

# DIE BAUTECHNIK

17. Jahrgang

BERLIN, 28. Juli 1939

Heft 32

## Alle Rechte vorbehalten. Die Bodeneinteilung in den Technischen Vorschriften für Erdarbeiten.

Von Dozent Dr.-Ing. habil. A. Scheidig, Frelberg (Sa.), und Dipl.-Ing. H. Leussink, München.

### I. Einleitung.

Die vom Reichsverdingungsausschuß im Jahre 1925 aufgestellten „Technischen Vorschriften für Bauleistungen“ (DIN 1962 bis 1985) beziehen sich auf Hochbauten und deren Nebenarbeiten. Dementsprechend war zunächst auch der Geltungsbereich der DIN 1962 (Erdarbeiten) auf solche Erdarbeiten beschränkt gedacht, die für die Errichtung von Hochbauten notwendig werden, auf sogenannte „Architekten-Erdarbeiten“. Die Einordnung der DIN 1962 in die VOB und der Wortlaut der Vorschriften im einzelnen zeigen dies ohne weiteres<sup>1)</sup>.

Wenn nun trotzdem die DIN 1962 allmählich auch für reine Erdarbeiten (Straßen, Autobahnen, Kanäle, sonstige Dämme) zugrunde gelegt worden sind, so lag dies daran, daß es für solche „Ingenieur-Erdarbeiten“ bislang noch keine allgemein gültigen technischen Vorschriften gibt.

Die Notwendigkeit, solche Vorschriften zu schaffen, erschien deshalb nicht so vordringlich, weil die Behörden, die fast ausschließlich für die Ausschreibung größerer Erdarbeiten in Frage kommen, im Laufe der Zeit eigene „Technische Vorschriften“ aufgestellt haben, die der Ausschreibung jeweils zugrunde gelegt werden, wobei die Vorschriften der verschiedenen Behörden aber keineswegs übereinstimmen. Der Reichsautobahnbau als größtes Erdbauunternehmen der Welt brachte zunächst auch keine Änderung dieses Zustandes, vielmehr hat bis vor kurzem jede OBR ihren Ausschreibungen eigene Vorschriften zugrunde gelegt.

Der Umfang, den die Erdarbeiten im Rahmen des heutigen Bauerschaffens allgemein angenommen haben, lassen es im Interesse der Vereinfachung der Büro- und Verwaltungsarbeit und aus den nachstehend angeführten Gründen dringend erforderlich erscheinen, einheitliche technische Vorschriften, die möglichst für alle vorkommenden Erdarbeiten passen, aufzustellen<sup>2)</sup>.

Die Baugrundwissenschaft hat seit dem Erscheinen der DIN 1962 so viel neue Erkenntnisse gezeitigt, daß fast alle Einzelheiten der bestehenden DIN 1962 ergänzungsbedürftig, ja zum Teil sogar überholt erscheinen. Außerdem haben sich unter dem Einfluß der modernen Baugrundwissenschaft die Erdbauverfahren zum Teil weitgehend geändert, zum Teil sind ganz neue Verfahren hinzugekommen. Alles das erfordert eine Berücksichtigung.

Hierzu tritt ferner noch eine Wandlung in der Grundeinstellung zu diesen Dingen. Als die VOB aufgestellt wurde, handelte es sich vor allen Dingen darum, Interessengegensätze zu überbrücken. Maßgebend war für beide Teile allein der Preis. Das hat sich heute geändert. Das Hauptaugenmerk muß oder sollte auf das möglichst hochwertigste und damit der Gemeinschaft möglichst nützliche Bauwerk gerichtet sein. Diese Einstellung kann nicht ohne Einfluß auf das Vertragswesen im Tiefbau bleiben. Sie berührt natürlich in erster Linie die mehr rechtlichen Vorschriften der DIN 1960/1961, betrifft aber auch manche rein technisch aussehende Bestimmung.

Im folgenden sollen auf Grund der mehr als zehnjährigen Erfahrungen mit DIN 1962 einige der wesentlichsten Gesichtspunkte erörtert werden.

### II. Allgemeine Vorschriften müssen sowohl die Gewinnung als auch den Einbau des Bodens umfassen.

Die bei Erdarbeiten auftretenden Einzelvorgänge teilt man etwa wie folgt ein:

|           |                           |                    |   |                  |
|-----------|---------------------------|--------------------|---|------------------|
| Gewinnen: | { Lösen . . . . . }       | = Vertragsfall II  | } | = Vertragsfall I |
| Fördern:  | { Laden . . . . . }       |                    |   |                  |
| Einbauen: | { Kippen . . . . . }      | = Vertragsfall III |   |                  |
|           | { Breitziehen . . . . . } |                    |   |                  |
|           | { Verdichten . . . . . }  |                    |   |                  |
|           | { Planum herstellen }     |                    |   |                  |
|           | { Böschungsbau . . . }    |                    |   |                  |

Außer den Vertragsfällen I, in denen sämtliche vorbezeichneten Einzelvorgänge vorkommen, gibt es sowohl solche, in denen die Massen nur

<sup>1)</sup> Vgl. hierzu auch: Leo, Technische Vorschriften für Bauleistungen im Tiefbau. Bauamt und Gemeindebau 1932, S. 302; sowie: Die Verteilung des Wagnisses bei Tiefbauten. T. Gmdbl. 1936, S. 97.

<sup>2)</sup> Schnell u. Hartmann, Technische Vorschriften für Erdarbeiten bei den Reichsautobahnen. Die Straße 1938, Heft 18, S. 566.

gewonnen und weggefahren werden (Vertragsfall II), als auch solche, in denen gelieferte Massen einzubauen sind (Vertragsfall III). Hierzu einige Beispiele:

Vertragsfall I: Die meisten reinen „Ingenieur-Erdarbeiten“, wie Straßenbauten, Eisenbahnbauten, Kanalbauten, gehören zu den Fällen, in denen sämtliche Vorgänge vorkommen. Einen Sonderfall ohne Längsförderung stellen Kabelgräben, Rohrgräben und Dränrohrgräben dar. Hierbei bestimmt die Gewinnung den Preis.

Vertragsfall II: Die Erdarbeiten für Hochbauten umfassen in der Regel nur das Gewinnen und Abfahren des Kelleraushubes zu anderweitiger Verwendung. Ebenso können die bei Brücken- und Untergrundbahnbauten anfallenden Aushubarbeiten hierzu gehören; ferner das nachträgliche Abflachen von Rutschböschungen, das Absenken von städtischen Straßen. Der Vertragsfall II liegt auch dann vor, wenn aus Seitenentnahmen besondere Bodenarten (Dichtungston im Kanalbau oder frostsichere Sande und Klese im Straßenbau) von einem besonderen Unternehmer gewonnen und auf die eigentliche Baustelle gefördert werden.

Vertragsfall III: Hierzu gehört dann die weitere Verarbeitung dieser Massen durch den Hauptunternehmer. Darunter fallen auch die Arbeiten, die mit dem Zufüllen alter Stadtgräben, Kiesgruben, Braunkohlentagebaue u. dgl. zusammenhängen (Verfüllen, Planieren, Verdichten, Herstellen eines bebauungsfähigen Zustandes).

Die einzelnen Bodenarten sind nun vom Standpunkte des Gewinns aus oft ganz anders zu beurteilen als vom Standpunkte des Einbaus. So braucht z. B. mürber Sandstein beim Einbau nicht wesentlich anders behandelt zu werden als Sand; der Gewinnung dagegen stellen die beiden Bodenarten ganz verschiedene Schwierigkeiten entgegen. Löß bietet bei der Gewinnung im allgemeinen keinerlei Schwierigkeiten, während sein Einbau z. B. bei Regenwetter sehr schwierig, wenn nicht gar unmöglich sein kann. Es gibt Plänerarten, Tonschiefer, Rotliegend-Konglomerate und mürbe Sandsteine, die vom Gewinnungsstandpunkte aus gesehen etwa gleichwertig sind („Hackfelsen“). Beim Einbau können sie sich dagegen ganz verschieden verhalten: Mürber Sandstein und sandiges Rotliegendes z. B. lassen sich bei jedem Wetter gut einbauen und verdichten; Pläner und Tonschiefer zerfallen besonders bei Regen nach wenigen Tagen oder Wochen zu einer breiigen Masse, die sehr schwer zu behandeln ist.

Man kann dementsprechend auch die Bodenarten nicht nach einem einzigen Gesichtspunkte einteilen, sondern man braucht eine Klassifizierung einmal nach der Gewinnungsschwierigkeit, dann aber auch eine Einteilung im Hinblick auf den Verbauungszweck.

Die bisherige DIN 1962 hat den Nachteil, daß sie nur auf die Gewinnung, nicht aber auf den Einbau Rücksicht nimmt, während die neuen technischen Vorschriften für Erdarbeiten bei den Reichsautobahnen<sup>3)</sup> entsprechend den Bedürfnissen des modernen Straßenbaues in erster Linie den sachgemäßen Einbau berücksichtigen. Technische Vorschriften, die doch möglichst für alle vorkommenden Erdarbeiten Gültigkeit haben sollen, müssen u. E. beide Gesichtspunkte grundsätzlich getrennt berücksichtigen, zumal beide in ganz verschiedener Weise die Preisbildung beeinflussen. Es ist mithin notwendig, daß Gewinnen, Fördern, Einbauen in getrennten Positionen ausgeschrieben werden.

### III. Einteilung der Böden nach der Gewinnungsschwierigkeit.

Das unbefriedigendste Kapitel der DIN 1962 ist wohl die Einteilung der Böden in fünf Klassen (a bis e)<sup>4)</sup>. Immer wieder kommt es hierüber zu Streitigkeiten, und immer wieder werden die Sachverständigen in diesen unangenehmen Streitfällen als Partei-, Gerichts- oder Schiedsgutachter angerufen.

<sup>3)</sup> Technische Vorschriften für Erdarbeiten bei den Reichsautobahnen (TVE Rab), September 1938. Herausgegeben vom Generalinspektor für das deutsche Straßenwesen und der Direktion der Reichsautobahnen.

<sup>4)</sup> Eine ähnliche Einteilung in vier Klassen findet sich in den Technischen Vorschriften für Kulturarbeiten DIN 1957 u. 1959, wogegen DIN 1958 (Dränarbeiten) die Bodenarten wieder nach anderen Gesichtspunkten gliedert.



a) Warum ist DIN 1962 überholt?

Die fünf Klassen der DIN 1962 sind: a) schlammiger, b) leichter, c) mittlerer, d) fester Boden und e) Felsen. Zur Unterscheidung dieser Bodenklassen werden drei Merkmale gegeben:

1. die Löseart,
2. bei den meisten einige typische Vertreter und außerdem
3. der „Böschungswinkel“.

Wenn man vor der Aufgabe steht, mit Hilfe dieser drei Merkmale einen bestimmten Boden in eine der fünf Klassen einzuordnen, so versagt das letzte Merkmal vollständig, da der Böschungswinkel nach den Ergebnissen der modernen Baugrundlehre keine physikalische Eigenschaft der Erdstoffe kennzeichnet. Zunächst bleibt überhaupt unklar, ob der Böschungswinkel im gewachsenen Zustande — und hier wieder: ob dauernd oder vorübergehend gemeint sein soll — oder im geschütteten Zustande über oder unter Wasser. Es gibt Böden, die in die Klasse b oder c — leichter oder mittlerer Boden — gehören, aber dauernd in meterhohen, senkrechten Wänden stehen: z. B. echter Löß. Derselbe Boden fließt wie ein flüssiger Brei, wenn er sehr naß oder unter Wasser geschüttet wird. Ähnliches gilt für Geschiebemergel und Rotliegend-Konglomerate. Es hat auch keinen Sinn, den Böschungswinkel etwa durch den Winkel der inneren Reibung ersetzen zu wollen.

Eher schon käme die Angabe der Kohäsion (Zugfestigkeit) in Frage. Wenn auch Aussicht besteht, für vollkommen homogene Erdstoffe, etwa für Löß, Sand, homogenen Ton, die Gewinnungsfestigkeit durch physikalische Ziffern und Verfahren zu bestimmen und danach zu klassifizieren, so wird dieser Weg jedoch bei allen anderen Bodenarten nicht gangbar sein, weil hier meist geologische Umstände, wie Klüftung, Schieferung, Steinschlüsse, Findlinge, Stämme in Torflagern, Ortsteinbildungen usw. die Hauptrolle spielen. Hier einen einzigen oder wenige Zahlenwerte angeben zu wollen, die für alle Bodenarten bestimmt werden können und genügen, ist überhaupt aussichtslos.

Das zweite Merkmal, die Angabe des üblichen Lösegerätes, wobei nur Handgeräte genannt sind, ist an sich brauchbar. Es fehlt aber der Hinweis, daß diese Angabe nur die Bodenart näher kennzeichnen soll, daß die tatsächliche Anwendung eines bestimmten Gerätes in einem bestimmten Falle aber nicht über die Klassenzugehörigkeit entscheidet. Daß das tatsächlich verwendete Lösegerät für die Einteilung nicht entscheidend sein soll, geht sowohl aus der Formulierung „lösbar“ als auch aus der Tatsache hervor, daß die heute sehr verbreitete maschinelle Gewinnung überhaupt nicht berücksichtigt ist. Außerdem ist der Begriff „mit Spaten lösbar“ oder „mit Spitzhacke lösbar“ zum Zwecke der Klassifizierung nicht eindeutig, wie folgende Beispiele zeigen:

Es ist ohne weiteres möglich und wirtschaftlich, in gewissen Fällen „mittleren Boden“ (Klasse c) durch Keile oder durch Sprengen zu lösen, ohne daß er damit in die Klasse d oder e gehörte. Andererseits muß Sprengfelsen bei Talsperren in der Gründungssohle mit der Spitzhacke oder dem Preßluftmeißel gewonnen werden, um Sprengklüfte zu verhüten, ohne daß der Felsen damit seinen Charakter als „Sprengfelsen“ verliert. Dasselbe gilt für Felsgewinnung in Rohrgräben in dicht bebauten Stadtgebieten, in denen Sprengungen nicht zulässig sind.

Ebenso geht es nicht an, daß ein Auftraggeber einen Teil einer bestimmten Bodenart nach Klasse c bezahlt, weil er zufällig mit Hacke bearbeitet wurde, während er einen anderen Teil derselben Bodenart nach d bezahlt weil er zufällig mit Keilen gelöst wurde. Der Begriff „Lösbarkeit“ kann also nur die Geräte meinen, die im normalen Falle üblicherweise angewendet werden. Ein scharfes Unterscheidungsmerkmal ist die Angabe des Lösegerätes damit nicht mehr; sie ist nur in Verbindung mit dem letzten Merkmal, nämlich der Anführung typischer Bodenarten zu verwenden.

b) Welcher Weg erscheint gangbar für eine bessere Einteilung der Bodentypen vom Gewinnungsstandpunkte aus?

Den beim gegenwärtigen Stand der Baugrundwissenschaft gangbarsten Weg sehen wir [darin, die Einteilung in verschiedene Klassen nach DIN 1962 im Wesen beizubehalten, die Unterteilung aber noch weitgehend zu verfeinern, wie es die älteren Kalkulationsbücher (vgl. Bazall-Baumeister u. a.) auf Grund langjähriger Erfahrungen zeigen. Einen Vorschlag hierzu zeigt Abb. 1<sup>5)</sup>. Sie ist gekennzeichnet durch folgende Besonderheiten:

1. Es sind acht Bodenklassen vorgesehen. Die Praxis hat immer wieder gezeigt, daß es besonders zwischen den Klassen c und d sowie d und e der DIN 1962 Zwischenstufen von Bodenarten gibt, die mit wirklicher Berechtigung weder der einen noch der anderen Klasse zugesprochen werden können. Der Unterschied zwischen Klasse c und b ist dagegen fast nie strittig. Die Klasse a nach DIN 1962 kann wegen ihrer Bedeutungslosigkeit entfallen. Dem Einwande, daß eine Vergrößerung der Klassenzahl nur mehr Meinungsverschiedenheiten erzeugt, stehen folgende Gesichtspunkte gegenüber: Erstens sind die Unterschiede zwischen den einzelnen Klassen nun viel geringer als bisher. Die Höhe des Streitgegenstandes wird viel kleiner, und damit ist die Möglichkeit einer friedlichen Einigung durch gegenseitiges Entgegenkommen viel eher gegeben. Zweitens lassen sich die einzelnen Klassen viel genauer und eindeutiger beschreiben als das nach DIN 1962 möglich ist, bei der eine Klasse viel zu verschiedenartige Bodenarten umfaßt.

