

DIE BAUTECHNIK

19. Jahrgang

BERLIN, 4. Juli 1941

Heft 29

Alle Rechte vorbehalten.

Die Kriegsleistung der Technischen Nothilfe.

Von TN.-Kameradschaftsführer Hellmut Schlien, Berlin.

Die neuzeitliche Kriegsführung hat durch die Feldherrenkunst Adolf Hitlers eine entscheidende Umwälzung erfahren. Selbst dem Laien muß nach den Erlebnissen des Balkanfeldzuges klargeworden sein, daß hier genau so wie im Polen- und im Frankreich-Feldzug kein Zufall, sondern planmäßiges Vorgehen gewaltet hat: Zusammenfassung aller Kampfmittel zu entscheidendem Stoß von unerhörter Gewalt, die jeden gegnerischen Widerstand brechen muß, erzielt durch die unvergleichliche Wucht und Schnelligkeit des Vormarsches, in Verbindung mit weit ausholenden Maßnahmen der Heerführung, die sich einheitlich an den Einbruch in die gegnerische Stellung und an die Zerstörung seiner Verbindungen anschließen.

Eine solche Kriegsführung, die weder Stillstand noch Entfernungen kennt, erfordert neben höchster Kampfbereitschaft und besten Waffen zugleich eine vorbildliche Einrichtung und Gestaltung des Nachschubs. Riesenhaft wachsen damit die Aufgaben hinter der Front an, wenn sich alles reibungslos und ohne die geringste Stockung an der vordersten Linie soll abspielen können. Ohne den gleichen Schwung und die gleiche Fahrt bei den rückwärtigen Verbindungs- und Versorgungslinien wären die deutschen Erfolge undenkbar. Deshalb mußten zur Aufrechterhaltung und Durchführung der Truppenversorgung auch im rückwärtigen Gebiet die bestausgerüsteten Kräfte herangezogen werden.

Die Führung der deutschen Wehrmacht konnte für diese Bedürfnisse u. a. auf eine Einrichtung zurückgreifen, die schon in 20 Friedensjahren sich bei höchsten und schwierigsten Anforderungen immer vorbildlich bewährt hatte: die Technische Nothilfe, als deren wesentlichste Eigenschaft erst kürzlich eine Zeitungsstimme ihre schöpferische Kunst rühmte, die Dinge aus dem Nichts zu schaffen, „eine aus der Notwendigkeit, das Unvorhergesehene meistern zu müssen, geborene und zu schlechthin einzigartiger Meisterschaft entwickelte Tugend“.

Ist auch ein abschließender Rückblick auf die Kriegsleistung der Technischen Nothilfe noch nicht möglich, so heben sich doch gerade aus ihrem bisherigen Kriegseinsatz bereits so viel bezeichnende Einzelzüge hervor, daß sich daraus schon ein recht anschauliches Bild des Geleisteten gewinnen läßt. Dabei muß — dies ist vorauszuschicken — als besonders erstaunlich gelten, wie die Technische Nothilfe es verstanden hat, die verschiedenartigsten Anforderungen, die an sie während des Krieges gestellt worden sind, zu meistern.

Zum Staatsschutzkorps unter dem Reichsführer **SS** und Chef der Deutschen Polizei, Himmler, gehörig, war die Technische Nothilfe von Kriegsbeginn an mit wichtigen Aufgaben in der Heimat und im Osten betraut worden. Mit Tausenden von Nothelfern lag ihr im früheren Kampfgebiet an der Saar, in der Pfalz, im Elsaß und in Lothringen die Behebung der dort entstandenen Kriegsschäden ob, damit diese deutschen Gebiete so schnell wie möglich wieder besiedelt werden konnten. Vorher waren bereits im Polenfeldzug neben „Technischen Kommandos“, die ebenfalls von der Technischen Nothilfe gestellt waren und als Wehrmachtseinheiten unmittelbar dem Verband des Heeres angehörten, Einheiten der Technischen Nothilfe eingesetzt und in Gestalt motorisierter Abteilungen für die Beseitigung von Gefahren und Schäden im rückwärtigen Gebiet verwendet worden.

Das deutlichste Beispiel für die Erfolge der „Technischen Kommandos“ in Polen ist die rasche Wiederinbetriebnahme des Elektrizitätswerkes Warschau und anderer wichtiger Versorgungsbetriebe. Aber auch die der breiteren Öffentlichkeit weniger bekannt gewordenen Leistungen der motorisierten TN.-Abteilungen waren hochbedeutsam und fanden im

Urteil der maßgebenden Stellen vollste Anerkennung. Hierbei galt es beispielsweise, polnische Bunkerzonen von Minen, Sprengladungen, Waffen und Munition zu säubern, Blindgänger zu beseitigen, Versorgungswerke wieder in Gang zu setzen. Allein in Warschau wurden annähernd 100 einsturzgefährdete Häuser an wichtigen Durchgangsstraßen gesprengt, Kanalisationsschäden ausgebessert, wertvolle Altmetalle durch fachmännischen Abbau zerstörter Anlagen geborgen, und vor allem in monatelanger Arbeit schwere und schwerste Eisenbahn- und Straßenbehelfsbrücken gebaut. Mit der gleichen Gewissenhaftigkeit und Arbeitsfreude waren die Männer der Technischen Nothilfe am Werke, ob es sich um große, sichtbare Dinge oder um unbekannt bleibende, aber nicht weniger wichtige Kleinarbeit handelte. So steht fest, daß auch diese Einsätze erfolgreich dazu beigetragen haben, den Anschluß und Wiederaufbau in unseren östlichen Grenzgebieten erheblich zu beschleunigen.

Erforderten schon diese Arbeiten an sich Fachleute — erfahren im Sprengen und Schweißen, mit dem Preßluftgerät wie mit der Motorsäge vertraut, auf dem Lichtmast wie im Wasserschacht zu Hause, bergmännisch geschult oder mit allem Können des Bauhandwerkers oder Maschinenschlossers ausgerüstet — die außergewöhnlichen Umstände und Arbeitsbedingungen an der Front mit oft behelfsmäßigen, meist selbstbeschafften Werkstoffen verlangten erst recht Findigkeit und Entschlußkraft, Vielseitigkeit und Genauigkeit.

Bereits während des Polenfeldzuges hatten in der Saarpfalz Hunderte von Nothelfern aus den dortigen Ortsgruppen in einem Einsatz vielseitigster Kleinarbeit gestanden, dem das besondere Kriegsschicksal ihrer engeren Heimat sein Gepräge gab. Als der Befehl zur Räumung des Landstreffens am Westwall ergangen war, blieben die Nothelfer, indes ihre Familien in die sichere Obhut des Reiches fuhren, in der Heimat zurück und machten sich hier als Helfer der Truppe wie als Treuhänder für den Besitz der Rückgeführten tausendfältig nützlich. Millionenwerte wurden dabei der Volksgemeinschaft erhalten und für sie sichergestellt.

Die Fülle dieser Arbeiten — sowohl nach Leistungstunden wie in ihrem fachlichen Umfang und der technischen Vielseitigkeit ihrer Ausführungen — läßt sich auch nicht annähernd mit ein paar Stichworten umschreiben. Nur andeutungsweise und höchst unvollkommen ist zu schildern, was den Nothelfern von jenen Tagen an, da sie im Saargebiet Hochöfen und Hüttenanlagen fachgerecht stilllegten und damit für eine spätere Betriebsaufnahme retteten, Vieh zusammentrieben und verladen, Benzinlager leerpumpten und in selbstzusammengestellten Tankzügen wegschafften, Zoll-Lager räumten und Straßenbahnwagen sicherstellten, alles an Arbeit unter die Finger geriet. Da wurden Sanitäts- und Gefechtsstollen in den Berg getrieben und unter Tag ausgestattet, Brücken verstärkt und neu geschlagen, Truppenunterkünfte erhielten Licht und Wasser. Bis in Vorpostenunterstände, bis in die Blockhäuser des Warndwaldes wurde der elektrische Strom geführt. Pumpwerke, Wasser- und Elektrizitätswerke mußten dazu in Gang gesetzt und, wo nötig, wiederhergestellt und laufend bedient werden. Die Technische Nothilfe half beim Instellungbringen schwerer Geschütze mit, flickte Wasserhochbehälter, die durch Feindbeschuß leck geworden waren, stützte Luftschutzräume ab, baute und bediente Schiffsbrücken, übernahm den Innenausbau von Bunkern, die Einrichtung von Duschen für die Truppen, tarnte Umspannanlagen, richtete Wasserzapfstellen für Bunkergruppen, Holzhäuser für Straßenwachen der Feldpolizei ein, legte Bereitschaftslager für Brennstoff an, baute unterirdische Blockhausunterstände, stellte gepanzerte Maschinengewehrstände her und meisterte dazwischen immer wieder die häufigsten



Abb. 1. Beseitigung einer gesprengten Straßenbrücke in St. Omer durch die Technische Nothilfe.

Einsätze: Dachausbesserung, Beseitigung von Wasserrohrbrüchen oder die Bergung von Maschinen aus Dörfern, die unter Feindbeschuß lagen.

