

DIE BAUTECHNIK

17. Jahrgang

BERLIN, 21. Juli 1939

Heft 31

Die verkehrliche Leistungsfähigkeit der Reichsautobahnen, insbesondere der Autobahnknotenpunkte.

Alle Rechte vorbehalten.

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

I. Die Leistungsfähigkeit der freien Strecke.

3000 km Reichsautobahnen sind bereits dem Verkehr übergeben. Darunter fallen schon heute große durchgehende Strecken wie Berlin—München und Göttingen—Salzburg. Wenn die Lücken Frankfurt (M.)—Siegburg und Bielefeld—Hannover binnen kurzem geschlossen sein werden, ist die erste Rundfahrt auf Reichsautobahnen durch Deutschland auf dem Wege Berlin—München—Stuttgart—Köln—Berlin möglich. Die Autobahnen treten damit aus dem Stadium einzelner, vom übrigen Straßennetz isoliert liegender Verkehrswege heraus und in das eines neuen zusätzlichen Verkehrsnetzes hinein. Ähnlich wie wir es bei der Eisenbahn und beim Flugzeug erlebt haben und im Augenblick bei der Binnenschiffahrt durch die Inbetriebnahme des norddeutschen Mittellandkanals und die damit erreichte Verbindung der großen deutschen Ströme erleben, wird der Verkehrsvorteil des neuen Verkehrsweges der Reichsautobahnen in Gestalt einer Entlastung der vorhandenen Landstraßen und eines zusätzlichen Neuverkehrs infolge der Schönheit, Sicherheit und Wirtschaftlichkeit der Autobahn erst mit zunehmender Netzbildung sichtbar in Erscheinung treten. Wenn bereits heute, wo die Reichsautobahnen verkehrlich noch in ihrem ersten Anfangsstadium stehen, auf einzelnen Strecken am Wochenende Tagesbelastungen von 20000 Kraftfahrzeugen und Spitzenbelastungen von über 2000 Fahrzeugen/Std. in einer Richtung (Reichsautobahn Düsseldorf—Köln bei Opladen Ostermontag 1939 in 24 Stunden 20 272 Fahrzeuge; Reichsautobahn München—Salzburg bei Ramersdorf Ostermontag 1939 19 bis 20 Uhr 2142 Fahrzeuge) gezählt werden¹⁾, so deuten diese Zahlen schon jetzt darauf hin, mit welchen Größenordnungen bei Verkehrsleistungen man künftig zu rechnen haben wird, wenn die Autobahnen netzmäßig befahrbar sein werden.

Zu dieser Förderung der Motorisierung vom Verkehrsweg, der Straße, her tritt die Förderung vom Verkehrsmittel, dem Kraftwagen, her. Es ist anzunehmen, daß das Bauprogramm für das mit dem Anschluß des Sudetenlandes auf 14 000 km erweiterte Reichsautobahnnetz und das Produktionsprogramm für den deutschen Volkswagen, dazu das neue Lastkraftwagenprogramm aufeinander abgestimmt werden, so daß etwa der Zeitpunkt der Fertigstellung des größten Teils der Reichsautobahnen und der vorläufigen Sättigung des Kraftwagenbedarfs auf der Grundlage des Volkswagens zeitlich zusammenfallen dürften.

Bis zu diesem Zeitpunkte wird daher durch die doppelten Triebkräfte, von der Straße und vom Kraftwagen her, die Zunahme der Verkehrsbelastung der Reichsautobahnen ständig wachsen. Die Frage ihrer verkehrlichen Leistungsfähigkeit wird damit von Bedeutung²⁾.

Die Zahl und die Breite der Fahrspuren auf der freien Strecke der Reichsautobahnen liegen mit zwei Spuren zu je 3,75 m Breite (eine Fahr- und eine Überholspur) fest. Somit ermittelt sich die Fördermenge/Zeiteinheit als die Leistungsfähigkeit der Autobahn aus dem Fahrzeugabstand und den durch die unterschiedlichen Geschwindigkeiten der Fahrzeuge erforderlichen Ausweich- und Überholungslängen. Der Fahrzeugabstand ist durch den Bremsweg bedingt, der sich wiederum nach der Geschwindigkeit richtet. Die Haupttrassierungselemente, Steigungen, Krümmungen, Querneigungen, Ausrundungen in Kuppen und Wannen, d. h. Sichtlängen, sind durch die Annahme der Ausbaugeschwindigkeiten (120, 140, 160 km/h bei den drei Ausbauklassen) aufeinander abgestimmt. Dadurch wird die gleichmäßige Leistungsfähigkeit der Bahn bedingt.

Leistungsverluste durch Reibungen mit einem Gegen- und Querverkehr treten infolge der Fahrbahntrennung und der Kreuzungsfreiheit der Autobahn auf der freien Strecke nicht auf. Die einzigen Verluste sind daher die obengenannten Reibungen der gleichgerichteten Fahrspuren bei Überholungen infolge der Unterschiede der Geschwindigkeiten.

Diese Verluste sind heute noch durch die starken Unterschiede in der Dauergeschwindigkeit der sich im Verkehr befindenden und noch nicht mit Rücksicht auf Dauerfahrten auf den Autobahnen gebauten Kraftwagen recht erheblich. Sie sind zahlenmäßig wohl nur durch die Auswertung praktischer Verkehrsbeobachtungen zu erfassen, die anzustellen

wären. Nach Ablösung der vorhandenen Klein- und Mittelwagen durch den für über 100 km/h Autobahndauergeschwindigkeit konstruierten Volkswagen werden diese Verluste geringer werden, da dann die Spanne zwischen größter und kleinster Geschwindigkeit kleiner geworden sein und die mittlere Geschwindigkeit einen verhältnismäßig größeren Anteil am Gesamtverkehr haben wird. Es ist anzunehmen, daß sich auch die Lastkraftwagen und Omnibusse dieser Entwicklung anpassen werden. Die Motorisierung wird daher auch vom Fahrzeug her eine Leistungssteigerung der Reichsautobahnen bringen.

Die Leistungsverluste aus dem Überholverkehr würden allerdings in dem Augenblick wegfallen, wo die Autobahn die Grenze ihrer Leistungsfähigkeit erreicht hat. Dies ist der Fall, wenn sich auf beiden Spuren, der Fahr- und der Überholspur, kolonnenartige Verkehrsbänder mit einer einheitlichen Geschwindigkeit vorwärtsschieben, die die größte Belastung der Straße darstellen und kein Überholen mehr gestatten.

Derartige Belastungen können heute schon in Deutschland für Bewegungen der Wehrmacht auftreten. Sie sind heute im normalen Verkehr die Regel in VStA. bei den dortigen Parkways, die den Reichsautobahnen wegen ihrer Kreuzungsfreiheit, Fahrbahntrennung und landschaftlichen Einpassung am meisten ähneln, und treten dort als Dauerbelastungen auf. Die Parkways dienen nur dem Erholungsverkehr, sind für Lastverkehr gesperrt und weisen häufig wegen des großen Verkehrsflusses Geschwindigkeitsbeschränkungen von 40 bis 50 Meilen/h (65 bis 80 km/h) auf, um ausreichend leistungsfähig zu bleiben. Sie sind daher auch im Gegensatz zu den deutschen Reichsautobahnen — obgleich die Dauergeschwindigkeit des amerikanischen Kraftwagens als solchem bisher eine höhere ist als die des deutschen — nur für Höchstgeschwindigkeiten von 90 bis 100 km/h gebaut. Sie lassen sich dadurch dem Landschaftsbilde oft leichter anpassen, da sie entsprechend kleinere Halbmesser, größere Steigungen usw. aufweisen³⁾.

Selbst wenn man in Deutschland mit einer Vervielfachung der Kraftwagenzahl rechnet und daran denkt, daß durch den Volkswagen große Kolonnenverkehre auf den Reichsautobahnen auftreten können — Gemeinschaftsausflüge von Betrieben und Organisationen, ähnlich den jetzigen KdF-Fahrten in Sonderzügen, Omnibussen und Schiffen —, so werden wir dennoch im allgemeinen nicht diese Dauerbelastungen wie in VStA. erhalten. Die deutschen Autobahnen bieten daher den nordamerikanischen Parkways gegenüber — die allerdings, wie betont, nur dem Erholungsverkehr dienen — durch ihre Trassierungsgrundlagen den Vorteil, neben dem normalen Verkehr mit Durchschnittsgeschwindigkeiten noch den Spitzenverkehr mit den jeweils von der Automobilindustrie erreichten Höchstgeschwindigkeiten aufnehmen zu können.

Die deutschen Autobahnen werden dadurch, auch mit Rücksicht auf den schweren Lastverkehr, naturgemäß früher ausgelastet sein als bei einer einzigen vorherrschenden Dauergeschwindigkeit, also auch einer etwaigen Geschwindigkeitsbeschränkung. Seit Mai 1939 ist nun für den gesamten deutschen Kraftverkehr eine gestaffelte Geschwindigkeitsbeschränkung in Kraft. Sie wurde zwar zunächst in erster Linie aus Sicherheitsgründen zur Verminderung der Verkehrsunfälle eingeführt. Sie wirkt sich aber zugleich auch leistungssteigernd auf die Reichsautobahnen aus, indem sie die erheblichen Leistungsverluste durch den Spitzenverkehr mit höchsten Geschwindigkeiten stark verringert.

Man nimmt heute auch im übrigen auf diese Umstände, größte Verkehrssicherheit und größte Verkehrsleistung, Rücksicht, indem man auf besonders wichtigen Strecken, so dem Münchener Autobahnring, der die Stadt München sehr eng umschließt und daher auch einen Teil des Stadtrandverkehrs aufnehmen wird, dritte Fahrspuren vorsieht, und außerdem nunmehr auf allen noch nicht in Betrieb befindlichen Strecken des gesamten deutschen Autobahnnetzes die Randstreifen statt der seitherigen Breite von 1 m auf 2,25 m ausbaut, um die Fahrbahn selbst von etwa auf der Strecke parkenden Wagen völlig frei zu halten. Die Maßnahmen zur Verkehrsbedienung des Reichsparteitaggeländes in Nürnberg zeigen, welche Bedeutung insbesondere den Autobahnknotenpunkten bei

¹⁾ R. Hoffmann, Der Kraftverkehr auf deutschen Straßen Ostern 1939. Die Straße 1939, Heft 9.

²⁾ R. Auberlen, Maßnahmen zur Trennung der Verkehrsarten auf der Straße. Bericht 54 zum Internationalen Straßenkongreß, Haag 1938.

³⁾ M.-E. Feuchtinger, Kraftverkehr, Straße und Grünpolitik im Dienste der Erholung in Nordamerika. T. Gmdbl. 1937, Heft 3 bis 4.

voll ausgelasteten Strecken infolge derartiger Massenversammlungen zu kommen wird⁴⁾.

**II. Die Leistungsfähigkeit der Knotenpunkte.
Ihre Untersuchung durch Belastungspläne.**

Es erscheint unter den genannten Gesichtspunkten wichtig und notwendig, neben der Leistungsfähigkeit der freien Strecke diejenige der Knotenpunkte der Reichsautobahnen verkehrlich zu untersuchen. Sie entsprechen den Kreuzungen bei den übrigen Straßen und beeinflussen maßgeblich ebenso wie diese, wenn auch nicht als Kreuzungs-, so doch als Drosselpunkte die Leistungsfähigkeit des gesamten Verkehrsweges. Sie haben durch die geplante Erweiterung des Autobahnnetzes auf 14 000 km an Bedeutung gewonnen und rücken mit zunehmender Netzbildung durch die Inbetriebnahme neuer Strecken näher aneinander, wirken sich also auf die Gesamtstrecken mehr und mehr aus.

Zu den Knoten gehören vornehmlich die Autobahngabelungen und Kreuzungen. Die Anschlußstellen wirken sich verkehrlich entsprechend aus und können vor allem für den Auffahrtverkehr auf den noch nicht immer ausreichend leistungsfähigen Zubringerstraßen Verkehrsstauungen hervorrufen. Für die Leistungsfähigkeit der Autobahnstrecke selbst ist die Ausgestaltung der Anschlußstellen im einzelnen weniger wichtig als die Tatsache ihres Vorhandenseins überhaupt. Da sie vorläufig noch in Abständen von 5 bis 20 km vorgesehen werden, beeinträchtigen sie die Strecke selbst noch nicht wesentlich. Sie weisen in jedem Falle für jede Fahrtrichtung nur zwei Drosselpunkte, eine Abfahrt und eine Auffahrt, auf. Sie können daher hier außerhalb der weiteren Betrachtung bleiben.

Die Gabelungen und Kreuzungen jedoch lassen sich durch verschiedene Knotenformen ausbilden, die auch hinsichtlich ihrer verkehrlichen Leistungsfähigkeit wesentliche Unterschiede aufweisen. Die in Deutschland bisher zur Ausführung gekommenen Knotenformen sind bei den Gabelungen die Trompete (Berliner Ring) und das Dreieck (Heidelberg usw.), bei den Kreuzungen das Kleeblatt (Leipzig/Schkeuditz usw.) und der Verteilerkreis (Köln/Leverkusen). Die bisher nur einmal vorgesehene Linienlösung, bei der sich zwei durchgehende Strecken sehr schiefwinklig nach Art von Eisenbahnüberschneidungen kreuzen, ermöglicht keinen Rechteckverkehr. Sie wird neuerdings in einem weiteren Falle, und zwar mit der Möglichkeit des Rechteckverkehrs durchgeführt. Das gesamte Verkehrsgebilde wird dadurch jedoch sehr verwickelt und wenig übersichtlich. Die Linienlösung ist also ein Sonderfall und soll hier nicht weiter untersucht werden⁵⁾. Weitere Formen für Kreuzungen sind in der Literatur entwickelt worden und sollen, soweit sie grundsätzlich wesentlich bzw. praktisch brauchbar sind und den Autobahnanforderungen genügen, ebenfalls verkehrlich untersucht werden.