2. Der Zusammenhang der Bodenteilchen ist für jede Klasse angegeben. Hierzu kommt die Angabe der Würfel-festigkeit einer ungestörten Probe, die in vielen Fällen einen wertvollen Anhalt gibt, ohne allein verbindlich zu sein.

3. Bei jeder Klasse sind recht viele Beispiele angegeben, um die am häufigsten vorkommenden Bodenarten schon von vornherein einzureihen und über sie erst gar keine Diskussion aufkommen zu lassen. Das, was „ein loser Flugsand“, ein „echter Löß“, ein „sandiger Lehm“, ein „fester Ton“ usw. ist, kann heute jeder Baugrundfachmann ohne weiteres angeben. Notfalls kann man dies unter Zuhilfenahme von Laboratoriumsversuchen einwandfrei klären.

4. Endlich ergibt die Angabe der Leistung den Maßstab für eine objektive Beurteilung. Diese Zahlen sind Durchschnittswerte für Hand-schachtbetrieb, die aus langjähriger Erfahrung gewonnen sind und die der Unternehmer nach dem Sinn der Ausschreibung seinem Angebot zugrunde zu legen hat. Auf alle Fälle gäbe der Vorschlag wesentlich eindeutigere Kennzeichnungen als die jetzigen Angaben der DIN 1962.

c) Verfahren im Streitfalle.

Es bleibt noch die Frage offen, was zu geschehen hat, wenn trotzdem eine Einigung über die Bodenarten nicht zustande kommen sollte. In diesem Falle geben zunächst die in Abb. 1 gegebenen Leistungszahlen einen wichtigen Hinweis. Man wird durch zwei bis drei Tiefbauarbeiter etwa 1 bis 2 Stunden lang einen Schurf (Abb. 2) in dem strittigen Boden herstellen lassen, der leicht aufmeßbar sein muß. Dieses Verfahren ist jedenfalls nach unseren Erfahrungen am zweckmäßigsten. Da diese Arbeiter, wenn sie in Gegenwart eines Gutachters arbeiten, zu höheren Leistungen kommen als die in Abb. 1 angegebenen mittleren Leistungen, so sind die gewonnenen Zahlen

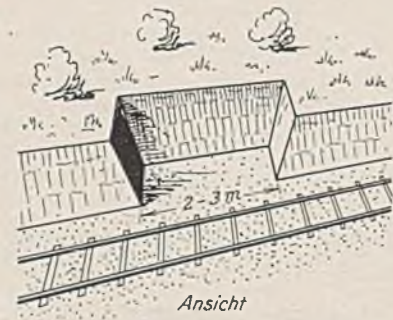
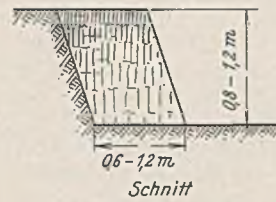


Abb. 2. Probeschurf zur Feststellung der erforderlichen Arbeitsleistung beim Gewinnen.

<sup>5)</sup> Kögler, Baugrund und Bauvertrag. Die Bauindustrie 1936, S. 310.

| VOB<br>DIN 1962  | b   |   | c  |   | d   |   |   | e   |                   |
|--|---|---|--|---|---|---|---|---|-------------------|
| Klasse   | 1   | 2   | 3  | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |                   |
| Name   | loser Boden   | Stichboden<br>normal<br>schwer  |  | Hackboden<br>normal<br>schwer   |   | Hack-<br>felsen   | Schieffelsen<br>normal<br>schwer  |   |                   |
| Kenn-<br>zeichnung   | ohne<br>Zusammenhang<br>od. sehr geringer<br>Zusammenhang   | geringer<br>Zusammenhang,<br>weiche<br>Beschaffenheit   | mittlerer<br>Zusammenhang  | fester<br>Zusammenhang  | sehr fester<br>Zusammenhang,<br>oder Gewinnung<br>von Boden 4<br>bes. erschwert   | verwitterte<br>Gesteine od.<br>in leicht lös-<br>bar schwach<br>klüft. Bank               | gesunde Ge-<br>steine in ge-<br>schloss. Bank<br>von rd. 1 m<br>geschicht.                      | ganz feste,<br>gesunde,<br>schwer boh-<br>u. schiebb.<br>Gesteine,<br>wenig zer-<br>klüftet |                   |
| Beispiele  | Dünensand, Acker-<br>Gartenerde, ganz<br>loser Fluß- und<br>Grubensand und<br>-Kies, Weicher,<br>nicht zäher<br>Schlamm | schwach lehm.<br>Sand oder Kies<br>feuchter Sand<br>u. Kies, Echter<br>Löß, Sehr weich.<br>Lehm oder Ton<br>oder Schlack od.<br>Klar. Torf, zäher<br>Schlamm, Wiesen-<br>kalk | Weicher oder<br>sandiger Lehm<br>Graber loser Kies<br>Grabes loses Ge-<br>rölle, Boden 2, der<br>zahl an Schaufel<br>bleibt, Torf mit<br>groß. Holzein-<br>schlüssen | Fester Lehm od.<br>Ton oder Mergel<br>Bindiger sehr<br>graber Kies od.<br>Gerölle | Sehr fest Lehm<br>(Ton, Mergel)<br>Boden nach 4,<br>aber mit großen<br>Steinen über Kopf-<br>größe durchsetzt<br>festes, grubes<br>Gerölle, los ver-<br>witterter Fels in<br>graben Stücken | Bruchiger<br>Schiefer<br>weicher<br>Sand- oder<br>Kalkstein,<br>Kreide, Rot-<br>liegendes | Sand- und<br>Kalksteine,<br>Feste Schie-<br>fer, Stark<br>zerklüftete<br>ganz feste<br>Gesteine | Granit,<br>Syenit,<br>Gneis<br>Porphyur<br>usw.   |                   |
| Löse-<br>gerät- u.<br>arbeit                                   | nur Schaufel  | erschwerter<br>Schaufelarbeit<br>oder leichte<br>Spatenarbeit   | schwere<br>Spatenarbeit<br>oder leichte<br>Hackarbeit  | Breit- oder<br>Spitzhacke,<br>Normale<br>Hackarbeit                               | Spitzhacke,<br>Kreuzhacke,<br>(Keile) Schwere<br>Hackarbeit   | Spitzhacke<br>Brechstange,<br>Keile, Preß-<br>luftmeißel                                  | teilweise<br>Bohren<br>u. Sprengen  | nur<br>Bohren<br>und<br>Sprengen  |                   |
| Leistung in<br>m <sup>3</sup> je Std.<br>Mittel m <sup>3</sup> | 1-1,5<br>1,2  | 0,8-1,2<br>1,0  | 0,5-0,8<br>0,7   | 1-1,5<br>1,2  | 0,7-0,9<br>0,8  | 0,4-0,6<br>0,5  | 0,3-0,4<br>0,35   | 0,15-0,20<br>0,17   | 0,10-0,15<br>0,12 |
| Würfel-<br>festigkeit  | 0   | 0-0,5   | 0,5-1,5  | 1-3   | 2-6   | sehr<br>verschieden   | 200-600   | > 600   |                   |
| Auf-<br>locke-<br>bleib-<br>ung                                | 10-15<br>1-2  | 15-20<br>1-2  | 20-25<br>2-4   | 25-30<br>4-6  | 30-45<br>6-7  | 40-50<br>6-7  | 40-50<br>10-15  | 40-50<br>10-15  |                   |

Abb. 1. Kennzeichnung der Bodenarten für Erdarbeiten (Vorschlag Kögler).



nach unseren Erfahrungen um 15% zu kürzen. Dann erhält man die für die Einstufung in eine der Klassen 1 bis 8 maßgeblichen Leistungen in m<sup>3</sup>/h der Tabelle 1. Es wäre zu erwägen, ob man für schwierige Fälle nicht einen Ausschuß schafft, der aus einem unabhängigen Baugrundfachmann, einem Auftraggebervertreter und einem Auftragnehmervertreter besteht. Dieses Kollegium könnte entweder für ganz Deutschland oder besser für einzelne Wirtschaftsgebiete berufen werden. Wenn ein solcher Ausschuß in allen noch übrigbleibenden Streitfällen verbindlich herangezogen würde, so hätte er bald eine derartige Erfahrung gesammelt, daß er oft sogar ohne Untersuchung und ohne die „Normalarbeitskolonne“ sein Urteil fällen könnte. Jedenfalls würde dieses Verfahren wesentlich schneller als der ordentliche Rechtsweg zu einem Abschluß des Streites führen, weil bei all diesen Streitfällen das eigentliche Problem eine technische Frage (ein Baugrundproblem) ist, die nur von Baugrundfachleuten beantwortet werden kann; diese werden im Falle eines Rechtsstreites ohnehin als Gerichtsgutachter die Entscheidung maßgeblich beeinflussen.

#### d) Klares Leistungsverzeichnis.

Wichtiger als Bestimmungen darüber, was bei etwaigen Streitfällen zu geschehen hat, ist es, von vornherein außer durch klare und umfassende Einteilung der Bodenarten auch durch rein vertragsmäßige Bestimmungen dafür zu sorgen, daß erst gar keine Zweifel aufkommen können. Hierzu gehört u. a. eine Bestimmung über die Mehr- oder Minderleistungen. Diese sind zwar in DIN 1961, § 2, schon geregelt (10%-Kriterium). Dieses Kriterium erscheint aber für Tiefbaunormen etwas zu summarisch. U. E. könnte man z. B. eine Bodenart, die nur um eine Klasse von der vorgesehenen und angebotenen abweicht, erst dann gesondert vergüten, wenn sie mehr als 20% der angebotenen Klasse ausmacht. Weicht sie dagegen um zwei Klassen ab, so könnte man das 10%-Kriterium anwenden, bei Abweichung um drei Klassen etwa 5%. Fels wäre in jedem Falle besonders zu bezahlen.

Außerdem ist es zweckmäßig, wenn das Leistungsverzeichnis schon Wahlpositionen enthält für diejenigen Bodenklassen, die nach den geologischen Gegebenheiten der Baustelle erwartet werden können. Damit fallen dann später alle Erörterungen über die Festsetzung des Preises für unvorhergesehene Massen weg.

Im Sinne eines klaren Leistungsverzeichnisses ist eine Aufspaltung der Einheitspreise in einen Teilbetrag für das reine Gewinnen und Laden und einen Teilbetrag für das Fördern sowie für den Einbau wichtig. Wenn dann tatsächlich während des Baues unvorhergesehene Gewinnungsverhältnisse eintreten, so braucht nur über diesen Teilbetrag diskutiert zu werden. Man kann die Bestimmung einführen, daß bei der Vereinbarung neuer Preise das Fördern unberührt bleibt.

#### e) Baugrunduntersuchungen und Baubeschreibung.

Weiter gehört zu einem klaren Leistungsverzeichnis eine eingehende Baubeschreibung. Es liegt in der Natur der Sache, daß der Auftraggeber die Baustelle durch die Planbearbeitung besser kennt als der Auftragnehmer. Es ist deshalb recht und billig, wenn er in dieser Baubeschreibung alles mitteilt, was für die Durchführung des Werkes von Nutzen sein kann. Hierzu gehören in erster Linie die Ergebnisse der Baugrunduntersuchungen. Daß Baugrunduntersuchungen notwendig sind, braucht nicht erst besonders betont zu werden. Wir verweisen hier nur auf die entsprechenden Abschnitte in den „Richtlinien für bautechnische Bodenuntersuchungen“<sup>7)</sup>: Verantwortlich für ihre rechtzeitige Ausführung ist der Planbearbeiter. Es ist sogar so, daß Baugrunduntersuchungen hinsichtlich der Gewinnungsfestigkeit des Aushubs mit die einfachsten und eindeutigsten sind. Man darf sich da nicht scheuen, eine Summe für eine genügende Zahl von Bohrlöchern und Schürfen anzusetzen. Meist kann man diese Untersuchungen gleich mit den weiteren ohnehin notwendigen Baugrunduntersuchungen verbinden. Aber auch dort, wo man für andere Zwecke keine Untersuchungen braucht und

<sup>7)</sup> Berlin 1937, Beuth-Vertrieb, 2. Aufl., S. 8 bis 11.

wo auch die Aushubmassen im Hinblick auf Ihre spätere Verwendung als Schüttstoffe nicht interessieren, ist die Feststellung der Gewinnungsfestigkeit unerlässlich. Hierbei können manchmal die Angaben über die Bohrfortschritte wertvolle Anhalte geben<sup>8)</sup>.

Daß die Baugrunduntersuchungen soweit wie möglich nach den bestehenden Richtlinien und Normen (DIN 4021, DIN 4022; Richtlinien für bautechnische Bodenuntersuchungen, Berlin 1937) durchgeführt werden, ist wohl selbstverständlich.

Die Baubeschreibung muß weiterhin alles das enthalten, was die Baustelle an Besonderheiten bietet. Der Planbearbeiter erkennt diese und sonstige Schwierigkeiten leicht im voraus. Es ist gut, wenn die Aufmerksamkeit des Auftragnehmers hierauf schon vor Angebotsabgabe hingelenkt wird. Was der Planbearbeiter aber nicht erkennt, darf er vom Anbleter, der die Strecke nur einmal begehen kann, billigerweise auch nicht erwarten.

Es ist klar, daß der Auftraggeber diese Angaben, insbesondere auch über die Baugrundverhältnisse zwischen den Aufschlüssen nur unverbindlich machen kann. Aber gründliche vorhergehende Bodenuntersuchungen werden auch hier weitgehend vor Überraschungen bewahren.

#### IV. Vorschriften für den Einbau.

Auf diesem Gebiete hat die neuzeitliche Bodenmechanik viele neue Erkenntnisse gebracht. Man muß sogar sagen, daß gerade bei den Einbauverfahren die Fortschritte der Baugrundwissenschaft viel sinnfälliger zum Ausdruck kommen und viel leichter anzuwenden sind als bei der Gewinnung. Es sei nur auf die umfangreichen Gebiete der Bodenverdichtung im neuzeitlichen Dammbau, der Frostsicherung, der Hinterfüllung von Bauwerken, des Böschungsbau (biologisches Ingenieurwesen) usw. hingewiesen. Da diese Gesichtspunkte und damit auch die Einteilung der Bodenarten vom Standpunkte des Einbaues aus in den „Technischen Vorschriften für Erdarbeiten bei den Reichsautobahnen (TVE Rab)“ ausführlich behandelt sind, so darf hier auf diese verwiesen werden. Wenn die Vorschriften auch zunächst ausschließlich auf die Bedürfnisse des Autobahnbaues zugeschnitten sind, so haben doch die wesentlichen Bestimmungen über den Einbau auch bei anderen Erdarbeiten Gültigkeit.

#### Zusammenfassung.

Wenn man an Technische Vorschriften für Erdarbeiten die Forderung stellt, daß sie möglichst für alle vorkommenden Fälle gültig sein sollen, in denen Erdarbeiten verdungen werden, so ist festzustellen, daß die bestehenden Vorschriften diesem Gesichtspunkte nicht vollkommen entsprechen. DIN 1962 berücksichtigt einseitig das Gewinnen der Bodenarten und vernachlässigt den Einbau vollkommen, während die TVE Rab den besonderen Bedürfnissen der Reichsautobahnen entsprechend in erster Linie den Einbau behandelt.

Zur Erzielung klarer Preisbildung, klarer Verträge und allgemeiner Anwendbarkeit bei allen möglichen Vertragsfällen müßten Gewinnen, Fördern, Einbauen bzw. Verdichten in getrennten Positionen ausgeschrieben werden. Hiernach muß sich auch die Einteilung der Bodenarten richten: Allgemein gültige Vorschriften müssen die Bodenarten sowohl nach den Gewinnungsschwierigkeiten als auch nach den Einbauerfordernissen einteilen, zumal es zahlreiche Fälle gibt, bei denen Massen nur gewonnen (Architekten-Erdarbeiten) oder nur eingebaut werden.