Mit Beginn des Großangriffs im Westen nahm der Einsatz der Technischen Nothilfe weitaus größere Formen an. Art und Umfang der Tätigkeit der neuen TN.-Einsatzgruppen unterschieden sich wesentlich von der in Polen. Waren selbenerzeit im Osten die zu leistenden Arbeiten bekannt und die TN.-Abteilungen diesen Aufgaben entsprechend zusammengesetzt worden, so lautete die neue Anforderung des Generalquartiermeisters des Heeres für den Einsatz im Westen ganz allgemein als „Gestellung technischer Kräfte für die Mithilfe bei der Sicherung des Nachschubes und für andere Hilfeleistungen im rückwärtigen Gebiet“. Es folgte nun im Westen ein umfangreicher Aufmarsch von nach und nach insgesamt 200 motorisierten TN.-Bereitschaftszügen.

Die ersten Aufgaben für die TN.-Abteilungen im Westen fielen in die Zeit der Kampfhandlungen und dienten der Sicherung des Nachschubes, der infolge des stürmischen Vormarsches und der dadurch immer größer gewordenen Entfernungen zwischen Kampflinie und rückwärtiger Verbindung ständig schwieriger wurde. So mußten rasch neue Versorgungsmittelpunkte geschaffen werden, aus denen die Truppe ihren Bedarf an Munition und Verpflegung decken konnte. Belastete Nachschubstraßen waren durch Neubau oder Verstärkung der Straßenbrücken zu sichern, Trümmer eingestürzter Häuser von den Durchmarschstraßen zu entfernen, einsturzgefährdete Häuser an solchen Straßen umzulegen oder zu sprengen. Zu dieser ploniermäßigen Betätigung trat die Aufgabe, für Licht und Wasser zu sorgen.



Abb. 2. TN.-Männer räumen Trümmer einer Eisenbahnbrücke aus einem belgischen Kanal.



Abb. 3. TN.-Männer zerschneiden eine von den Engländern gesprengte Stahlbrücke.



Abb. 4. Aufräumarbeiten in einer gesprengten Kanalschleuse in Ostfrankreich.

Nicht allein Lazarette und Gefangenensammelstellen waren hierauf angewiesen; auch Schlacht- und Kühlhäuser, Bäckereien und sonstige Verpflegungsstätten, die von der Truppe übernommen wurden, brauchten Beleuchtung, Kraftstrom, Wasser und Gas.

Für die Durchführung dieser Tausende von oftmals kleinsten, aber immer höchst wichtigen technischen Einzelhandlungen erwies sich die in langen Friedensjahren durchgeführte Schulung und Gliederung der Technischen Nothilfe, ihre durch Motorisierung wirksam erhöhte Beweglichkeit, die Schlagkraft kleiner, ebenso rasch verschiebbarer wie fachlich bestens ausgebildeter Einheiten als denkbar gut geeignet. Eine geistvoll erdachte Planfolge von Aushilfen zeigte sich im Verein mit dem sprichwörtlichen „Nothelferschwung“ allen Schwierigkeiten gewachsen — selbst, ja vor allen denen, die unvorhersehbar und unberechenbar blieben, wie es die Mehrzahl war.

Mit dem Ende der Kampfhandlungen und nach Eintritt der Waffenruhe auf dem westlichen Kriegsschauplatz nahm der Einsatz der TN.-Abteilungen größere Planmäßigkeit an. Aus der Fülle technischer Einzelbemühungen schälten sich allmählich immer deutlicher zwei grundsätzliche Aufgaben heraus. Die Instandsetzung zerstörter wichtiger Verkehrsanlagen, hauptsächlich die Schiffbarmachung des Wasserstraßennetzes in Belgien und Nordfrankreich und die damit verbundene Trümmerwegräumung zerstörter Bauwerke sowie der Neuaufbau dringend benötigter Brücken war die eine. Die andere war die mit umfangreicher Schadensbehebung am Hochspannungsnetz verbundene Wiedereingangssetzung der lebenswichtigen Versorgungsanlagen für Strom, Wasser und Gas, die mit ihrem ausgedehnten Verteilungsnetz verschiedentlich teils unmittelbar durch die Kämpfe, teils auch durch mittelbare Kampfeinflüsse vielfach empfindlich zerstört oder beschädigt worden waren.

Zu den Einsätzen, die in die Tausende gingen, zählte das Freimachen von Kanälen für die Schifffahrt, also das Heben vieler Dutzender ver-

senkter Schiffe und die Trümmerbeseitigung Hunderte gesprengter Brücken, zum Teil schwerster Bauart, genau so wie die Sprengarbeit in den zerstörten Städten, deren Häusertrümmer einzustürzen und die Nachschubstraßen zu versperren drohten. Wasser- und Stromversorgung für Lazarette wurden im Eiltempo wiederhergestellt, Fernspreverbindungen wurden geschaffen, Munitionslager gebaut. Ungewöhnliche Arbeiten ohne Beispiel in Schulung und Erfahrung kamen hinzu. Die über 30 m hohen Gittermasten einer Höchstspannungsleitung waren größtenteils geknickt und mußten schnell erneuert werden. Hierfür fanden die Nothelfer ein Blitzverfahren, um die schadhaften Bauteile einfach abzusprengen und den Neuaufbau der Mastspitzen unvergleichlich zu beschleunigen. Zur Räumung von Kanälen wurden TN.-Taucher angesetzt, die mit dem Unterwasserbrenner schnitten und sprengten. Behelfsbrücken bis zu 40 t Tragkraft wurden gebaut, Schleusen ausgebessert, Schiffsbrücken bedient. Viele Monate lang wurden sämtliche technischen Einrichtungen großer französischer Stromläufe von TN.-Männern bedient und überwacht.

Sehr bald führte die Arbeit an den Verkehrsadern der Binnenschifffahrt die Nothelfer auch in die Seehäfen des besetzten Gebietes, die von der Gewalt der deutschen Waffen und von der Zerstörungswut des fliehenden Feindes hart mitgenommen worden waren. Aus allerersten, allereinfachsten Bedürfnissen der Fürsorge für die Besatzungstruppe und

der Sicherstellung von Werten durch die TN.-Kräfte ergaben sich hier die frühesten technischen Wiederherstellungsarbeiten, die die Marinebehörden vielfach zum Ausgangspunkt für die Verwendung dieser Häfen im Dienste der deutschen Seekriegsführung nahmen. Die Technische Nothilfe besorgte zu einem guten Teil die Herrichtung und Bedienung der technischen Anlagen in den Häfen auch für diesen Zweck. An Schleusen, Drehbrücken, Docktoren, Pumpwerken, Umspannanlagen und Kranen standen und stehen heute noch Nothelfer als Bedienungsmannschaften.

Einige Zahlenangaben mögen als Anhaltspunkt dienen. Sie stammen von einer Einsatzgruppe im Westen und umfassen die von ihr lediglich bis Mitte November 1940 durchgeführten Neubauten schwerer fester Brücken, die bei einer durchschnittlichen Fahrbahnbreite von 6 m eine Gesamtlänge von fast 400 m und eine Tragfähigkeit von teilweise 30 t hatten. Hierzu benötigte man rd. 410 t Stahlträger und Baueisen sowie 1400 m³ eingebautes Bauholz, wovon über die Hälfte selbst im Wald geschlagen, mit eigenen Fahrzeugen herangeschafft und von den TN.-Männern selbst geschnitten werden mußte. An Kleiseisenzeug, wie Schrauben, Bolzen, Laschen usw. wurden rd. 20 000 kg verbraucht. Als Anfahrten für die Brücken wurden etwa 7500 m² befestigte Straßen gebaut. Für einen 89 m langen Brückenbau waren 27 120 Arbeitsstunden zu leisten. An insgesamt 39 Räumstellen wurden von den TN.-Kräften allein dieser Einsatzgruppe über 14 750 kg Sprengstoff in 4200 Einzelchargen und rd. 4000 m³ Sauerstoff für das Herausschneiden von Stahlbauteilen unter und über Wasser verbraucht.

Um das Bild abzurunden, sei noch angeführt, daß viele Hunderte von Fachkräften der Technischen Nothilfe seit Monaten an der technischen Ausgestaltung und Bedienung von neu eingerichteten Feldflugplätzen im besetzten Westen mitwirken, die als Stützpunkte für den Kampf gegen das Inselreich dienen. Auch im Südosten ist bereits eine TN.-Abteilung tätig, und zwar in erster Linie zur Freimachung und Sicherung von

Schiffahrtswegen, die für Nachschubzwecke von besonderer Bedeutung sind. Für Norwegen hatte die Technische Nothilfe ein Sonderkommando zur Beseitigung von Hunderten von Blindgängern zu stellen.

