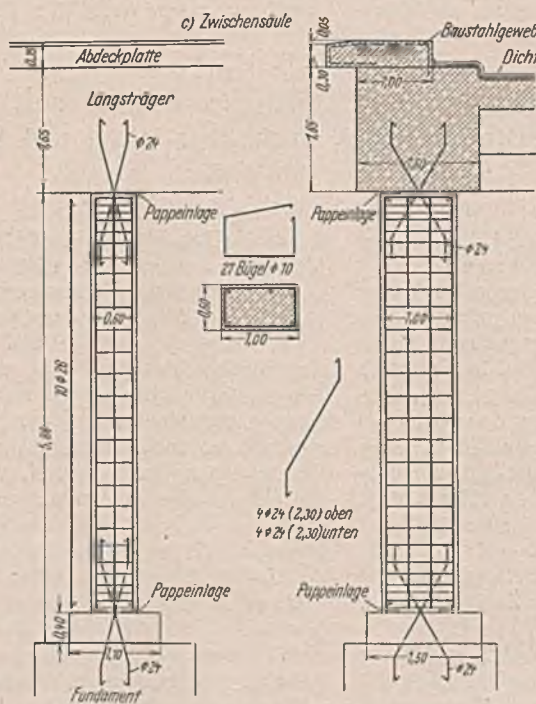


Abb. 17c. Zwischensäule.

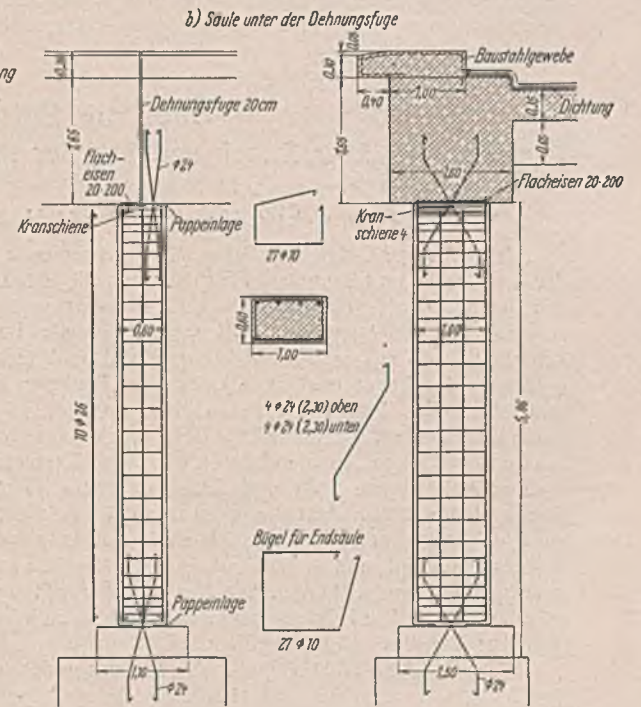


Abb. 17b. Säule unter der Dehnungsfuge.

Abb. 17a bis c. Bauwerk III, Säulen.



Abb. 19. Bauwerk III in der Landschaft.



Abb. 20. Bauwerk III, Säulen.



Abb. 21. Bauwerk III, Südende, Säulen und Stützwand.



Abb. 22. Bauwerk III, Bauausführung, im Hintergrund die alte Brücke.

Die Überführung ist ebenso wie die Brücken I und II bei voller Aufrechterhaltung des Eisenbahnbetriebs gebaut worden. Die Schalung für die Eisenbetonrippendecke wurde mit einer Hängerüstung auf die Wider-

lager aufgelegt, die entsprechend dem Arbeitsfortschritt in den Zugpausen ausgehängt, auf ein fahrbares Untergerüst abgesetzt, verfahren und wieder angehängt wurde (Abb. 18 u. 22).

Alle Rechte vorbehalten.

Über die Entwicklung der Güte des Betons seit 1918.

Bemerkungen über Zweck und Ziel der Baustoffforschung, auch über Mittel und Wege zu ihrer Nutzbarmachung.

Von Professor Otto Graf.

Nach einem Vortrag in der 44. Hauptversammlung des Deutschen Beton-Vereins am 9. April 1941 zu München.

Es ist bekannt, daß der Beton als Baustoff noch nicht die Achtung der Architekten und Bauherren erworben hat, die der erfahrene Ingenieur des Betonbaus als gebührend ansieht. Dieser macht gelegentlich darauf aufmerksam, daß bestimmte, oft wiederkehrende Bauaufgaben ebenso dauerhaft, aber mit weniger Arbeitsaufwand und sachgemäßer in Beton gelöst werden könnten als mit einer vom Bauherrn gewählten anderen Bauweise. Das Bauen mit Beton gebe überdies oft Gelegenheit, Bauformen zu wählen, die der Kunst des Ingenieurs unserer Zeit besonders ausdrucksvoll entsprechen und die in gewissen Fällen einen außerordentlich kleinen Aufwand an Stoff und Arbeit erfordern. Architekten und Bauherren stehen dieser Auffassung zwar nicht ablehnend gegenüber, doch wird da und dort entgegnet, daß es immerhin zweifelhaft sei, ob der Beton so dauerhaft und so gleichmäßig, auch so schön und so eindrucksvoll gewährleistet werden könne, wie dies jeweils für die betreffende Aufgabe erforderlich sei. Die Erfahrungen seien über eine zu kurze Zeit gesammelt, sie seien überdies nicht einheitlich.

Diese Sachlage ist ähnlich der, die wir von anderen Aufgabengebieten der Technik kennen, wenn es sich darum handelt, technische Fortschritte zu erringen. Alle Beteiligten wissen, daß das gewünschte Vertrauen zu einer Sache nur errungen werden kann durch den Nachweis der wirklichen Verhältnisse, durch die eindeutige Beantwortung der Einwände sowie

durch die Beseitigung von Mängeln, die behoben werden können. Das Vertrauen kann nur durch Schaffung von Tatsachen entstehen.

Im folgenden soll dargelegt werden, was zur Entwicklung der Eigenschaften des Betons in den letzten 25 Jahren geschehen ist, was zur Zeit als Erfahrung zu gelten hat und verbürgt werden kann und was in nächster Zeit darüber hinaus möglich sein wird. Ich beschränke mich dabei auf den Beton im allgemeinen, also auf den Schwerbeton. Da es sich dabei zeigt, daß durch Nutzung der Erkenntnisse und Erfahrungen eine weitergehende Anwendung des Betons möglich ist und daß diese Nutzung nicht ausreichend zustande kommt, weil die Erfahrungen und Erkenntnisse auf die Männer der Bautechnik unzureichend übertragen werden, muß ich weiterhin darlegen, wie die Erkenntnisse über die Baustoffe mehr als bisher zur Geltung gebracht werden können und müssen.

Zuerst ist auf die Entwicklung der Betoneigenschaften durch die Verbesserung der Zementigenschaften aufmerksam zu machen. Wir wissen, daß die mittlere Normdruckfestigkeit des Portlandzements nach 28tägiger gemischter Lagerung im Jahr 1914 rd. 400 kg/cm² betrug, auch im Jahr 1921 noch auf dieser Höhe lag. Im Jahr 1934 waren 500 kg/cm² erreicht, im Jahr 1938 520 kg/cm². Für die Eisenportlandzemente und Hochofenzemente war die Steigerung verhältnismäßig noch größer. Dementsprechend ist es heute möglich, eine bestimmte Beton-

festigkeit mit weniger Zement zu schaffen als früher. Außerdem wurden die hochwertigen Zemente in einer besonderen Klasse bereitgestellt und genormt, dabei fortlaufend verbessert; ferner wurden Sonderzemente entwickelt, die sich von den guten hochwertigen Portlandzementen durch sorgfältigere Aufbereitung und noch feinere Mahlung und durch besonders hohe Festigkeiten unterscheiden. Beispielsweise lieferte ein solcher Zement im Jahr 1940, also während des Krieges, nach 28tägiger gemischter Lagerung eine Normendruckfestigkeit von 725 kg/cm²¹⁾; Beton mit diesem Zement und mit gut gekörnten Zuschlagstoffen, mit einem Mörtelgehalt von 50%, als Rüttelbeton für bewehrten Beton brauchbar, lieferte nach 28tägiger Wasserlagerung

	mit 310	205 kg Zement je m ³
die Druckfestigkeit zu	527	385 kg/cm ² ²⁾
die Biegezugfestigkeit zu	82	71 kg/cm ² ²⁾ .