Die die Gewinnungsschwierigkeiten berücksichtigende Einteilung der Bodenarten nach DIN 1962 ist durch die Erkenntnisse der neuzeitlichen Baugrundforschung zwar nicht im Prinzip, aber in allen wesentlichen Einzelheiten überholt. Hieraus folgen immer wieder Auslegungsschwierigkeiten. Es werden deswegen Vorschläge für eine Verbesserung gemacht.

Die Erfordernisse des Einbaues werden in der Einteilung der TVE Rab hinreichend berücksichtigt.

<sup>8)</sup> Kumm, Über Festigkeitsuntersuchungen mit Hilfe des geologischen Handbohrgerätes. Geologie und Bauwesen 1934, S. 118 u. 129.

## Der Umbau der Rheinbrücke in Konstanz.

Von Oberbaurat Theo Lutz, Konstanz.

(Schluß aus Heft 30.)

### 2. Verkehrsverhältnisse, Entwicklung der Stadt,

#### Unzulänglichkeit der Rheinbrücke für den Straßenverkehr.

Bis etwa um die Jahrhundertwende genügte die alte Rheinbrücke den Anforderungen des Straßenverkehrs. Damals bestand noch ein geringer Fernverkehr und ein verhältnismäßig schwacher örtlicher Verkehr zwischen der linksrheinischen Altstadt und dem noch wenig besiedelten rechtsrheinischen Stadtgebiet. Bald aber, namentlich in dem Jahrzehnt vor dem Kriege, machte sich infolge der nunmehr einsetzenden Verkehrszunahme die Unzulänglichkeit der Brückenverhältnisse am Konstanzer

Rheinübergang bemerkbar und führte im Laufe der Jahre, besonders in der Nachkriegszeit, mit der Entwicklung der Stadt und dem unaufhaltsam ansteigenden Radfahrer- und Kraftwagenverkehr zu einer starken Überlastung der Brücke.

Die bauliche Entwicklung der Stadt Konstanz und die damit verbundene Zunahme der Bevölkerung von 8400 Köpfen im Jahre 1861 auf nahezu 40 000 Köpfe im Jahre 1938, haben den Verkehr zwischen der linksrheinischen Altstadt mit ihren Geschäftsvierteln, dem Hauptbahnhof, dem Bodenseehafen, den großen Gasthöfen, öffentlichen Verwaltungen,



Hauptpost, Banken usw., und dem aufstrebenden rechtsrheinischen Stadtgebiet außerordentlich belebt. Hierzu kam noch die Verkehrssteigerung durch den Fern- und Durchgangsverkehr, auf den Konstanz als Fremdstadt eine besondere Anziehungskraft ausübt. Allein von der Schweiz her führen fünf gut ausgebaute Staatsstraßen, darunter die Bundesstraße Nr. 1, mit den Endpunkten Konstanz und Genf, nach Konstanz, während die Reichsstraße Nr. 33, Konstanz—Radolfzell—Offenburg, mit der Abzweigung Konstanz—Allmannsdorf—Staad in Verbindung mit der 1928 eröffneten Bodenseefähre Konstanz—Meersburg<sup>1)</sup> den Fernverkehr von und nach Konstanz mit den Gebieten am Nordufer des Bodensees und darüber hinaus nach Württemberg und Bayern vermittelt. Auf den Durchgangs- und Vorortverkehr hat die Bodenseefähre außerordentlich belebend gewirkt. Schon in den ersten Jahren nach ihrer Betriebseröffnung hat sich ein unerwartet starker Verkehr über die Bodenseefähre, die Personen, Kraftwagen und Fahrzeuge aller Art befördert, eingestellt, eine Tatsache, die mit zu einer vermehrten Verkehrsbelastung der Rheinbrücke beitrug, die heute ein sehr wichtiges Glied im internationalen Durchgangsverkehr neben ihrer großen Bedeutung für den Ortsverkehr geworden ist.

In den Jahren 1930 und 1934 durchgeführte, genaue Verkehrszählungen auf der Rheinbrücke in Konstanz ergaben für den zwölfstündigen Tagesverkehr folgende Ergebnisse:

| Zähljahr              | Fußgänger | Fahrzeuge | Verkehrseinheiten zusammen |
|-----------------------|-----------|-----------|----------------------------|
| 1934                  | 19 992    | 22 222    | 42 214                     |
| 1930                  | 15 306    | 17 297    | 32 603                     |
| Zunahme 1930 bis 1934 | 4 686     | 4 925     | 9 611                      |
| In Hundertteilen      | 30,7%     | 28,5%     | 29,4%                      |

Die aus diesen Verkehrsziffern erkennbare, außerordentlich starke, in den letzten Jahren noch weiter gestiegene Verkehrsbelastung der Konstanzer Rheinbrücke hat auf dem schmalen, nur 5,40 m breiten Verkehrsband der Straßenbrücke immer mehr zu einer unhaltbaren Überlastung der Brücke mit häufigen Verkehrsstockungen geführt und deshalb die Stadtverwaltung von Konstanz veranlaßt, die Forderung nach einem Umbau der Rheinbrücke bei den maßgebenden Stellen immer dringender zu erheben. Es ist selbstverständlich, daß dabei auch die Frage des Baues einer zweiten Straßenbrücke über den Rhein einer gründlichen Prüfung unterzogen wurde. Diese, vom Verfasser durchgeführte, alle nur erdenklichen Gesichtspunkte beachtende Prüfung führte auf Grund der besonderen örtlichen Verhältnisse und des wechselseitigen Straßenverkehrs zwischen den durch den Rhein getrennten Stadtgebieten hinsichtlich Richtung, Ziel und Intensität dieses sowie des Fernverkehrs und nach Aufstellung von Vergleichsentwürfen für eine zweite Rheinbrücke zu folgendem Ergebnis: Die einzige Möglichkeit, eine nachhaltige Erleichterung des Verkehrs über den Rhein mit erträglichen finanziellen Opfern für die Stadt Konstanz zu erzielen, sei heute in einer Erweiterung des Verkehrsraumes auf der bestehenden Rheinbrücke zu erblicken, sei es durch Verbreiterung der Brücke oder durch einen Neubau an der gleichen Stelle, mit entsprechender Umgestaltung der Zufahrten auf beiden Rheinufern im Rahmen eines wohl-durchdachten, für die Ausführung sorgfältig vorbereiteten, stufenweise oder in einem Zuge durchzuführenden Bauprogramms. Dieses Bauprogramm müsse aber nicht nur die Bedürfnisse des Straßenverkehrs, sondern gleichermaßen auch die künftigen Belange des Eisenbahnbetriebes und der späteren Großschiffahrt auf der Oberrhein-Bodensee-Wasserstraße berücksichtigen und deshalb von der Stadt Konstanz mit der Deutschen Reichsbahn entworfen werden. Dieser Schlußfolgerung schlossen sich auch die neben der Stadt Konstanz an der Verbesserung der Verkehrsverhältnisse am Konstanzer Rheinübergang stark interessierten

<sup>1)</sup> Vgl. den Aufsatz des Verfassers in Bautechn. 1930, Heft 20, 22, 24.

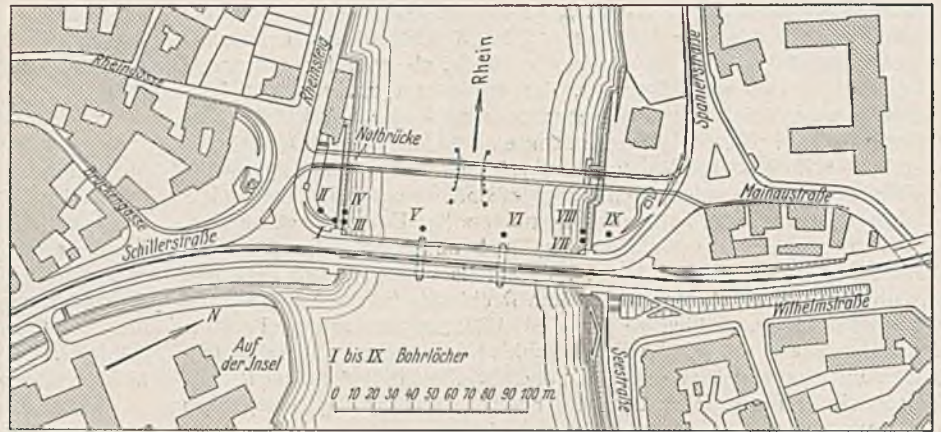


Abb. 8. Lageplan der alten Brücke mit der Notbrücke.

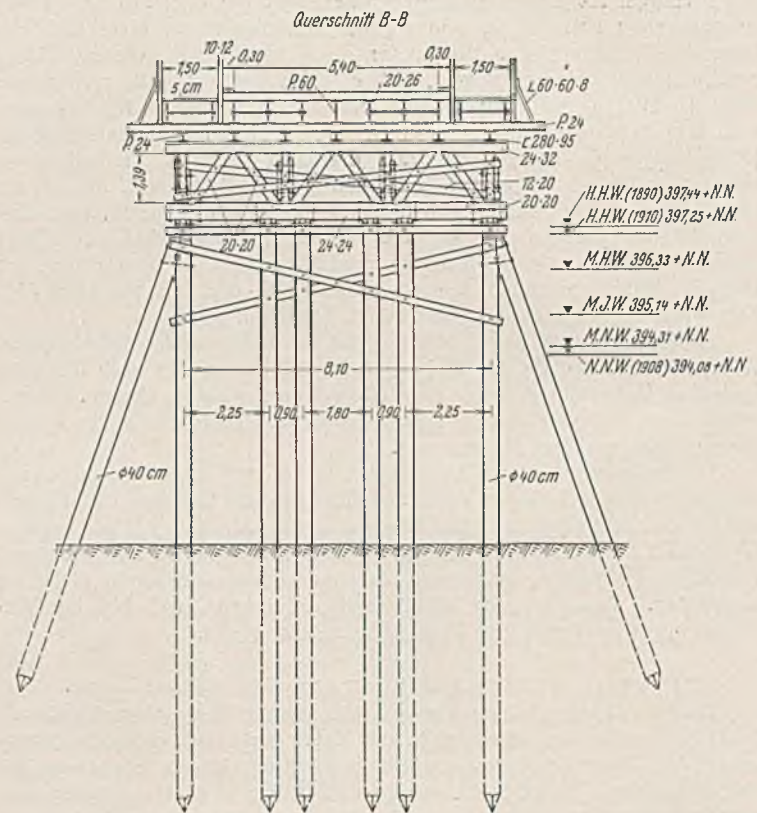


Abb. 12.

Stellen beim Reich, beim Land Baden sowie die Deutsche Reichsbahn an. Alle diese Stellen gelangten zu der Überzeugung, daß hier eine fühlbare Verkehrsverbesserung nur durch den Umbau der bestehenden, im Zuge der natürlichen Hauptverkehrsrichtungen liegenden und die Hauptverkehrsstützpunkte untereinander verbindenden Rheinbrücke erzielt werden könne, durch eine zweite Straßenbrücke aber eine wesentliche Verkehrsablenkung von der bestehenden Rheinbrücke nicht zu erwarten sei.

Ausgehend von einem von dem Verfasser schon in den Jahren 1930/31 ausgearbeiteten Umbautentwurf, der auch den Umbau des dem Eisenbahnbetrieb dienenden Brückenteils umfaßte, wurde die Stadtverwaltung im Jahre 1934 bei der Deutschen Reichsbahn, beim Generalinspektor für das Deutsche Straßenwesen und beim Badischen Finanz- und Wirtschaftsministerium zwecks baldiger Inangriffnahme der Bauarbeiten vorstellig. Nachdem dieser erste Entwurf von allen Beteiligten als brauchbare Grundlage für den Brückenumbau bezeichnet worden war, führten die nun folgenden Verhandlungen zu einer Verständigung dahingehend, daß der

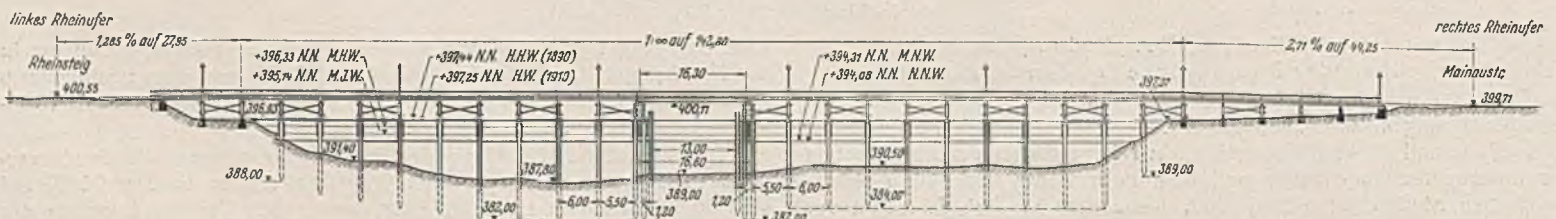


Abb. 9. Längenschnitt der Notbrücke.



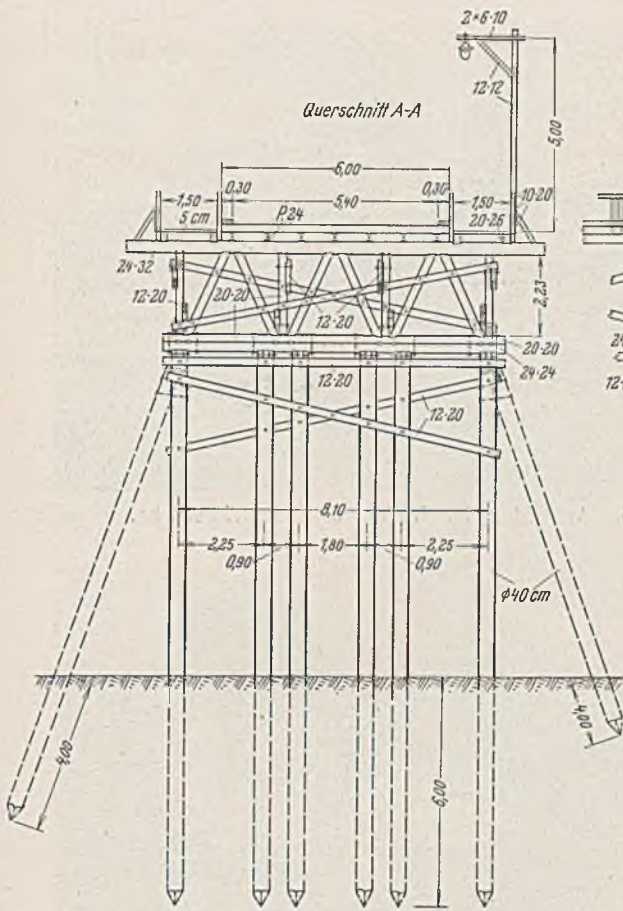


Abb. 10.

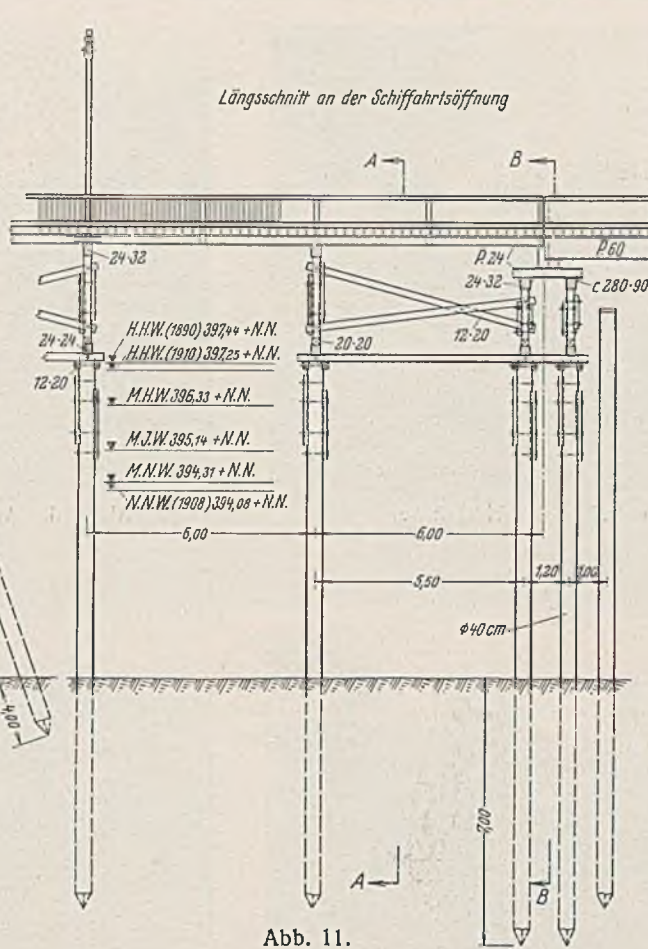


Abb. 11.