Und neben all diesen Einsätzen in Polen und Norwegen, in Holland, Belgien, Frankreich und Südosteuropa, neben den umfangreichen Wiederherstellungsarbeiten für die zurückflutende Zivilbevölkerung im Saargebiet, in Lothringen und im Elsaß lief der alltägliche TN.-Einsatz im Heimatgebiet weiter, wie er aus der Friedenszeit bekannt ist, mit dem Unterschied allerdings, daß ein großer Teil der Dienstleistungen auch hier reinen Wehrmachtzwecken diene. So wurden z. B. Flaks, Scheinwerfer und Entfernungsmesser auf Dächern oder besonders hergerichteten Ständen in Stellung gebracht; durch Umlegen von Türmen, Mauern und Bäumen das Schußfeld freigemacht; Verpflegungsbaracken, Fahrzeugschuppen und Pferdeställe gebaut, Rampen für die Ausladung Verwundeter aus Lazarettzügen errichtet, die technische Einrichtung von Lazaretten und Hilfskrankenhäusern besorgt. Allein mit solchen technischen Hilfeleistungen für die Wehrmacht, aber auch für die Polizei und für Arbeiten zum Schutze der Bevölkerung und für die Bekämpfung von Schäden und Gefahren waren in den ersten 20 Kriegsmonaten im Heimatgebiet etwa 150 000 Nothelfer in 7500 Einsätzen beauftragt. Hierbei nahm vor allem die Schadensbekämpfung die Technische Nothilfe stark in Anspruch; neben den noch verbliebenen Teilen der Feuerwehr war sie der einzige Verband in der Heimat, auf dessen Schultern die Bekämpfung der Unwetterschäden, vor allem während des ungewöhnlich strengen Winters 1939/40, lag.

Überflüssig zu erwähnen, daß sich hier wie im Westeinsatz die Technische Nothilfe allen Anforderungen, selbst den schwersten, in vollem



Abb. 5. Von der Technischen Nothilfe erbaute Dauerbehelfsbrücke über einen belgischen Kanal. Im Vordergrund die Reste der gesprengten Stahlbrücke.



Abb. 6. Von der Technischen Nothilfe erbaute und lange Zeit bediente Schiffsbrücke über die Seine. Im Hintergrunde die Reste der gesprengten steinernen Straßenbrücke.

lösungen technischer Art gefunden, an die niemand früher gedacht hatte und die vielfach die Fertigstellung übertragener Arbeiten noch vor Ablauf der von der höheren Führung gesetzten knappen Fristen ermöglichten. So bedarf es keiner besonderen Betonung, daß die TN.-Abteilungen der Wehrmacht überall bedeutungsvolle Dienste geleistet haben; zahlreiche Nothelfer schmückt denn auch das Eiserne Kreuz oder das Kriegsverdienstkreuz mit Schwertern.

Zum Nutzen für Führer, Volk und Heimat hat diese überraschende Leistungsprobe des Wehrmacheinsatzes im Osten und Westen abermals die große Schlagkraft und Befähigung der Technischen Nothilfe für die Meisterung selbst der schier unmöglich scheinenden erwiesen. Schon in einem

Anerkennungs- und Dankschreiben vom Spätherbst des vergangenen Jahres spricht der Oberbefehlshaber des Heeres deshalb von der vorbildlichen Sachkenntnis und der treuen Pflichterfüllung, mit denen die dem Heer zur Verfügung gestellten TN.-Abteilungen unter schweren Bedingungen ihre Aufgaben gelöst und für die Kriegshandlungen wie für den Wiederaufbau zerstörter Gebiete Vortreffliches geleistet haben.

Alle Rechte vorbehalten.

Straßenbau in den Kolonien.

Von Professor Dr.-Ing. E. Neumann VDI, Stuttgart.

Allgemeines.

Die Wucht des Kraftwagens und die von ihm ausgehende Leistungssteigerung hat ihren sichtbaren Ausdruck darin gefunden, daß er in unzivilisierten Gegenden der Welt den Bau von Straßen nicht mehr abgewartet hat, sondern, wie Schiffe, die sich auf unbekannte Meere hinauswagen und nur nach den Gestirnen sich richten, die Wüsten unter sich gebracht und Räume durchfurcht hat, deren Durchquerung bisher als Wagnis oder gefährlich galt und die nur von Abenteurern oder Forschungsreisenden unter Mühsalen und Entbehrungen begangen wurden. Zwei Stufen der Entwicklung kann man beobachten. Der Kraftwagen hat unmittelbar Besitz von alten Karawanenstraßen ergriffen, dort, wo die Beschaffenheit der Erdoberfläche es ermöglichte. Besonders im asiatischen Raum kann man das feststellen. Auf den Straßen, auf denen Marco Polo einst gezogen ist und noch vor kurzem die Kamel-Karawane das einzige Beförderungsmittel war, ist plötzlich der Kraftwagen erschienen. Sven Hedin konnte als erster seine Fahrt auf der Kaiserstraße, die auch Seidenstraße genannt wird und die aus vorgeschichtlicher Zeit bestehende Verbindung zwischen dem chinesischen und römischen Reich bildet, mit Last- und Personen-Kraftwagen unternehmen, um die spätere Linienführung für eine Autobahn zu erforschen, weil unüberwindliche Geländeschwierigkeiten nicht bestanden. Fahrten durch die syrische Wüste von Bagdad nach Damaskus werden nicht nur von Cookschen Reisekraftwagen mit Schlafgelegenheit, sondern auch mit Lastkraftwagen täglich von zahlreichen arabischen Fuhrleuten unternommen, die auch Personen befördern und

noch den Vorzug haben, daß sie billiger sind. Wüsten, wie die Sahara, bieten selbst bei Sandstürmen keine Schwierigkeiten mehr, denn bei der den Kraftwagen auszeichnenden Reisegeschwindigkeit überwindet er alle jene Gefahren, die dem Karawanenzug verhängnisvoll werden können.

An anderen Stellen hat der Kraftwagen sich selbst seine Bahn geschaffen, neue Verbindungen hergestellt, Urwälder und Flußläufe durchquert, wenn ein neues Verkehrsbedürfnis geschaffen werden sollte, unter Umständen auch mit politischen Hintergründen. Der Ausbau solcher Wege zu Kunststraßen hat lange auf sich warten lassen und ist zum Teil an vielen Stellen in den Anfängen steckengeblieben.

Diese Verhältnisse rücken den Unternehmungsgeist des Menschen sowohl wie die Leistungsfähigkeit und die umwälzenden Eigenschaften des Kraftwagens, der hier meist als Lastkraftwagen in Erscheinung tritt, in ein helles Licht, sie rechtfertigen es aber nicht, mit orientalischer Gelassenheit abzuwarten, wie sich dieser Vorgang, allen Hindernissen zum Trotz, weiter entwickeln wird; sie drängen vielmehr dazu, den Wegebau mit gleicher Tatkraft aufzunehmen und voranzutreiben und dem Verkehrsmittel die Bahn zu bereiten. Große Kolonialreiche, wie das englische und französische, haben dort, wo sie unumschränkte Herrscher waren, in den letzten Jahrzehnten sich dieser Aufgabe auch unterzogen. Sie sind aber dabei nur zögernd vorangegangen, weil sie erst eine überholte Vorstellung überwinden mußten. Ursprünglich hatten sie in ihre Verkehrspläne die Eisenbahnen eingestellt. Erwähnt sei hier der Vorschlag einer Kap-Kairo-Bahn durch ganz Afrika. Es hat einiger Zeit

bedurft, bis die Erkenntnis sich Bahn brach, daß dieses Ziel mit einer Straße schneller und mit geringeren Kosten erreicht werden konnte.

Junge Völker, die nicht mit Entwürfen aus der Vergangenheit vorbelastet sind, haben sich schneller entscheiden können und sind auch eher zum Erfolg gekommen. Verwiesen sei hier auf den Ausbau des Straßennetzes des italienischen Imperiums in Lybien und Ostafrika.

Linienführung.

Die Linienführung dieser Wege ist durch die Örtlichkeit bestimmt, hängt also von dem Gelände der Kolonie selbst ab, so daß darüber hier keine Angaben gemacht werden können. Die wirtschaftliche Linienführung wird sich dabei auch nach den Rohstoffquellen einerseits, den Ausfuhrhäfen oder Verarbeitungsstätten andererseits richten müssen und kann hier nicht behandelt werden. Aber für die technische Linienführung werden bestimmte Grundsätze anzunehmen sein.

Die Vereinheitlichung der Bauart der Kraftwagen wird zur Folge haben, daß für die Kolonien nur wenige Wagenformen entwickelt werden. Ihre Motorkennlinien werden z. B. die Steigung, die man zulassen kann oder darf, bestimmen. Man wird Regelsteigungen festlegen müssen. Im Gebirge wird nichts dagegen sprechen, auch stärkere Steigungen zuzulassen, deren Ausmaß aus der Befestigungsart der Straßen und dem Steigungsbild des Motors genau begrenzt werden können. An der Zusammenarbeit zwischen Kraftwagen- und Straßengestalter wird es hier nicht fehlen. Da Glatteisbildung, auf die man bei Landstraßen in den gemäßigten nördlichen Zonen Rücksicht nehmen muß, nicht besteht, sind auch steile Gefälle durchaus gefahrlos und zu jeder Zeit befahrbar. Alle anderen Grundzüge der Linienführung, wie Ausrundung der Wannen und Kuppen, werden auch angewendet werden, wobei allerdings zur Ersparnis an Erd- und Felsarbeiten geringere Anforderungen gestellt werden können.