Weiterhin ist die Prüfung der Zemente auf Zugfestigkeit durch die zweckmäßigere Prüfung auf Biegezugfestigkeit³⁾ abgelöst worden. Es ist jetzt in einfacher Weise möglich, für Beton, der im Gebrauch auf Biegung beansprucht wird, also für Beton zu Eisenbetontragwerken, Betonfahrdecken, Zementwaren usw. Zemente auszusuchen, die sich in bezug auf die Biegezugfestigkeit auszeichnen. Das zugehörige Prüfverfahren ist durch DIN 1165 und 1166 zu allgemeiner Anwendung gebracht worden. Die Einführung dieses Prüfverfahrens war der Anlaß zu eingehenden Betriebsversuchen in vielen Zementwerken; man wollte erfahren, durch welche Maßnahmen die Biegezugfestigkeit des Prüfmörtels und damit die Biegezugfestigkeit des Betons gesteigert werden können.

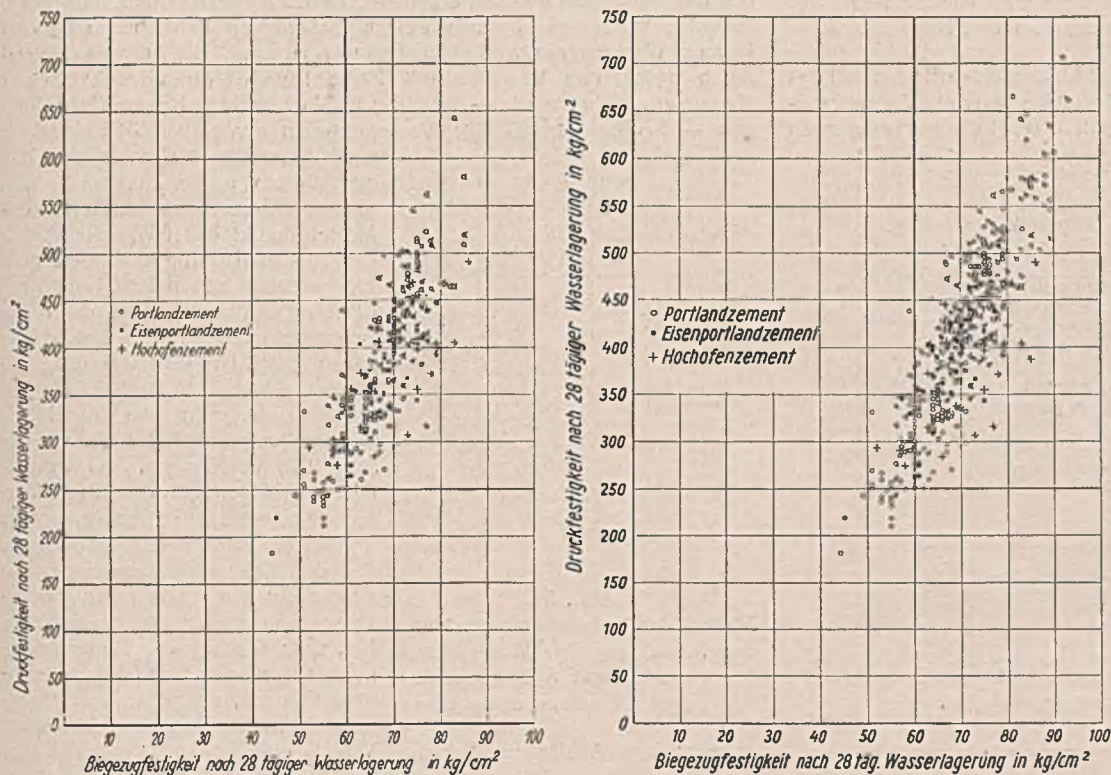


Abb. 1. Ergebnisse von Zementprüfungen nach DIN 1165 und 1166, links nach dem Stande von 1936, rechts von 1938.

Abb. 1 zeigt beim Vergleich der beiden Teilfiguren eindrucksvoll eine in wenigen Jahren erreichte Steigerung der Größe der Biegezugfestigkeit des Prüfmörtels. Damit wurde eine alte Aufgabe in Angriff genommen, nämlich die Steigerung der Biegezugfestigkeit des Betons. Einen wesentlichen Erfolg dieser Arbeiten haben wir beim Bau der Fahrbahndecken der Reichsautobahnen verfolgen können.

Zur Erläuterung dürfte es angezeigt sein, durch weitere Beispiele anzugeben, was in den letzten Jahrzehnten zur Einführung der Prüfung des Betons auf Biegezugfestigkeit geschehen ist. Zunächst ist eine bestimmte Biegezugfestigkeit des Betons bei der Abnahme von Gehwegplatten, Bordsteinen, auch bei Betonrohren verlangt und gewährleistet worden⁴⁾. Bei Abnahmeversuchen mit solchen Betonwaren ergab sich

¹⁾ Seit Ende 1935 sind in Stuttgart wiederholt Zemente geprüft worden, die Normendruckfestigkeiten über 700 kg/cm² lieferten. Darunter sind Zemente, die sogar bei der Prüfung nach DIN 1165 und 1166 Druckfestigkeiten über 700 kg/cm² ergaben. Vgl. Bd. 27 der Forschungsarbeiten aus dem Straßenwesen 1940, S. 19.

²⁾ Festgestellt mit Balken 56 cm × 10 cm × 10 cm.

³⁾ Graf, Heft 27 der Forschungsarbeiten aus dem Straßenwesen, 1940, Abb. 2, ferner S. 50 ff.

⁴⁾ Vgl. DIN 485 (Bürgersteigplatten), 483 (Bordsteine) und 4032 (Betonrohre).

früher sehr oft, daß die heute geltenden Mindestbedingungen nicht erfüllt wurden. Andererseits zeigten tüchtige Männer, daß die Mindestbedingungen leicht zu übertreffen sind und daß überdies die Verwendung von Beton mit höherer Biegezugfestigkeit aus technischen und wirtschaftlichen Gründen als Fortschritt anzusehen ist⁵⁾. Damit entstanden die Voraussetzungen für die Einführung von Güteklassen.

Im Baubetrieb ist erstmals für den Bau der Betonfahrdecken im Jahr 1933 eine Mindestbiegezugfestigkeit gefordert worden, nämlich 35 kg/cm² für 28 Tage alte Balken aus dem Beton der Oberschicht⁶⁾. Die gleiche Forderung stand in den Richtlinien für Fahrbahndecken der Direktion der Reichsautobahnen vom Oktober 1934. Zunächst war festzustellen, daß die Innehaltung dieser Forderung nicht allen Unternehmern leicht fiel, daß aber in einzelnen Baustellen bald erheblich größere Biegezugfestigkeiten fortlaufend entstanden. Die Erfahrung lehrte, daß für die Betonfahrdecken höhere Biegezugfestigkeiten als jetzt vorgeschrieben fortlaufend geliefert werden können und daß diese höheren Festigkeiten nötig sind⁷⁾.

Wenn wir den Einfluß der Verbesserung der Zementeigenschaften weiter verfolgen, so ist bemerkenswert, daß die Hilfsmittel zur Einschränkung des Schwindmaßes und der Schwindspannungen technisch-wissenschaftlich tiefergehend entwickelt wurden. Die Erfahrungen machen es überdies möglich, Schäden, die auf das Schwinden zurückzuführen sind, zu vermeiden. In der Zukunft handelt es sich darum, das Wesen des Schwindvorgangs im einzelnen so weit zu erforschen, daß der Zement nach noch einfacheren Bedingungen hergestellt und verwendet werden kann.

Wichtig sind ferner die Fortschritte in den Erkenntnissen über die Widerstandsfähigkeit der Zemente gegen chemische Angriffe. Die Bedeutung dieser Eigenschaft wird oft überschätzt. Sodann wurde die Wärmeentwicklung der Zemente beim Abbinden und Erhärten in massigen Bauwerken beachtet. Hier handelt es sich darum, weitere Hilfsmittel zu schaffen und Erkenntnisse zu sammeln, die den Ingenieur in einfacher Weise Instandsetzen, Zemente zu bestimmen und zu wählen, die eine möglichst geringe Wärmeentwicklung bringen und dabei eine bestimmte Druck- oder Biegefestigkeit des Betons oder eine gewisse Undurchlässigkeit wirtschaftlich ermöglichen. Wir fanden dazu u. a., daß die Entwicklung der Betoneigenschaften von den im Bauwerk herrschenden Temperaturen deutlich beeinflußt wird. Auch zu dieser Aufgabe sind Fortschritte erungen worden, wenn auch zunächst weniger weitgehend als bei den schon genannten Teilaufgaben. Doch wissen wir, daß in neuerer Zeit Wege beschritten werden, die wahrscheinlich günstigere Bedingungen erreichen lassen. Weiterhin ist in den letzten Jahrzehnten die zweckmäßige Verwendung der Gemische aus normengemäßigem Traß und normengemäßigem Portlandzement entwickelt worden. Man kennt ihre Eignung für massige Werke des Wasserbaues wegen der Verarbeitbarkeit des Betons, wegen der Verbesserung der Undurchlässigkeit u. a. m. Um hier den sehr verschiedenen Gepflogenheiten zu begegnen und um die praktisch nötigen Bedingungen allgemein zur Geltung zu bringen, ist der Traßzement durch DIN 1067 genormt worden. Dabei ist zur Zeit störend, daß die vor einiger Zeit eingeleitete Neubearbeitung der Zementnormen mit der dabei beabsichtigten Einführung des Normenmörtels nach DIN 1165 noch nicht abgeschlossen ist⁸⁾. Die Prüfung des Traßzements mit dem alten Normenmörtel ist unzweckmäßig, weil der Traß dabei porenfüllend und damit zunächst wie gewöhnliches Steinmehl wirkt (Abb. 2)⁹⁾.