Die Untersuchung der verkehrlichen Leistungsfähigkeit soll sich in erster Linie auf die Kreuzungen beziehen. Bei den Gabelungen sind Trompete und Dreieck verkehrlich in bezug auf die Zahl der Drosselpunkte, d. h. der Zu- und Abfahrten, selbst gleichwertig. Sie unterscheiden sich nur durch die Krümmungshalbmesser und Steigungen, also durch die unterschiedlichen Geschwindigkeiten, mit denen sie durchfahren werden können. Auch hierfür geben die Verkehrsbedingungen den Ausschlag, insbesondere bei der Trompete, wo die Lage der engen Schleife in Richtung des geringsten Verkehrs und möglichst als Zufahrt und in der Steigung (kleinere Geschwindigkeit als bei der Abfahrt und im Gefälle) am günstigsten ist⁶⁾. Das Dreieck ist zwar durch seine größeren Kurvenhalbmesser i. a. leistungsfähiger als die Trompete und als die in VStA. erstmalig ausgeführte „Birnenlösung“, der in Deutschland die unabhängig davon entwickelte Ausbildung der Anschlußstelle Duisburg—Kaiserberg der Reichsautobahn Industriegebiet—Hannover entspricht. Auf besonders stark belasteten Strecken ist es aber durchaus möglich, daß dort künftig die Hauptgefahrpunkte, d. h. die Aus- und Einmündungsstellen an der durchgehenden Strecke durch die dort stattfindende Verkehrsverteilung bzw. -zusammenführung, die Leistungsfähigkeit des Knotenpunktes bestimmen. Diese wirken dann so stark drosselnd, daß demgegenüber die Leistungssteigerung durch größere Kurvenhalbmesser zurücktritt. In solchen Fällen werden also großflächige Lösungen, wie das Dreieck, gegenüber engräumigen Verzweigungsanlagen, wie die Trompete und die Birne, verkehrlich nicht mehr unbedingt zu bevorzugen sein.

Der Vergleich der verschiedenen Kreuzungsformen kann durch schematische Darstellung der Verkehrsbelastung der einzelnen Fahrspuren durchgeführt werden. Es entstehen so Belastungspläne, die den Verkehrsspitzen bei Straßenverkehrszählungen entsprechen mit dem Unterschiede, daß in diesem Falle nicht ein bereits vorhandener Verkehr ge-

zählt worden ist, sondern für den künftig auf den Autobahnen auftretenden Verkehr bestimmte Annahmen gemacht werden müssen. Derartige Schätzungen des künftigen Verkehrs werden in VStA., wo die Verkehrsstatisik besonders gut ausgebaut ist, häufig vor der Inangriffnahme neuer Straßenbrücken, Kraftwagentunnel, Hochstraßen und sonstiger großstädtischer Verkehrsbawerke vorgenommen, um auf diese Weise die

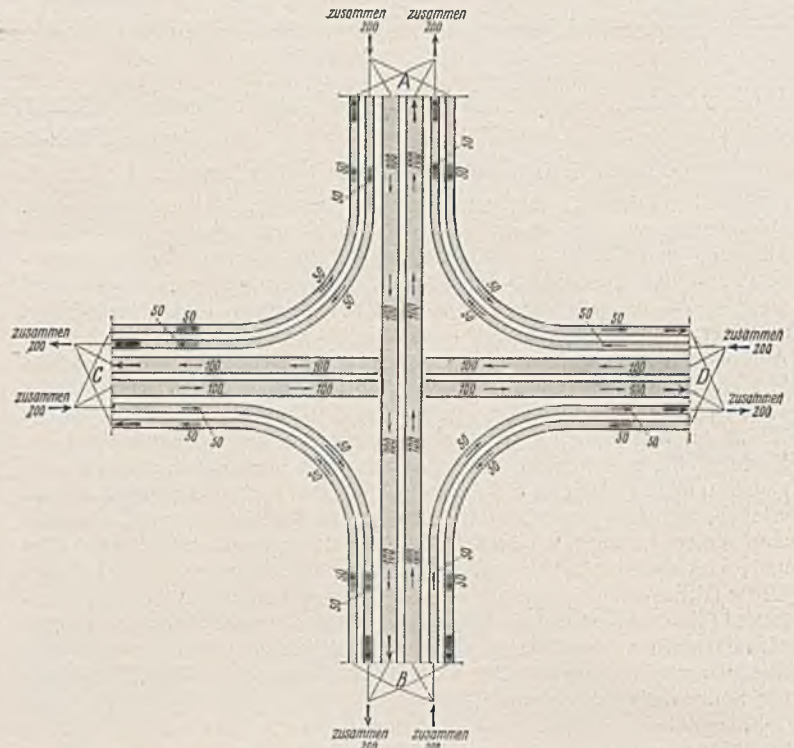


Abb. 1. Verkehrsbelastungsannahmen für eine Reichsautobahnkreuzung. (Die Zahlen sind Verhältniszahlen für die verschiedenen Verkehrsstärken.)

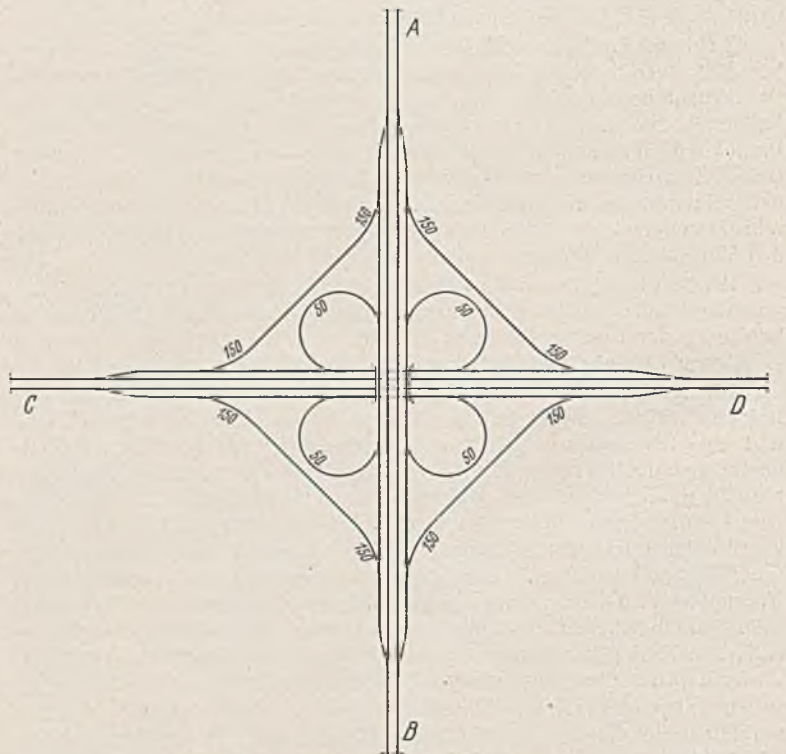


Abb. 2. Schema der Kleeblattlösung.

Wirtschaftlichkeit dieser Verkehrsbauten, die dort meist durch die Erhebung von Gebühren im Betrieb finanziert werden, im voraus berechnen zu können.

Für die Knotenpunkte der Reichsautobahnen wird man allerdings kaum die tatsächliche künftige Verkehrsstärke der einzelnen Fahrtrichtungen im voraus bestimmen können, sondern man wird sich auf die Berücksichtigung der verhältnismäßigen Bedeutung der einzelnen Strecken beschränken müssen. Es ist daher im vorliegenden Falle, wo es sich um Vergleichsuntersuchungen zwischen den einzelnen Knotenformen handeln soll, die auf Abb. 1 dargestellte theoretische Annahme für die

⁴⁾ R. Hoffmann, Die Verkehrsbedienung des Reichsparteitaggeländes durch Reichsautobahn und Kraftverkehr. Die Straße 1938, Heft 17.

⁵⁾ Speck u. Hesse, Vorschläge zur Ausbildung der Knotenpunkte der Reichsautobahnen. Bautechn. 1934, Heft 37, S. 470.

⁶⁾ H. Ewald, Bemerkenswerte Bauausführungen im Berliner Bereich der Reichsautobahnen. Z. d. Vdl 1938, Heft 51.

Verkehrsbelastung einer Kreuzung mit Geradeaus-, Links- und Rechtseckverkehr in jeweils allen vier Richtungen zugrunde gelegt worden. Die Belastungsstärken: 100 für die vier Geradeausrichtungen, 50 für die vier Rechtseckverkehrsrichtungen, 50 für die vier Linkseckverkehrsrichtungen sind also Verhältniszahlen, die nicht etwa die tatsächliche Anzahl der Kraftwagen/Zelleinheit darstellen, sondern nur die verhältnismäßige Belastung der verschiedenen Verkehrsrichtungen. Die Annahme, daß sich der Verkehr der freien Strecken mit der jeweiligen Stärke 200 an dem Knoten in einen Geradeausverkehr von 100, einen Rechtseckverkehr von 50 und einen Linkseckverkehr von 50 aufspaltet, ist getroffen, um das Zahlenbeispiel möglichst übersichtlich zu gestalten. Die in praktischen Fällen auftretenden Belastungen werden meist ungleich starke Geradeaus- und Eckverkehre ergeben. Bei dem Verkehrsbelastungsplan des Knotens wird dann eben das Schwergewicht zu den am stärksten belasteten Richtungen abwarden und eine Symmetrie des Belastungsplans nicht mehr vorhanden sein.

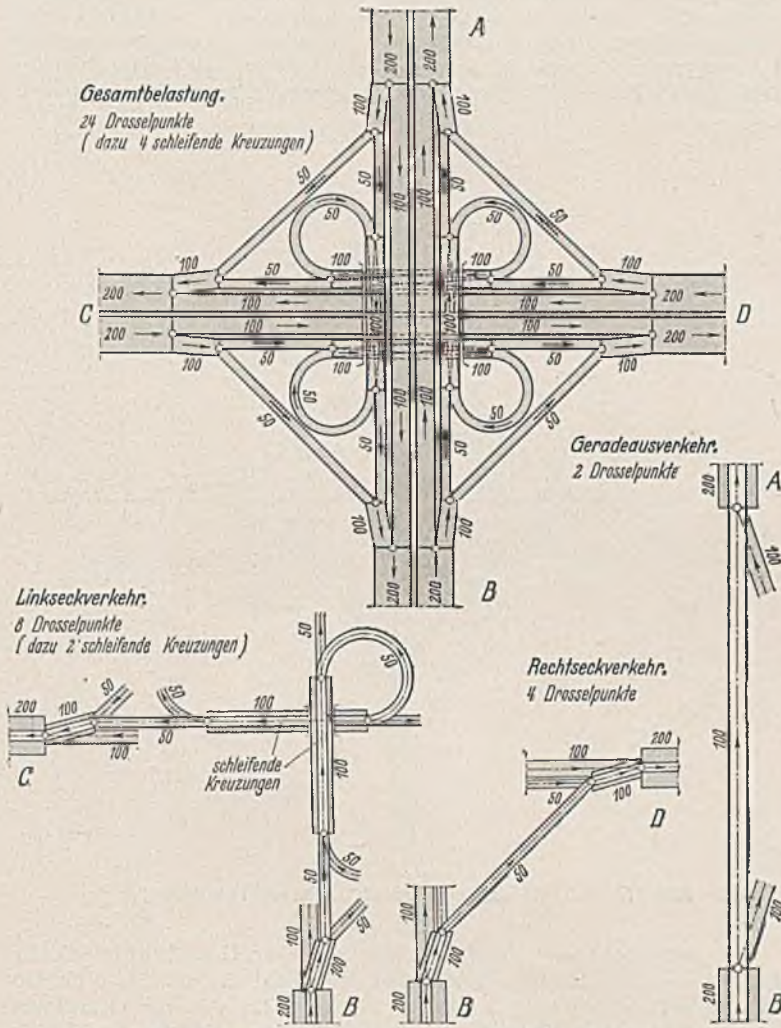


Abb. 3. Belastungsplan für die Kleeblattlösung.

Die seither gebräuchlichen Knotenformen.

1. Die Kleeblattlösung. Das Kleeblatt wird in der in Abb. 2 dargestellten üblichen Ausführungsform untersucht. Es sind also neben den durchgehenden Spuren der Geradeausverkehre AB und CD dritte Fahrbahnen als Sicherheitsspuren angeordnet, damit der durchgehende Verkehr nicht durch die Ein- und Ausmündungen der Blätter des Kleeblatts, also der Linkseckverkehre beeinträchtigt wird. Der Plan der Gesamtverkehrsbelastung des Knotens zeigt, daß durch die dritten Spuren so zahlreiche Rinnsale für die einzelnen Verkehrsrichtungen geschaffen sind, daß an keiner Stelle anormale Verkehrshäufungen eintreten (Abb. 3). Der Knoten weist insgesamt 24 Drosselpunkte auf, die als Reibungsverluste wirken und neben den Trassierungselementen, d. h. der konstruktiven Durchbildung der Verkehrsanlage hinsichtlich der Krümmungen und Steigungen, die für die Geschwindigkeit bestimmend sind⁷⁾, die Hauptmerkmale für die verkehrliche Leistungsfähigkeit der Kreuzung darstellen.