Bei der Linienführung im Grundriß stellt die Abmessung der Straßenbreite keine neue Aufgabe. Auch die Frage, ob die Straßen ein- oder zweispurig angelegt werden sollen, wird je nach ihrer Bedeutung verschieden beantwortet werden müssen. Die englischen Kolonialstraßen sind nach drei Klassen abgestuft, wie aus dem Bericht Nr. 41 (Nigeria) zum VI. Internationalen Straßenkongreß in Washington 1930 zu entnehmen ist. Zwei britische Regelquerschnitte für Kolonialstraßen aus diesem Bericht sind in Abb. 1 wiedergegeben, aus denen die Übereinstimmung mit den europäischen Verhältnissen eindeutig hervorgeht.

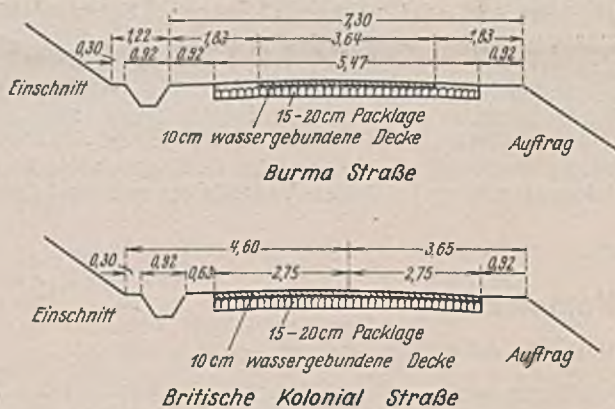


Abb. 1. Englische Regelquerschnitte von Kolonialstraßen.

Hierbei wird die spätere Verbreiterung von vornherein ins Auge zu fassen sein. Einspurige Straßen als kurze Stichstraßen zu Einzelgehöften — Farmen — sind durchaus angebracht. Holland hat sie in den neu urbar gemachten Poldern der Zuider-See, die immer noch dünn besiedelt sind, angewendet, Ausweichstellen sind bei größerer Länge wohl notwendig¹⁾.

Für die Größe der Halbmesser, die Notwendigkeit der Überhöhung und die Wahrung der Übersichtlichkeit wird man allgemeine Grundregeln nicht aufstellen können; sie werden sich nach der Verkehrsbedeutung der Straße und den Geländeschwierigkeiten ergeben.

Lediglich die Befestigung der Kolonialwege stellt eine Aufgabe, deren Lösung aber auch wiederum in den einzelnen Gegenden verschieden wird behandelt werden müssen. Sie hängt von dem Klima (Regenstärken), dem Untergrund, den erreichbaren Baustoffen und Arbeitskräften und den Zufahrtmöglichkeiten ab. Aber bei der großen Mannigfaltigkeit der Bauweisen, die schon in den zivilisierten Ländern entwickelt ist, wird es reichlich Vorbilder auch für die Kolonialstraßen geben. Die genaue Kenntnis der dort üblichen Deckenarten, ihrer Aus-

führung und ihrer Anforderungen wird den in den Kolonien tätigen Straßenbauingenieur zur Lösung jeder Aufgabe befähigen.

Wasserabführung.

Das Kolonialklima ist gekennzeichnet durch große Wärme und starke Niederschläge. Der genannte englische Bericht erwähnt Jahresniederschläge, die 2540 mm nicht unterschreiten und 5080 mm oft überschreiten. Diese Regenmengen fallen zudem nicht über das ganze Jahr verteilt, sondern in vielfachen kurzen Zeiträumen und geben minutliche Regendichten, die die Starkregen in unserem Klima erreichen, sich aber über lange Zeiträume erstrecken. Sie bewirken daher erhebliche Auswaschungen und Abschwemmungen. Die Gräben längs der Straßen und die Durchlässe müssen daher weit größere Abmessungen als in Europa erhalten. In tropischen Gegenden ist die ausreichend bemessene Wasserabführung der wichtigste Gesichtspunkt im Straßenbau. Vielfach besteht der ganze Straßenbau vorerst nur in der Anlage einer zugkräftigen Entwässerung. Unbedingt muß sie jeder Deckenbefestigung vorangehen, deren zunächst behelfsmäßige Ausführung durchaus angebracht ist.

Es wird sogar empfohlen, eine endgültige Befestigung nicht ehe aufzubringen, bevor der Straßendamm nicht zwei volle Regenzeiten überdauert oder ein Jahr unter Verkehr gelegen hat. Damit soll die Verdichtung erreicht werden, die künstlich durch Walzen oder Stampfen zu schaffen in den Kolonien kaum möglich sein wird. Grundsätzlich werden alle Straßen so gebaut werden müssen, daß sie das ganze Jahr bei allen Witterungsverhältnissen benutzbar sind (Allwetterstraßen). Das ist das Kennzeichen des Straßenbauers im italienischen Imperium (Ostafrika) gewesen und hat den hohen Bauaufwand erfordert. Obwohl die Ausführung die Angriffe des Wassers während der viermonatigen Regenzeit in jeder Weise berücksichtigt hat, sind nach den ersten Niederschlagszeiten noch manche Schäden entstanden, die größere Unterhaltungsarbeiten erforderten. Straßen, die auf den Wasserscheiden liegen, würden den Wasserangriffen nicht so ausgesetzt sein und daher manche Vorteile bieten. Die Straße Dessie—Addis Abeba — 383 km lang — hat eine solche Lage erhalten.

Bei Straßen an steilem Hang wird es notwendig sein, die ganze Straßenbreite in den gewachsenen Boden zu legen. Denn die sonst übliche Bauweise, bei der Abtrag und Auftrag ausgeglichen werden, ist bedenklich. Die Auftragsmassen werden den Wasserangriffen schwer standhalten. Da sowieso der Untergrund abgetrept werden muß, wird die Mehrarbeit des Vollaubruchs nicht erheblich sein. Der bergseitige Wassergraben wird das vom Hang herabkommende Wasser aufnehmen müssen, daher geräumig anzulegen sein und in kurzen Abständen nach der Talseite mit Dolen entwässern müssen. Günstiges Gefälle der Gräben wird ihr Abführvermögen verbessern, andererseits werden Fließgeschwindigkeiten entstehen, die den Grabenbestand gefährden. Widerstandsfähige Sohlen- und Böschungsbefestigungen und Abstütze zur Vernichtung der lebendigen Kraft des Wassers werden vorzusehen sein. Zementrohre werden als Dolen kaum in Frage kommen, Plattendurchlässe wohl eher angebracht sein. Wellblechrohre sind in den Straßen von Nordamerika die durch Gegenden ungünstiger Witterungsverhältnisse führen, viel angewendet worden. Ihr geringes Gewicht und ihre leichte Einbauweise spricht für sie. In tropischen Gebieten mit hoher Feuchtigkeit oder im Bereich salziger Seeluft sind sie allerdings starkem Rostangriff ausgesetzt und deshalb zu vermeiden. In Gebieten mit Holzreichtum können die Entwässerungsanlagen aus diesem Baustoff hergestellt werden, wenn er nicht von Ungeziefer (Termiten) zerstört wird.

Brücken und Furten.

Brücken erfordern erhebliche Baustoffmengen, gelernte Arbeitskräfte und Zeit. Sie werden daher nur bei Straßen I. Ordnung möglich sein. Kleinere Wasserläufe, die vielleicht sogar zeitweise trocken liegen, können mit Furten durchquert werden, für deren Ausgestaltung der deutsche Bericht (Nr. 34) zum VI. Internationalen Straßenkongreß einen Vorschlag bringt, der in Abb. 2 insofern verbessert ist, als die Überfallkante weltstromab gelegt ist, um den Sog an dieser Stelle von der Furt fernzuhalten. Ein Aufstau auf der Oberwasserseite wird die Fließgeschwindigkeit ermäßigen. Die Pflasterung der Furt wird durch den geringen Reibungswiderstand das Abflußvermögen vergrößern. Solange die Strömung innerhalb der zulässigen Grenzen bleibt, wird der Verkehr ungefährdet sich bewegen können. Da keine Frostgefahr besteht, sind Dämme der geringeren Bodenbewegung wegen wirtschaftlicher als Einschnitte, wenn Boden zur Entnahme bereitsteht.

Unterbau.

In der Wüste wird es Gebiete geben, in denen die Straßenfläche nur wenig Bauarbeiten verlangt. Sven Hedín stellt für große Strecken in der Wüste Gobi fest, daß hier der Straßenbauingenieur nur wenig Arbeit haben wird. Es handelt sich dabei wohl um verfestigte Lößböden oder Salzsteppen. Größere Schwierigkeiten bieten Sanddünen in der

¹⁾ Bautechn. 1937, S. 614.