Der große Bedarf an Zement und die Tatsache, daß die Festigkeitseigenschaften der Zemente im Hochbau nur bedingt ausgenutzt werden

⁵⁾ Vgl. u. a. DIN 485 und 483; Biegezugfestigkeit der Güteklasse I 50 kg/cm², der Güteklasse II 35 kg/cm².

⁶⁾ Vgl. Merkblatt für Betonstraßen, ausgearbeitet vom Ausschuß „Betonstraßen“ der Studiengesellschaft für Automobilstraßen, 1933.

⁷⁾ Die Anweisung für den Bau für Betonfahrdecken vom Jahr 1939 fordert die Biegezugfestigkeit nach 28 Tagen zu 45 kg/cm².

⁸⁾ Vgl. a. Heft 261 der Forschungsarbeiten aus dem Ingenieurwesen 1922, ferner Zement 1928, S. 1500 ff.

können, gaben Anlaß, Gemische aus Portlandzement und bisher nicht verwendeten Hochofenschlacken, aus Portlandzement und ausgewählten Industriaschen usf. als sogenannte Mischbinder zu entwickeln und zu untersuchen. Die bisherigen Feststellungen, die demnächst besonders dargestellt werden, zeigen, daß damit Bindemittel entstehen können, die zum Mauermörtel und zum Putzmörtel brauchbar sind, auch ausreichende Festigkeiten liefern. Hier erwies sich besonders ausgeprägt, daß die Prüfung der Bindemittel nach den alten Normen (DIN 1164) unzweckmäßig ist und daß zur Zeit nur die Prüfung nach DIN 1165 und 1166 in Frage kommen kann.

Aus diesem Abriss über die Entwicklung der Zement-eigenschaften dürfte zu entnehmen sein, daß für den einen Bestandteil des Betons, den Zement, im Laufe der letzten Jahrzehnte wertvolle Verbesserungen der Eigenschaften eingetreten sind und daß — wie bei allen technischen

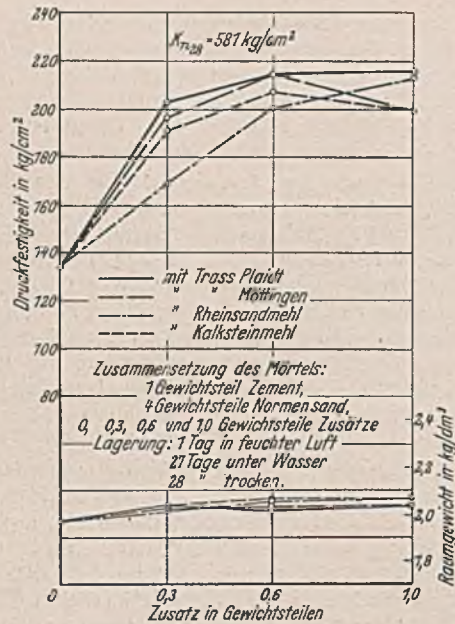


Abb. 2. Einfluß staubfeiner Zusätze auf die Druckfestigkeit von Mörteln aus Portlandzement und Normensand.

Beschaffenheit des Zementbreis im frischen Beton, also dem Mischverhältnis des Zements und des Wassers eine entscheidende Bedeutung zukommt. Man fand weiter, daß zwischen der Kennzahl des Zementbreis, dem Wasserzementwert und der später sich einstellenden Festigkeit einfache Beziehungen bestehen, die es möglich machen, die voraussichtliche Mindestfestigkeit des Betons unmittelbar nach dem Anmachen des Betons zu schätzen. Schließlich gelang es, mathematische Bedingungen für den Wasseranspruch des Betons anzugeben, abhängig von der Steife und von der Kornzusammensetzung des Betons.

Die Darstellung des Zusammenhangs von Wasserzementwert und Betonfestigkeit war einleuchtend, überdies in der Anwendung von unmittelbarer Wirkung, weil der zu jener Zeit oft angewendete dünnflüssige Gußbeton als Beton mit besonders hohem Wasserzementwert — jedenfalls für bestimmte Aufgaben des Betonbaues — nicht mehr als zweckmäßig angesehen werden konnte. Diese Feststellung war eine Ursache dafür, daß inzwischen der Gußbeton verlassen wurde und daß die Förderung des Betons auf Bändern oder mit der Pumpe bevorzugt wurde. In der neueren Zeit ist der Weg zur Anwendung von Betonmischungen mit kleinerem Wasserzementwert noch breiter gebaut worden, vor allem durch die Schaffung der Betonrüttler.

Es ist heute möglich, die Erkenntnisse über den Einfluß der Beschaffenheit des Zementbreis auf die Betoneigenschaften (dargestellt mit der Veränderlichkeit des Wasserzementwerts) weitgehend zu berücksichtigen und zu nutzen.

Mit der Erfassung der Beziehungen zwischen dem Wasserzementwert des frischen Betons und den Eigenschaften des Betons entstand die weitere Aufgabe, klarzustellen, durch welche Maßnahmen Beton mit möglichst kleinem Wasserzementwert geschaffen werden kann. Die Antwort entstand durch umfassende Versuche mit Zuschlagstoffen verschiedener Körnung. Dabei wurde — vorläufig in Wiederholung älterer Feststellungen — beobachtet, daß der Wasseranspruch der groben Zuschlagstoffe

verhältnismäßig klein ist und daß deshalb vor allem zu suchen war, welche Kornzusammensetzung des Mörtels den kleinsten Wasseranspruch hat und gleichzeitig besonders gute Eigenschaften des Betons bringt, sodann in welchen Grenzen die Kornzusammensetzung für bestimmte Aufgaben gehalten werden muß. Ein Abriss zugehöriger Versuchsergebnisse wurde erstmals in der 29. Hauptversammlung des Beton-Vereins im Jahr 1926 vorgetragen. Im wesentlichen beruhen die damaligen Versuchsergebnisse auf Druckversuchen.

Deshalb war weiter nachzuweisen, daß die Kornzusammensetzung, die sich nach den zahlreichen Druckversuchen als besonders gut erwiesen hat, auch in bezug auf die Biegezugfestigkeit, wegen der Wasserundurchlässigkeit und wegen anderer Eigenschaften zweckmäßig ist. Dies ist in

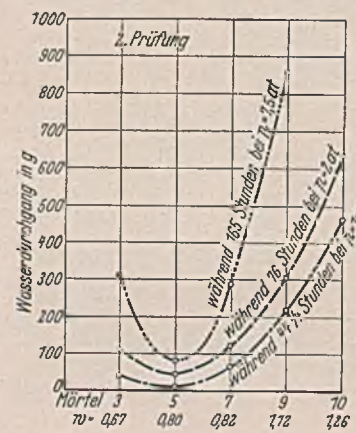


Abb. 5. Einfluß der Kornzusammensetzung der Mörtel auf ihre Wasserdurchlässigkeit (Mörtel 5 in besonders guter Zusammensetzung).

manngfaltiger Weise geschehen. Abb. 5 erinnert an ältere Versuche über den Einfluß der Körnung auf die Wasserdurchlässigkeit; dabei hat Mörtel 5 eine besonders gute Körnung⁹⁾. Auch der Einfluß der Kornform, der Oberflächenbeschaffenheit der Zuschlagstoffe sowie der Eigenschaften des Gesteins ist wiederholt unter verschiedenen Verhältnissen verfolgt und umgrenzt worden. Daraus entstanden allmählich die im Jahr 1932 herausgegebenen Vorschriften des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton über die besonders gute und über die noch brauchbare Kornzusammensetzung des Betons für Eisenbetonbauten.

Die derzeitigen Vorschriften sind in den Einzelheiten sehr einfach gehalten, damit jeder Baumeister in der Lage ist, darnach zu handeln; sie sind so entwickelt, daß mit der Einhaltung der Vorschriften erfahrungsgemäß in der Regel Beton entsteht, der die Mindestforderungen übertrifft. Die Einfachheit unserer Vorschriften über die Zusammensetzung des Betons hat andersseits den — in der Regel unerheblichen — Nachteil, daß zur strengen Beurteilung der Körnung der Zuschlagstoffe weitergehende wissenschaftliche Hilfsmittel erforderlich sind; dazu gehört der Körnungswert, meist Feinheitswert genannt. Die Erkenntnisse für die allgemeine Beurteilung der Zuschlagstoffe sind damit so entwickelt, daß sie in technisch gut geleiteten Betonbetrieben auch auf großen Baustellen ohne besonderen Aufwand anwendbar sind.