Die konstruktive Durchbildung soll hier nicht behandelt werden. Sie ist unabhängig von den durch die Drosselpunkte auftretenden Reibungsverlusten und kann sich nach den jeweiligen Verkehrsbedürfnissen

⁷⁾ Köster, Anschluß-, Abzweig- und Kreuzungsstellen. Die Straße 1936, Heft 13.

richten, die erst aus dem Verkehrsbelastungsplan zu ersehen sind. Man kann aus diesem etwaige Verkehrshäufungen, besonders bei einseitiger Verkehrsbelastung, unmittelbar ablesen und daraus Rückschlüsse auf die notwendigen Breiten der einzelnen Fahrspuren, ihre Krümmungen, Steigungen, Sichtlängen usw. ziehen. Bei den folgenden Vergleichsuntersuchungen sind Krümmungshalbmesser angenommen, die konstruktiv möglich sind, nicht unter 50 m betragen und für die verschiedenen Knotenformen etwa gleich großen Flächenbedarf der gesamten Verkehrsanlage ergeben.

Den Belastungsplan des Kleeblattes zeigt im einzelnen Abb. 3: Der Geradeausverkehr ist nur durch zwei Drosselpunkte, eine Ab- und eine Zufahrt, beeinträchtigt und hat infolge der Sicherheitsspuren keinen Begleitverkehr, also die Belastungsstärke 100. Der Rechtseckverkehr läuft durch vier Drosselpunkte infolge der Einbindung der Sicherheitsspuren. Er wird im übrigen jedoch durch keinen Begleitverkehr gestört, weil die Fahrbahnen von denen des Linkseckverkehrs, also den Blättern des Kleeblattes, unabhängig sind. Die Belastungsstärke beträgt daher 50. Der Linkseckverkehr ist zwar auf der Strecke mit der kleinsten Geschwindigkeit, also dem Blatt selbst, ohne Begleitverkehr, muß jedoch auf der Sicherheitsspur zwischen den Mündungen von jeweils zwei Blättern zweimal durch einen Begleitverkehr hindurch, so daß die Sicherheitsspuren auf diesen Strecken Belastungen von 100 aufweisen. Es reiben sich immer ein Linkseckverkehr mit zwei anderen Linkseckverkehren — sofern diese gleichzeitig auftreten — derart, daß nicht nur Berührungsstrecken, sondern Überschneidungen in der Form von schleifenden Kreuzungen auftreten (Abb. 3). Der Linkseckverkehr erlebt insgesamt acht Drosselpunkte und dazu zwei schleifende Kreuzungen, ist also leistungsmäßig am ungünstigsten geführt. Die schleifenden Kreuzungen

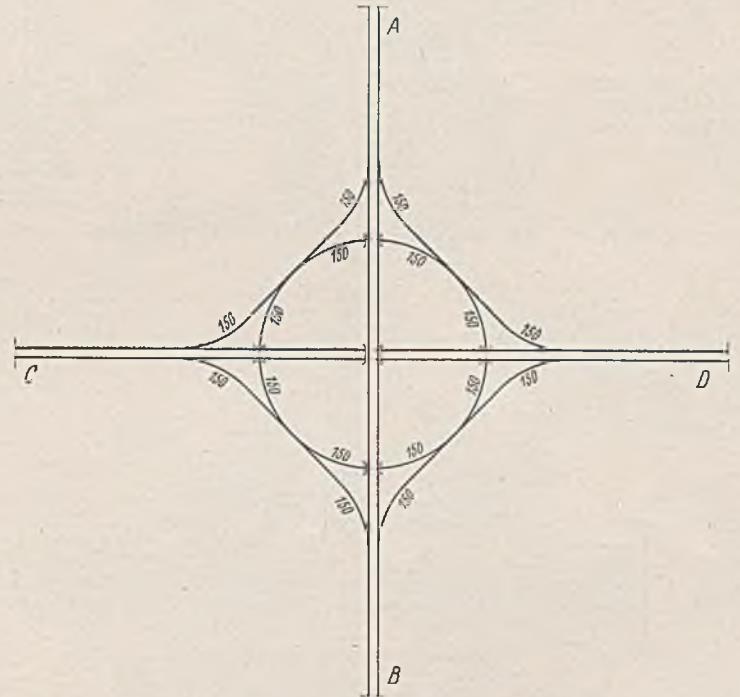


Abb. 4. Schema der Verteilerkreislösung.

in den Nebenspuren sind die schwächsten Stellen des Kleeblattes und wirken sich vor allem bei gleichzeitig auftretenden Kolonnenverkehren, die das Kleeblatt als um 90° versetzte Linkseckverkehre befahren, ungünstig aus.

Es treten weiter psychologische Momente bei dem Kraftfahrer als nachteilig in Erscheinung, indem der Linksabbieger nur durch Rechts einschlagen des Steuerrades die Richtung wechseln muß und dadurch Gefahr läuft, infolge des „Trudeln“ um sich selbst die Orientierung zu verlieren. Hinzu kommt, daß die Übersichtlichkeit der Anlage nicht von allen Punkten aus gewährleistet ist.

Im übrigen stellt das Kleeblatt eine brauchbare Lösung dar, sofern der Linkseckverkehr nicht besonders wesentlich ist. Die Zerteilung des Verkehrsflusses in zahlreiche Einzelfahrbahnen bringt zwar eine hohe Zahl von Drosselpunkten, dafür aber keine Verkehrshäufungen auf den einzelnen Fahrspuren.

2. Die Verteilerkreislösung. Die zweite, bisher ausgeführte Kreuzungsart wird in Abb. 4 schematisch dargestellt: die Verteilerkreislösung⁸⁾. Bei einem dem Kleeblatt mit Sicherheitsspuren entsprechenden

⁸⁾ In den Skizzen ist die konstruktive Durchbildung, d. h. Tief- und Hochlagen, Über- und Unterführungen usw. nicht dargestellt, es sind nur die Bauwerke selbst bezeichnet.

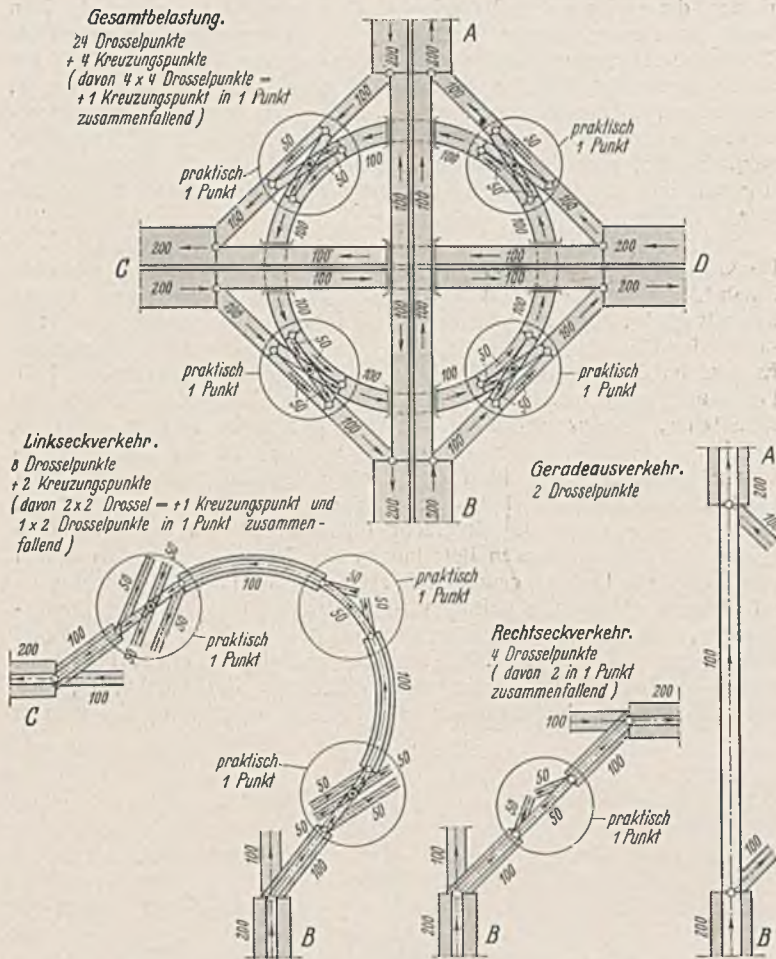


Abb. 5. Belastungsplan für die Verteilerkreislösung.

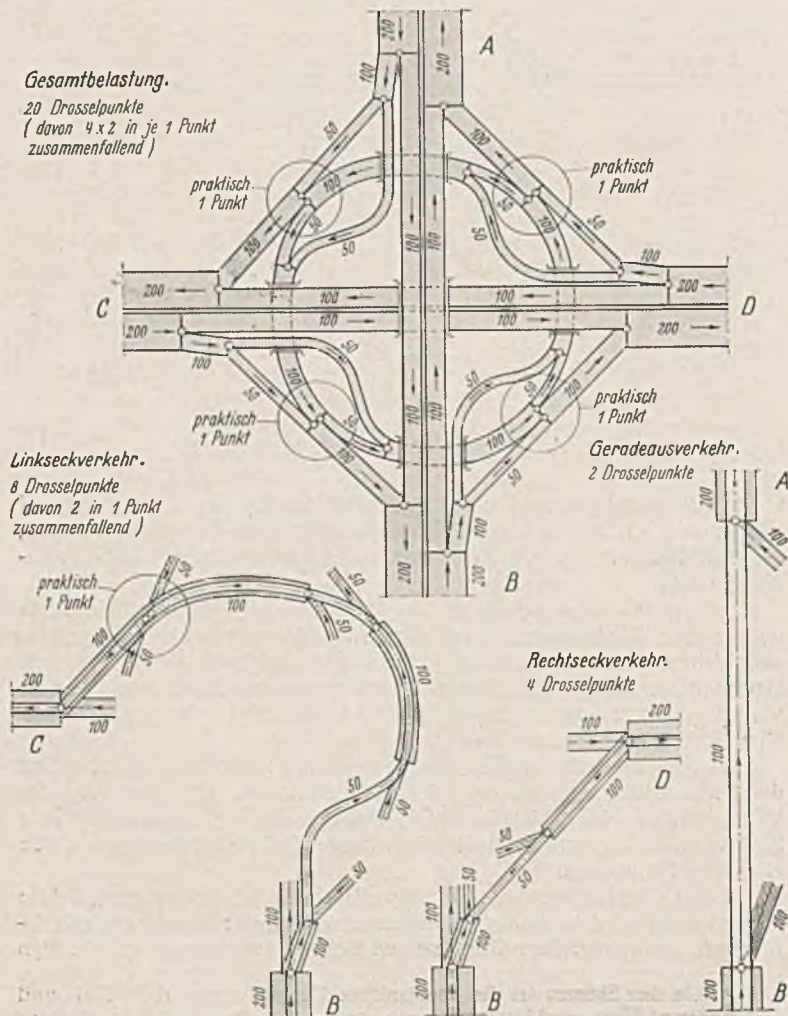


Abb. 7. Belastungsplan für die verbesserte Verteilerkreislösung.

Flächenbedarf würde der Kreis einen Halbmesser von 100 bis 150 m haben. Kleinere Halbmesser treten nicht auf, so daß von dieser Seite her die Grundbedingungen für seine Leistungsfähigkeit bessere sind als beim Kleeblatt. Auch das psychologische Moment, das räumlich für den Fahrer leichtere Erfassen der Verkehrsanlage und das Wegfallen des Trudels für den Linksabbieger, ist besser gelöst.

Der Verkehrsbelastungsplan (Abb. 5) zeigt aber, daß schwerwiegende Nachteile in bezug auf die Verteilung der Drosselpunkte und die Verkehrsanhäufungen auf den Fahrspuren über diese Vorteile überwiegen. Im Vergleich mit dem Kleeblatt wird der Verkehr auf wenig Fahrflächen zusammengedrängt, so daß keine der Fahrspuren ohne Begleitverkehr ist. Es treten daher durchweg auch auf der Fahrspur für die Eckverkehre Belastungsstärken von 100 auf gegenüber 50 beim Kleeblatt. Der Knoten als Ganzes weist 24 Drosselpunkte auf, dazu vier Plankreuzungen an den Zu- und Abfahrtstellen zu dem Verteillerring, die dem Grundsatz der Kreuzungsfreiheit der Reichsautobahnen widersprechen und damit als doppelte Gefahrenpunkte zu rechnen sind. Jeder der vier Kreuzungspunkte fällt praktisch noch mit vier Drosselpunkten in einem Punkte zusammen, so daß mit der Häufung der Reibungspunkte besonders große Leistungsverluste entstehen, wogegen beim Kleeblatt die Gefahrenpunkte sich in etwa gleichen Abständen auf die ganze Verkehrsanlage verteilen.