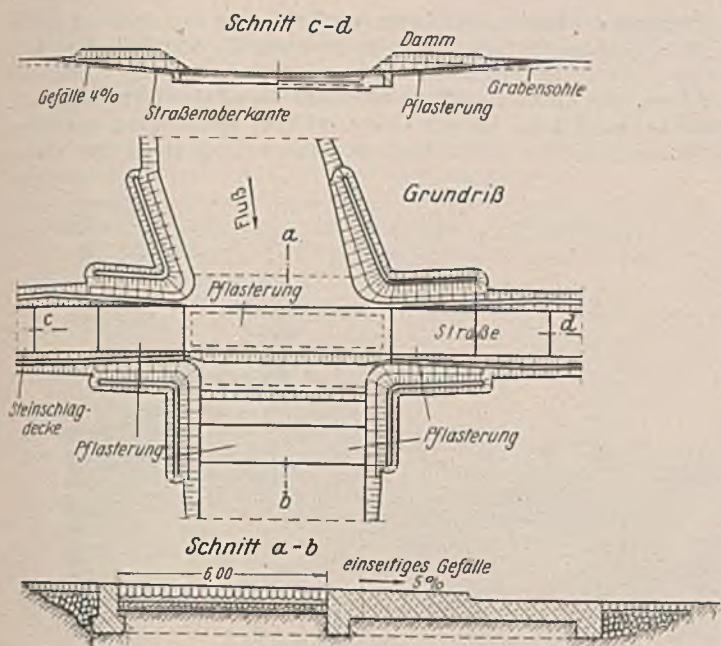


Abb. 2. Furt als Kreuzung von Straße und Fluß.

Wüsten und Savannen. Im italienischen Imperium ist man ihnen möglichst aus dem Wege gegangen. In Südafrika führen die Wagen Holzplanken mit, auf die man die im Sand versunkenen Räder setzt, um wieder flott zu werden. Solange die Wagen Fahrt haben, gelingt es ihnen, über den Sand zu rollen. Bei geringer Geschwindigkeit fangen sie aber an zu mahlen. Eine Festlegung ist also notwendig. Wenn die Straße im Einschnitt liegt, weht sie der Wind zu. Andernfalls wird sie vom Wasser und Sand abgetragen, da eine Sicherung durch Pflanzenwuchs unmöglich ist. Bei der Durchquerung der Sandwüsten von Dankalia in Aethiopien (Straße Assab—Dessie) ist die Straße auf einen Damm gelegt, dessen Böschungen abgepflastert sind. Die Neigung 1:3 und Fugenverguß mit Zementmörtel wird empfohlen. Hier finden Wind und Regen keine Angriffspunkte. Auf felsigem Untergrund kann der Unterbau gespart werden, nach englischer Erfahrung genügt ein schwaches Kissen von Schotter.

Fahrbahnbefestigung.

Die Ausbildung der Fahrbahndecke wird von der örtlichen Bodenbeschaffenheit abhängen. In Gebieten, wo Gesteine vorhanden sind, werden die auch sonst üblichen Bauweisen, vor allem die Steinschlagdecke ohne und mit Oberflächenbehandlung am Platze sein. Da in der Regel Spur gefahren wird, ist es in Gebieten, in denen sich der Verkehr erst entwickelt, als unnützer Aufwand anzusehen, die ganze Breite der Straße zu befestigen. Es genügt, nur die Radspur eben und widerstandsfähiger zu gestalten. Zu diesem Zwecke werden in Südafrika zwei beschotterte Spurstreifen von etwa 60 cm Breite angelegt, die in beiden Fahrrichtungen benutzt werden. Bei Begegnungen weichen sich die Fahrzeuge aus, indem sie mit den inneren Rädern auf einer Spur bleiben. Oberflächenbehandlung mit Bitumen ist für die Spurbahnen auch schon angewendet worden. In Indien sind solche Spurstreifen auch für beide Fahrrichtungen angelegt.

Die Hauptaufgabe des Wegebaues in unerschlossenen Gebieten wird darin bestehen, aus dem anstehenden Boden den Straßenkörper aufzubauen. Man trifft gelegentlich besonders günstig zusammengesetzte Bodenarten an, die für Straßen einen widerstandsfähigen Grund abgeben.

Da sie aber mit der Zeit wellig werden, eine Beobachtung, die auch an amerikanischen Erdstraßen gemacht ist, hat sich die amerikanische Planiermaschine, die noch später beschrieben wird, nach Berichten aus den französischen Kolonien²⁾ als unentbehrliches Gerät für die Unterhaltung solcher Wege erwiesen. Die Wellenberge werden dabei abgeschnitten, und mit ihrer Masse werden die Wellentäler ausgefüllt.

Als in dieser Hinsicht günstige Bodenart wird der Laterit im französischen tropischen und Äquatorial-Afrika bezeichnet. Das ist auffällig, weil sonst der Laterit als besonders schwierige Bodenart gilt. Es muß sich in solchen Fällen um Gebiete mit geringen Regendichten handeln.

Wege aus reinem Sand sind bei Trockenheit, solche aus fettem Ton bei großer Nässe nicht zu halten. Wo beide Erdstoffe angetroffen werden, lassen sich durch Mischung sehr dauerhafte Allwetterstraßen anlegen. Hierüber haben die nordamerikanischen Straßenbauer Erfahrungen gesammelt, die auch in anderen Erdteilen schon mit Erfolg ausgewertet worden sind.

Die Aufgabe ist hierbei, ein Korngefüge zu ermitteln, das möglichst dicht ist, und denjenigen Feuchtigkeitsgehalt festzustellen, bei dem der Porendruck dem Boden die Fähigkeit verleiht, Lasten zu tragen und nicht gleich bei jedem Regen bildsam zu werden. Nach den Erfahrungen der nordamerikanischen Ingenieure entsprechen Kornzusammensetzungen, die zwischen den in Abb. 3³⁾ dargestellten Sieblinien liegen, den Anforderungen. Der Anteil von 0 bis zur Korngröße 0,42 wird Mörtel genannt, der die größeren Körner bindet und dessen Anteil nach Gewicht etwa 20 bis 40 Hundertteile betragen soll. Seine Fließgrenze nach Atterberg soll zwischen 14 und 25 (Wassergehalt) und die Bildsamskeitszahl (Plastizitätszahl) zwischen 3 und 8 liegen. Der Wassergehalt bei der Schrumpfgrenze und der natürliche Wassergehalt sollen ungefähr gleich hoch liegen (gemessen in Hundertteilen des Trockengewichts). Solche Böden finden sich gelegentlich in der Erdoberfläche, sie sind in der amerikanischen Bodeneinteilung als Boden A-1 bezeichnet und folgendermaßen beschrieben:

A-1: Nach Korngrößen gut abgestufter Boden, ein inniges Gemisch aus groben und feineren Bestandteilen mit genügend großer innerer Reibung und Haftung (Kohäsion). Gut tragfähig unter dem Verkehr ohne Rücksicht auf den Feuchtigkeitsgehalt des Bodens. Gute Unterlage für eine dünne obere Verschleißschicht, nach einer Oberflächenbehandlung sogar als Straßendecke gut brauchbar.

Der Boden ist auf Grund mechanischer, physikalischer und chemischer Bodenuntersuchung⁴⁾ in acht Gruppen aufgegliedert, die durch ihre Korngrößenabstufung, Glimmergehalt, Tongehalt u. a. m. und dementsprechend ihre Bindigkeit, Verdichtbarkeit, Kapillarität und Nachgiebigkeit gekennzeichnet sind. Anschaulich ist das in Abb. 4 dargestellt. Die Böden A-5, A-6, A-7, A-8 sind sowohl für die Deckenlagen wie Unterbettungen unzureichend.

Die Aufgabe ist demnach, durch Zusätze die Bahn zu verfestigen, und zwar durch Verbesserung der mechanischen Kornstufung, Erhöhung der Bindeeigenschaften, Herabsetzen der Kapillarität. Diese Zusätze können aus dem Boden selbst genommen werden, aber auch in Kunsterzeugnissen bestehen.

Vorteilhaft ist, die Eigenschaften der Erdstoffe und ihre richtige Mischung in der Versuchsanstalt zu untersuchen. Als Maßstab dafür, daß die Mischung die richtige Zusammensetzung hat, dient das Verfahren von Proctor⁵⁾, nach dem die Bodenmischungen in einer Zylinderform von 10 cm Durchm. und 11,25 cm Höhe nach besonderer Vor-

²⁾ VII. Int. Straßenkongreß, Ber. 43.

³⁾ Bautechn. 1940, S. 336, Abb. 6.

⁴⁾ Public Roads 12 (1931), Heft 5.

⁵⁾ Eng. News-Rec. 111 (1933), S. 245 bis 248.

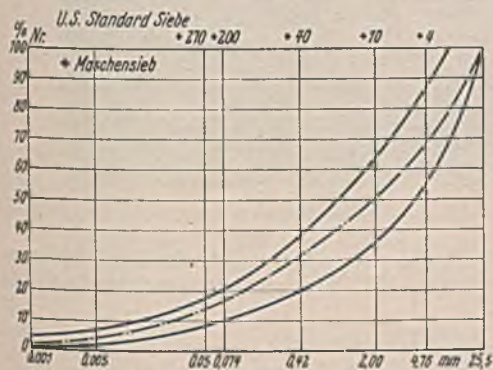


Abb. 3. Sieblinien für die Zusammensetzung von Kieslehmdecken.

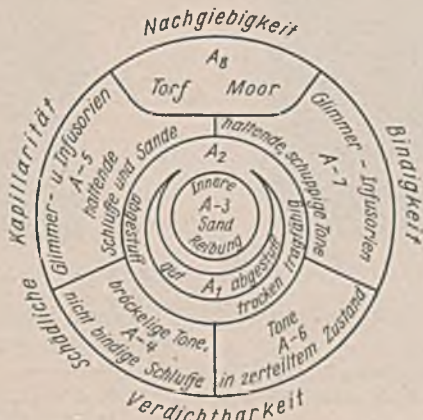


Abb. 4. Bodeneinteilung nach amerikanischen Vorschlägen.