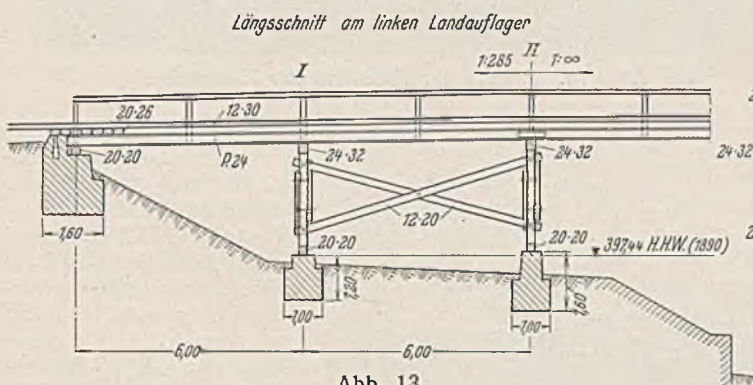


Abb. 13.

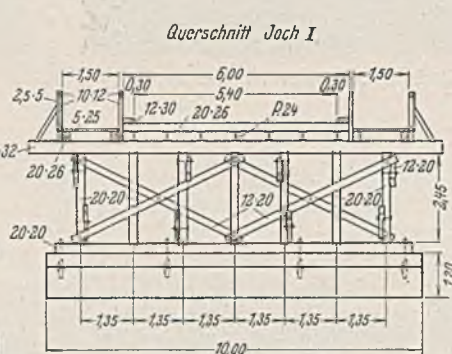


Abb. 14.

Brückenumbau, an dessen Stelle dann ein völliger Neubau trat, von der Stadt Konstanz als Bauherrin für die Straßenbrücke und von der Deutschen Reichsbahn als Bauherrin für die Eisenbahnbrücke nach einem gemeinsamen Bauprogramm durchgeführt werden soll. Die Verhandlungen führten dann auch zu einer Einigung über die Finanzierung in der Weise, daß die Deutsche Reichsbahn die neue Eisenbahnbrücke mit den anschließenden Rampen, Unterführungen usw. auf ihre Kosten und die Stadt Konstanz die neue Straßenbrücke mit den Unterführungen, Rampen usw. mit einer namhaften finanziellen Beteiligung des Reiches, des Landes Baden und der Deutschen Reichsbahn bauen soll.

Zahlreiche Beratungen zwischen der Deutschen Reichsbahn und der Stadt Konstanz und die Ausarbeitung einer ganzen Anzahl, in der Schwierigkeit der Aufgabe begründeter Entwürfe durch die Reichsbahndirektion Karlsruhe und dem von der Stadt Konstanz mit der Durchführung des Umbaus der Straßenbrücke betrauten Verfasser führten schließlich zu einem baureifen Gesamtentwurf, der dann in den Jahren 1936 bis 1938 ausgeführt wurde.

Über den Bau der neuen Straßenbrücke wird der Verfasser später in einem besonderen Aufsatz in dieser Zeitschrift berichten und dabei auch auf den hier absichtlich übergangenen, aber im Zusammenhang mit dem Bau der neuen Brücke interessierenden tiefbautechnischen Teil der alten Brücke zurückkommen. Schon jetzt aber sei auf die grundsätzliche Verschiedenheit der Querschnitte, d. h. der Raumaufteilung auf der alten und neuen Rheinbrücke für den Straßenverkehr einerseits und für den Eisenbahnbetrieb andererseits in Abb. 7 hingewiesen, welche die Regelquerschnitte der neuen und alten Brücke veranschaulicht. Während die alte Brücke ein in sich zusammenhängendes Tragsystem für die darüber führende

Straße und Eisenbahnlinie mit vier, durch Querträger miteinander verbundenen Hauptträgern bildete, besteht die neue Brücke aus vier selbständigen Tragwerken mit je zwei Hauptträgern, und zwar aus einer Straßenbrücke mit konsolartig angehängtem Fußweg, zwei eingleisigen Eisenbahnbrücken und einer durch die Eisenbahnbrücken von der Straßenbrücke getrennten besonderen Fußwegbrücke. Von den beiden Eisenbahnbrücken wurde zunächst nur eine, die östliche, ausgeführt, so daß auch auf der neuen Brücke der Eisenbahnbetrieb vorläufig nur eingleisig durchgeführt wird.

## II. Die Notbrücke für den Straßenverkehr während des Brückenumbaus.

Bei den Entwurfsarbeiten für den Umbau der Straßenbrücke spielte die Frage der Überleitung des lebhaften Straßenverkehrs über den Rhein während der auf zwei Jahre berechneten Bauzeit eine wichtige Rolle. Der früher erwogene Gedanke, die nach Errichtung einer neuen Eisenbahnbrücke frei werdende alte Eisenbahnbrücke vorübergehend als Notbrücke für den Straßenverkehr zu benutzen, mußte aufgegeben werden. Auf diesem Brückenteil stand zwischen den Trägergurten nur eine Nutzbreite von 3,45 m zur Verfügung (Abb. 7), weshalb der Verkehr mit Fahrzeugen nur im Richtungsverkehr, also gewissermaßen eine Durchschleusung der Fahrzeuge, hätte stattfinden müssen. Hierbei hätten sich aber — namentlich in den Zeiten des stoßartigen Spitzenverkehrs — so unangenehme Verkehrsstockungen ergeben, daß eine reibungs- und gefahrlose Verkehrsabwicklung nicht hätte gewährleistet werden können.

Außerdem wurde nach Aufstellung eines baureifen Entwurfs für eine Notbrücke festgestellt, daß infolge der bei Überleitung des Straßenverkehrs über die bestehende Brücke zu erwartenden Erschwerung der Arbeiten beim Umbau der Straßenbrücke und der Rampen bedeutende Mehrkosten entstanden wären und daß diese Mehrkosten mindestens ebenso hoch gewesen wären wie die Kosten für den Auf- und Abbau einer leistungsfähigen, d. h. den lebhaften Straßenverkehr nach Gewicht und Zahl bewältigenden Notbrücke. Aus diesem Grunde entschloß sich die Stadtverwaltung auf Anraten des Verfassers zur Erstellung einer besonderen Notbrücke, die sich dann auch während ihrer genau zweijährigen Benutzung im Verkehr auf das beste bewährt hat. Der Verkehr auf dieser Brücke wickelte sich ohne Unfall und glatt ab, und die Umbauarbeiten an der Straßenbrücke sowie an den Zufahrtsrampen wurden durch den Straßenverkehr fast nicht berührt. Umgekehrt hat auch dieser Verkehr infolge der Bauarbeiten — abgesehen von unvermeidlichen Verkehrsumleitungen — keine fühlbare Beeinträchtigung erfahren.

Wie aus dem Lageplan (Abb. 8) ersichtlich ist, wurde die Notbrücke etwa 45 m unterhalb der bestehenden Rheinbrücke erstellt. Diese Lage wurde gewählt, um einerseits zwischen der Baustelle der neuen Straßenbrücke und der Notbrücke für Schiffe, schwimmende Rammen, Krane und Gerüste im Rhein und für die Lagerung von Material auf den beiden Vorländern genügend Arbeitsraum bei den ohnehin beschränkten Verhältnissen zur Verfügung zu haben und andererseits gute, möglichst übersichtliche, unerwünschte Umwege oder Steigungen vermeidende Anschlüsse der vorhandenen Zufahrtsstraßen an die Notbrücke an beiden Rheinufern zu erhalten.



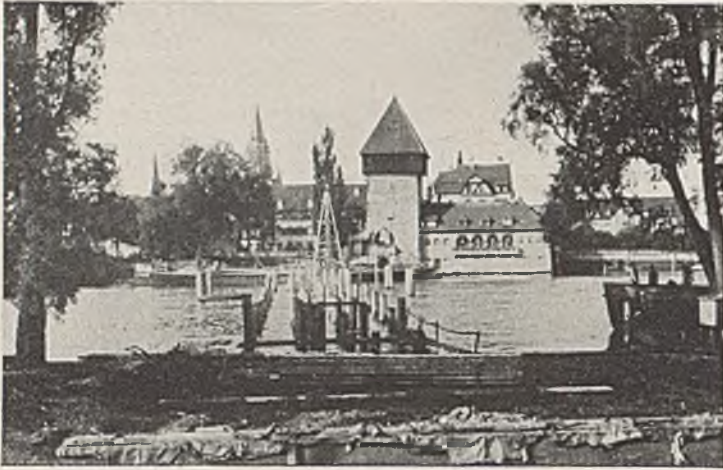


Abb. 15. Pfahlrammarbeiten der Notbrücke.

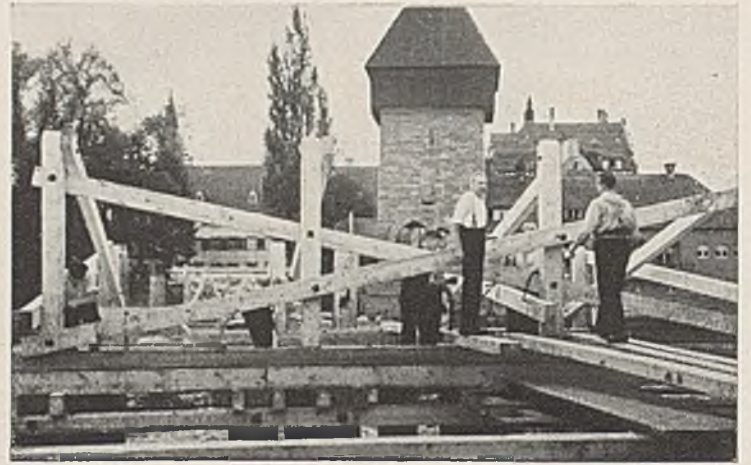


Abb. 16. Aufstellen der Strebenböcke der Notbrücke.



Abb. 17. Abbinden der Strebenböcke der Notbrücke.



Abb. 18. Einbau der Fahrbahn der Notbrücke.

Über die rd. 190 m lange Notbrücke führten eine einschließlich zweier Schrammborde 6,00 m breite Fahrbahn und zwei Gehwege von je 1,50 m Breite, die von der Fahrbahn aus Gründen der Verkehrssicherheit durch kräftige Geländer getrennt waren.

Das tiefeingeschnittene Rheinbett, das mit der Sohle bis zu 9,60 m unter Hochwasser liegt, und die Notwendigkeit, die bestehende Schifffahrt auch bei höheren Rheinständen aufrechtzuerhalten, ergab Höhenunterschiede zwischen der tiefsten, noch zulässigen Unterkante der Brückenkonstruktion und der Rheinsohle bis zu 13 m. Es erschien deshalb geboten, die Fahrbahn nicht unmittelbar auf die zur Übertragung der Lasten auf

die Rheinsohle vorgesehenen Holzpfähle zu legen, wie es bei ähnlichen, dem Verkehr nur vorübergehend dienenden Brücken im allgemeinen geschieht, sondern zur Verminderung der Pfahllängen, die mit der notwendigen Rammtiefe bis zu 21 m betragen hätten, und zur Erhöhung der Stabilität der ganzen Brücke die Fahrbahnlasten durch Strebenböcke auf die Pfähle zu übertragen. Selbst diese Art der Konstruktion ergab bei hochwasserfreier Lage der Pfahlköpfe bzw. der Auflager-schwellen der Strebenböcke immer noch Pfahllängen bis zu 17 m.

Einen Überblick über die Gesamtanordnung der Notbrücke hinsichtlich Aufstellung der den Überbau tragenden Fluß- und Landjoche, der Längen- und Höhenverhältnisse sowie über die Wasserstände und Querschnittsform des Rheinprofils gibt der Längenschnitt in Abb. 9, während Abb. 10 bis 14 die Längen- und Querschnitte der Brückenkonstruktion darstellen. Im

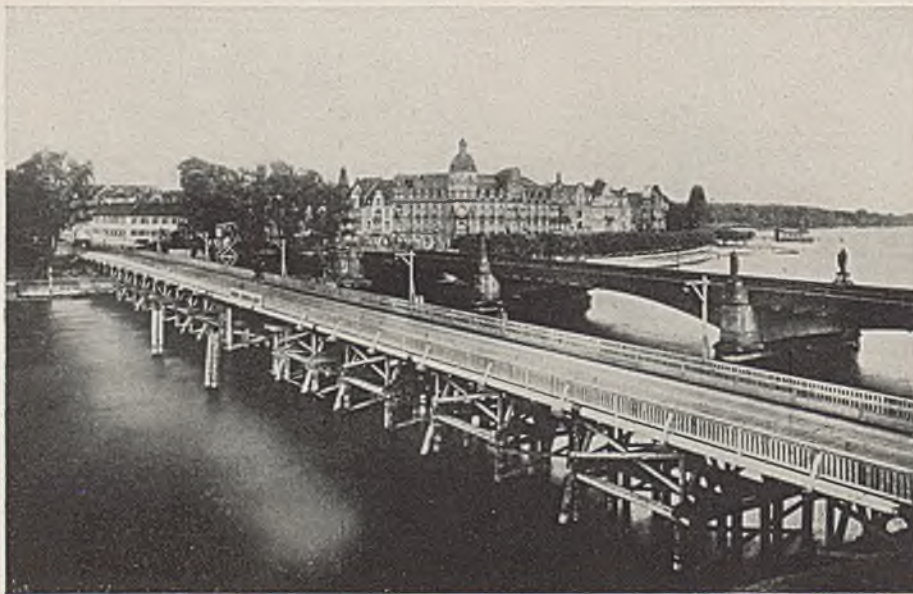


Abb. 19. Ansicht der Notbrücke mit der alten Rheinbrücke.

Flußbett wurden 21 einfache und 2 doppelte, insgesamt also 23 Pfahljoche erstellt, während die Rheinvorländer linksufrig mittels 3 und rechtsufrig mittels 6, auf Betonfundamenten ruhenden Landjochen überbrückt wurden. Die Flußjoche bestanden aus je 6 Fichtenpfählen von 40 cm Durchm., die im Mittel etwa 6 m tief in den aus blauem, glazialem, von Kies durchsetztem Ton bestehenden Untergrund der Rheinsohle eingerammt wurden (Abb. 9, 10, 11 u. 12). Die Jochentfernung betrug 6 m, mit Ausnahme der Doppeljoche, der in der Mitte der Brücke angeordneten Schifffahrtsöffnung, wo die Jochentfernung — von Mitte zu Mitte der Doppeljoche gemessen — 16,60 m betrug

und einen Durchlaß für den Schiffsverkehr von 13 m frei ließ. Die Anordnung der Jochpfähle senkrecht zur Brückenachse wurde so gewählt, daß bei ungünstigster Belastung jeder Pfahl annähernd die gleiche Last, die zur Vermeidung von Senkungen der Fahrbahn rechnerisch 12 t möglichst nicht überschreiten sollte, aufzunehmen hatte (Abb. 10). Um ein Anfahren der Jochpfähle der Schifffahrtsöffnung und damit eine Gefährdung der Brücke zu vermeiden, wurden beiderseits vor den Jochpfählen kräftige Schutzpfähle sowie oberstrom vier starke Dalben aus drei bis fünf miteinander verschraubten Pfählen und unterstrom zwei Dalben aus je drei Pfählen eingerammt. Zur sicheren Ansteuerung der Schifffahrtsöffnung wurde auf Grund der Betriebserfahrungen der Schiffsdurchlaß nachträglich noch beiderseits durch geschlossene Leitwände aus fugenlos aufeinandergesetzten, mit den Schutzpfählen und den unmittelbar



ober- und unterhalb der Brücke stehenden Dalben verschraubten Kanthölzern gesichert (Abb. 8). Auf diese Weise waren alle Vorkehrungen zur gefahrlosen Durchfahrt der Notbrücke mit den auf dem Rhein und Untersee verkehrenden Personen- und Lastschiffen getroffen. Von gelegentlichen kleineren Beschädigungen des Leitwerks durch streifende Schiffe abgesehen, ereigneten sich infolge des Schiffsverkehrs durch die Notbrücke während ihrer zweijährigen Benutzung keinerlei Unfälle.