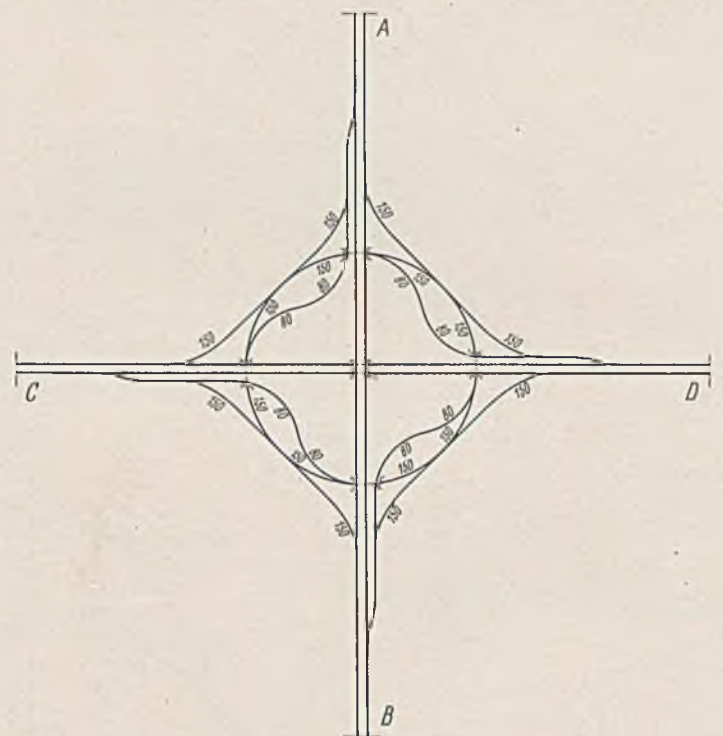


Abb. 6. Schema der verbesserten Verteilerkreislösung.

Im einzelnen zeigt der Belastungsplan: Der Geradeausverkehr berührt nur zwei Drosselpunkte und ist ohne Begleitverkehr, also ebenso günstig geführt wie beim Kleeblatt. Dies gilt für alle vier Geradeausrichtungen, da der Geradeausverkehr in allen diesen Richtungen gleich stark angenommen wurde, somit eine Verteilerkreisform mit nur einer durchgehenden Hauptstrecke hier nicht in Betracht gezogen werden soll, da sie auf dem Ring selbst noch größere Verkehrsanhäufungen zur Folge haben würde.

Der Rechtseckverkehr geht wie beim Kleeblatt durch vier Drosselpunkte, von denen jedoch zwei, an den Berührungsstellen mit dem Verteillerring, praktisch in einem Punkte zusammenfallen, also besonders leistungsmindernd sind. Die Fahrspur hat außerdem auf die ganze Länge Begleitverkehr, die Belastungsstärke beträgt daher nie unter 100.

Der Linkseckverkehr weist theoretisch acht Drosselpunkte auf, dazu zwei Kreuzungspunkte. Davon fallen zweimal zwei Drossel- und ein Kreuzungspunkt und einmal zwei Drosselpunkte praktisch in je einem Punkte zusammen. Tatsächlich sind die Reibungsverluste noch stärker, da der Linkseckverkehr drei von den vier in dem Gesamtbelastungsplan dargestellten Hauptfahrenpunkten mit allen ihren Kreuzungs- und Drosselpunkten berührt. Der Verteillerring ist außerdem auf die ganze Fahrlänge des Linkseckverkehrs durch fremden Begleitverkehr belastet und hat dauernd die Belastungsstärke 100, wodurch der Linkseckverkehr stark beeinträchtigt wird.

Der Verteillerring ist somit zwar zunächst seiner einfachen Form wegen bestechend, bei starken Eckverkehren mit großen Spitzen- und Stoßverkehren jedoch weniger leistungsfähig als das Kleeblatt. Auch geht der Vorteil der räumlichen Übersichtlichkeit zum Teil dadurch ver-

loren, daß der Ring über die eine der Geradeausrichtungen überführt, bei der anderen unterführt werden muß. Die kritischen Kreuzungspunkte liegen daher im Gefälle, das dem Gefälle der berührenden Fahrspuren entgegengesetzt ist, also wenig zügige Entwicklungen schafft. Rechts- und Linkseckverkehr haben dabei außerdem — unter der Annahme ebenen Geländes für die gesamte Verkehrsanlage — verlorene Steigungen zu befahren, die die verkehrliche Leistungsfähigkeit des Knotens zusätzlich vermindern. Die Verteilerkreislösung ist daher nur in Fällen geringen beiderseitigen Eckverkehrs ausreichend leistungsfähig und dürfte darüber hinaus dann in Frage kommen, wenn sie ihrer dem Kleeblatt gegenüber schöneren Form wegen an landschaftlich hervorragenden Stellen ästhetisch besondere Vorteile bietet.

Zwischenlösungen für neue Knotenformen.

Versucht man, auf dem Kreisprinzip aufbauend, unter Vermeidung der beim einfachen Verteilerkreis auf dem Ring auftretenden vier Plankreuzungen mit den zusätzlichen 16 Drosselpunkten zu einer verkehrlich leistungsfähigen Kreuzungsform zu kommen, so ergeben sich hierbei zunächst zwei praktisch weniger brauchbare, aber entwicklungsmäßig nicht zu übergehende Zwischenlösungen.

3. Die verbesserte Verteilerkreislösung. Bei der in Abb. 6 schematisch dargestellten Lösung des verbesserten Verteilerkreises sind

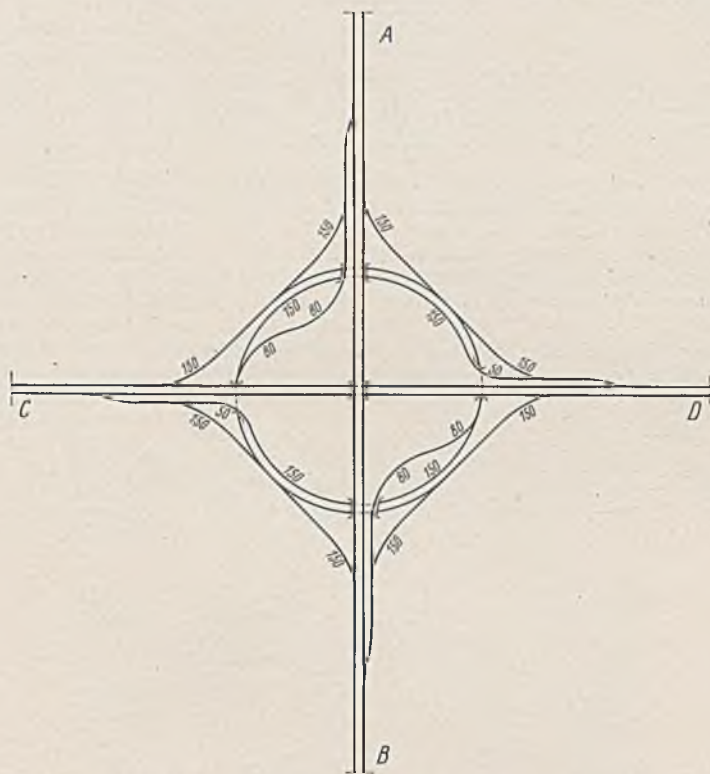


Abb. 8. Schema der vereinfachten Turbinenlösung.

die Plankreuzungen in den vier Kreissektoren dadurch beseitigt, daß der beim einfachen Verteilerkreis in diesen vier Punkten als Zufahrt auf den Ring stoßende Linkseckverkehr zunächst aus dem Ring herausgenommen ist und eine eigene Fahrbahn erhält⁹⁾. Der gefährliche Punkt besteht dadurch nur noch aus zwei, in einem Punkte zusammenfallenden Drosselpunkten ohne Plankreuzungen. Der herausgenommene Linkseckverkehr mündet erst später, d. h. vor dem nächsten Brückenbauwerk, in den Ring ein. Die Einmündung in den Ring geschieht aber von links, widerspricht also dem Grundsatz der Reichsautobahnen, daß nur Rechts-Ab- und -Einbiegungen zulässig sind. Man wird auch durch die äußeren Formgebungen der Fahrbahnen den Punkt kaum so gestalten können, daß der Ring von rechts her als sekundäre Fahrbahn in die Fahrbahn des Linkseckverkehrs eingeführt wird, denn für den Fahrer wird optisch wie verkehrsmäßig der Ring die primäre Fahrbahn bleiben. Die Lösung des verbesserten Verteilerkreises wird deshalb schon aus diesen Gründen, abgesehen von ihrer ästhetisch nicht befriedigenden räumlichen Gesamtwirkung, nicht praktisch ausführbar sein.

⁹⁾ Th. Titze, Die vollkommen plankreuzungsfreie Überführung und Verbindung zweier Autobahnen. Z.d.Oe1AV 1938, Heft 13/14.

Sie stellt jedoch als Zwischenlösung zunächst eine verkehrliche Leistungssteigerung des Knotens dar. Der Belastungsplan (Abb. 7) zeigt, daß die Drosselpunkte von 24 auf 20 herabgedrückt sind und die Plankreuzungen wegfallen, wobei noch viermal zwei Drosselpunkte in je einem Punkte zusammenfallen. Im einzelnen ist der Geradeausverkehr ebenso günstig geführt wie bei den vorangegangenen Lösungen. Der Rechteckverkehr ist gegenüber dem einfachen Verteilerkreis verbessert, indem die vier Drosselpunkte räumlich auseinandergezogen sind und der Begleitverkehr nicht mehr auf der ganzen Strecke auftritt. Der Linkseckverkehr ist, wie besprochen, von den Plankreuzungen entlastet, hat aber nur in seinem ersten Teile, wo die Fahrbahn aus dem Ring herausgenommen ist, keinen Begleitverkehr und weist noch immer acht Drosselpunkte auf, von denen zwei in einem Punkte zusammenfallen.

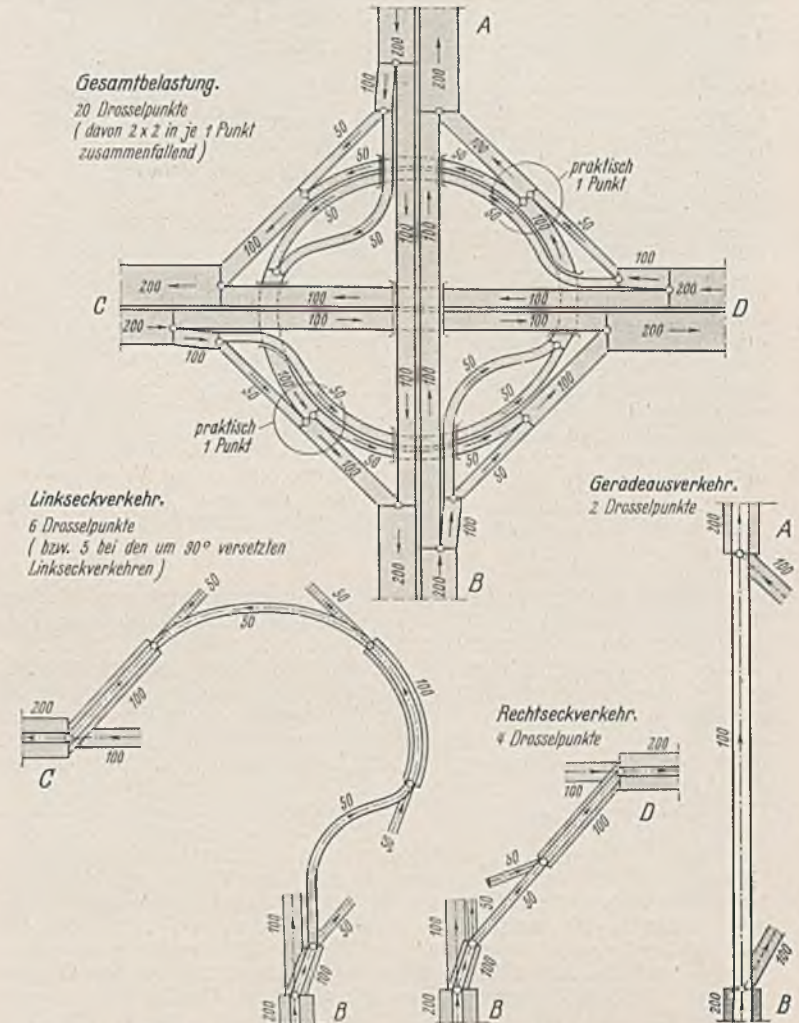


Abb. 9. Belastungsplan für die vereinfachte Turbinenlösung.

4. Die vereinfachte Turbinenlösung. Will man diesen Nachteil des Linkseckverkehrs noch herabmindern, so ergibt sich als zweite Zwischenlösung die vereinfachte Turbinenlösung (Abb. 8). Sie entsteht dadurch, daß von den vier Linkseckverkehrsrichtungen zwei, um 180° versetzte Linkseckverkehre ihre eigene Fahrbahnen auf jeweils die halbe Ringlänge erhalten, also praktisch der Ring in zwei getrennte Fahrbahnen aufgelöst wird. Dadurch werden die vier Linkseinbiegungen der verbesserten Verteilerkreislösung auf zwei, die vier mal zwei in je einem Punkte zusammenfallenden Drosselpunkte auf zwei mal zwei verringert (Abb. 9). Die Gesamtzahl der Drosselpunkte bleibt jedoch mit 20 noch recht ungünstig. Der Geradeausverkehr mit zwei und der Rechteckverkehr mit vier Drosselpunkten sind ebenso leistungsfähig wie bei der vorigen Lösung. Der Linkseckverkehr ist bei den um 180° versetzten ungünstigeren Verbindungen von acht auf sechs Drosselpunkte herabgedrückt, bei den beiden günstigeren, also denen mit eigenen Fahrbahnen, auf fünf. Der Begleitverkehr, durch den der Linkseckverkehr sich hindurchzwängen muß, erscheint ebenfalls nur noch auf kürzeren Teilstrecken.

Trotz der erreichten Verkehrsvorteile ist die Lösung wohl praktisch nicht brauchbar, da sie räumlich noch unklar ist und noch immer zwei Linkseinbiegungen aufweist. (Schluß folgt.)

Seismische und elektrische Aufschlußverfahren als Hilfsmittel der Bodenforschung.

Alle Rechte vorbehalten.