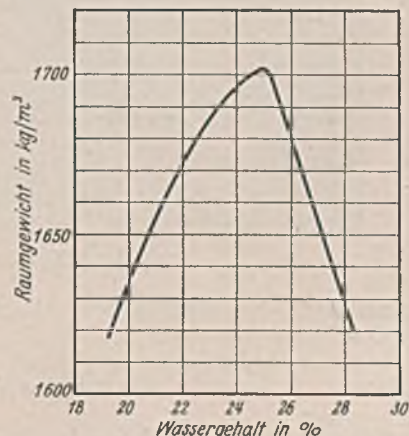


Abb. 5. Verdichtungslinien nach Proctor.

schrift verdichtet werden und das Maß der Verdichtung, gemessen im Raumgewicht, bezogen auf den jeweiligen Wassergehalt ermittelt wird (Abb. 5).

Aber auch an Bildsamkeitseigenschaften des Bodens kann das richtige Mischungsverhältnis festgestellt werden. Verlangt wird eine Bildsamkeitszahl (Plastizitätszahl) 4 bis 8 für Gegenden mittlerer Feuchtigkeit und 9 bis 15 für trockene und kalte Gegenden. Die Mischung wird in der

Verdichtung des Bodens eine besondere Bedeutung zu. Auch auf diese Gebiete können die Erfahrungen in Nordamerika von Bedeutung sein. Straßen, die mit Bitumen verfestigt sind, bestehen in Kalifornien seit 32 Jahren. Der Ölreichtum dieses Landes hat ihre Entwicklung begünstigt. Diese Bauweise habe ich auf Grund örtlicher Besichtigung in meiner Buche: *Neuzeitlicher Straßenbau*⁸⁾ ausführlich beschrieben und die



Abb. 6. Bodenaufreißer.



Abb. 7. Bodenaufreißer.

Weise ausgeführt, daß der Zusatzmineralstoff auf dem vorbereiteten Planum aufgebracht, mit dem Ursprungsboden innig durchmischt, angefeuchtet und dann abgeglichen und verdichtet wird. Hierzu werden Geräte benutzt wie Kultivatoren, Aufreißer, Eggen, Scheibeneggen und Straßenhobel⁹⁾.

Um die Bodenfestigkeit, die durch den Druck des in ihm enthaltenen Kapillarwassers bewirkt wird, zu erhalten, werden die Feuchtigkeit haltende Salze, wie Chlorkalzium, Chlormagnesium und Chlornatrium, dem Boden bei der Vorbereitung beigegeben, Zusätze, die als Staubbindemittel schon seit frühester Zeit im Straßenbau bekannt sind. Sie erhöhen auch die Lagerungsdichte, wie durch den Proctor-Versuch nachgewiesen wird. Ob die Anwendung solcher Lösungen auch für Kolonien geeignet ist, wird von dem Klima der Gegend und der Lage der Straße abhängen. Die Brauchbarkeit dieser Bauweise für Europa hat sich in Norwegen erwiesen, das seine Straßen von geringerer Bedeutung als Kieslehmwege ausbaut⁷⁾.

Wenn nur feine oder ungünstig zusammengesetzte Bodenarten angetroffen werden und körnige Zuschläge nicht zu beschaffen sind, ist die Verfestigung des Straßenbodens durch unlösliche Zusätze wie

der Straßenbauversuchsanstalt des Staates Kalifornien in Sacramento aufgearbeiteten theoretischen Grundlagen für die Zusammensetzung der Mineralstoffe und den Bindemittelgehalt an anderer Stelle⁹⁾ eingehend behandelt. Ursprünglich ist ein asphaltisches Öl benutzt worden, das nur leicht erwärmt worden ist (auf 60 bis 90°). Jetzt werden auch schnell erhärtende Verschnittbitumen und langsam brechende Bitumenemulsionen verwendet. Das Bitumen hat hier die Aufgabe, als Schutzkolloid die wasserempfindlichen Bodenteilchen zu umhüllen und damit Einwirkungen des Wassers zu verhüten.

Danach richtet sich auch die Menge des Bitumens, das nach der Oberfläche der Kornanteile bemessen wird (s. o.). Man rechnet mit 6 bis 10% Bitumen (nach Gewicht), hält es aber für vorteilhafter, an der unteren Grenze zu bleiben, weil magere Mischungen nicht so leicht versagen wie überfettete.

Die Bauweise besteht auch hier im Aufreißern des Bodens (Abb. 6 u. 7)

in der gründlichen Durchmischung der Bodenbestandteile — der vorhandenen und der zugesetzten — und dann in der Tränkung der Mischung, die entweder durch Tankwagen mit Düsenrohren vorgenommen wird, oder, um ein möglichst tiefes Eindringen des Öles zu gewährleisten, durch Eggen, deren Zähne mit Ölzuleitungen versehen sind, denen das



Abb. 8. Straßenhobel.

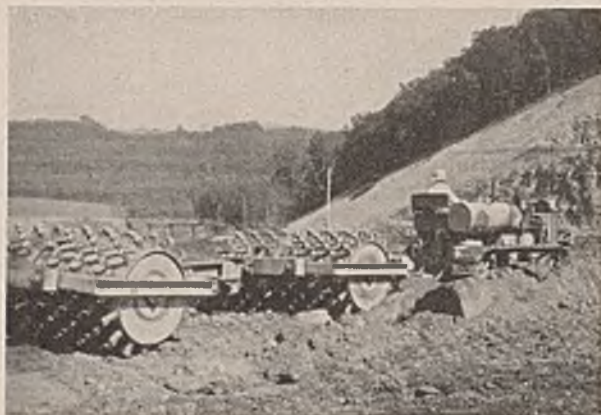


Abb. 9. Schaffußwalze.



Abb. 10. Schaffußwalze.

Bitumen, Teer oder Zement angebracht, gegebenenfalls als Unterbau für eine Oberflächenbehandlung.

In diesen Mischungen ist Lehmgehalt, der sich sonst im bituminösen Straßenbau als nachteilig auswirkt, von Vorteil. Auch hier kommt der

Öl durch Schläuche zuläuft, die von einem neben der Egge fahrenden Tankwagen gespeist werden¹⁰⁾. Mit Scheibeneggen und Straßenhobel

⁶⁾ Bühr, Bautechn. 1933, S. 431.

⁷⁾ E. Neumann, Bautechn. 1940, S. 334.

⁸⁾ 2. Aufl., S. 272. Berlin 1932, Springer.

⁹⁾ Bitumen 1936, S. 121.

¹⁰⁾ Dr. Temme, Bodenverfestigung mit Bitumen. Bitumen 1941 Heft 2/3, S. 22.

(Abb. 8) wird Boden und Bitumen kräftig durchmischt und dann verdichtet, z. B. mit Schafffußwalzen (Abb. 9 u. 10), dann mit Schieppen eingeebnet, die in einfacher Bauart aus Holz bestehen können oder auf Rädern laufen und Vorrichtungen haben, um die Höhe der Schneide einzustellen (Abb. 11)¹¹⁾. Die weitere Verdichtung besorgt der Verkehr, oder es wird leicht gewalzt mit einer Achse, auf der fünf Luftreifen nebeneinander laufen und die beschwert werden kann¹²⁾.

Die Mischung kann auch in ortsfesten Anlagen vor sich gehen. Der getrocknete und gemahlene Ton, der Sand und das Bitumen werden in ihnen aufgegeben und in Zwangsmischern gemischt, dann wird die Masse auf das Straßenplanum gebracht. Aber auch bewegliche Maschinen, die die Mineralbestandteile von der Straße aufnehmen, mit Bitumen mischen und dann wieder auf der Straße ausbreiten, werden verwendet. Letztere beiden Bauweisen werden für Kolonien wohl nicht in Betracht kommen. Ein Blick auf Länder wie Niederländisch-Indien, Südafrika, Ägypten und die italienischen Kolonialgebiete läßt erkennen, daß in den Tropen uneingeschränkt das Bitumen vorherrscht. Den hohen Temperaturen kann durch Einstellen des Bitumens auf höhere Zähflüssigkeit entsprochen werden. Bei den Bodenmischverfahren mit Emulsionen wird das nicht einmal nötig sein. Denn der Bitumenfilm ist hier so fein, daß dadurch schon seine Temperaturempfindlichkeit herabgesetzt wird.

Bei der Oberflächenbehandlung hat die Schwierigkeit, den geeigneten Steinschotter für die Abspaltung zu finden, bereits zum Rückgriff auf Stoffe geführt, die die Anpassungsfähigkeit dieser Bauweise kennzeichnen. In Neuguinea werden Korallen als Zuschlag benutzt, wie Professor Graefe berichtet¹³⁾ und in Niederländisch-Indien die Schalen von Palmnüssen, die nachgiebig und unverwundlich sind und keinen Staub erzeugen. Demnach können auch geeignete organische Stoffe zum Straßenbau herangezogen werden.