Während die Richtlinien für die zweckmäßige Kornzusammensetzung des Betons aufgestellt wurden, ist beobachtet worden, daß die Bereitstellung der Zuschlagstoffe in den geforderten Korngruppen und mit der nötigen Gleichmäßigkeit nur von wenigen Kieswerken gewährleistet

⁹⁾ Vgl. Graf, Aufbau des Mörtels und des Betons, 3. Aufl., S. 29 ff. Berlin 1930, J. Springer.

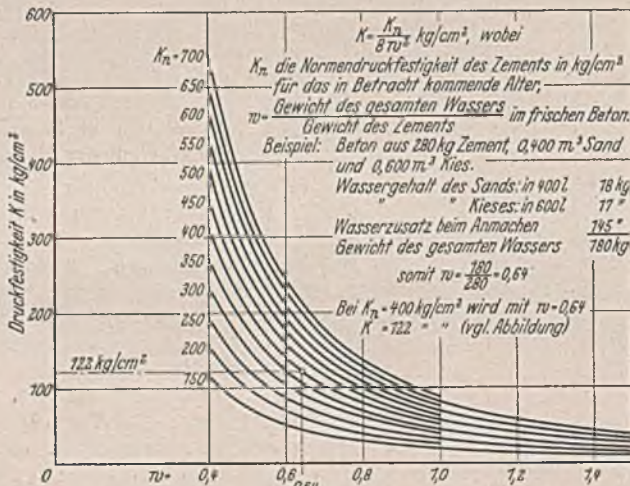


Abb. 3. Vorausbestimmung der Druckfestigkeit des Betons nach Bestimmung des Wasserzementwertes.

Aufgaben — weitere Fortschritte zu erwarten sind. Der Bauingenieur und der Architekt haben damit für ihr Arbeitsgebiet eine wesentliche Unterstützung erfahren, wenn es sich darum handelt, dauerhaften Beton mit bestimmter und — wenn nötig — besonders hoher Festigkeit zu schaffen.

Noch bedeutsamer wurden in dem genannten Zeitraum unsere Erkenntnisse über den Einfluß des Wassergehalts des frischen Betons und der Kornzusammensetzung der Zuschlagstoffe entwickelt. Abb. 3 u. 4, aus älteren Berichten entnommen, erinnern an Feststellungen, die mit Mitteln der Stiftung eines führenden Mannes der Maschinenindustrie eingeleitet wurden, weil damals die Betonindustrie für derartige Aufgaben nicht gewonnen werden konnte. Wie die Größe des Wasserzusatzes die Betoneigenschaften beeinflusst, ist wohl schon um die Jahrhundertwende in groben Zügen bekannt gewesen. Doch fehlte eine Feststellung über die gesetzmäßigen Beziehungen zwischen dem Wasserinhalt des frischen Betons und seinen späteren Eigenschaften. Zunächst wurde in einfacher Weise beobachtet, daß der

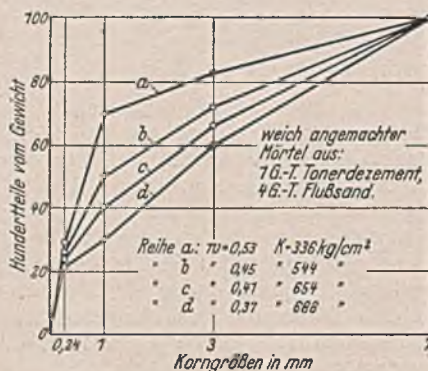


Abb. 4. Einfluß der Kornzusammensetzung der Mörtel auf ihre Druckfestigkeit.

werden konnte. Dieser Zustand ist zunächst nur langsam verbessert worden. Auch hier entstand ein besonders ausgeprägter Fortschritt anlässlich des Baues der Reichsautobahnen, weil für den Bau der Betonfahrbahndecken verlangt wurde, daß die Zusatzstoffe in mindestens drei Korngruppen sauber getrennt und mit bestimmter Regelmäßigkeit geliefert, geprüft und gelagert werden. Ein Beispiel, das über fortlaufend ausreichende Lieferungen Auskunft gibt, ist in Abb. 6 dargestellt.

Diese Maßnahme hat die Herstellung des hochwertigen Betons wesentlich gefördert; sie wird in der Zukunft für verwandte Aufgaben des Betonbaues des Ingenieurs selbstverständlich werden. Ebenso selbstverständlich sollte es allerdings sein, daß der Beton in den Baubeschreibungen des Bauherrn ausnahmslos mit Bezeichnungen und Angaben festgelegt wird, die dem jetzigen Stand der Technik entsprechen. In dieser Richtung wirkte die 2. Auflage der im Bereich der Reichsbahn maßgebenden „Anweisung für Mörtel und Beton“, die 1936 erschien.

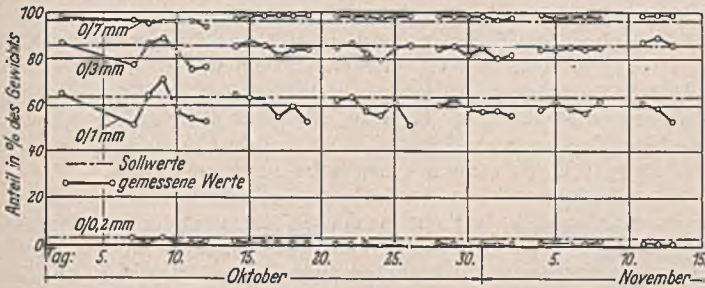


Abb. 6. Ergebnis fortlaufender Prüfung der Körnung von Zuschlagstoffen.

Nachdem die einheitlichen Bedingungen für die Zusammensetzung des Betons eingeführt waren, trat mehr als vorher der Umstand in die Erscheinung, daß die gewünschte Zusammensetzung auch beim Lagern und Messen der Bestandteile, beim Mischen, beim Befördern und beim Einbringen des Betons gewährleistet werden muß.

Das Lagern, Messen und Mischen der Betonbestandteile geschieht an vielen Stellen besser als früher; jedenfalls ist bekannt, wie verfahren werden muß, damit die Grundaufgabe, nämlich einen Beton bestimmter Zusammensetzung mit kleinen Abweichungen von der Sollzusammensetzung herzustellen, gut gelöst wird. Wir werden in nicht zu ferner Zeit Richtlinien aufstellen müssen, die alle Erfahrungen nutzen, die für das Lagern, Messen¹⁰⁾ und Mischen¹¹⁾ der Stoffe vorhanden sind. Vielleicht entstehen dazu einheitliche Einrichtungen, die zu sinnvoller Arbeit zwingen. Für die Beurteilung der Mischer¹¹⁾ und des Mischguts¹¹⁾ bestehen schon Vorschläge zu Richtlinien, die der Anwendung harren. Abb. 7 zeigt das Ergebnis der Prüfung einer guten Mischmaschine (nach den Richtlinien von Garbotz und Graf).

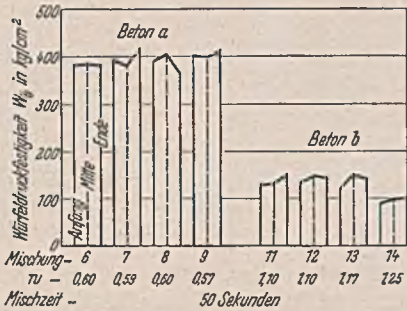


Abb. 7. Ergebnis der Prüfung einer guten Mischmaschine (nach den Richtlinien von Garbotz und Graf).

Zur Beförderung des Betons ist allgemein bekannt, daß die Förderung des Betons in Rollwagen, noch mehr das Schütten über Rutschen oder das freie Abstürzen des Betons häufig zu Mängeln führen und daß nur die in den letzten Jahrzehnten entwickelte Kübelförderung und Bandförderung (beide mit dem bis auf den Beton geführten Schüttrohr) und das Pumpen des Betons die Möglichkeit geben, den Beton ohne Änderung, vor allem also ohne Verschlechterung des Mischzustandes, von der Mischmaschine zur Einbaustelle zu bringen. Durch die Schaffung dieser Einrichtungen ist ein wichtiger Fortschritt für die Betonherstellung entstanden. Überdies gaben die Bandförderung und das Pumpen Anlaß, den Wasserzusatz nicht unnötig groß zu machen und auch die Körnung des Betons sachgemäßer zu wählen als vordem. Auch das Schütten des Betons geschieht heutzutage zweckmäßiger als früher, wenn die in den Eisenbetonvorschriften geforderten, vorhin erwähnten Schüttrohre richtig benutzt werden.