(Vortrag des Oberingenieurs Marsch, gehalten vor der Fachpresse im Wernerwerk-Hochbau am 25. Mai 1939.)

Bei der Erforschung des Baugrundes hat sich das Bedürfnis nach Untersuchungsverfahren ergeben, die billiger und schneller arbeiten und weniger von örtlichen Zufälligkeiten abhängen als übliche Abbohren¹⁾. Diesem Bedürfnis wurde dadurch entsprochen, daß man an die Stelle der Bestimmung der geologischen Eigenschaften der Gesteine die Bestimmung ihrer physikalischen Eigenschaften setzte, z. B. des spezifischen Gewichts, der magnetischen Permeabilität, der Festigkeit, des elektrischen Widerstandes usw. Es ist klar, daß die Verfahren die größere Sicherheit geben, deren physikalische Eigenschaften für die verschiedenen Gesteine die größten Unterschiede aufweisen. Das trifft besonders für zwei Verfahren zu, für die von der Firma Siemens & Halske in letzter Zeit wesentlich verbesserte Apparaturen herausgebracht wurden: es handelt sich um das seismische Verfahren und um das Verfahren der elektrischen Widerstandsmessung.

Bekanntlich ist die Festigkeit des Untergrundes sehr verschieden; zwischen Dünsand oder Moor und Granit oder Gneis liegt ein sehr großer Bereich. Nun läßt sich die Festigkeit eines Stoffes dadurch messen, daß die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalls in ihm festgestellt wird, die in einem bestimmten Verhältnis zur Festigkeit steht; sie stellt einen Maßstab dafür dar. In der Praxis hat sich gezeigt, daß die Schallgeschwindigkeiten etwa zwischen 200 m/sek für lose Sande und 6000 m/sek für eruptive Tiefengesteine schwanken. Der Ermittlung dieser Geschwindigkeiten im Untergrunde und ihrer Verwertung bei der geologischen Forschung dienen die seismischen Verfahren. Der physikalische Vorgang dabei ist grundsätzlich folgender (Abb. 1):

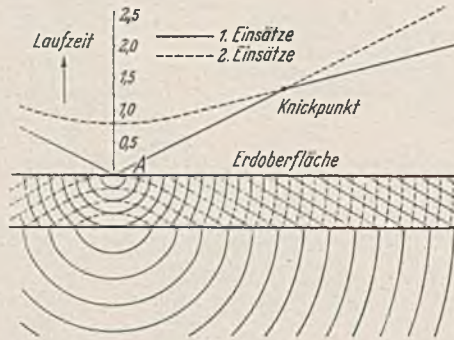


Abb. 1. Die seismische Bodenuntersuchung beruht auf der Tatsache, daß die Laufzeit der Schallwellen in einem bestimmten Verhältnis zur Festigkeit der einzelnen Schichten steht. Dieses Bild zeigt schematisch den Schallwellenverlauf in zwei Schichten.

Für die überschlägige Vermessung großer Gebiete dient ein auf gleicher Grundlage beruhendes und im wesentlichen mit gleichen Mitteln arbeitendes Verfahren, das als Streuschließen bezeichnet wird. Dieses Verfahren wird z. B. zum Aufsuchen der sogenannten Salzdomen verwendet, die durch ihre Form die Ansammlung von Erdöl begünstigen.

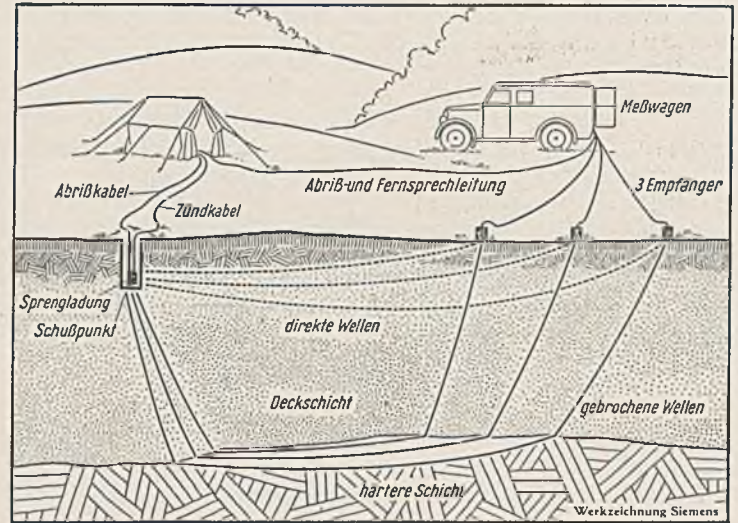


Abb. 2. In welcher Tiefe der tragfähige Baugrund liegt, kann durch dieses von Siemens & Halske entwickelte Meßverfahren ermittelt. Es beruht darauf, daß die von einer kleinen Sprengladung ausgehenden Schallwellen sich in härteren Schichten schneller fortpflanzen. Durch besondere Abhorchgeräte ermittelt man die Laufzeit der Schallwellen und kann daraus die Tiefenlage der tragfähigen Schicht feststellen.

Beim Streuschließen werden die Geophone fächerförmig in gleichem Abstand (r) vom Sprengpunkte aufgestellt. Bei ungestörtem, gleichförmigem Untergrunde müssen dann die Ankunftszeiten der Schallimpulse

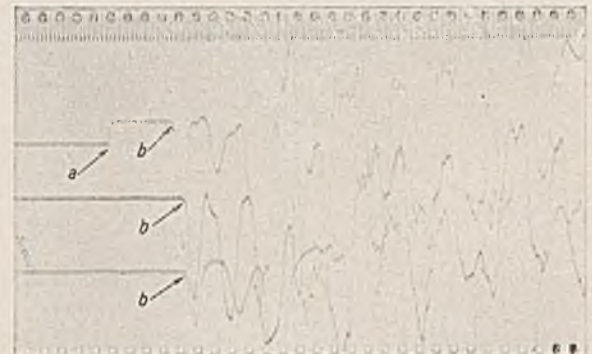


Abb. 3. Nach dem Refraktionsverfahren gewonnenes Oszillogramm, das den Augenblick des Schusses und die Einsätze der Schallwellen an drei Aufnahmeorten zeigt.



Abb. 4. Oszillogramme, die nach dem Verfahren des Streuschließens gewonnen sind.

auf jedem Strahl gleich sein. Sind härtere Einlagerungen, wie z. B. einer der erwähnten Salzdomen, vorhanden, so wird die Schalllaufzeit auf dem Strahl, der den Salzdomen schneidet, verkürzt. Trägt man die Laufzeiten in eine Karte ein, so macht sich darauf der Salzdomen durch die Verkürzung der Laufzeit bemerkbar. Wegen der größeren Entfernung (in Norddeutschland etwa 4 km) stellt man die Verbindung zwischen der

¹⁾ Vgl. hierzu Bautechn. 1939, Heft 30, S. 432.

Sprengstelle und den einzelnen Meßorten auf drahtlosem Wege her. Abb. 4 zeigt Oszillogramme vom Streuschießen. Jeder Streifen entspricht der Aufnahme einer Einzelstation.

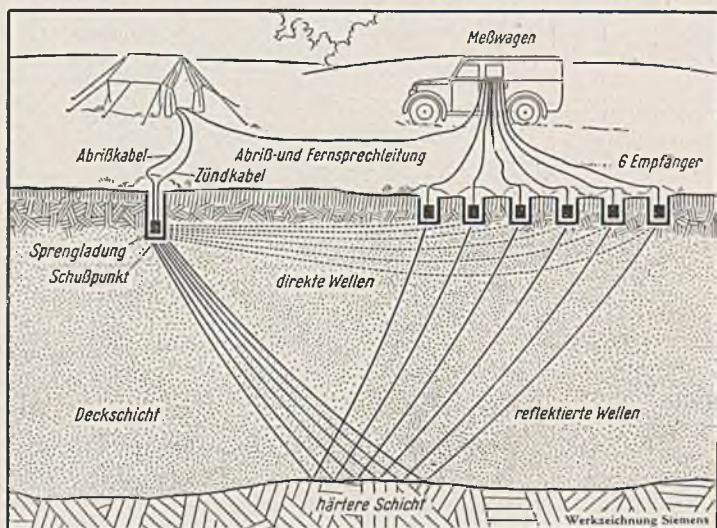


Abb. 5. Anstatt mit großem Kostenaufwand einen Bohrer in die Tiefe zu treiben, verwendet man neuerdings eine Art Echolotung, um die Lage der einzelnen Schichten zu ermitteln. Dieses Verfahren, zu dem Siemens & Halske eine besonders meßempfindliche Apparatur entwickelten, beruht darauf, daß die von der härteren Schicht reflektierten Wellen später an den Abhorchstellen ankommen als die unmittelbaren Wellen. Aus den Laufzeitunterschieden ergibt sich ohne weiteres die Tiefenlage der härteren Schicht.

Ein weiteres wichtiges Verfahren ist das Reflexionsverfahren, das im wesentlichen einer Echolotung gleicht. Abb. 5 zeigt schematisch den Vorgang einer solchen Messung, Abb. 6 ein Reflexions-Oszillogramm. Kennzeichnend daran ist der Einsatz des Echos, der hinter dem ersten Einsatz liegt, weil der unmittelbare Impuls längs der Erdoberfläche früher eintrifft als das Echo aus der Tiefe. Das Reflexionsverfahren, das allerdings schneller als das Refraktionsverfahren arbeitet, kann aber erst angewendet werden, nachdem durch Refraktionsmessungen festgestellt worden ist, von welcher Schicht das Echo kommt. Begründet ist das darin, daß man zwar eine Reflexion bekommt, aber nicht die charakteristische Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalls in der reflektierenden Schicht erkennen kann, was z. B. gerade für die später zu erörternde Baugrunduntersuchung wichtig ist.



Abb. 6. Oszillogramm, nach dem Reflexionsverfahren aufgenommen.

Die ersten praktischen Untersuchungen dieser Art wurden schon 1919 von Mintrop (gegenwärtig Professor an der Technischen Hochschule Breslau) ausgeführt und haben sich in der Zwischenzeit im Erdölbergbau der ganzen Welt als außerordentlich nützlich und zuverlässig erwiesen. Einer weiteren Anwendung standen die hohen Kosten entgegen, die die großen Sprengstoffmengen, die damit verursachten Flurschäden und das erforderliche hochqualifizierte Bedienungspersonal verursachten. Diese Kosten waren zwar gering im Verhältnis zu den Ausgaben für tiefe Fehlbohrungen, wurden aber gleich hoch oder höher als die für die Bohrungen, wenn es sich um geringere Untersuchungstiefen handelte. Die großen Flurschäden behinderten außerdem sehr die Anwendung in dichtbesiedelten Gebieten und solchen mit intensiver Landwirtschaft.

Die Erforschung des Untergrundes wird heute in Deutschland als besonders wichtig erachtet. Im Zuge der von Siemens & Halske aufgenommenen Entwicklung entsprechender Meßgeräte wurden Empfindlich-

keiten und damit Sprengstoffmengen erreicht, die selbst bei großen Untersuchungstiefen kaum noch Flurschaden anrichten. Ihre Bedienung ist so einfach, daß sie von angelerntem Personal durchgeführt werden kann. Die Anwendung der seismischen Verfahren ist dadurch so wirtschaftlich geworden, daß sie sogar für die kleinsten Tiefen, wie sie z. B. bei Baugrunduntersuchungen in Betracht kommen, mit großen Ersparnissen an Geld und vor allen Dingen an Zeit eingesetzt werden können. In diesem Falle werden alle dazu nötigen Geräte, von denen zur Herrichtung des Schußloches bis zur Aufnahme und Auswertung des Registrierstreifens, in einen Kraftwagen so eingebaut, daß er der genannten Bedingung der einfachen Bedienung weitestgehend entspricht.



Abb. 7. Anordnung der Sprengstelle und der Abhorchstellen bei dem von Siemens & Halske entwickelten Verfahren der seismischen Bodenforschung.

Baugrunduntersuchungen wurden bisher nach den Grundsätzen geologischer Forschung vorgenommen. Den Bautechniker interessiert jedoch weniger die Geologie des Untergrundes als vielmehr seine Festigkeit. Die seismischen Verfahren geben aber gerade diese Festigkeitsverhältnisse wieder, entsprechen also genau den Anforderungen dieser Praxis. Während man bei seismischen Untersuchungen für geologische Zwecke und für die des Bergbaues die Meßergebnisse in geologische Begriffe umdeutet, kann man bei der Baugrunduntersuchung unmittelbar mit den Werten der Schallgeschwindigkeit arbeiten, da sie ja der Festigkeit entsprechen. Für die Baugrunduntersuchung kommt ausschließlich das erwähnte Refraktionsverfahren in Betracht. Abb. 7 gibt die Anordnung der Sprengstelle, der Geophone und des Meßwagens wieder. Durch dieses Verfahren sind schon Fehler in der Auswertung von Bohrkernen aufgedeckt worden, die auf einem Industriegelände trotz enger Abbohrung vorgekommen waren.

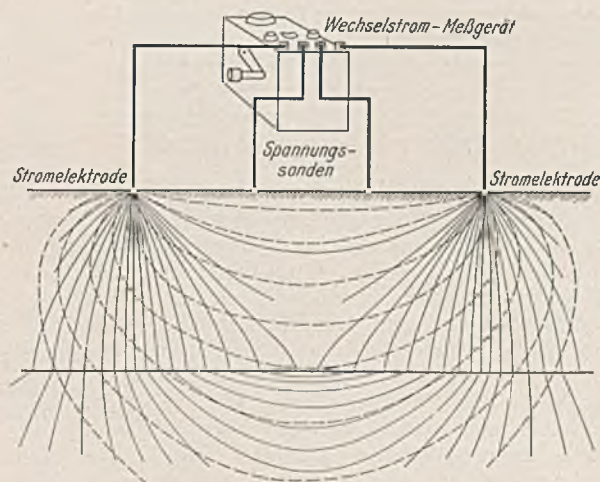


Abb. 8. Schematische Darstellung des Widerstandsmeßverfahrens von Siemens & Halske. Eingezeichnet ist der von der Leitfähigkeit der betreffenden Schicht abhängige Verlauf der Stromlinien.