Die Bodenbindung mit Zement vollzieht sich in der gleichen Weise, indem dem durchmischten und auf etwa 25 mm Korngröße zerkleinerten Boden Zement zugesetzt wird, und zwar entweder durch Abladen der notwendigen Menge Zement in Säcken auf der Straße selbst oder durch Verteilen des Zements in Streuvorrichtungen im Ausmaß von etwa 4,6 bis 8% des Trockengewichts des Bodens. Auf die innige Durchmischung folgt das Annässen, Einbauen und Verdichten.

Bei den Bodenmischungen, gegebenenfalls unter Zusatz von löslichen Salzen und Zement, wird zum Annässen viel Wasser benötigt, an dem es in wasserarmen Gegenden fehlt. An solchen Stellen werden bituminöse Stoffe geeigneter sein. Der Einsatz von Maschinen ist insofern begründet, als in kolonialen Gebieten die menschliche Arbeitskraft höchst unsicher zu bewerten ist.

Die hier vorgebrachten Verfahren sind nur in ihren Hauptmerkmalen angedeutet, um alle die Möglichkeiten vorzubringen, die gegebenenfalls im kolonialen Straßenbau verwendet werden können.

Sowelt das afrikanische Festland in Frage kommt, wird der dort auftretende Lateritboden besondere Aufgaben stellen. Es handelt sich hier um das Endglied eines Verwitterungsvorgangs, bei dem durch Entbasung, Entkieselung, Enteisung und Anreicherung von Tonerde eine Bodenart entstanden ist, die bei Trockenheit stark schrumpft und reißt, sich beim ersten Regen aber in Schlamm verwandelt. Laterit kann aus verschiedenen Gesteinen entstanden sein, z. B. aus Erstarrungsgesteinen. Nach Untersuchungen von Atterberg handelt es sich um einen Kolloidschlamm, der besonders bildsam und zäh ist¹⁴⁾. Die hohe

Zähigkeit des Laterit soll auf den Reichtum an Biotit und Hämatit zurückzuführen sein, Bestandteile des Ursprungsgesteins. Beobachtungen über unterschiedliches Verhalten des Laterit sind vermutlich auf Abweichungen im Verwitterungsgrad und Verschiedenheit des Ursprungsgesteins zurückzuführen. Durch Magerung mit Grobkörnigkeit und bituminöse Behandlung wird Laterit in tragfähigen Boden umgewandelt werden können. Entlang der warmen Ostküste Afrikas und in Kamerun tritt er als roter Laterit auf, im italienischen Süden als Schwarzerde. Wenn man diesem Untergrund nicht aus dem Wege gehen kann, soll ein Damm aufgeschüttet werden, der reichlich mit Längs- und Quersickerungen versehen wird.

Auch der englische Bericht Nr. 41 zum VI. Internationalen Straßenkongreß in Washington 1930 gibt an, daß Erdstraßen ihren Zweck erfüllen und daß ihr Bestand von den klimatischen Bedingungen und von der Beschaffenheit des ausgehobenen Erdstoffes abhängt. Alle Länder mit großen dünnbesiedelten Räumen, wie Indien, Rußland und China, haben den Möglichkeiten, die die aus dem Boden selbst aufgebauten Erdwege bieten, ihre Aufmerksamkeit zugewendet, und aus Argentinien wird im Bericht 35

zum VI. Internationalen Straßenkongreß erwähnt, daß sich solche Erdwege mit Hilfe herbeigeholter Gemische ebenso wie Sandtonwege ausgezeichnet bewährt haben.

Da es in Australien in den Gebieten, in denen dichter schwerer Ton ansteht, an körniger Masse fehlt, um ihn zu mageren, hat man versucht, Allwetterwege aus ihm dadurch herzustellen, daß der Ton an der Oberfläche gebrannt wird¹⁵⁾. Hierzu wird er aufgerissen und anschließend durch heiße Gase bis zu 1400° gesintert. Die durch Holzfeuer erzeugte Wärme wirkt auf die Tonmasse durch eine Haube ein, die dicht über dem Boden geführt wird. Die Arbeitsgeschwindigkeit ist 18 m/h. Die gebrannten Klumpen werden noch zerkleinert und eingeebnet, dann wird Tonmörtel zugesetzt, das Ganze gewässert und gewalzt. Die Verwendung von Holz zum Heizen läßt das Verfahren für Kolonien geeignet erscheinen.

Betonbeläge werden nur für Hauptschlagadern des Verkehrs in Frage kommen, wenn die Zuschläge leicht zu beschaffen sind. Der Zement wird vorerst wohl nicht in den Kolonien erzeugt werden, sondern vom Mutterlande eingeführt werden müssen. Die Wasserbeschaffung für die Betonbereitung wird vielfach Schwierigkeiten machen. Es wird schon als besondere Gunst der Verhältnisse anzusehen sein, wenn man es als Grundwasser durch Tiefbohrungen gewinnen kann.

Menschen- und Maschineneinsatz.

Menschenmangel und geringe Leistungsfähigkeit der Eingeborenen und auch der Weißen in den Tropen wird von vornherein auf Einsatz von Maschinen im Straßenbau hinweisen. Aber auch diese müssen bedient, angetrieben und unterhalten werden. Die Anfuhr von Treibstoff erschwert die Bauausführung. Es gibt aber in den Tropen pflanzliche Öle, die als Betriebsstoff brauchbar sind. Nur solche Maschinen kommen in Frage, die nicht aus zu vielen Teilen zusammengesetzt sind, damit kein zu umfangreiches Ersatzlager gehalten werden muß. Das gilt in den Kolonien für alle Maschinen, besonders aber im Straßenbau, wo sie besonderen Überbeanspruchungen ausgesetzt sind.

Als Maß etwa, mit welchen Arbeitsleistungen der Weißen und der Eingeborenen zu rechnen ist, sollen die Erfahrungen von den Straßenbauten im italienischen Imperium mitgeteilt werden. Die Stammarbeiter der italienischen Unternehmer haben in den heißen Zonen nur 40% von dem geleistet, was sie in ihrer Heimat schaffen können, die Eingeborenen nur 10% der gleichen Leistung. Das Versagen der Eingeborenen hat dann dazu geführt, daß man Arbeitskräfte aus Lybien, dem Sudan und aus Arabien beschafft hat.

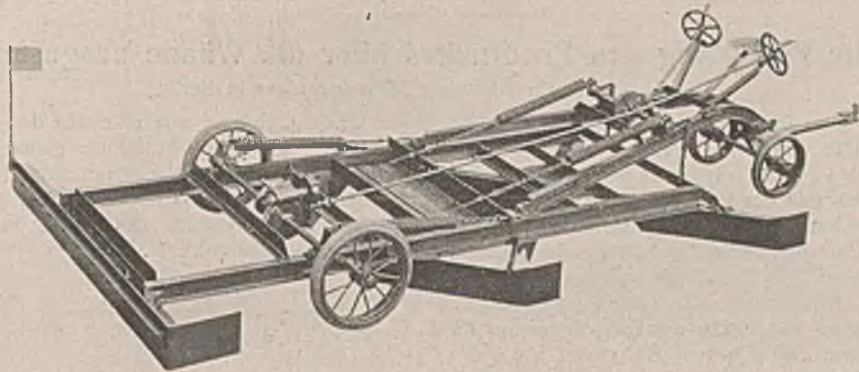


Abb. 11. Schleppe.



Abb. 12. Luftreifenwalze.

¹¹⁾ Ausführung der Maschinenfabrik Adams in USA.

¹²⁾ Public Roads, August 1938.

¹³⁾ Edmund Graefe, Asphalt-Teer 1938, S. 670; Bitumen 1938, S. 227.

¹⁴⁾ Terzaghi, Erdbaumechanik. Leipzig 1925, S. 34.

¹⁵⁾ Internationaler Straßenkongreß in München 1934, Ber. 38, und im Haag 1938, Ber. 80.

Ausführung durch Unternehmer.

Die Vergebung von Straßenbauten in den Kolonien zu festen Preisen war schon früher nicht möglich und wird vorerst auch jetzt noch unterbleiben müssen. Auf Grund der ersten Erfahrungen bei Eisenbahnbauten in den deutschen Kolonien wurde eine Lösung in der Form des sogenannten Kolonialvertrages gefunden, bei dem der Unternehmer die von ihm tatsächlich aufgewendeten, durch Belege nachzuweisenden Selbstkosten und einen nach der Höhe der Bausumme ermittelten Unternehmergewinn erhält. Außerdem wird aber noch eine Stichsumme vereinbart, der die nach Lage der Verhältnisse zu erwartende Gesamtaufwendung angepaßt wird. Bei Überschreitung dieser Stichsumme muß

der Unternehmer einen Teil der Selbstkosten tragen, sein Unternehmergewinn ermäßigt sich dadurch. Wenn aber die Selbstkosten die Stichsumme nicht erreichen, erhält der Unternehmer einen Anteil an der Ersparnis.

An der Unsicherheit der Veranschlagungsunterlagen bei Arbeiten in fremden Ländern wird sich nicht viel geändert haben. Nur sind die Verfahren zur Preisermittlung und Kostenprüfung im Baugewerbe jetzt weitgehend entwickelt, durchsichtiger gemacht und verfeinert worden und durch amtliche Vorschriften geregelt. Die Anwendung dieser Grundsätze auf die Bauten in den Kolonien wird einen Wettbewerb zur Erlangung der Arbeiten auf Grund des Kolonialvertrages ermöglichen und seine Abwicklung erleichtern.