Die Jochpfähle waren an den Kopfenden unter sich in der Quer- und Längsrichtung durch Kantholzzangen 12/20 cm zusammengehalten und zur Erzielung einer guten Quersteifigkeit außerdem durch Schrägzangen untereinander verbunden. An jedem dritten Flußjoch wurden außerdem schräg in die Flußsohle eingerammte, mit den äußeren Jochpfählen verschraubte Strebenpfähle angebracht (Abb. 10 u. 12). Die Fahrbahnkonstruktion bestand über den Flußseiten- und Landjochen aus sieben, in Abständen von 0,90 m nebeneinander liegenden Stahlträgern IP 24 (Abb. 10) und über der Schiffsfahrtsöffnung aus sieben Stahlträgern IP 60 (Abb. 12). Auf diese Stahlträger wurde der aus Kanthölzern 20/26 gebildete Fahrbahnbelag aufgelegt und jedes Kantholz an den oberen Trägerflanschen mit je zwei winkelförmigen, eisernen Klammern befestigt. Längs der Fahrbahn wurden beiderseits Schwellen 12/30 cm als Schrammborde verlegt. Die Gehweglängsträger bestanden über den seitlichen Fluß- und über den Landjochen aus Kanthölzern 20/26 cm, auf denen der 5 cm dicke Bohlenbelag befestigt war. Über der Schiffsfahrtsöffnung wurden als Gehweglängsträger aus konstruktiven Gründen ebenfalls Stahlträger IP 60 eingebaut.

Die Übertragung der Verkehrslasten und des Eigengewichts der Fahr- und Gehbahn auf die Pfahljoche und auf die massiven Fundamente der Landjoch geschah mittels fachwerkartig konstruierter, aus senkrechten Ständern, Streben und waagerechten Schwellen gebildeten, durch Schrägzangen noch versteiften, zimmermäßig abgedundenen Kantholzböcken. Um eine gute Auflagerung der Stahlträger der Schiffsfahrtsöffnung auf die



Abb. 20. Ansicht der Notbrücke.

beiderseitigen Doppeljoche zu erzielen, wurden die oberen Querschwellen, auf die ein liegendes  $\square$  28 gestülpt war, durch kurze IP 24 verbunden und über diese als Auflager für die Träger der Schiffsfahrtsöffnung zwei IP 24 gelegt. Als Auflager für die Längsträger (IP 24) der Seitenöffnungen wurden zum Zwecke des Höhenausgleichs Stahlträger IP 60 gewählt (Abb. 11 u. 12).

Abb. 15 bis 18 zeigen Ausschnitte aus den Arbeiten auf der Baustelle und Abb. 19 u. 20 Ansichten der fertigen Notbrücke.

Dem vom Tiefbauamt des Stadtkreises Konstanz unter Leitung des Verfassers aufgestellten Entwurf und der statischen Berechnung der Notbrücke wurden die Belastungsannahmen für

Brücken I. Klasse nach DIN 1072 und 1074 zugrunde gelegt, um jede Verkehrsbeschränkung an dem wichtigen Rheinübergang in Konstanz hinsichtlich der Fahrzeuggewichte auszuschließen.

Der Bau der Notbrücke wurde durch ortsansässige Unternehmer auf Grund einer öffentlichen Ausschreibung nach Einrichtung der Baustelle in der Zeit vom 23. Juli bis 10. Oktober 1936, also in nur 69 Arbeitstagen durchgeführt, was angesichts des Umfangs der Arbeiten (Zurichten und Rammen von 191 Pfählen mit 380 m<sup>3</sup>, Abbinden und Aufstellen von 590 m<sup>3</sup> Kanthölzern, Verlegen und Verschrauben von 150 t Stahlträgern) eine bemerkenswerte Leistung darstellte. Der Abbau der Brücke nahm ohne Besetzung der elektrischen Beleuchtungsanlage sowie der über die Brücke geführten Versorgungsleitungen und Starkstromkabel 50 Arbeitstage in Anspruch und war, nachdem die neue Rheinbrücke am 9. Oktober 1938 dem Verkehr übergeben worden war, Mitte Dezember 1938 beendet.

Die Baukosten betragen einschl. des Abbaues der Brücke nach Abzug des Erlöses für das von einem Unternehmer gekaufte Holz (ohne Versorgungsleitungen, aber einschl. der Beleuchtungsanlage, der Betonfundamente und der Straßenanschlüsse) rd. 97 500 RM. Dabei ist zu beachten, daß die Stahlträger von einer Brückenbauanstalt leihweise, selbstverständlich gegen eine angemessene Vergütung, zur Verfügung gestellt worden waren.

## Die verkehrliche Leistungsfähigkeit der Reichsautobahnen, insbesondere der Autobahnknotenpunkte.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Dr.-Ing. Max-Erich Feuchtinger, Essen.

(Schluß aus Heft 31.)

Neue, noch nicht ausgeführte Knotenformen.

5. Die Turbinenlösung. Gibt man nun auch den beiden ungünstigeren Linkseckverkehren der vorigen Zwischenlösung eigene Fahrbahnen, so haben schließlich alle Verkehrsrichtungen ihre eigenen Fahrbahnen, der Verteilerring ist in drei getrennte Bahnen zerteilt und wird nach der Art des Wasserdurchlaufs durch eine Turbine durchfahren. Die Turbinenlösung, in Abb. 10 schematisch dargestellt, ist also die vollendetste Form des Kreisprinzips, wobei die gefährlichen Kreuzungspunkte des einfachen Verteilerringes völlig beseitigt sind<sup>10)</sup>.

Der Belastungsplan zeigt (Abb. 11), daß auf keiner Strecke mehr Verkehrshäufungen auftreten, da alle Verbindungsstrecken nur eine Verkehrsrichtung aufzunehmen haben. Das Verkehrsbauwerk als Ganzes ist für den Fahrer leicht zu erfassen. Die Zahl der Drosselpunkte ist mit 16 auf ein Minimum herabgedrückt. Sie fallen nicht mehr zusammen, sondern verteilen sich günstig in gleichen Abständen auf das ganze Verkehrsbauwerk.

Im einzelnen weisen Geradeaus- und Rechtseckverkehr mit zwei bzw. vier Drosselpunkten die vorgenannten Leistungsfähigkeiten auf. Der Linkseckverkehr erlebt ein Minimum von vier Drosselpunkten, ohne jeden Begleitverkehr.

Die Turbinenlösung ist daher bei starkem Linkseckverkehr besonders geeignet. Sie ist verkehrlich die bisher leistungsfähigste und übertrifft auch das Kleeblatt. Sie ist aber nicht billig in der Anlage wegen der

zahlreichen Fahrbahnen und der breiten Brückenbauwerke. Wieweit sie räumlich gut gestaltet werden kann — die drei Ringbahnen weisen alle verschiedene Gefälle und Höhenlagen an den einzelnen Stellen auf —, müßte erst in genauen Untersuchungen über die konstruktive Durchbildung, möglichst auch in Modellen, festgestellt werden.

Die Turbinenlösung dürfte vor allem für großstädtische Kreuzungen, bei denen der Linkseckverkehr meistens die größten Schwierigkeiten mit sich bringt, also in Fällen, die der Tunnelkreuzung der Nordsüd- und Ostwestachse in Berlin entsprechen, geeignet sein. Dadurch, daß die Fahrbahnen alle dicht nebeneinander geführt sind, ließen sie sich als unterirdische Anlage in einem gemeinsamen Tunnel besonders leicht unterbringen.

6. Die Hakenlösung. Eine weitere Lösung, die ebenfalls verkehrlich sehr leistungsfähig, aber mit einfacheren Mitteln auszuführen ist, ist die Hakenlösung (Abb. 12<sup>11)</sup>. Der Knoten hat in seiner Grundform Ähnlichkeit mit der Kleeblattlösung und entsteht dadurch, daß die vier Blätter des Kleeblattes sich nicht schließen und in den Sicherheitsfahrspuren enden, sondern aufgeschnitten, nach links herübergebogen und jeweils in die Fahrbahnen des Rechtseckverkehrs eingeführt sind, bevor sie in die durchgehenden Hauptfahrbahnen einmünden. Die Sicherheitsfahrbahnen des Kleeblattes fallen also hier weg. Dafür sind, statt eines einzigen, nunmehr fünf Brückenbauwerke wie bei den Kreislösungen notwendig. Bei Annahme von Mindesthalbmessern mit 50 m bleibt

<sup>10)</sup> H. Müller, Überschneidungsfreie innerstädtische Straßenkreuzungen. Z. d. Vdl 1938, Heft 47.

<sup>11)</sup> Th. Titze, Die vollkommen plankreuzungsfreie Überführung und Verbindung zweier Autobahnen. Z. d. OelAV 1938, Heft 13/14.



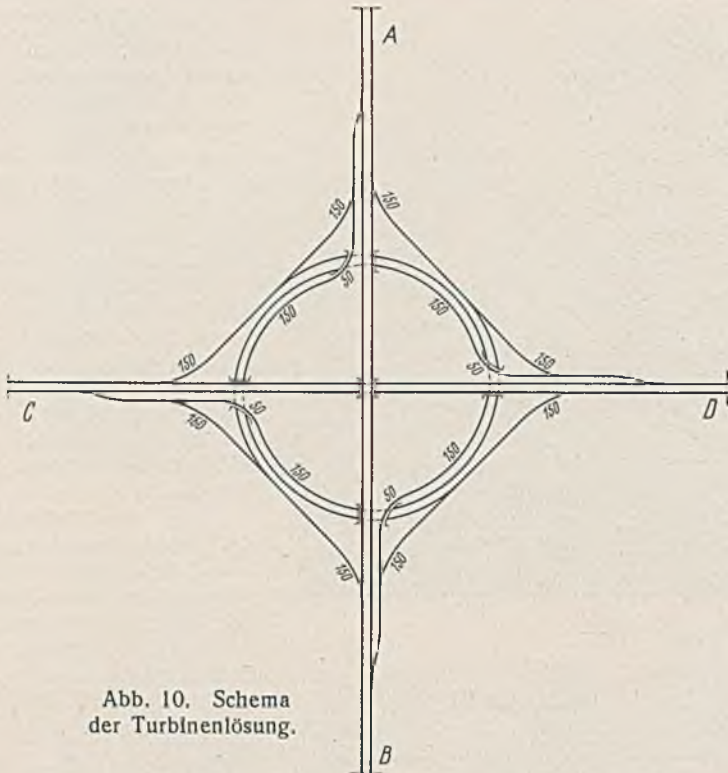


Abb. 10. Schema der Turbinenlösung.

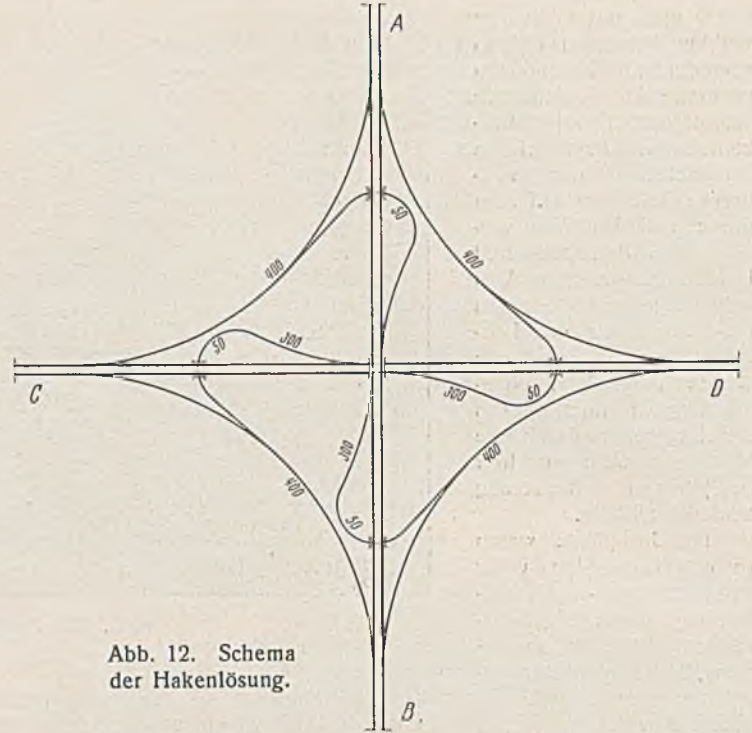


Abb. 12. Schema der Hakenlösung.

der Raumbedarf für die Gesamtanlage im Rahmen der seitherigen Lösungen.

Die Nachteile des Kleblattes, die schleifenden Kreuzungen in den Nebenfahrbahnen und das Trudeln des Linkseckverkehrs, fallen weg. Der Belastungsplan zeigt (Abb. 13), daß mit 16 Drosselpunkten die gleiche verkehrliche Leistungsfähigkeit wie bei der Turbinenlösung, die im übrigen wesentlich aufwendiger ist, erreicht ist. Die Einmündungspunkte des Linkseckverkehrs in die Fahrbahnen des Rechtseckverkehrs erscheinen zunächst, ebenso wie bei der Turbinenlösung, als Linkseinbiegungen. Sie

können jedoch ohne Schwierigkeiten, indem die Fahrbahnen des Rechtseckverkehrs in einer Krümmung von rechts her in die Fahrbahnen des Linkseckverkehrs eingeführt werden — hierdurch entsteht zusätzlich eine flüssigere Führung des Rechtseckverkehrs —, zu Rechtseinbiegungen ausgestaltet werden.

Im einzelnen weisen die Verkehrsbänder keine Begleitverkehre auf Zwischenstrecken auf. Die Belastungen der einzelnen Strecken nehmen stufenweise ab und durch die Einbiegungen stufenweise wieder zu, wobei die einmal zusammengeführten Verkehre im Gegensatz zu den seitherigen Lösungen mit Begleitverkehr bis zur durchgehenden Hauptstrecke zusammenbleiben.

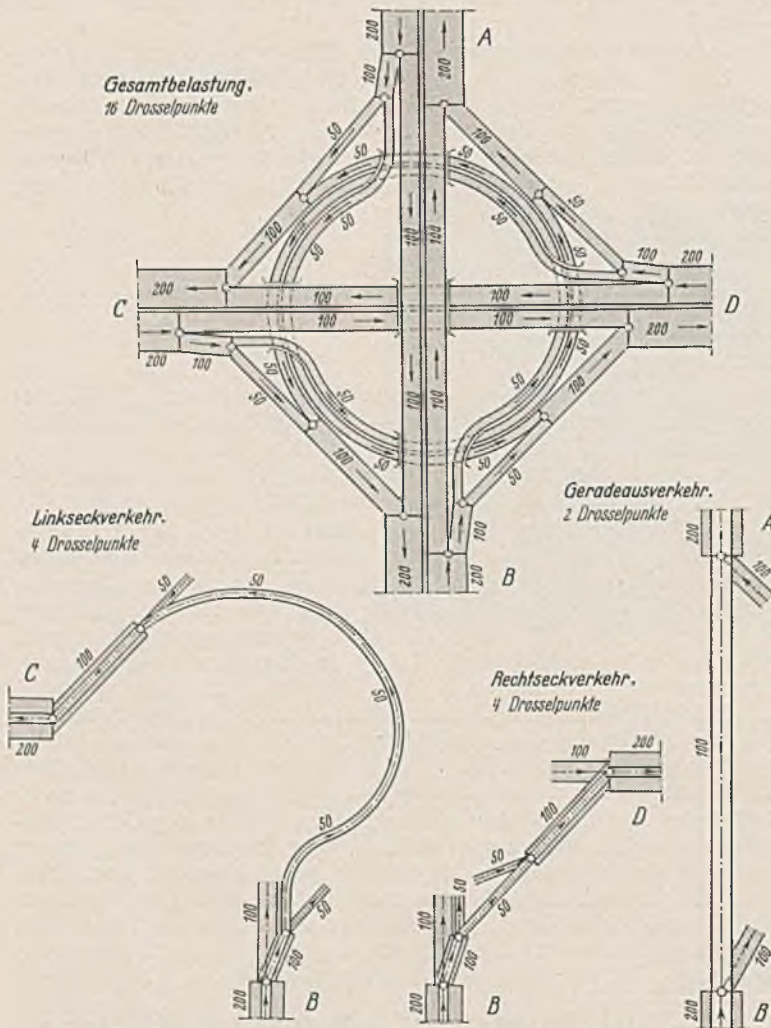


Abb. 11. Belastungsplan für die Turbinenlösung.