Ein weiteres, im wesentlichen von Neumann angegebenes Verfahren beruht auf den Unterschieden des elektrischen Widerstandes im Boden. Trockene Gesteine sind Isolatoren, die erst durch den Wassergehalt der Poren leitend werden. Ihr Widerstand hängt also von der Porosität des Erdreichs und von der chemischen Zusammensetzung des Grundwassers ab, das die Poren ausfüllt. Der elektrische Widerstand

schwankt je nach der Beschaffenheit des Bodens in weiten Grenzen, so daß sich auf dieser Tatsache gut ein Meßverfahren aufbauen läßt. Da es sich beim Erdboden um elektrolytische Leiter handelt, muß zur Bestimmung des Widerstands Wechselstrom benutzt werden, auch schon deshalb, weil Störungen durch Polarisierung und durch vagabundierende Erdströme die Messung nicht beeinflussen dürfen. Auch die Übergangswiderstände an den Elektroden dürfen nicht mitgemessen werden. Aus der Berücksichtigung dieser Tatsache hat sich die in Abb. 8 dargestellte Meßanordnung ergeben. Auf einer geraden Linie werden vier Elektroden mit gleichem Abstände voneinander in den Erdboden gesteckt. Den beiden äußeren wird Strom zugeführt, an den beiden inneren wird die dadurch auftretende Spannung ohne Stromentnahme gemessen. Aus beiden Werten wird der Widerstand bestimmt. Die Tiefenwirkung der Anordnung entspricht etwa dem Elektrodenabstande. Durch Umstecken aller vier Elektroden von kleineren zu größeren Abständen läßt sich die Tiefenwirkung erhöhen. Tritt im Untergrund eine Schicht mit anderem elektrischen Widerstand auf, so zieht sie die Stromlinien nach unten und drängt sie nach oben, je nachdem die Schicht besser oder schlechter leitet als die Deckschicht. Beides macht sich durch eine Spannungsänderung an den Innenelektroden bemerkbar. Im Diagramm (Abb. 9) erkennt man dann bei Erreichung der entsprechenden Tiefenwirkung einen Sprung in der Widerstandskurve.

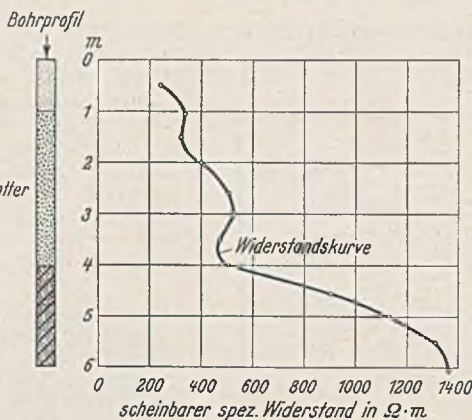


Abb. 9. Elektrische Tiefensondierung nach dem Verfahren der Widerstandsmessung.

Das Widerstandsverfahren ist besonders für das Studium der Verhältnisse des Untergrundes geeignet, wie sie sich aus dem Vorhandensein von Grundwasser — oder dessen Abwesenheit — und der Porosität des Baugrundes ergeben. Für die Klärung geologischer oder hydrologischer Fragen ist es daher schon sehr früh und sehr oft angewendet worden. Um es mit Sicherheit einsetzen zu können, sind jedoch viele Messungen mit kleinen Abstandsprüngen notwendig. Um die Messung daher möglichst einfach und schnell machen zu können, entwickelten Siemens & Halske das in Abb. 10 gezeigte Wechselstrom-Kompensationsgerät. Mit Hilfe dieses Instruments, dessen Skala unmittelbar in Ohm geeicht ist, dauert jede Messung nur noch wenige Sekunden, so daß lediglich das Umstecken der Elektroden für die Schnelligkeit des Verfahrens in Betracht zu ziehen ist.

Dieses Widerstandsverfahren ergänzt die seismischen Verfahren in wertvoller Weise besonders dann, wenn man die Porosität des Bodens erkennen will — also z. B. bei Baugrunduntersuchungen. Die Zusammenarbeit beider Verfahren ergibt sich aus folgendem Beispiel: Ein felsiger Untergrund sei von einer Sand- und einer Tonschicht bedeckt, die etwa gleiche Festigkeit haben. Mittels des seismischen Verfahrens läßt sich die Felsoberfläche gut verfolgen, während das elektrische noch die Sand- und die Tonschicht voneinander zu trennen ermöglicht. Wegen dieser häufig notwendigen Zusammenarbeit zwischen beiden Verfahren ist der Prüfwagen von Siemens & Halske für die Vornahme von Baugrunduntersuchungen nach beiden Verfahren eingerichtet, während einige ähnliche Meßwagen, die Apparaturen für das Streuschließen bzw. für das Refraktions- und Reflexionsverfahren enthalten, bereits im Betrieb sind.



Abb. 10. Wechselstrom-Kompensationsgerät von Siemens & Halske zur Bestimmung des Widerstandes im Untergrund. Alle 10 Abbildungen sind Werkbilder Siemens.

Alle Rechte vorbehalten.

Versuche mit verdübelten Holzbalken.

Von Fr. Trysna VDI, Kassel.

Allgemein werden verdübelte Balken nur dann ausgeführt, wenn der zum Tragen erforderliche Querschnitt nicht mehr aus einem Stamm geschnitten werden kann. Da die Beschaffung schwerer Stämme für die Gewinnung dicker Balken sich immer schwieriger gestaltet, so schenkt man heute dem verdübelten Balken vermehrte Aufmerksamkeit und erwägt seine Verwendung auch zu leichteren Tragwerken, für die früher nur Vollbalken in Frage gekommen wären.

Nach den amtlichen Bestimmungen ist die Ausführung von zwei- und dreilagigen Balken zulässig. Die Einzelhölzer haben meist gleichen Querschnitt und ergeben zusammengesetzt eine rechteckige Querschnittform. Seltener wird bei dreilagigen Balken der I-Querschnitt gewählt. Die einzelnen Hölzer eines Balkens werden miteinander durch Dübel und Schrauben verbunden.

Ältere Versuche.

Über Versuche mit verdübelten Balken berichten u. a. M. Bock¹⁾, Lengeling²⁾ und Lang³⁾. Leider wurden bei diesen Versuchen die Formänderungen während der Belastung nur unzureichend oder überhaupt nicht gemessen, so daß eine genauere Beurteilung des Verhaltens der Balken in den einzelnen Belastungsabschnitten unmöglich ist. Bei allen Versuchen überraschte die geringe Bruchfestigkeit der verdübelten Balken, die oft kleiner war als die Festigkeit der lose aufeinandergelegten unverdübelten Einzelhölzer. Die Durchbiegungen waren durchweg sehr groß und näherten sich an der Bruchgrenze den rechnerisch ermittelten Werten unverdübelter Einzelhölzer. Miteinander verglichen waren die Durchbiegungen gleich dicker Balken verschieden und im wesentlichen wohl von der jeweils verwendeten Dübelart und dem Genauigkeitsgrade ihres Einbaues abhängig.

Für den Vergleich und die Bewertung der Versuchsergebnisse sind alle nachfolgend angeführten Spannungen auf den „Ideal“- oder Vollbalken bezogen, d. h. auf einen Balken aus einem Stück oder, bei freien Räumen

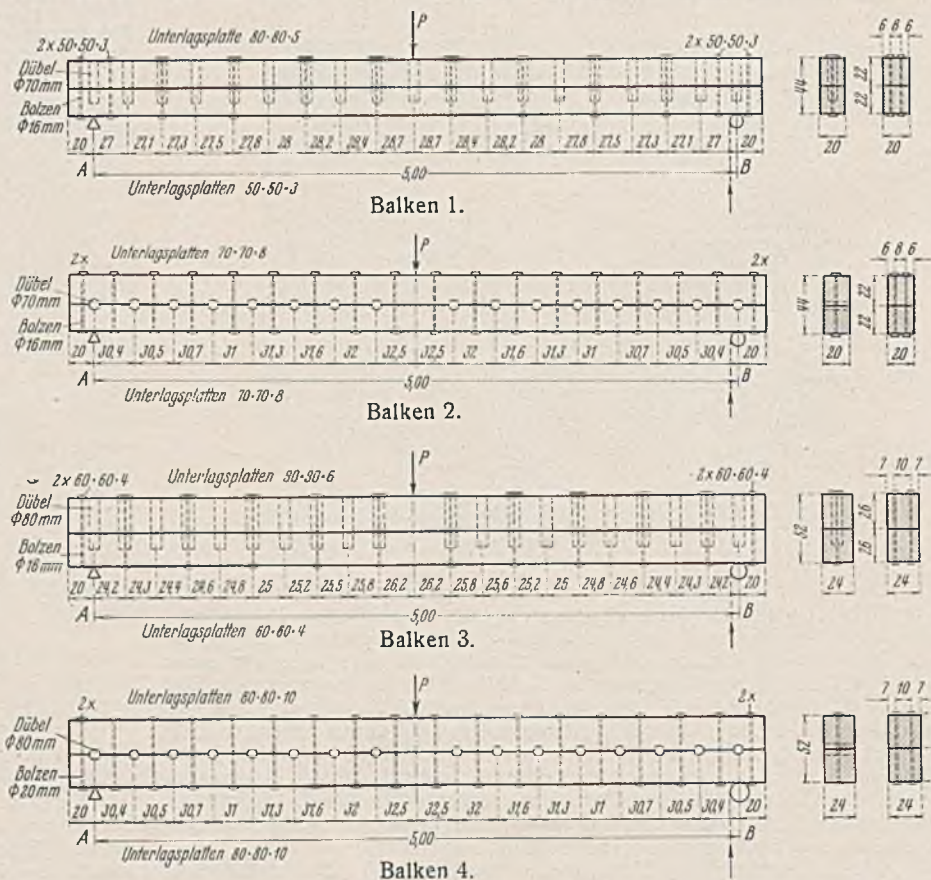


Abb. 1. Versuchsbalken 1 bis 10.

¹⁾ Wochenschrift d. Österreich. Ing.- u. Arch.-Verelns 1891, S. 21 u. f.; Z. d. OeIAV 1892, S. 405 u. f.

²⁾ Glas. Ann. 1910, S. 177 u. f.

³⁾ Lang, Holz als Baustoff, 1. Aufl., S. 337 u. f.

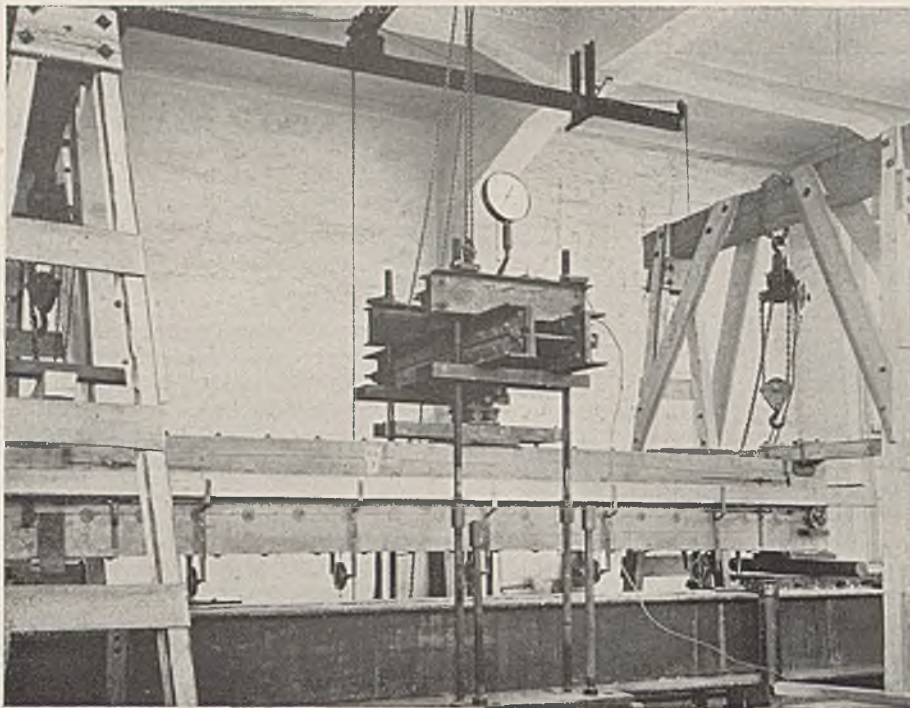


Abb. 2. Balken 7 am Prüfstand.

β = eine von der Art der Verbindung abhängige Konstante,

z = den Zahn- oder Dübeldruck in kg/cm^2 ,

so ist

$$S = S_0 + \frac{1}{m} \cdot \beta z.$$

Wird

m für zweilagige Balken = 4
für dreilagige Balken = 3

gewählt, und sind die Werte für S_0 und z durch Versuche bekannt, so läßt sich die Konstante β für eine bestimmte Ausführungsart leicht ermitteln. Nicht berücksichtigt sind in dieser Formel die Vorspannungen, die der verdübelte Balken aus der Sprengung erhält.