Wichtig sind auch die Fortschritte beim Verdichten des Betons. Wir können die Verdichtung des Betons, vor allem auch des wertvolleren Betons mit geringem Wassergehalt, mit dem Rüttler wesentlich gleichmäßiger ausführen als mit der besten Stampfarbeit, vor allem, weil der

Anschluß an die Arbeitsflächen mit dem Rüttler einfacher und zuverlässiger ausgeführt wird; dabei darf der weit kleinere Aufwand an Arbeitszeit bei Benutzung des Rüttlers nicht übersehen werden. Abb. 8 zeigt das Gefüge von gut hergestelltem Rüttelbeton.

Die Reihe der Verbesserungen in der Betontechnik ließe sich noch lange fortsetzen. Im ganzen hatte die geschilderte Entwicklung zum Ziel, daß die Eigenschaften des Betons von den Ingenieuren der Bauunternehmung und des Bauherrn in bestimmten Grenzen zuverlässig beherrscht werden und daß die Grenzwerte der Güte des Betons, gemessen an bestimmten technischen Eigenschaften, nach Bedarf gehoben werden können. Was dabei erreicht worden ist, sei an drei Beispielen veranschaulicht.



Abb. 8. Hochwertiger Rüttelbeton. Zementgehalt 292 kg/m³, Sandgehalt 40%, Biegezugfestigkeit nach 28 Tagen 83 kg/cm², Druckfestigkeit nach 42 Tagen 624 kg/cm².

a) Druckfestigkeit des Betons für Eisenbetonbauten. Die Vorschriften des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton, aufgestellt 1915, verlangten, daß die Würfelfestigkeit des im Bauwerk verwendeten Betons nach 28 Tagen mindestens 150 kg/cm² betrage. Dabei durfte die Anstrengung des Betons in Säulen bis 35 kg/cm² betragen. Außerdem ist damals gestattet worden, daß die Betonbeanspruchung in Säulen bis 50 kg/cm² erhöht werden kann, wenn die Würfelfestigkeit des Betons im Alter von 45 Tagen höher als 245 kg/cm² war.

Die 1915 geforderten Würfelfestigkeiten sind in der Bauausführung sehr oft nicht erreicht worden. Deshalb und aus anderen Gründen wurden in der folgenden Ausgabe der Eisenbetonbestimmungen im Jahr 1925 kleinere Mindestfestigkeiten verlangt, nämlich

- mit Handelszement $W_{b28} = 100 \text{ kg/cm}^2$,
- mit hochwertigem Zement $W_{b28} = 130 \text{ kg/cm}^2$.

Die höchste zulässige Druckspannung in Säulen betrug 60 kg/cm². Dazu mußte die Würfelfestigkeit mindestens $W_{b28} = 180 \text{ kg/cm}^2$ betragen.

Die Eisenbetonbestimmungen vom Jahr 1932 forderten die Mindestfestigkeit höher, nämlich mit 120 kg/cm²; die höchste zulässige Druckspannung der Säulen betrug 65 kg/cm² bei einer Mindestfestigkeit $W_{b28} = 195 \text{ kg/cm}^2$.

Inzwischen wurde die Mindestfestigkeit des Betons zu vollwertigen Eisenbetontragwerken auf 160 kg/cm² erhöht; die Eigenschaften des Betons werden künftig in drei Stufen gemessen, nämlich zu $W_{b28} =$ mindestens 160, 225 und 300 kg/cm².

Die Erhöhung der Mindestzahlen der Würfelfestigkeit des Betons seit 1925 und besonders die gleichzeitige Steigerung der Gütezahlen, die zur oberen nutzbaren Grenze der zulässigen Anstrengungen gehören, geben das Bild einer weit ausgreifenden Verwertung des Baustoffs Beton, begründet auf die Tatsache, daß in diesem Zeitraum die Hilfsmittel, welche zur Beherrschung des Baustoffs gehören, wesentlich erweitert und gesichert worden sind. Die Verhältniszahl aus verlangter Festigkeit und zulässiger Anstrengung ist dazu erhöht worden.

Die Sicherung der Maßnahmen zur Beherrschung des Baustoffs lag dabei nicht allein in dem schon geschilderten Aufbau von Erkenntnissen, sondern auch zu einem großen Teil in der Schaffung der Bauüberwachung, in der Handhabung der Arbeit nach Richtlinien für die Prüfung und Abnahme der Bestandteile des Betons sowie des Betons selbst. Dazu gehörte auch die Entwicklung von Prüfgeräten und Prüfverfahren. Wenn die zugehörigen Anleitungen beachtet werden, ist es heutzutage keine außerordentliche Aufgabe, sondern nur eine Anwendung von Ordnung und Zuverlässigkeit, Beton mit hohen oder niederen Festigkeiten fortlaufend mit bestimmten Mindestwerten zu liefern.

b) Wasserdurchlässigkeit des Betons. In älterer Zeit, vereinzelt bis in die jetzige Zeit, waren die bauausführenden Männer mit einer besonderen Freude erfüllt, wenn ein großer Wasserbehälter oder ein anderes Tragwerk, das Wasserdruck aufnehmen mußte, von vornherein dicht entstand. Heute kennen wir die Bedingungen, mit denen

¹⁰⁾ Vgl. Anweisung für den Bau von Betonfahrdecken, Ausgabe 1939, S. 30, sowie Bautechn. 1929, S. 308 ff.

¹¹⁾ Mitteilungen der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen 1938, S. 130 ff., ferner Bd. 18 der Forschungsarbeiten für das Straßenwesen 1939.

die Herstellung von dichtem Beton verbürgt werden kann. Schon 1923 wurde darauf aufmerksam gemacht, daß Beton, der gegen einen Wasserdruk von 7 at dicht ist, ohne Schwierigkeit geliefert werden kann. Noch bedeutend höhere Drücke können von hochwertigem Beton aufgenommen werden. Hiermit gelingt es auch, den Rostschutz eingebetteter Eisenlagen zu verbürgen. Auf dem gleichen Wege entsteht der Beton mit hohem Widerstand gegen chemische Angriffe, sofern die Zuschlagstoffe selbst unangreifbar sind.



Abb. 9. Verwitterter Beton.

c) Wetterbeständigkeit des Betons. Es ist nicht zu bestreiten, daß viele ältere Betonbauwerke durch Witterungseinflüsse, vor allem durch Gefrieren und Auftauen im wassersatten Zustand, beschädigt worden sind (Abb. 9). Andererseits sind viele Bauwerke bekannt, die sich über lange Zeit ohne Schaden gehalten haben; Betonbauten, die in unserem Vaterland während der Römerzeit errichtet worden sind, blieben gut erhalten, obwohl die Stoffe offensichtlich nicht so zweckmäßig gewählt und verwendet worden waren, wie wir dies heute tun können. Die planmäßige Prüfung von Bauwerken und zugehörige Versuche, aus denen Abb. 10 stammt, lieferten die Grundlagen zu Richtlinien, die für die Herstellung von wetterfestem Beton einzuhalten sind.

d) Tragfähigkeit des Betons. Versuche über die Widerstandsfähigkeit des Betons bei langdauernder Last und bei oftmals wiederholter Last (Abb. 11) erweiterten die Erkenntnisse über die Tragfähigkeit des Betons, die in der Hand sorgfältig entwerfender und sorgfältig bauender Ingenieure noch erheblich mehr als bisher ausnutzbar ist.



Abb. 10. Aus Versuchen über die Frostbeständigkeit des Betons.

Das bisher Gesagte umreißt die Grenzen unseres Wissens über den Beton in groben Zügen und unterstützt den Anspruch, vom Baustoff Beton überall da Gebrauch zu machen, wo er technisch und wirtschaftlich zweckmäßig ist. Ein Anspruch kann aber in technischen Dingen nur vertreten werden, wenn allen Beteiligten hinreichende Erkenntnisse und Erfahrungen eigen sind. Dies ist beim Beton besonders wichtig, da die Eigenschaften des Betons erst während der Bauausführung entstehen. Damit begegnet uns die Forderung, dafür zu sorgen, daß alle Beteiligten die Grundlagen zu dem heute kurz umschriebenen Fortschritt sich rechtzeitig so aneignen, daß sie von den Erkenntnissen sicheren Gebrauch machen können.