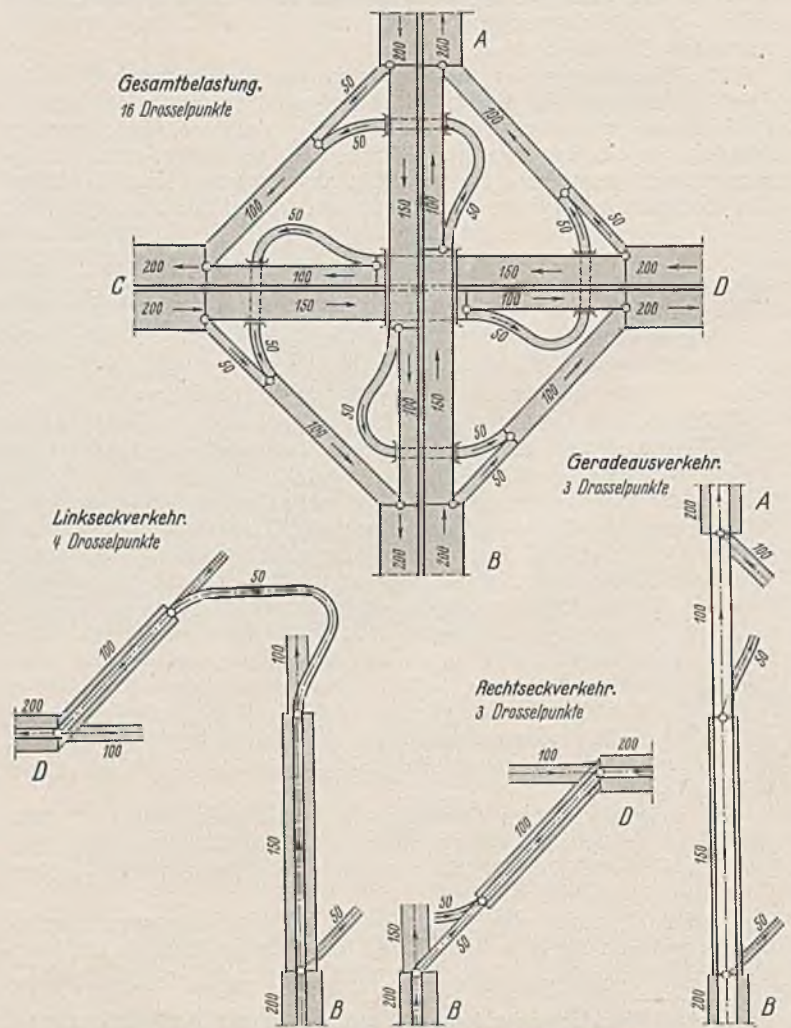


Abb. 13. Belastungsplan für die Hakenlösung.



Der Geradeausverkehr erfährt gegenüber zwei Drosselpunkten bei den seitherigen Lösungen drei. Wenn bei besonders starkem Geradeausverkehr die Reibungsverluste zu groß würden, können die Drosselpunkte durch die Einschaltung von Sicherheitsspuren (entsprechend dem Kleeblatt) auf zwei herabgedrückt werden, ohne daß die Gesamtzahl der 16 Drosselpunkte erhöht wird. Der Rechteckverkehr ist mit drei Drosselpunkten und ohne Begleitverkehr sehr günstig geführt, ebenso der Linkseckverkehr mit drei Drosselpunkten.

Die Hakenlösung ist daher verkehrlich bei starkem Eckverkehr besonders günstig. Sie ist auch für den Fahrer als Verkehrsgebilde leicht erfassbar und kann räumlich wegen ihrer einfachen Form gut gestaltet werden. Sie erreicht verkehrlich die Leistungsfähigkeit der Turbinenlösung, ist dabei aber weniger aufwendig und praktisch leichter ausführbar.

**Zusammenfassung über die Belastungspläne.**

Die vorstehende Verkehrsanalyse der verschiedenen Knotenformen für Autobahnkreuzungen hat gezeigt, wie unterschiedlich diese in ihrer verkehrlichen Leistungsfähigkeit sind. Die aufgezeigte Methode der Aufstellung von Verkehrsbelastungsplänen deckt alle verkehrlichen Drossel- und Reibungspunkte auf und ergibt somit die Möglichkeit, ein klares Bild zu schaffen, wie in jedem Einzelfalle die immer wieder verschiedenen Verkehrsbedingungen am besten praktisch erfüllt werden können. Sie erleichtert also die Wahl der Knotenform und regt dazu an, in besonders gelagerten Fällen von den bisher üblichen Knotenformen abzugehen und neue, verkehrlich leistungsfähigste Kreuzungsanlagen zu schaffen. Bei der Wahl der Knotenform ist zwar die Erfüllung der Verkehrsbedingungen die grundlegend wichtigste Forderung, zu ihr treten jedoch die Fragen der landschaftlichen Einfügung des Verkehrsgebildes in die Umgebung und die Fragen der technisch-konstruktiven Ausbildung, d. h. die Berücksichtigung des Flächenbedarfs, des Untergrundes, der Geländeform, der Zahl der

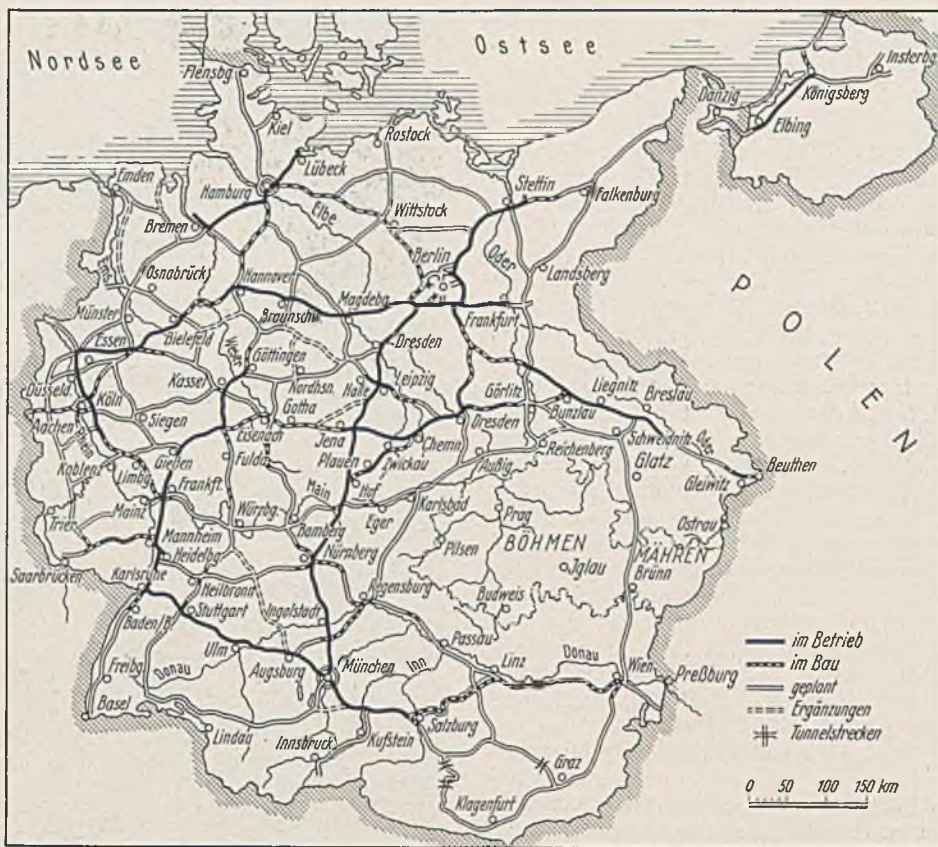


Abb. 14. Das Deutsche Reichsautobahnnetz. (Nach dem Stand vom März 1939.)

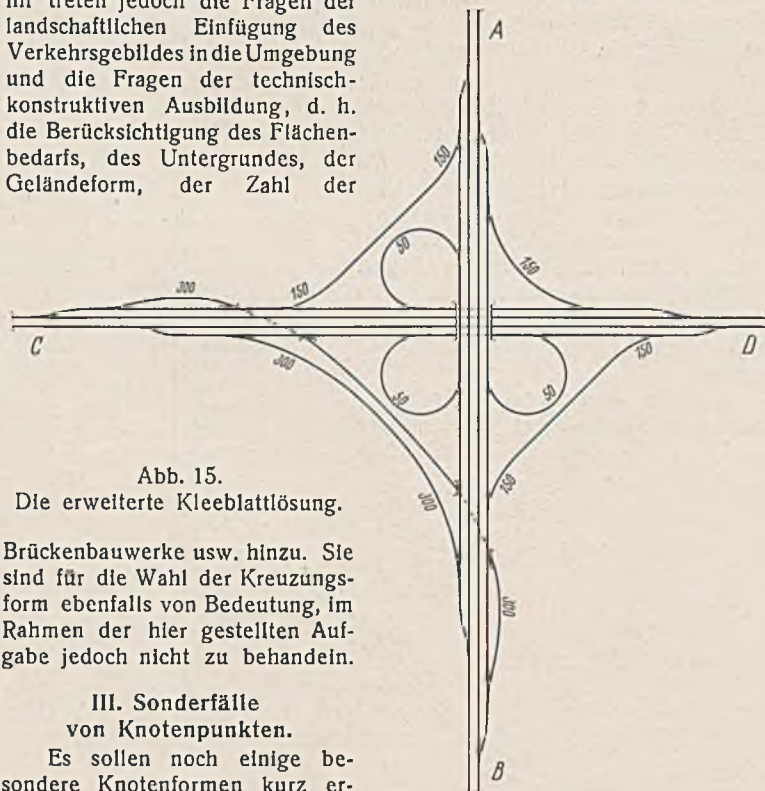


Abb. 15. Die erweiterte Kleeblattlösung.

Brückenbauwerke usw. hinzu. Sie sind für die Wahl der Kreuzungsform ebenfalls von Bedeutung, im Rahmen der hier gestellten Aufgabe jedoch nicht zu behandeln.

**III. Sonderfälle von Knotenpunkten.**

Es sollen noch einige besondere Knotenformen kurz erwähnt werden, die sich durch den allmählichen Ausbau des Autobahnnetzes ergeben können bzw. entstehen, wenn die besprochenen Formen bei etwaiger späterer Verkehrsüberlastung umgestaltet werden müssen oder wenn die Verkehrsbedingungen der einzelnen Stränge so unterschiedliche sind, daß die seitherigen, durchweg auf Symmetrie beruhenden Knotenformen ungeeignet sind.

Betrachtet man das gesamte deutsche Reichsautobahnnetz (Abb. 14), so fällt auf, daß die Kreuzungen zahlreicher Autobahnlinien, die verkehrsmäßig durchgehende Strecken sind, nicht als klare Kreuzungspunkte erscheinen, sondern durch das Versetzen der weniger wichtigen Strecken in zwei Gabelungen aufgeteilt sind. Dadurch, daß man den zweitrangigen Verkehr zum Teil über die zu kreuzende Strecke, also über Eck, nimmt, muß dieser Verkehr zwar einen längeren Weg machen, es wird aber durch das Ineinanderschieben der beiden Strecken an Gesamtbaulänge gespart. Häufig entsteht dieser „Versatz“ auch durch das Bauprogramm

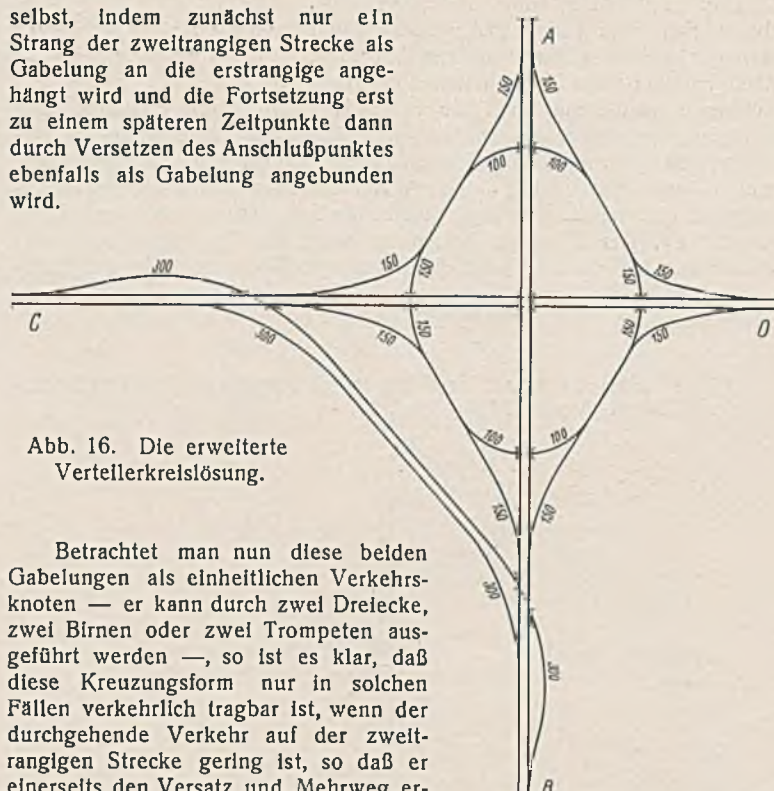


Abb. 16. Die erweiterte Verteilerkreislösung.

Betrachtet man nun diese beiden Gabelungen als einheitlichen Verkehrsknoten — er kann durch zwei Dreiecke, zwei Birnen oder zwei Trompeten ausgeführt werden —, so ist es klar, daß diese Kreuzungsform nur in solchen Fällen verkehrlich tragbar ist, wenn der durchgehende Verkehr auf der zweitrangigen Strecke gering ist, so daß er einerseits den Versatz und Mehrweg ertragen kann, andererseits die kurze Zwischenstrecke der erst-rangigen Autobahn nicht zu stark belastet. Die versetzte Kreuzungsform ist also günstig bei besonders starkem Eckverkehr zwischen den beiden Strängen der versetzten Linie und der durchgehenden Linie. Die Aufstellung eines Verkehrsbelastungsplans würde auch in diesem Falle die verkehrlichen Grundlagen der versetzten Kreuzung klar darlegen.

7. Die erweiterte Kleeblattlösung. Sind die Verkehrsbedingungen bei Kreuzungen so ungleich, daß sich die bisherigen symmetrischen Formen als ungeeignet erweisen, so besteht die Möglichkeit, bei etwaigem besonders starkem Eckverkehr in einer Richtung getrennte, außerhalb der Kreuzungsanlage liegende zusätzliche Fahrbahnen zu schaffen. Abb. 15 zeigt eine derartige Lösung unter Zugrundelegung der Kleeblattform mit starkem Eckverkehr C—D. Dieser ist durch getrennte Fahrbahnen aus dem Kleeblatt herausgenommen. Dessen viertes Blatt kommt da-



durch in Wegfall bzw., wenn es schon vorhanden wäre, die Verkehrsanlage jedoch bereits den Grad der Überlastung hätte, könnte der Knoten durch den nachträglichen Einbau der Verbindung C—D entlastet werden. Die Anlage ist aber nur ein Behelfsmittel, und es wird sich im Interesse der Übersichtlichkeit und der räumlichen und ästhetischen Gesamtwirkung nicht empfehlen, diese Form von vornherein vorzusehen.

8. Die erweiterte Verteilerkreislösung. Die entsprechende Lösung unter Verwendung des Kreisprinzips zeigt Abb. 16. Gegenüber der normalen Verteilerkreisform ist hier außerdem versucht, die Hauptgefahrenpunkte auseinanderzuziehen. Durch das Einlegen von Zwischengeraden sollen die schleifenden Kreuzungen vermieden werden. Der Kreis erhält dadurch die Form einer Ellipse. Der Raumbedarf wird sehr groß. Eine landschaftsarchitektonisch befriedigende Gesamtwirkung der Anlage ist nur dann möglich, wenn die Ellipse hoch liegen würde und nur von einer einzigen durchgehenden und tiefliegenden Strecke in ihrer Querrichtung geteilt würde. Der kreuzende Geradeausverkehr müßte also dann über die Ellipse selbst laufen.