2. Die Versuche von Lengeling bezogen sich auf zweilagige Balken von $2 \times 20/20$ cm Querschnitt und 6 m Stützweite. Sie wurden unter Verwendung verschiedener Verbindungsmittel ausgeführt und ergaben Biegezugfestigkeiten von 225, 197, 190, 180, 170 und 140 kg/cm^2 . Das letzte ungünstige Ergebnis war auf die Verwendung weniger guten Holzes zurückzuführen. Die mittlere Biegezugfestigkeit der Einzelhölzer betrug 470 kg/cm^2 . Die Durchbiegungen waren wesentlich größer als die errechneten Werte für Vollbalken. Die von Lengeling zum Vergleich angegebenen Wirkungsgrade von 0,6 bis 0,95 beziehen sich auf zwei unverbundene Einzelbalken.

Auch hier wurden durch Sprengung höhere Ergebnisse erwartet, doch war davon bei Biegeversuchen wenig und bei Bruchversuchen nichts zu bemerken. Der Bruch äußerte sich zuerst im Zusammenstauchen der Druckfasern, dann platzten die gezogenen Faserschichten ab. Die Bruchrisse lagen an den Stellen der Dübeleinschnitte. Angaben über die Größe der Sprengung der einzelnen Versuchsbalken liegen nicht vor.

Neuere Versuche.

Um die Wirkungsweise verdübelter Balken genauer kennenzulernen, wurden im Auftrage einer deutschen Firma im Jahre 1926 zehn Versuchsbalken (1 bis 10) von rechteckigem Querschnitt und 5 m Stützweite nach Abb. 1 dem Versuchs- und Materialprüfungsamt der Technischen Hochschule Dresden zur Prüfung eingereicht; den Prüfungen wohnte der Verfasser bei. Über diese Versuche ist bisher nichts veröffentlicht worden.

Die Versuchsbalken 1 bis 5 bestanden aus zwei und die Versuchsbalken 6 bis 10 aus drei Einzelhölzern, die mittels kreisrunden, zylindrischen Dübeln aus Bongossi-Holz verbunden waren. Die Dübel saßen teils rechtwinklig (Biegedübel), teils parallel (Scherdübel) zur Verbindungsfuge der Einzelhölzer.

Als Balkenholz wurde Fichte aus dem Thüringer Walde verwendet. Das Holz war weder besonders ausgesucht, noch gepflegt. Es wurde so gegriffen, wie es in der Praxis verwendet wird. Der Feuchtigkeitsgehalt wurde nicht festgestellt; er dürfte, nach der Lagerzeit zu schließen, etwa 25% betragen haben. Der Zweck der Versuche war, das Verhalten und das Tragvermögen verdübelter Balken, wie sie in der Praxis ohne Beachtung bestimmter Feinheiten hergestellt werden, kennenzulernen.

Das zur Dübelherstellung verwendete Bongossi-Holz, Fam.: Ochnaceae, Heimat: Westafrika, ist gegen atmosphärische und chemische Angriffe außerordentlich widerstandsfähig und im Vergleich zu seinen hohen Festigkeiten auch im Preise recht günstig. Seine Verwendung zu hoch beanspruchten Konstruktionsteilen ist empfehlenswert, zumal bei Holzbauwerken eiserne Verbindungsmittel durch diese Holzart oft voll ersetzt werden können. Die Festigkeitswerte des Bongossi-Holzes sind folgende:



Balken 3.



Balken 4.



Balken 8.



Balken 9.

Abb. 3. Durchbiegungen der Balken 3, 4, 8 u. 9 in den einzelnen Belastungsstufen.

	Mindestwert kg/cm ²	Höchstwert kg/cm ²	Mittelwert kg/cm ²
Druckfestigkeit in der Faserrichtung	585	1165	930
Druckfestigkeit tangential	536	680	630
Druckfestigkeit radial	326	397	360
Biegefestigkeit	1070	2680	1860
Zugfestigkeit in der Faserrichtung	1240	2170	1765
Scherfestigkeit in der Faserrichtung	117	172	135

Zur Verwendung kamen Dübel von 70 und 80 mm Durchm. Die Anzahl der Dübel wurde reichlich gewählt, weil die Versuche das Ziel verfolgten, den Balkenbruch nicht durch Überwindung der Verbundfestigkeit, sondern durch Überwindung der Biege-, Zug- und Druckfestigkeiten zu erreichen.

Tafel 2. Prüfungsergebnisse und Biegungsspannungen der Balken 1 bis 5.

1 Belastung in t	2 Verschiebung der beiden Hölzer über einem Auflager gegen- einander in mm	3 Senkung in mm der Meßstelle					4 Verschiebung des beweglichen Auflagers in mm	5 Vorhandene Sprengung in mm	6 Bemerkungen	7 Biegemoment ohne Berücksichtigung der Eigenlast M in mt	8 Normalbiegungsspannungen in den äußeren Fasern in kg/cm ²	
		1	2	3	4	5					beim Einzelbalken	beim Vollbalken
Balken 1												
3.1	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		Grundlast	3,87	120	60
5,8	0,8	4,42	4,68	8,01	8,28	9,56	1,88			7,25	225	113
9,0	1,8	10,44	10,99	19,32	19,77	22,82	4,22	5		11,25	348	174
12,2	3,0	17,22	17,87	32,05	32,98	38,22	6,76		Höchstlast	15,25	472	236
15,3	4,3									19,10	592	296
17,3									Bruchlast	20,60	638	319
Balken 2												
3.1	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		Grundlast	3,87	120	60
5,8	0,6	4,44	4,49	8,11	8,18	9,73	2,18			7,25	225	113
9,0	1,6	9,57	9,61	17,68	17,80	21,17	4,50	15		11,25	348	174
12,2	2,8	15,70	15,69	28,32	28,50	33,97	7,12		Höchstlast	15,25	472	236
13,3									Bruchlast	16,60	515	258
Balken 3												
3.1	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		Grundlast	3,87	71,5	36
5,8	0,2	2,89	2,28	3,98	4,77	4,95	1,48			7,25	134	67
9,0	0,8	5,02	5,51	10,03	10,43	12,50	3,44			11,25	208	104
12,2	1,6	8,82	9,70	16,62	17,25	20,55	5,40	10		15,25	282	141
15,3	2,5	13,03	13,92	24,10	24,81	29,62	8,08			19,10	353	177
18,2	3,7	17,84	18,82	33,60	34,94	41,85	11,70		Höchstlast	22,75	420	210
19,1									Bruchlast	23,85	441	221
Balken 4												
3.1	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		Grundlast	3,87	71,5	36
5,8	0,2	1,56	1,63	2,86	2,99	3,66	1,00			7,25	134	67
9,0	0,6	3,70	3,85	7,02	7,07	8,61	2,42			11,25	208	104
12,2	1,0	6,03	6,15	11,00	12,10	13,54	3,60	13		15,25	282	141
15,3	1,5	8,50	8,65	15,52	15,55	19,05	5,10			19,10	353	177
18,2	2,1	11,30	11,60	20,67	20,95	25,38	7,02			22,75	420	210
21,4	2,7	14,13	14,38	25,57	25,65	31,10	8,70		Höchstlast	26,75	495	248
23,3									Bruchlast	29,10	538	269
Balken 5												
3.1	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		Grundlast	3,87	120	60
5,8	0,4	4,15	4,05	7,61	7,49	9,02	2,34			7,25	225	113
9,0	1,4	10,46	10,19	19,15	19,02	22,56	5,14	23		11,25	348	174
12,2	3,1	19,77	19,32	35,98	36,29	43,91	9,12		Höchstlast	15,25	472	236
13,7									Bruchlast	17,10	530	265

Die Abmessungen der einzelnen Balkenteile sind in Tafel 1, Spalten 1 bis 10, zusammengestellt. Bei Herstellung wurden die Versuchs balken überhöht bzw. gesprengt, ein Vorgang, der wie folgt stattfand.

Die einzelnen Balken hölzer wurden in der Werkstatt zusammengesetzt, in unverbundenem Zustande an beiden Enden gelagert und in der Mitte bis zu einer Durchbiegung von etwa 40 mm vorbelastet. Die Vorbelastung geschah in umgekehrter Richtung wie die spätere Belastung beim Versuch. In diesem vorbelasteten Zustande wurden die Balken für die Aufnahme der Runddübel und Schraubenbolzen gebohrt. Nach dem Einsetzen dieser Verbindungsstücke und nach dem Anziehen der Schraubenbolzen wurde die Vorbelastung entfernt. Infolge des Streckbestrebens der gebogenen Balkenteile ging die Durchbiegung aus der Vorbelastung naturgemäß zurück. Die verbliebene Überhöhung ist in den Tafeln 2 u. 3, Spalte 5, angegeben.

Sämtliche Versuchs balken wurden nun in der Materialprüfungsanstalt Dresden der Reihe nach durch eine Einzellast in der Mitte belastet. Ein Balkenstützpunkt war als festes Auflager und der zweite Balkenstützpunkt mit Hilfe einer Rolle als bewegliches Auflager ausgebildet. Die Einzellast wurde auf den oberen Balkenteil durch eine Wasserdruckpresse aufgebracht. An den drei Angriffspunkten der äußeren Kräfte (Einzellast und zwei Balkenaufleger) wurden entsprechende Stahlplatten verlegt, um Eindrücke in das Langholz in mäßigen Grenzen zu halten.

Die weitere Aufgabe der Untersuchung bestand darin, folgende Messungen und Beobachtungen bei stufenmäßig gesteigerter Belastung vorzunehmen:

- Bestimmung der Durchbiegungen an fünf in gleichen Abständen gelegenen Punkten der Balkenunterkante innerhalb der Stützweite;
- Ermittlung der Verschiebung der verdübelten Einzelhölzer untereinander, gemessen über den Auflagern;

Tafel 3. Desgleichen der Balken 6 bis 10.

1 Belastung in t	2 Verschiebung in mm des mittleren Holzes über einem Auflager gegen das		3 Senkung in mm an der Meßstelle					4 Verschiebung des beweglichen Auflagers in mm	5 Vorhandene Sprengung in mm	6 Bemerkungen	7 Biegemoment ohne Berücksichtigung der Eigenlast M in mt	8 Normalbiegungsspannungen in den äußeren Fasern in kg/cm ²	
	untere	obere	1	2	3	4	5					bei Einzelbalken	beim Vollbalken
Balken 6													
3.1	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		Grundlast	3,87	96,7	32,2
5,8	0,4	0,6	2,73	3,72	5,36	5,67	6,72	1,84			7,25	181	60,4
9,0	1,0	1,3	6,42	7,30	12,54	13,22	15,57	3,48			11,25	281	93,8
12,2	1,7	2,1	10,45	10,70	20,20	21,22	24,93	5,35	25		15,25	381	127
15,3	2,5	3,0	14,70	16,32	28,36	29,70	35,00	7,50			19,10	478	159
18,2	3,8	4,4	21,85	24,96	43,52	(45,00)	52,46	11,62		Höchstlast	22,75	569	190
20,1										Bruchlast	25,75	628	210
Balken 7													
3.1	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		Grundlast	3,87	96,7	32,2
5,8	0,2	0,1	1,52	1,67	3,09	3,02	2,71	1,08			7,25	181	60,4
9,0	0,5	0,5	3,80	4,15	7,55	7,72	8,23	2,74			11,25	281	93,8
12,2	0,9	0,9	6,30	6,74	12,35	12,77	14,26	6,96			15,25	381	127
15,3	1,3	1,4	9,42	10,07	18,21	18,70	21,22	26,98	25		19,10	478	159
18,2	2,0	1,9	13,34	14,02	26,89	26,24	30,36	28,66			22,75	569	190
21,4	2,5	2,5	16,87	17,50	30,93	31,35	36,58	30,80			26,75	668	223
24,6	3,1	3,7	22,88	23,25	41,92	42,43	50,04	33,54			30,55	764	254
27,8	4,0	4,9	28,33	29,65	54,32	55,44	66,24	36,44		Höchstlast	34,75	868	289
29,7										Bruchlast	36,40	912	304
Balken 8													
3.1	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		Grundlast	3,87	56	18,7
5,8	0,1	0,1	0,82	0,96	1,77	1,80	1,28	0,58			7,25	105	35
9,0	0,3	0,4	2,01	2,25	4,07	4,28	5,15	1,40			11,25	163	54,3
12,2	0,4	0,7	3,73	4,06	7,26	7,62	9,03	2,42			15,25	221	73,7
15,3	0,9	1,2	5,62	6,15	11,10	11,60	13,63	3,76	22		19,10	276	92
18,2	1,4	1,8	8,92	8,56	15,21	15,86	18,55	4,98			22,75	329	110
21,4	1,9	2,2	10,16	11,03	19,48	20,31	23,75	7,02			26,75	387	129
24,6	2,5	2,9	12,67	13,64	24,05	25,07	29,29	8,90			30,55	442	147
27,8	3,1	3,5	15,71	16,76	29,66	30,97	35,09	10,86			34,75	503	168
30,9	3,9	4,3	18,21	20,27	34,30	36,00	41,74	12,54		Höchstlast	38,60	558	185
33,6										Bruchlast	42,00	607	202
Balken 9													
3.1	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		Grundlast	3,87	56	18,7
9,0	0,3	0,4	2,04	2,19	4,00	4,05	5,03	1,92			11,25	163	54,3
15,3	1,0	0,9	5,43	5,75	10,66	10,84	13,31	5,48	30		19,10	276	92
21,4	1,8	1,5	10,14	10,62	20,37	20,85	25,65	11,58			26,75	387	129
27,8	2,4	2,0	13,93	14,62	27,58	28,74	34,30	16,38		Höchstlast	34,75	503	168
33,6										Bruchlast	42,00	607	202
Balken 10													
3.1	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		Grundlast	3,87	96,7	32,2
5,8	0,2	0,2	1,74	1,77	3,42	3,39	4,06	1,00			7,25	181	60,4
9,0	0,4	0,5	4,02	4,20	8,00	8,11	9,69	2,36			11,25	281	93,8
12,2	0,7	0,9	6,54	6,85	12,97	13,74	15,55	3,92			15,25	381	127
15,3	1,1	1,4	9,85	10,37	19,30	19,57	23,03	5,80	25		19,10	478	159
18,2	1,5	2,1	13,87	14,39	27,73	27,73	31,66	8,22			22,75	569	190
21,4	2,3	3,2	18,98	19,72	36,27	36,86	43,25	10,92			26,75	668	223
24,6	3,1	4,8	26,58	27,72	47,75	48,36	57,55	13,80		Höchstlast	30,55	764	254
27,8	4,5	7,0								34,75	868	289	
29,0										Bruchlast	36,25	907	302

BIOTECHNIKA WILNI
Katedra Wytwarzalności Materiałów
i Statyki budowlanej

- c) Ermittlung der waagerechten Verschiebung des Balkens am beweglichen Auflager;
d) Feststellung der Bruchlast;
e) Art und Verlauf des Bruches.