Im Verfolg dieser Aufgabe wurden schon im Jahre 1919 Lehrgänge für Ingenieure aufgenommen, die Betonbauten entwerfen oder ausführen oder überwachen; es sind dabei jeweils die Erkenntnisse erörtert worden, die als Bedingungen für das erfolgreiche Bauen mit Beton zu gelten haben; mit Beispielen wurde die Anwendung der Erkenntnisse geübt. Zahlreiche Lehrgänge, die in zwei Jahrzehnten mit verschiedenen Lehrplänen zur Ausführung kamen, haben immer wieder gezeigt, daß es nötig ist, vor allem dem Ingenieur, der auf der Baustelle seine verantwortungsreiche und mannigfaltige Arbeit leistet, von Zeit zu Zeit mit den Erkenntnissen neu vertraut zu machen, die zu den Grundlagen seiner Arbeit gehören; es muß ihm Gelegenheit gegeben werden, an Beispielen zu erfahren, wie verfahren werden kann und muß, wenn es sich darum handelt, Beton bestimmter Güte zu gewährleisten. Noch wichtiger ist allerdings, daß der Unterricht in den technischen Schulen all das bietet, was der werdende Ingenieur erwerben soll, ehe er praktisch tätig wird. Dabei muß besonders vorausgesetzt werden, daß der Unterricht in den Hochschulen einen bis in die letzten Semester reichenden wissenschaftlich tiefgründigen Unterricht über die Baustoffe und Bauglieder, auch über ihre Prüfung umfaßt. Der Unterricht muß dem werdenden Ingenieur die Erkenntnisse vermitteln, die er später als Ingenieur im Beton- und Eisenbetonbau, im Stahlbau, im Holzbau, im Straßenbau usw. als Grundlage seines Schaffens braucht. Dieser Unterricht darf künftig nicht wie bisher als Anhängsel eines anderen Hauptfachs geboten werden. Wenn die deutschen Ingenieure beim Entwerfen und Planen und auf der Baustelle ihre Aufgabe erfüllen sollen, so müssen sie vorher erfahren und verfolgen und wissen, wie mit einem Mindestaufwand an Stoff und Arbeitszeit gebaut werden kann. Wer sachgemäß bauen will, muß den Werk-

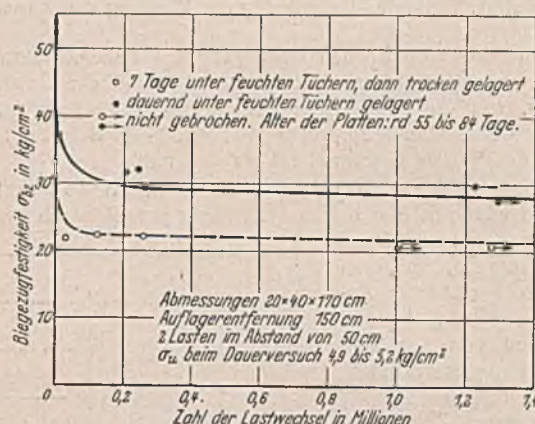


Abb. 11. Widerstandsfähigkeit von Betonplatten bei oftmals wiederholter Biegebelastung.

stoff beherrschen. Wir wissen, daß diese Voraussetzung sehr oft nicht erfüllt ist. Dieser Mangel wird fortlaufend bedeutsamer, weil die Stoffe mannigfacher vorhanden sind als früher und weil sie sparsamer als früher zu verwenden sind, sowie, weil jedes Bauen nur dann den gewünschten Erfolg haben kann, wenn die Bauenden wissen, ob sie den zweckmäßigen Werkstoff anwenden und ihn sachgemäß verarbeiten.

Damit komme ich auf die im Anfang gegebene Aufgabenstellung zurück. Der Baustoff Beton ist im Laufe der Zeit ein Werkstoff geworden, dessen Eigenschaften zuverlässig beherrscht werden können. Es gilt nun dafür zu sorgen, daß diese Erkenntnis den Beteiligten klar vermittelt wird. Es ist nötig, allen Baubefehlssenen die Grundlagen ihrer Arbeit — dazu gehören eben die Erkenntnisse über die Stoffe, mit denen gebaut wird — rechtzeitig so gründlich zu vermitteln, daß über die Eignung eines Baustoffs und über seine Verwertung fachkundig entschieden werden kann. Das Rüstzeug des Ingenieurs und des Architekten muß deshalb als wesentlichen Bestandteil Erkenntnisse über die Eigenschaften aller Baustoffe und der daraus entstehenden Bauglieder umfassen. Auf diesem Wege entsteht der gesunde Fortschritt auf lange Sicht. Nur die gründliche Arbeit — gründlich geplant, vorbereitet und ausgeführt durch sachkundige Männer — führt zum wahren Erfolg¹²⁾. Ich muß dazu noch besonders betonen, daß von den vielen Bauschäden, die ich im Laufe der letzten Jahrzehnte kennenlernte, der weitaus größere Teil durch mangelhafte oder unzuweckmäßige Anwendung des Stoffes, also durch Nichtbeachtung der Erkenntnisse über den Baustoff und über seine sachgemäße Anwendung entstanden ist.

¹²⁾ Letzten Endes kommen wir dabei auch zu Auffassungen, die in wichtigen Bauvorschriften schon festgehalten sind; ich verweise hier auf die Vorbemerkung zu Teil A der Bestimmungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton.

Alle Rechte vorbehalten.

Professor Otto Graf 60 Jahre.

Professor Otto Graf feiert am 15. April seinen 60. Geburtstag in körperlicher Rüstigkeit, geistiger Frische und unverminderter Schaffenskraft. Mit unseren Glückwünschen zu seinem 60. Geburtstag geben wir der Hoffnung Ausdruck, daß ihm noch viele Jahre fruchtbar und segensreichen Wirkens als Ingenieur, Forscher und Hochschullehrer beschieden sein mögen.

Otto Graf, geboren am 15. April 1881 in Schömberg bei Freudenstadt, hat sich — abweichend von dem üblichen Ausbildungsgang — aus eigener Kraft emporgearbeitet. Nach dem Besuch der Höheren Maschinenbauschule in Stuttgart und einer 1½-jährigen praktischen Tätigkeit als Ingenieur bei der Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg wurde er im Jahre 1903 vom Staatsrat Dr.-Ing. e. h. C. von Bach an die Materialprüfungsanstalt der Technischen Hochschule Stuttgart berufen, der er treu geblieben ist. Er hat die Entwicklung und den Aufschwung dieser von Bach gegründeten und geleiteten Forschungsstätte miterlebt und war insbesondere an der Einrichtung und dem Ausbau der Abteilung für die Materialprüfung des Bauwesens maßgeblich beteiligt. Bach war sein Lehrmeister und Vorbild für sein eigenes Streben. Er hat die hervorragende Begabung und wissenschaftliche Befähigung des jungen Technikers früh erkannt, seine Gründlichkeit, seinen eisernen Fleiß und seinen unermüdbaren Schaffensfleiß geschätzt. Bald wurde Graf mit der selbständigen Durchführung von Versuchen, Bau- und Werkstoffprüfungen betraut. Es war um die Zeit, als die versuchstechnisch-wissenschaftlichen Grundlagen für den Eisenbeton geschaffen wurden. Zu den Ergebnissen hat Graf durch die Anwendung und Erprobung neuer Prüfverfahren, die Einführung verbesserter Prüfmaschinen und Meßgeräte wesentlich beigetragen. Die vom Deutschen Ausschuss für Eisenbeton gestellten Aufgaben wurden von Bach und Graf in enger und vertrauensvoller Zusammenarbeit mit Professor Dr.-Ing. e. h. Mörsch vorbildlich gelöst. Die ausgewerteten Ergebnisse dieser tiefgründigen Forschungsarbeit sind heute Allgemeingut. Graf hat als erster in Deutschland einen besonderen Prüfraum für Straßendecken eingerichtet und damit das weite Forschungsgebiet des neuzeitlichen Straßenbaues bahnbrechend erschlossen.

Die stetige Entwicklungs- und Aufbauarbeit wurde durch den Ausbruch des Weltkrieges unterbrochen. Graf zog als Soldat ins Feld, wurde im September 1914 bei Thiepval verwundet und mit dem Eisernen Kreuz ausgezeichnet. Nach der Genesung war er dem General der Pioniere beim Generalgouverneur in Belgien zugeteilt und mit der Inbetriebnahme und Leitung von Werken der Eisen- und Stahlverarbeitung beauftragt.