Hierbei müssen die Verkehrsbedingungen aber entsprechende sein, wie etwa beim Anschluß einer zweitrangigen Reichsautobahn an eine im Geradeausverkehr wichtigere durchgehende Hauptstrecke mit wenig Eckverkehr und mit Fortsetzung der zweitrangigen Strecke in Gestalt einer Zubringerstraße. Dieser Fall kann bei den Anschlüssen der nunmehr außer in Berlin auch in München, Wien, Hamburg und Köln entstehenden Autobahnringe an die radial auf sie treffenden Autobahnen eintreten. Das Bedürfnis, drei Autobahnstränge verkehrlich günstig miteinander zu verbinden und in dem gleichen Punkte zusätzlich eine neue Zubringerstraße anzuschließen, führt damit zu neuen Knotenformen, die von den Normallösungen abweichen. Das Dreieck und die Trompete bieten hierzu keine Möglichkeit, das Kleeblatt betont zu stark die Symmetrie aller vier Verkehrsrichtungen und hebt die bevorzugte Bedeutung der drei Autobahnverbindungen gegenüber dem vierten Strang, dem Zubringer, zu wenig hervor<sup>12)</sup>.

<sup>12)</sup> M.-E. Feuchtinger, Verkehrsverflechtungen zwischen Reichsautobahn und Stadt. Verk.-T. 1938, Heft 17.

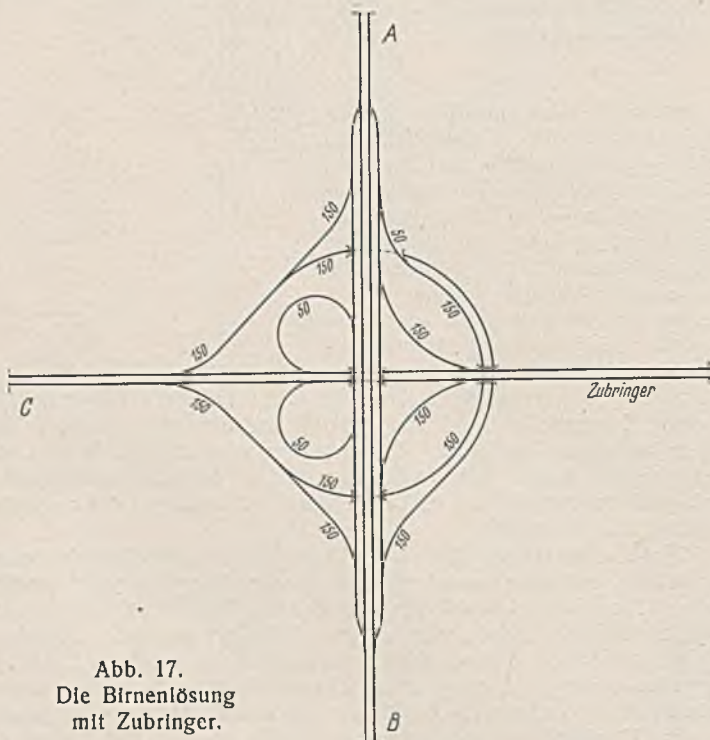


Abb. 17.  
Die Birnenlösung  
mit Zubringer.



Abb. 18. Der Verkehrsknoten in Form der Birnenlösung an der Triboroughbrücke in New-York.

zungsbauwerk mit allen Zwischenverbindungen ebenfalls als Brückenbauwerk ausgeführt werden und wurde somit räumlich sehr stark konzentriert (enge Halbmesser). Als Kreuzungsanlage durchgehender Reichsautobahnstrecken müßte die Verkehrsanlage weiträumiger sein, sie müßte auf Dämmen bzw. in Einschnitten liegen. Die Gesamtwirkung nach Erfüllung aller technischen Einzelbedingungen müßte zweckmäßig eingehend untersucht werden.

10. Die erweiterte Dreiecklösung mit Zubringer. Eine weitere

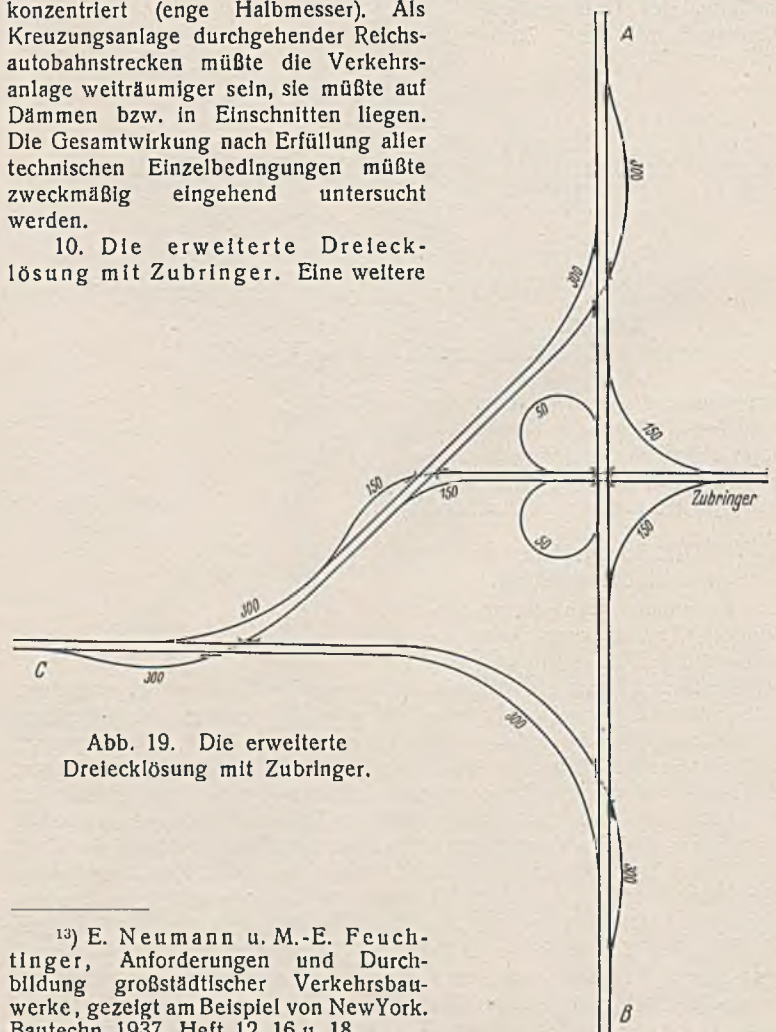


Abb. 19. Die erweiterte  
Dreiecklösung mit Zubringer.

<sup>13)</sup> E. Neumann u. M.-E. Feuchtinger, Anforderungen und Durchbildung großstädtischer Verkehrsbauwerke, gezeigt am Beispiel von New York. Bautechn. 1937, Heft 12, 16 u. 18.

9. Die Birnenlösung mit Zubringer. Abb. 17 zeigt für diese Verkehrsbedingungen eine Lösung, die ihrer Form wegen als Birnenlösung bezeichnet werden soll. Sie entsteht durch Kombination der Elemente der Turbinenlösung und des Kleeblattes. Verkehrlich ist sie wie folgt gekennzeichnet: zügige Verbindung zwischen den drei Autobahnsträngen A, B, C; gleichfalls zügige Verbindung von der Radialautobahn C über den Zubringer zur Stadt; untergeordnete Verbindung zwischen Zubringer und Ringautobahn A—B. Die Lösung ist bei der Triboroughbrücke in New York in vereinfachter Form ausgeführt<sup>13)</sup>. Dem Zubringer entspricht dort ein untergeordneter Straßenzug zu öffentlichen Grün- und Sportanlagen, der einen Übergang von diesen Anlagen nach den Richtungen A und B innerhalb des Verkehrsknotens nicht erforderlich macht. Die hierfür in Abb. 18 vorgesehenen Verbindungen sind daher bei der Triboroughbrücke nicht vorhanden.

Das Grundsätzliche der reinen Birnenlösung, d. h. als Gabelung, nicht als Kreuzung, ist in Deutschland erstmalig bei der oben erwähnten Anschlußstelle Duisburg-Kaiserberg zwar nicht für eine Autobahnabzweigung, aber für den Anschluß eines Zubringers angewendet worden. Die Lösung ist auch hier, ebenso wie bei der Triboroughbrücke, durch größte räumliche Einschränkung bedingt gewesen und dadurch mit sehr kleinen Kurvenhalbmessern auf engen Raum zusammengedrängt.

Im übrigen treffen bei der amerikanischen Lösung drei hochliegende Brückenstraßen zusammen. Dadurch konnte das gesamte Kreuzungsbauwerk mit allen Zwischenverbindungen ebenfalls als Brückenbauwerk ausgeführt werden und wurde somit räumlich sehr stark



Lösung zur Erfüllung der gleichen Verkehrsbedingungen ist in Abb. 19 schematisch dargestellt. Sie entsteht durch die Kombination zwischen Dreieck und Kleeblatt und bevorzugt den eigentlichen Autobahnverkehr noch mehr (die Verbindungen zwischen A, B, C) als die vorhergehende Lösung. Es entsteht damit nicht mehr ein einziger Verkehrsknoten, sondern die Verbindungen der Strecken sind linienmäßig sehr stark auseinandergezogen, also für den Fahrer kaum spürbar. Der Raumbedarf ist außerordentlich groß. Die Lösung dürfte daher nur in Sonderfällen in Frage kommen, weil es im allgemeinen sogar erwünscht ist, derartige Verkehrsknoten möglichst engräumig — und trotzdem zügig — auszubilden, um dem Fahrer den Augenblick der Richtungsänderung einprägsam zu machen.

Schlußbetrachtungen.

Die letzten Beispiele zeigen, welche Möglichkeiten für die Verknötung der Reichsautobahnen noch bestehen und wie man unter Verwendung der Grundelemente für diese Knoten bei Berücksichtigung der Verkehrsbedingungen noch zu neuen Formen kommen kann. Die Verkehrsuntersuchungen der Knotenformen haben erwiesen, wie unterschiedlich diese in ihrer Leistungsfähigkeit sind. Sie werden künftig die Hauptdrosselpunkte für die Verkehrsleistung und damit den Verkehrswert der Reichsautobahnen bilden. Die anfangs angedeuteten Auswirkungen der erst im Anfang stehenden Motorisierung berechtigen dazu, auf die Ausbildung der Knotenpunkte im Hinblick auf die Verkehrsleistung der Reichsautobahnen ein besonderes Augenmerk zu richten.

Alle Rechte vorbehalten.

Die neuen Schleusenanlagen in Dover.

Über die neuen Schleusenanlagen für den Fährbetrieb Dover—Dünkirchen wird in Dock Harbour 1939, Nr. 220, Februar, berichtet. Die Fährschiffe mit den Zügen werden in Dover in eine besondere Schleusenanlage gebracht. Der Unterschied im Wasserstande zwischen Ebbe und Flut beträgt etwa 6 m. Um diese Schwankungen auszugleichen, wird in der Schleuse nach dem Einbringen des Fährschiffes der Wasserstand durch Zu- oder Abpumpen auf eine etwa 1,8 m über NN liegende Höhe gebracht. Die Züge werden dann über eine 21,3 m lange und allseitig beweglich aufgehängte Brücke an Land gebracht. Als Schleusentor wurde ein Klapptor gewählt, das um ein in der Sohle angeordnetes waagrecht Gelenk auf- und abgeklappt wird. Für diese Wahl war ausschlaggebend, daß derartige Klappstore gegen Seegang verhältnismäßig unempfindlich sind, so daß die in Dover üblichen Wellenhöhen von 1,8 bis 2,0 m beim Öffnen und Schließen keine Schwierigkeiten bereiten. Auch können derartige leicht auswechselbare Klappstore beiderseits auf Druck beansprucht werden. Ferner besteht die Möglichkeit, leicht zwei solche Tore hintereinander anzuordnen, was hier aus Sicherheitsgründen besonders erwünscht war. Schließlich aber wird bei diesen Toren nicht unbeträchtlich an Länge eingespart, so daß entweder die Schleuse selbst kürzer gehalten werden kann oder aber die verfügbare Länge bei einer bestehenden Schleuse entsprechend größer wird. Die Klappstore sind 23,165 m breit, 13,716 m hoch und wiegen rd. 305 t. Sie sind aus Stahl hergestellt und bestehen aus einzelnen Zellen, die beiderseits mit einer Außenhaut aus Blechplatten abgedeckt sind. Ein Teil dieser Zellen ist wasserdicht, um den Auftrieb zu erhöhen, in die übrigen kann das Wasser ungehindert eindringen. Das Verhältnis dieser Zellen zueinander wird so gewählt, daß die Hubwinden einen Zug von etwa 40 bis 50 t zur Bewegung des Tores ausüben müssen.

Die Ausführung wurde folgendermaßen gewählt: Um ohne allzu große Beanspruchung das senkrecht stehende geschlossene Tor, vor allem auch bei Seegang, zum Kippen zu veranlassen, wurde eine Art Gewichtsantrieb vorgesehen (Abb. 1). Beiderseits des Tores greifen in Augen der Schleusenmauern A' je zwei Drahtseile an, die über Laufrollen B, C, D, E zu je einem festen Auge F geführt sind; an dem Trum D, E, F hängt ein Ausgleichgewicht, das die Drahtseile bei geöffnetem Tor gespannt hält. Wird das Tor geschlossen, so kommt eine an ihm angeordnete Rolle R, sobald es in die Lage P kommt, in Eingriff mit den Drahtseilen, so daß dann diese über die Rolle R laufen, wobei bis zum völligen Schließen die Gewichte mit angehoben werden. Diese üben im geschlossenen Zustande einen Zug von rd. 30 t auf das Tor aus, der genügt, um es beim Öffnen zunächst zum Kippen zu bringen. Dieser beim Öffnen und Schließen tätig werdende Antrieb bewirkt gleichzeitig eine gewisse Dämpfung der durch Wellen hervorgerufenen Eigenbewegungen des Tores. Um eine weitere Dämpfung zu erreichen, ist noch ein Ölpuffer vorgesehen (Abb. 2), der Stöße beim Schließen verhindern soll. Im übrigen wird zum Heben und Senken ein besonderer Windenantrieb verwendet (Abb. 3). Jedes der beiden Drahtseile dieses Antriebes ist über besondere Rollen und ein Ausgleichgewicht geführt, das Veränderungen der Seillänge bei Eigenbewegungen des Tores im Seegang ausgleicht. Im geschlossenen Zustande befindet sich dieses Gewicht oben, wobei die an ihm vorgesehenen Pufferfedern angespannt sind und sich gegen das

Querjoch anlegen, das den Schacht des Ausgleichgewichts oben abdeckt, und an dem die Laufrollen für die Drahtseile angeordnet sind. Um das Tor gegen alle Beanspruchungen zu sichern, wurden noch seitliche Stützklappen vorgesehen (Abb. 4), die in Nischen der Schleusenmauern untergebracht sind und im Bedarfsfalle ausgeschwungen werden können. Sie sind halb so hoch wie das Tor und werden von Hand bedient. Um jedes Spiel zwischen Tor und Stützklappen zu vermeiden, sind am Tor

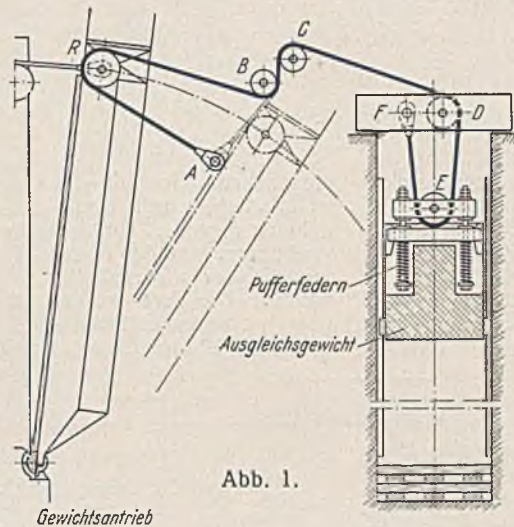


Abb. 1.