Die Durchbiegungen und die waagerechte Verschiebung des Rollenslagers sind mit Zeigerapparaten auf hundertstel Millimeter und die gegenseitigen Verschiebungen der einzelnen Balkenhölzer mit Schiebemaßstäben in Nonius-Teilung gemessen worden (Abb. 2). Die stufenmäßig steigende Belastung war für alle Versuchsbalken gleich. Sie betrug 3,1, 5,8, 9,0,

12,2, 15,3, 18,2, 21,4, 24,6, 27,8 und 30,9 t. Nach jedem Belastungsabschnitt wurden die Messungen vorgenommen, die in den Spalten 2, 3 und 4 der Tafeln 2 und 3 zahlenmäßig zusammengestellt sind.

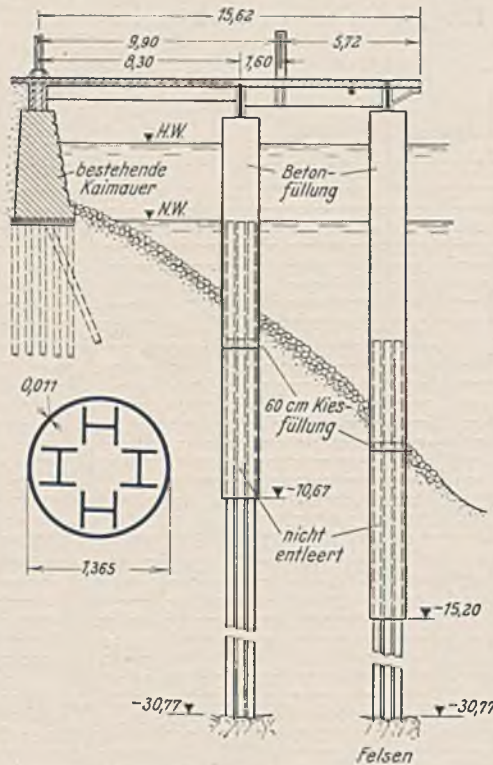
Bei Versuchsbalken 6 auf Tafel 3 ist ein Wert eingeklammert, der als einziger Wert der gesamten Versuche infolge Versagens des Zeigerapparates in Punkt 4 bei der höchsten Belastung nicht mit voller Sicherheit bestimmt werden konnte. In Abb. 3 sind die Durchbiegungen der Balken 3, 4, 8 und 9 zeichnerisch dargestellt, die — wie auch bei den übrigen Balken zu beobachten war — einen sehr regelmäßigen Verlauf der Biegelinie aufweisen. (Schluß folgt.)

Vermischtes.

Neue deutsche Normen für Betonrohre. Das Normenblatt DIN 4032 für Betonrohre, dessen Erscheinen wir in Bautechn. 1939, Heft 24, S. 338, in Aussicht stellten, ist inzwischen erschienen¹⁾. Das Normenblatt DIN 4033, enthaltend „Richtlinien für die Abnahme von Betonrohrleitungen“, soll demnächst ebenfalls erscheinen.

Über Ersatzbauten am Commonwealth Pier im Hafen von Boston (Mass.) wird in Dock Harbour 1938, Oktoberheft, berichtet. Danach mußte die 91,4 m breite und 350 m lange Anlage erneuert werden, da die Holzpfähle des alten Baues von im Laufe der Jahre zugewanderten Seemuscheln völlig zerstört waren. Man glaubte am billigsten und einfachsten dadurch zum Ziele zu kommen, daß man zwischen den alten Holzpfählen neue, aus Stahlträgern aufgebaute Pfähle bis auf den Fels- oder festen Untergrund einrammte. Auf diesen wurde ein Rahmenwerk aus Siliziumstahl angeordnet, das die aus Beton bestehende Kaidecke trägt (s. Abb.). Die dabei zu verwendenden Stahlträger mußten bis zu 30,5 m lang sein und deshalb an Ort und Stelle während des Einrammens aus mehreren, zum Teil drei Einzelteilen, die miteinander verbunden wurden, hergestellt werden. Jeder Pfahl besteht aus vier Stahl-I-Trägern und einem sie umschließenden Stahlzylinder von 1,365 m Durchm. Zunächst wurde die auf die Uferböschung aufgebrachte Geröllschicht und der darunterliegende Untergrund an den Stellen, an denen die Pfähle errichtet werden sollten, soweit wie möglich entfernt, und dann der Stahlzylinder mit einer Dampfzange mindestens 1,5 m in den aus blauem Ton bestehenden Untergrund so weit eingetrieben, bis sein oberes Ende sich in der Höhe befand, in der das Rahmenwerk aus Siliziumstahl angeordnet werden sollte. Dann wurden die Stahlzylinder bis auf 4,6 m unter der Höhe ausgeräumt, in der die Stahlträger enden sollten.

Die Stahlträger von 356 × 368 mm wogen 132 kg/m und waren für eine Belastung von 90 t berechnet. Während des Einrammens der Stahlträger waren die Stahlzylinder durch ein Holzrahmenwerk geschützt. Nach dem Einrammen wurde zunächst eine 600 mm hohe Schicht aus Sand und Kies in die Stahlzylinder rund um die Stahlträger eingebracht, und dann wurde durch Trichter bis obenhin Beton eingefüllt. Die Zylinder waren völlig dicht, so daß kein Beton unter Wasser eingebracht werden mußte. Danach wurde das Rahmenwerk aus Siliziumstahl aufgebracht und schließlich die Betondecke hergestellt. Der den Bau ausführende Unternehmer war verpflichtet worden, erst einen Probepfahl von 38,7 m Länge herzustellen. Hierbei wurde die erforderliche Länge durch Verbindung von drei Einzellängen hergestellt, die nach und nach beim Einrammen miteinander verbunden wurden. Die Stahlträger wurden bis 34,4 m unter NW eingerammt. Beim Versuch wurde der Pfahl mit 647 kg/cm² (= 9200 $\frac{1}{2}$ $\frac{1}{100}$) belastet.



Personalmeldungen.

Deutsches Reich. Deutsche Reichsbahn. b) Betriebsverwaltung. Versetzt: die Abteilungspräsidenten Sauer, Abteilungsleiter und Dezentern der RBD Halle (Saale), nach Frankfurt (Oder) als Vizepräsident zur RBD Osten, Semmler, Abteilungsleiter und Dezentern der RBD Breslau, als Abteilungsleiter und Dezentern zur RBD Erfurt; — die Oberreichsbahnräte Bruno Geier, Dezentern der RBD Hannover, als Dezentern zur RBD Erfurt, Frankenberg, Abteilungsleiter und Dezentern der RBD Berlin, als Abteilungsleiter und Dezentern zur RBD Breslau, Glaninger, Vorstand des Betriebsamts Altenburg, als Dezentern zur RBD Halle (Saale), Dr.-Ing. Nierhoff, Dezentern der RBD Erfurt, als Abteilungsleiter und Dezentern zur RBD Berlin, Bokelberg, Dezentern der RBD Frankfurt (Main), als Dezentern zur RBD Stettin, Säufferer, Dezentern der RBD Stuttgart, als Dezentern zur RBD Augsburg, Kugler, Vorstand des Betriebsamts Ansbach, als Dezentern zur RBD Frankfurt (Main), Georg Bauer, Dezentern der RBD Halle (Saale), als Dezentern zur RBD Kassel, Fritz Grimm, Dezentern der RBD Frankfurt (Main), als Dezentern zur RBD Königsberg (Pr), Eißler, Dezentern der RBD Breslau, als Dezentern zur RBD Augsburg, Krauskopf, Dezentern der RBD Augsburg, als Dezentern zur RBD Hamburg; — die Reichsbahnräte Henke beim Betriebsamt St. Pölten 1 als Vorstand zum Betriebsamt Villingen (Schwarzwald), Willy Schneider, Dezentern der RBD Oppeln, als Dezentern zur RBD Frankfurt (Main), Otto Werner, Vorstand des Betriebsamts Leipzig 3, als Dezentern zur RBD Stettin, Christian Baum, Vorstand des Betriebsamts Braunschweig 2, als Dezentern zur RBD Nürnberg, Wattenberg, Vorstand des Betriebsamts München 2, als Dezentern zur RBD Dresden, Bittlinger, Vorstand des Betriebsamts Eger, als Dezentern zur RBD Königsberg (Pr), Peukert, Vorstand des Betriebsamts Lübeck, als Dezentern zur RBD Osten in Frankfurt (Oder), Kreidler, Vorstand des Betriebsamts Wiesbaden, als Dezentern zur RBD Köln, Otto Gabriel beim Betriebsamt Bludenz als Vorstand zum Neubauamt Wald a. A., Dr.-Ing. Eugen Hahn, Vorstand des Betriebsamts Betzdorf, als Dezentern zur RBD Stuttgart, Roßbach, Vorstand des Betriebsamts Altena (Westf.), als Dezentern zur RBD München, Wolz, Vorstand des Betriebsamts Seesen, als Dezentern zur RBD Oppeln, Stemann, Vorstand des Betriebsamts Rheine, als Dezentern zur RBD Halle (Saale), Dellmann bei der Oberbetriebsleitung Süd München als Vorstand zum Betriebsamt Wiesbaden, Nergert, Vorstand des Betriebsamts Hirschberg (Riesengeb.), als Vorstand zum Betriebsamt Hamburg-Harburg, Walter Völker, Vorstand des Betriebsamts St. Wendel, als Vorstand zum Betriebsamt Berlin 6, Wilhelm Otte bei der Obersten Bauleitung der Reichsautobahnen München als Vorstand zum Betriebsamt Wallern, Hans Kern, Vorstand des Neubauamts Berlin 7, als Dezentern zur RBD Königsberg (Pr); — Staatsbahnrat Hugo Nowak in Aussig als Vorstand zum Betriebsamt Aalen; — die Reichsbahnbaussessoren Ottensmeyer bei der RBD Schwerin als Vorstand zum Betriebsamt München 2, Ciesielski bei der RBD Halle (Saale) als Vorstand zum Betriebsamt Lübeck, Fritz Otto beim Betriebsamt Berlin 3 als Vorstand zum Neubauamt Zossen.

Übertragen: dem Oberreichsbahnrat Bräuninger, Dezentern der RBD Halle (Saale), die Leitung einer Abteilung.

Überwiesen: die Reichsbahnräte Schwenzer bei der RBD Stuttgart als Vorstand zum Neubauamt Stuttgart-Bad Cannstatt, Meid, Vorstand des Betriebsamts Augsburg 1, als Dezentern zur RBD Augsburg, Johannes Krämer, Vorstand des Betriebsamts Berlin 10, als Vorstand zum Betriebsamt Berlin 3, Otto Kaiser bei der Oberbetriebsleitung West Essen als Vorstand zum Betriebsamt Essen 1; — die Reichsbahnbaussessoren Walter Schwarz bei der RBD Augsburg als Vorstand zum Betriebsamt Augsburg 1 und Ferdinand Rapp beim Betriebsamt Berlin 7 als Vorstand zum Betriebsamt Berlin 10.

In den Ruhestand getreten: Abteilungspräsident Nather, Abteilungsleiter und Dezentern der RBD Augsburg; — die Oberreichsbahnräte Hampke, Dezentern der RBD Hamburg, Steinert, Dezentern der RBD Stettin, und Reichsbahnrat Stiasny beim Betriebsamt Innsbruck 1.

Gestorben: Abteilungspräsident Mentzel, Abteilungsleiter und Dezentern der RBD Hamburg.

INHALT: Die verkehrliche Leistungsfähigkeit der Reichsautobahnen, insbesondere der Autobahnknotenpunkte. — Seismische und elektrische Aufschlußverfahren als Hilfsmittel der Bodenforschung. — Versuche mit verdübelten Holzbalken. — Vermischtes: Neue deutsche Normen für Betonrohre. — Über Ersatzbauten am Commonwealth Pier im Hafen von Boston (Mass.). — Personalmeldungen.

Verantwortlich für den Inhalt: A. Laskus, Geh. Regierungsrat, Berlin-Friedenau.

Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin.

Druck der Buchdruckerei Gebrüder Ernst, Berlin.

¹⁾ Berlin SW68, Beuth-Vertrieb.