Nach Beendigung des Weltkrieges übernahm Graf in schwerster Zeit die Leitung der Abteilung für das Bauwesen an der Materialprüfungsanstalt der Technischen Hochschule Stuttgart, die er durch neue Einrichtungen und Maschinen für die Dauerprüfung der Werkstoffe, Niet- und Schweißverbindungen und großer Bauteile ausstattete, außerdem durch einen Prüfraum zur Erforschung des Verhaltens der Stoffe unter der Einwirkung hoher und tiefer Temperaturen erweiterte. Gleichzeitig wurde ihm ein Lehrauftrag für Baustoffkunde und Baustoffprüfung übertragen. Zu der wissenschaftlichen Forschung und dem Erfahrungsaustausch mit Behörden, Industrie und Handwerk kam der Unterricht hinzu, der den gewissenhaften Lehrer stark beanspruchte. Wie Graf daneben noch die Zeit gefunden hat, um eine vielseitige Tätigkeit als Bauberater und Sachverständiger auszuüben, die Ergebnisse seiner Forschungsarbeiten und die in der Materialprüfungsanstalt gewonnenen Erkenntnisse durch Veröffentlichungen, wissenschaftliche Abhandlungen in den Fachzeitschriften, Vorträge, Schulungs- und Lehrkurse der Allgemeinheit zugänglich zu machen, ist sein Geheimnis geblieben. Seine Vorträge auf den Tagungen des Deutschen Beton-Vereins, des Deutschen Stahlbau-Verbandes, der Holzverarbeitenden Industrie, der Straßenbauer und Brückenbauingenieure fanden allgemeine Beachtung. Seine mit Sachkenntnis und Gründlichkeit, Sorgfalt und Liebe ausgearbeiteten Forschungshefte und Berichte sind für die gesamte Fachwelt zu einer Quelle wertvoller Erkenntnisse und Erfahrungen geworden und haben dazu beigetragen, den Ruf deutscher Ingenieurarbeit weit über die Grenzen Deutschlands zu verbreiten.

Es ist hier nicht möglich, die bahnbrechenden Arbeiten Professor Graf's im einzelnen zu würdigen oder auch nur einen Überblick über die bisherige Lebensarbeit des Sechzigjährigen zu geben. Die Aufzählung aller von ihm verfaßten Bücher, Forschungshefte, Berichte, Abhandlungen und sonstigen Veröffentlichungen würde viele Seiten in Anspruch nehmen. Seine wichtigsten Werke sind: Graf, Die Dauerfestigkeit der Werkstoffe und Konstruktionselemente. Berlin 1929, Springer. — Graf, Der Aufbau des Mörtels und des Betons, 3. Aufl. Berlin 1930, Springer. — Graf und

Goebel, Schutz des Bauwerks gegen chemische und physikalische Angriffe. Berlin 1930, Wilh. Ernst & Sohn. — Handbuch für Eisenbetonbau, 4. Aufl., Bd. I, Geschichtliche Entwicklung usw., 2. Kapitel: Graf, Die wichtigsten Ergebnisse der Versuche mit Eisenbeton. Berlin 1930, Wilh. Ernst & Sohn. — Kleinogel, Hundeshagen und Graf, Einflüsse auf Beton. Berlin 1930, Wilh. Ernst & Sohn. — Graf, Dauerfestigkeit der Niet- und Schweißverbindungen. Abhandlungen der Internationalen Vereinigung für Brücken- und Hochbau, 1. Band. Zürich 1932.

Zahlreiche Arbeiten von Graf füllen die Veröffentlichungen des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton¹⁾, der Berichte des Ausschusses für Versuche im Stahlbau²⁾, der VDI-Forschungshefte³⁾ und der Mitteilungen des Fachausschusses für Holzfragen⁴⁾; seine Zeitschriftenaufsätze⁵⁾ sind so zahlreich, daß sie hier nicht genannt werden können.

An der Bearbeitung der amtlichen Vorschriften und Bestimmungen für die Berechnung, Bemessung, bauliche Durchbildung und Ausführung von Bauwerken des Hoch-, Tief- und Brückenbaues in Stahl, Eisenbeton, Holz und Mauerwerk hat Professor Graf tatkräftig mitgewirkt und die Fassung oft entscheidend beeinflußt. Er ist Obmann oder Mitarbeiter in den Arbeitsgruppen des Deutschen Industrie-Normenausschusses, des Deutschen Ausschusses für Stahlbau, des Deutschen Ausschusses für Eisenbeton, des Fachausschusses für Holzfragen, des Reichssachverständigenausschusses für neue Bauweisen, Vorstandsmitglied des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik, korrespondierendes Mitglied der Hermann-Göring-Akademie der deutschen Forstwirtschaft. Außerdem hat er als Mitglied des Forschungsbeirats der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen starken Anteil an den Arbeiten der Forschungsstellen für Betonstraßen, Zementprüfung, Betonentwicklung und Betonprüfung, ebenso ist er Mitarbeiter der Forschungsstelle für die Ziegelindustrie und für Leichtbaustoffe sowie des Arbeitskreises Holztrocknung beim Fachausschuß für Holzfragen. Die Berufung in die von Reichsminister Dr. Todt kürzlich gegründeten Erfahrungsgemeinschaften⁶⁾ für Baumaschinen und Geräte, für Rationalisierung im Hochbau und für Straßenbrückenbaugeräte, in den Ausschuss für Sonderzemente im internationalen Talperrenausschuß, in den Ausschuss für Massenbeton und für die Neubearbeitung der Zementnormen und Stahlbetonbestimmungen und in den Beirat des Deutschen Beton-Vereins sowie die Bestellung zum Leiter der Auskunftsstelle der Fachgruppe Bauwesen im Nationalsozialistischen Bund Deutscher Technik zeugt von der Achtung und Wertschätzung, der sich Professor Graf in der gesamten Bauwelt erfreut.

So hat Professor Graf im Laufe der Zeit das weite Betätigungsfeld gefunden, in dem sich sein großes Wissen und Können, seine vielseitigen Kenntnisse und reichen Erfahrungen, seine unermüdbare Arbeitskraft, sein Forscherdrang und seine schöpferische Begabung zum Gemeinnutz der deutschen Technik voll auswirken können. 40 Jahre beruflicher Tätigkeit liegen hinter ihm, Jahre reich an Mühe und Arbeit, aber auch an Erfolgen.

Professor Graf hat das Erbe seines großen Vorgängers und Meisters treu verwaltet und gemehrt, die von Bach eingeleitete Entwicklung erfolgreich vorwärtsgetrieben. Einsatzbereit und schaffensfreudig hilft er heute mit, die Aufgaben zu erfüllen, die der Krieg den Ingenieuren und der Technik stellt. Mögen dem rüstigen und schaffensfrohen Sechziger noch recht viele Jahre erfolgreicher und fruchtbarer Arbeit beschieden sein im Dienste des großen Aufbau- und Friedenswerkes, das die siegreiche Beendigung des Krieges bringen wird.

Dr.-Ing. e. h. Schaechterle.

¹⁾ Berlin 1911 bis 1940, Wilh. Ernst & Sohn. Von 1911 bis heute hat Graf die Hefte 9, 10, 12, 16, 19, 20, 24, 27, 30, 38, 43 bis 45, 48, 52, 56 bis 58, 61 bis 63, 65, 67, 71, 73, 74, 76, 77, 80, 83, 87, 88, 93, 94, A, D u. E herausgegeben, davon bis Heft 52 und Heft A zusammen mit Bach, Heft 76 u. 93 mit Brenner, Heft 94 mit Well.

²⁾ Ausgabe B, Heft 5, 8, 9, 11 u. 12. Berlin 1935 bis 1941, Jul. Springer.

³⁾ Zusammen mit Bach: Heft 72 bis 74, 90, 91, 95, 122, 123, 168, 169, 254; zusammen mit Mörsch: Heft 258; allein: Heft 227, 232, 261. Berlin 1909 bis 1922, VDI-Verlag.

⁴⁾ Heft 1, 2, 20, 22, Berichte in Heft 3, 4, 17, 26, 28; zusammen mit Egner: Heft 10, 19, 24, 25; zusammen mit Kaufmann: Bericht in Heft 8. VDI-Verlag.

⁵⁾ Bisher in der Bautechn. allein 16 Aufsätze, im Stahlbau 17.

⁶⁾ Bautechn. 1940, S. 624.



Vermischtes.

Professor Vollbehr 65 Jahre alt. Professor Vollbehr vollendete am 25. März d. J. sein 65. Lebensjahr. Er ist bekannt als der Maler, der in unzähligen Bildern das Kriegserlebnis festgehalten hat, indem er stets der fechtenden Truppe auf dem Fuße folgend, die Eindrücke in ihrer unmittelbaren Lebendigkeit festhielt und aller Anstrengungen und Entbehrungen nicht achtend in geradezu besessener Arbeitswut, oft mitten im feindlichen Feuer, seine Bilder in staunenswerter Schnelligkeit und Treffsicherheit nicht skizzierte, sondern fertig malte. Vollbehr hat bereits im Weltkrieg die Stellungsbauten der Westfront in über tausend Bildern gemalt und wandte sich dann besonders der Darstellung technischer Bauten zu. Er ist der Maler der Reichsautobahnen und der Bauten des Westwalls. Dem Frontarbeiter der Organisation Todt folgte er dann malend nach Belgien und Frankreich.