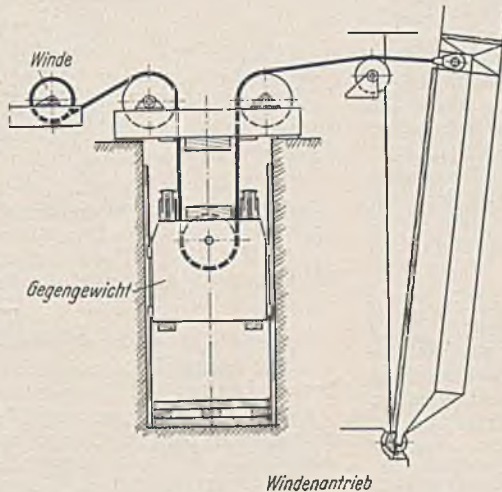


Abb. 3.

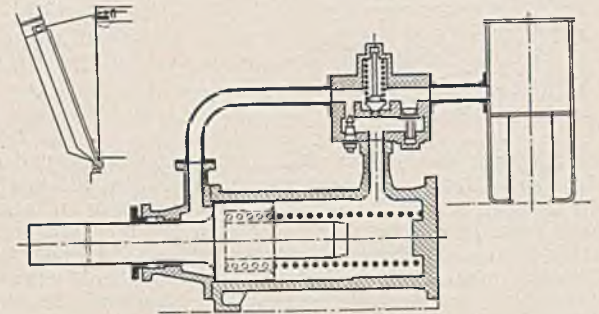


Abb. 2.

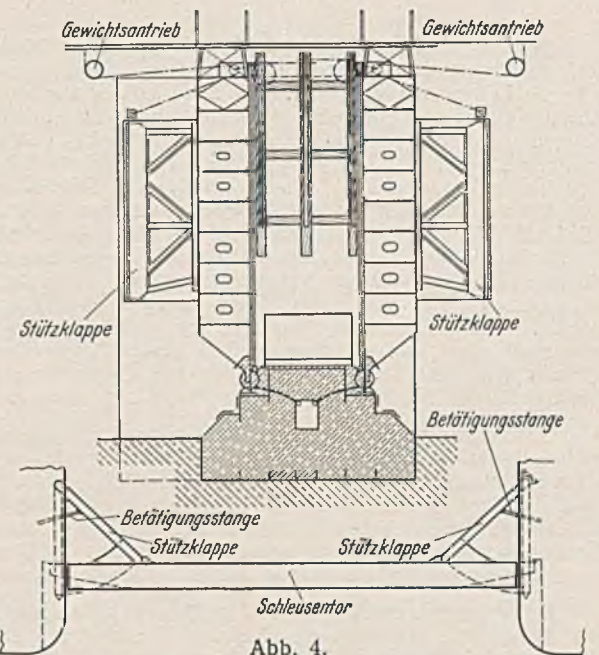


Abb. 4.

Keile vorgesehen, die in die Trennfuge zwischen Tor und Stützklappen durch Schraubentriebe eingetrieben werden können. Die Stützklappen bestehen aus einem Rahmenwerk und sind für eine Beanspruchung von 700 t berechnet. Das waagrecht Lager des Tores besteht aus einem halbkugelförmig ausgebildeten, an der Sohle befestigten, als Lagerschale wirkenden Gußeisenteil (Abb. 5). In ihm liegt das untere Ende des Tores, an dessen unterem Rahmen ein Drehzapfen (Kiel) aus Grünholz befestigt ist, zu dessen sehr genauer Bearbeitung außergewöhnliche Mittel angewendet wurden. Um Ablagerungen in den Fugen zu vermeiden, ist eine besondere Spülung vorgesehen (in A, Abb. 5). Beim Heben des Tores können die beiden Hubselle je einen Zug von 45 t ausüben. Um Überbeanspruchungen, insbesondere bei Seegang, zu vermeiden, sind im Windengetriebe Rutschkupplungen angeordnet, die zur Wirkung kommen, sobald die Höchstbeanspruchung eines Drahtseils 60 t überschreitet. Dementsprechend sind die Winden gebaut. Jede Winde wird durch je einen Haupt- und einen Hilfsmotor angetrieben. Der erstere schließt das Tor in 3 1/2 min, der letztere in 20 min. Die Gesamtanordnung zeigt Abb. 6. Jede Winde hat zwei Trommeln A und B, von denen die Draht-



seile in der geschilderten Weise zu den beiden Toren C und F führen. Daneben sind rechts und links die Gewichtsantriebe angeordnet. Die Drahtseile haben einen Durchmesser von 3" = 75 mm und sind für eine Höchstbelastung von 300 t berechnet.

Zunächst sollte die Schleuse in offener Baugrube hinter einer Spundwand errichtet werden. Diese wurde zerstört, und man versuchte nun, einen Senkkasten zum Abschluß des Zufahrtkanals zu verwenden. Da jedoch der die Baustelle umgebende Grund sehr wasserdurchlässig war,

vorbereitet war, wurde er durch Schlepper an Ort und Stelle gebracht, nachdem vorher der Senkkasten entfernt worden war. Der Rahmen lag 3,6 m tief im Wasser und wog 800 t. Nachdem der Rahmen an Ort und Stelle gebracht war, wurde er auf seine ganze Höhe von 15,2 m vollends aufgebaut und dabei langsam durch Einbringen von Beton in die Zellen abgesenkt. Das Fertiggewicht betrug 4500 t. Für das Einbringen des Betons und anderen Füllstoffs waren besondere Schächte

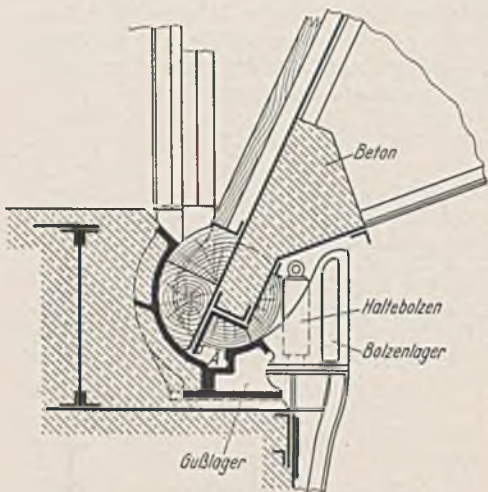


Abb. 5.

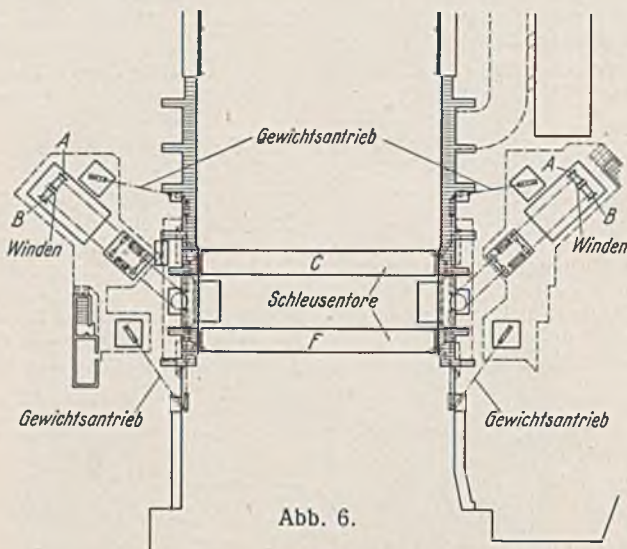


Abb. 6.

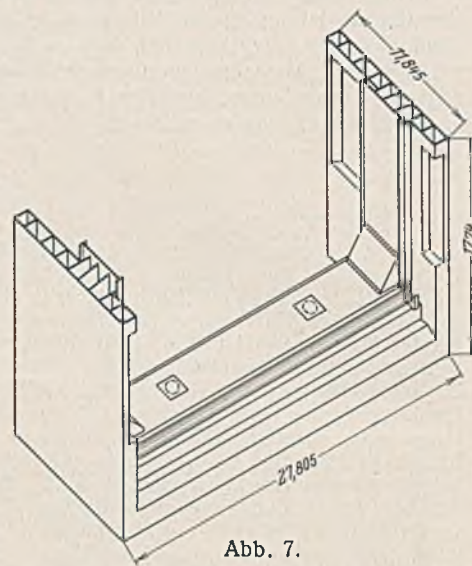


Abb. 7.

konnte auch so der Bau nicht ausgeführt werden, und man mußte sich dazu entschließen, die Schleuse aus einzelnen Blöcken aufzubauen und die Unterwasserarbeiten durch Taucher ausführen zu lassen. Nun wurde beschlossen, einen besonderen Rahmen für die Tore aus Stahl nach Art eines Schwimmdocks zu bauen (Abb. 7). Der Rahmen wurde mit seiner Schwelle und einem Teil der Seitenwände auf einer Helling erbaut, dann zu Wasser gebracht und nach und nach mit Beton gefüllt und die Seitenwände hochgebracht. Nachdem das Fundament für den Rahmen

vorgesehen. Um auf alle Fälle eine sichere Unterlage für den Rahmen zu erhalten, wurde durch besondere Rohre noch Gußbeton unter den Rahmen gepreßt. Um dabei dessen Abheben durch den Einpreßdruck zu verhindern, war der Boden des Rahmens durch Schwammgummi in einzelne Felder unterteilt, in die nacheinander der Gußbeton eingepreßt wurde. Die Tore wurden ebenfalls an Land fertiggestellt, zu Wasser gebracht, durch entsprechendes Trimmen von Ballast senkrecht gestellt und dann in ihre Lager eingesetzt. Schm.

Vermischtes.

Reichsverkehrsminister Dr.-Ing. Dormmüller 70 Jahre alt. Herr Reichsverkehrsminister Dr.-Ing. ehr. Julius Dormmüller hat am 24. Juli sein 70. Lebensjahr vollendet. Vor zehn Jahren wurde er zum Generaldirektor der Deutschen Reichsbahngesellschaft wiedergewählt. Trotz aller Schwierigkeiten ist es ihm gelungen, die Reichsbahn als deutsches Unternehmen zu erhalten, das die Verkehrsbedürfnisse der Wirtschaft in jeder Hinsicht zufriedenstellte. Durch ihn ist die Reichsbahn zum größten Verkehrsunternehmen der Welt ausgebaut worden. Bald nach dem Kriege 1914 bis 1918 führte er als Präsident der Reichsbahndirektion Essen die Wiederherstellung der deutschen Eisenbahnen im besetzten Ruhrgebiet durch. 1926 übernahm er die oberste Leitung der deutschen Reichsbahn, bis er durch das Vertrauen des Führers zum Reichsverkehrsminister ernannt wurde. Diese Ernennung hat ihn vor sehr schwierige Aufgaben auf wirtschaftlichem und sozialem Gebiete gestellt, denen er in jeder Weise gerecht geworden ist. Unsere aufrichtigen Glückwünsche begleiten den hochverdienten Mann auf seinem weiteren Lebenswege.

Überlastung von Decken. Der Einsturz mehrerer Getreidespeicher während der Beschüttung der Decken mit Getreide, worüber in einem Falle in Bautechn. 1939, Heft 21, S. 304, berichtet wurde, gibt dem Reichsfinanzminister (mit Erl. v. 29. 6. 1939) Veranlassung, darauf hinzuweisen, daß eine Überbelastung von Lagerräumen stets mit Gefahr verbunden ist. Er ersucht deshalb, alle nachgeordneten Stellen auf diese Gefahren bei dem bevorstehenden Einbringen der neuen Ernte hinzuweisen.

Kulturtechnische Tagung. Am 24. und 25. August d. J. veranstaltet die Deutsche Kulturtechnische Gesellschaft e. V. (Arbeitskreis Wasserwirtschaft der Fachgruppe Bauwesen e. V. im NSBDT.) in Kiel, Adolf-Hitler-Koog und Husum eine Kulturtechnische Tagung. Am 24. August sprechen in Kiel, Universität, Hörsaal Nr. 126: Reg.- und Baurat Lorenzen, Kiel, über „Planung der Landeskulturarbeiten an der schleswig-holsteinischen Westküste“; Oberregierungs- und -baurat Wejnoldt, Schleswig, über „Eidermaßnahme als Beispiel für Planung und Durchführung der Landeskulturarbeiten“; Reg.- und Kulturrat Dr. Volquardsen, Itzehoe, über „Die Besiedlung der neuen Köge“.

Am 25. August werden — mit Erläuterungen durch die beiden erstgenannten Herren — der Adolf-Hitler-Koog und die Friedrichskoogspitze besichtigt, nachmittags im Eldergebiet die Elderabdämmung und weitere wasserwirtschaftliche Maßnahmen sowie — unter Führung von Landwirtschaftsrat Dr. Iwersen — die Finkhaushallig bei Husum (Kultivierung von Wattboden). Anmeldungen bis zum 30. Juli 1939.

Wasserwirtschaftsämter. Der Reichsernährungsminister hat im Einvernehmen mit dem Preußischen Ministerpräsidenten und den anderen beteiligten Reichsministern angeordnet, daß die wasserwirtschaftlichen und kulturbautechnischen Dienststellen in der Preußischen Staatlichen Verwaltung, die bisher die Behördenbezeichnung „Der Kulturbaubeamte“ trugen, künftig die Bezeichnung „Wasserwirtschaftsamt“ zu führen haben.

Patentschau.

Eiserner Gründungspfahl. (KI. 84c, Nr. 641 553, vom 24. 2. 1931, von Dortmund-Hoerder Hüttenverein AG in Dortmund.) Um auch die Tragfähigkeit des Bodens mit heranzuziehen und dadurch die Tragfähigkeit des Pfahles mit verhältnismäßig geringem Aufwand an Baustoff und Arbeit ganz erheblich zu erhöhen, wird in einer gewissen Entfernung von unteren Pfahlende eine längliche Verdickung seines Schaftes angeordnet, wobei die Entfernung der Verdickung von der Pfahlspitze so gewählt ist, daß sie nach fertiger Rammung des Pfahles im oberen Teil der tragfähigen Bodenschicht sitzt. Der Rammpfahl besteht aus einem I-Träger a und weist etwa in der Mitte die aus Blech hergestellten Verdickungen b auf, die mit dem Pfahl verschweißt sind.



Abb. 1.  
Abb. 2.

Personalmeldungen.

Preußen. Wasserwirtschaftsverwaltung. Befördert: Regierungsbaurat Jenner in Hannover zum Oberregierungsaurat; Regierungsbaurat Keller in Gumbinnen zum Oberaurat; — die Regierungsbauassessoren Schmidt in Berlin, Derpa in Celle, Graf in Magdeburg, Rickes in Neuruppin, Puls in Husum, Suhr in Husum, Billib in Osnabrück, Hilbert in Düsseldorf, Migge in Allenstein, Brüggmann in Hagen, Dr.-Ing. Wunsch in Merseburg, Schmidt und Heß in Berlin zu Regierungsbauräten.

Übernommen in den Staatsdienst: die Bauassessoren Hammel in Dillenburg, Hackenberg in Lipstadt, Kuhnigk in Königsberg, Heß in Minden, Ohletz in Münster, Baumgart in Magdeburg, Müller, Heinz, in Braunschweig als Regierungsbauassessoren.

Versetzt: Reglerungs- und Baurat Schulze-Gebhardt in Osnabrück nach Arnsberg; — die Regierungsbauräte Zinke von Arnsberg nach Osnabrück, Keller in Stolp nach Gumbinnen, Semler in Landsberg a. W. nach Allenstein und Meyer in Fulda nach Münster i. W.; — Regierungsbauassessor Brüggmann in Hagen nach Stralsund.

In den Ruhestand übergetreten: die Oberregierungs- und -bauräte Dr.-Ing. Teschner in Berlin und Ibrügger in Breslau.

INHALT: Die Bodenentlastung in den Technischen Vorschriften für Erdarbeiten. — Der Umbau der Rheinfähre in Konstanz. (Schluß.) — Die verkehrliche Leistungsfähigkeit der Reichsautobahnen, insbesondere der Autobahnknotenpunkte. (Schluß.) — Die neuen Schleusenanlagen in Dover. — Vermischtes: Reichsverkehrsminister Dr.-Ing. Dormmüller 70 Jahre alt. — Überlastung von Decken. — Kulturtechnische Tagung. — Wasserwirtschaftsämter. — Patentschau. — Personalmeldungen.