Reichsminister Dr. Todt gab zu Ehren des Kriegsmalers einen Empfang im Hotel Adlon, bei dem das in diesen Tagen von Professor Vollbehr herausgegebene Kriegsbuch „Mit der O. T. beim Westwall und Vormarsch“ (Verlag O. Elsner) der Öffentlichkeit übergeben wurde. Das Buch bringt in 50 Bildern eine glückliche Auswahl aus dem Schaffen des Malers, ergänzt durch eine frisch und flott geschriebene Schilderung seiner Arbeit am Westwall und beim Vormarsch. Das Werk ist in seiner Art ein Stück Kriegsgeschichte, geschrieben nach Tagebuchblättern und ausgestattet mit Bildern, die aus dem unmittelbaren Erleben heraus geschaffen sind.

Der Führer verlieh Professor Vollbehr in Anerkennung seiner Verdienste die Goethe-Medaille und das Verdienstkreuz II. Klasse mit Schwertern.

Sondertagung für Schweißtechnik in Hannover. Eine Reihe von Verbänden laden zu einer Sondertagung für Schweißtechnik: „Werkstoffe und Zusatzstoffe der Schweißtechnik“ ein, die am Freitag, dem 16. Mai 1941, um 9 Uhr im Ärztehaus zu Hannover, Hildesheimer Straße 23, stattfinden soll.

Vortragsfolge:

1. Dr.-Ing. Fr. H. Müller, Essen: „Der Einfluß des Wasserstoffes in Schweißungen mit Mantel-Elektroden“.
2. Dr.-Ing. H. Aureden, Essen: „Die Dickblechschweißung mit dem Ellira-Verfahren“.
3. Professor Dr.-Ing. K. Klöppel, Darmstadt: „Über Bruchfestigkeiten geschweißter Stahlbauten“.
4. Dr.-Ing. E. von Rajakovic, Berlin: „Die Wahl des Zusatzwerkstoffes beim Schweißen von Aluminiumlegierungen und ihr Einfluß auf die Korrosionsbeständigkeit“.
5. Dipl.-Ing. H. W. Grönegreß, Gevelsberg i. W.: „Förderung der Werkstoffumstellung durch Oberflächenhärtung“.

Nach jedem Vortrag findet eine Aussprache statt. Änderungen in der Vortragsfolge bleiben vorbehalten.

Das Pumpwerk von San Rocco. Während einige Sammelkanäle der Entwässerung von Nieder-Lodi ihre Wasser mit natürlichem Gefälle unmittelbar in den Po oder seine Nebenflüsse abführen, muß das Wasser

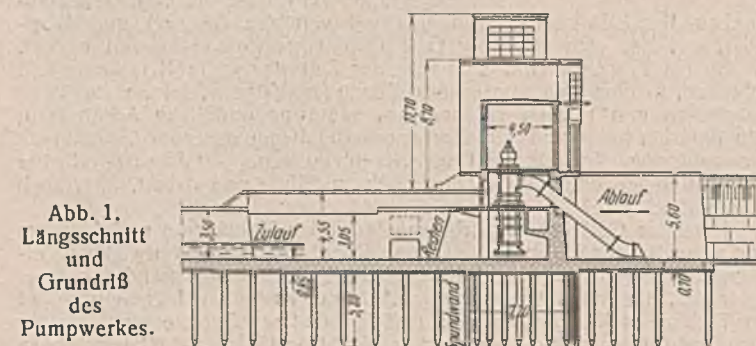
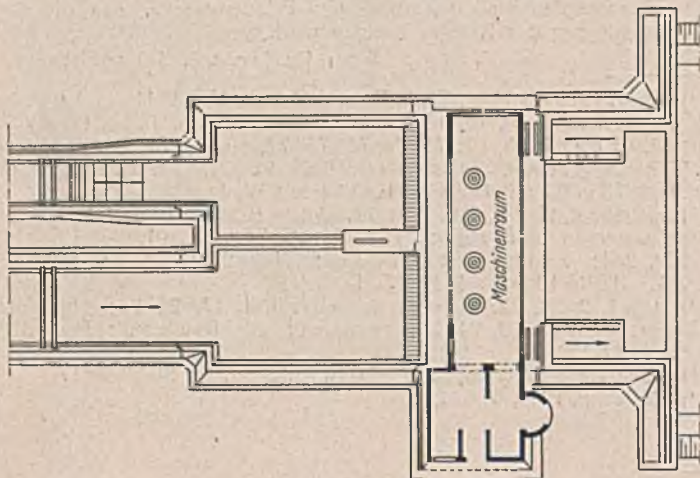


Abb. 1.
Längsschnitt
und
Grundriß
des
Pumpwerkes.



aus den tiefer gelegenen Gebieten auf die Höhe der Vorfluter gepumpt werden. Diesem Zwecke dient unter anderem auch das in der Nähe der Eisenbahnstrecke Piacenza—Mailand gelegene Pumpwerk San Rocco, das die Wasser des Sammlers Mortizza aus einem Gelände von 1300 ha am linken Poufer fördert. Am Pumpwerk münden zwei Sammelkanäle aus zwei verschieden hoch gelegenen Gebieten. Beide Kanäle entwässern mit natürlichem Gefälle in den erwähnten Mortizzasammler, solange er Niedrigwasser führt. Sobald aber sein Wasserspiegel steigt, treten die Pumpen in Tätigkeit, von denen je zwei für jeden der beiden Zuführungskanäle bestimmt sind. Die wichtigsten Merkmale der Pumpen sind folgende:

a) für die Wassermengen der höher gelegenen Gebiete:

Pumpe Nr. 1: 1250 l/sek; 1,10 m Förderhöhe; 22 PS; 305 Umdrehungen;
Pumpe Nr. 2: 800 l/sek; 1,10 m Förderhöhe; 14 PS; 305 Umdrehungen;

b) für die Wassermengen der niedriger gelegenen Gebiete:

Pumpe Nr. 1: 1800 l/sek; 2,50 m Förderhöhe; 60 PS; 305 Umdrehungen;
Pumpe Nr. 2: 1200 l/sek; 2,50 m Förderhöhe; 40 PS; 490 Umdrehungen.

Diese vier Förderereinheiten sind elektrisch angetriebene Kreiselpumpen. Der Maschinenraum ist in einfachster und wirtschaftlichster Weise ausgebildet. Große Fenster bilden die Seitenwände. Die beweglichen Lüftungsflügel sind in die kleineren Fenster eingebaut. Im Spannraum stehen zwei Spannungswandler von zusammen 200 kVA. Der Bau des Pumpwerkes hat nicht unerhebliche Schwierigkeiten verursacht, weil der Untergrund aus feinstem Schwimmsand besteht, so daß die Baugrube zunächst innerhalb stählerner Behelfspundwände ausgeschachtet werden mußte. Das Bauwerk ist auf eine 0,70 bis 0,85 m dicke Eisenbetonplatte gegründet, die auf Eisenbetonpfählen von 6 m Länge ruht und durch Eisenbetonspundwände eingefaßt ist, deren Fugen mit unter Druck eingepreßtem Zement besonders gedichtet worden sind, um jeden Wasserdurchgang vom Ober- nach dem Unterwasser zu verhindern. Die Baukosten des Pumpwerkes einschließlich seiner maschinellen und elektrischen Anlage betragen 1,8 Mill. Lire. Insgesamt sind 1100 m Eisenbetonspundbohlen, 2271 m Eisenbetonpfähle und 100 t Eisen erforderlich gewesen. (Ann. Lav. Pubb. Sept. 1940, S. 785 bis 787.)



Abb. 2. Zulaufseite.



Abb. 3. Ablaufseite.

Dr.-Ing. und Dr. rer. pol. Haller VDI, Tübingen.

Berichtigung.

In dem Aufsatz „Schultze, Die Berechnung der Gezeiten in Flußmündungen“ in Heft 12/13 dieses Jahrganges ist der auf S. 149, rechte Spalte, Zeile 14 bis 55, abgedruckte Abschnitt „6. Zusammenfassung“, der bis zu dem Abschnitt „d) Gangverschlebung usw.“ (Zeile 56) ausschließlich reicht, an den Schluß des Aufsatzes zu setzen.

INHALT: Spitzwinklige Überführungen einer Reichsstraße über eine zweigleisige Bahn. — Über die Entwicklung der Güte des Betons seit 1918. — Professor Otto Graf 60 Jahre. — Vermischtes: Professor Vollbehr 65 Jahre alt. — Sondertagung für Schweißtechnik in Hannover. — Das Pumpwerk von San Rocco. — Berichtigung.

Verantwortlich für den Inhalt: Dr.-Ing. Erich Lohmeyer, Oberbaudirektor a. D., Berlin-Steglitz, Am Stadtpark 2. — Verlag: Wilhelm Ernst & Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften, Berlin W 9. — Druck: Buchdruckerei Gebrüder Ernst, Berlin SW 68.