Versuche über die Verteilung des Erddruckes über die Wände ausgesteifter Baugruben.

Alle Rechte vorbehalten.

Von Dipl.-Ing. Curt Klenner, Obergeringieur in Berlin.

Die Frage, wie sich der Erddruck über Baugrubenwände verteilt, ist in den letzten Jahren oft erörtert und in zahlreichen Abhandlungen theoretisch von den verschiedensten Seiten beleuchtet worden. Auch ist überzeugend nachgewiesen worden, daß der Erddruck nicht überall denselben Gesetzen folgen kann, sondern daß sein Angriffspunkt und seine Verteilung abhängig ist von der Bewegung, die das betreffende Bauwerk während der Herstellung oder als fertiger Baukörper ausführt.

Daraus ergab sich, daß die bislang für alle Fälle angenommene geradlinig mit der Tiefe wachsende Verteilung des Erddruckes nur für den besonderen Fall zutreffen kann, daß sich eine Stützwand um einen unterhalb der Sohle liegenden Punkt dreht, daß aber in allen anderen Fällen das Belastungsbild ein anderes sein muß. Wie es dann aber für den jeweiligen Fall wirklich aussieht, bleibt eine offene Frage.

Der Boden ist in Kornzusammensetzung, Lagerung, Reinheit usw. überall verschieden. Gerade bei Baugrubenaussteifungen aber ist auch der Bewegungsvorgang so verwickelt, daß keine Formel und kein Modellversuch ihn richtig zu erfassen vermag. Es liegt hier keine der drei im Schrifttum so oft angeführten möglichen Bewegungen vor (Drehung um einen Punkt unterhalb der Sohle, Drehung um einen Punkt oberhalb der Wand, gleichmäßige Bewegung der Wand nach vorn).

Eine Baugrubenwand üblicher Ausführung verschiebt sich, dem Bauvorgang entsprechend, von oben nach unten fortschreitend allmählich nach der Baugrube hin. Die dabei hinter der Wand auftretenden Bodenbewegungen, die Ausbildung von Gleitflächen usw. in eine Formel zwingen zu wollen, muß aussichtslos erscheinen.

Auch die zur Stützung der einen oder anderen Anschauung im Prüfraum ausgeführten Versuche in Sandkisten können nicht überzeugen, da sie das Wesentlichste, den Bewegungsvorgang, kaum einwandfrei erfassen können. Es mußte deshalb versucht werden, die Kräfte am Bauwerk selbst zu messen und damit all die verschiedenen Einflüsse zu erfassen. Durch planmäßige Versuche unter den verschiedensten Bedingungen erhält man dann allmählich eine sichere Grundlage für die zweifellos notwendige Änderung der Belastungsannahmen für Baugrubenaussteifungen.

Die Siemens-Bauunion G. m. b. H. in Berlin-Siemensstadt beschränkt aus diesen Erwägungen heraus im Jahre 1936 den Weg des Großversuchs in mehreren von ihr ausgeführten Untergrundbahn-Baugruben. Seit dieser Zeit sind in Berlin und in München unter den verschiedensten Bedingungen zahlreiche Messungen vorgenommen worden, und zwar zunächst in dem Los Hermann-Göring-Straße der Nordsüd-S-Bahn in Berlin, später im Los 4 S der S-Bahn München in der Lindwurmstraße und schließlich in der Baugrube der Spree-Unterführung am Mühlendamm in Berlin. Die Ergebnisse dieser Versuchsmessungen werden nachstehend mitgeteilt, wobei der Vollständigkeit halber auch die früher bereits veröffentlichten Versuchsergebnisse einbezogen werden.

In den beiden ersten Fällen wurden die Baugrubenwände nach der Trägerbohlwand-Bauweise ausgeführt, bei der Spree-Unterführung am Mühlendamm dagegen bildeten Spundwände die seitliche Einfeldung. Die Trägerbohlwand-Bauweise ist in den Fachzeitschriften schon so oft beschrieben worden¹⁾, daß sie als bekannt vorausgesetzt werden kann.

Die Versuchsergebnisse der Siemens-Bauunion in der Hermann-Göring-Straße in Berlin sind von Dr.-Ing. Spilker²⁾ veröffentlicht. In diesem Aufsatz ist auch das Meßverfahren eingehend beschrieben, so daß von einer Wiederholung abgesehen werden kann. Es sei hierbei jedoch, wie auch schon aus dem Aufsatz von Dr.-Ing. Spilker hervorgeht, darauf hingewiesen, daß dem Meßverfahren zweifellos noch gewisse Unsicherheiten anhaften, die in der Abweichung der gemessenen Kraftdehnungslinien von den theoretisch zu erwartenden zum Ausdruck kommen. Um die Größe dieser Abweichungen festzustellen, sind Vergleichsmessungen nach einem anderen Verfahren in Vorbereitung, über die zu gegebener Zeit berichtet werden wird. Während in dem Aufsatz

von Dr.-Ing. Spilker nur eine aus den Messungen in den Trägerreihen 4 bis 6 sich ergebende Mittellinie gebracht ist, sind hier mehrere Einzelergebnisse aus diesen Versuchen aufgetragen. Der von Dr.-Ing. Spilker gegebene geologische Längsschnitt durch die Baugrube wird zum Vergleich mit der Bodenbeschaffenheit an den anderen Meßstellen noch einmal dargestellt (Abb. 1).

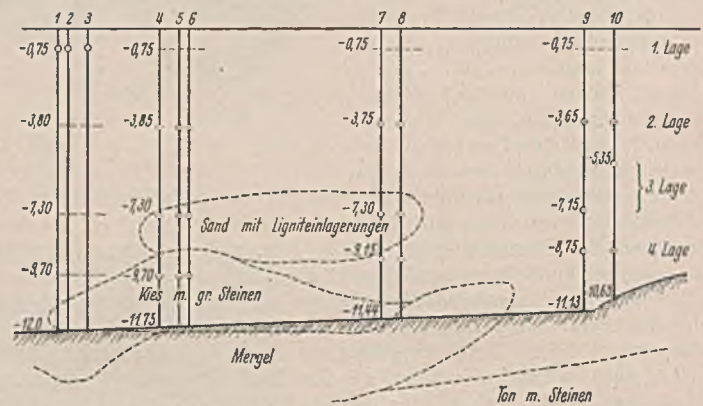
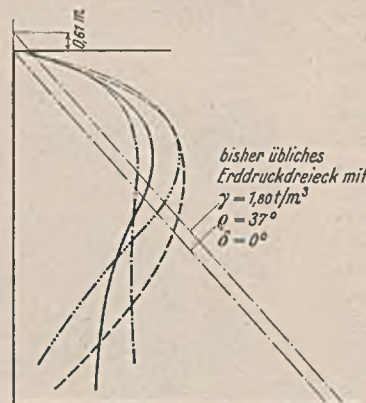


Abb. 1. Geologischer Längsschnitt durch die Baugrube in der Hermann-Göring-Straße in Berlin. Fünffach überhöht.



Zu Abb. 1. Aus den Steifendruckkräften hergeleitete Erddruckflächen bei den Versuchsreihen 6, 7, 9 und 10.

In München ist der geologische Aufbau des Untergrundes vollkommen anders als in Berlin. An den Meßstellen bestanden die oberen 6 bis 8 m aus gewachsenem groben Kies oder einer Auffüllung aus ähnlichem Boden, während darunter ein mit „Flinz“ bezeichneter Boden ansetzt. Der Flinz gehört dem Tertiär an. Seine Beschaffenheit, Zusammensetzung und Festigkeit unterliegen außerordentlichen Schwankungen; es gibt alle Übergänge von feinem Fießsand bis zum steinharten Mergel (Abb. 2). Man sah deshalb mit Spannung den ersten Versuchen unter diesen völlig andersartigen Bodenverhältnissen entgegen. Die Versuche in München wurden zum großen Teil

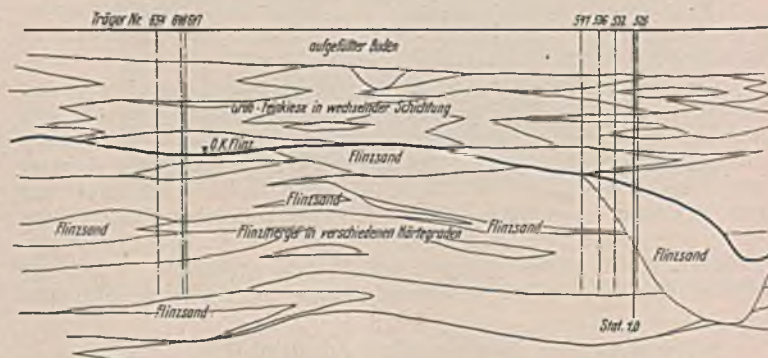


Abb. 2. Geologischer Längsschnitt in der Lindwurmstraße in München. Zehnfach überhöht.

¹⁾ u. a. D. Bauztg. 1914, S. 346 u. 354; — Bauing. 1922, S. 362; — Bautechn. 1924, S. 408.

²⁾ Bautechn. 1937, Heft 1, S. 16.

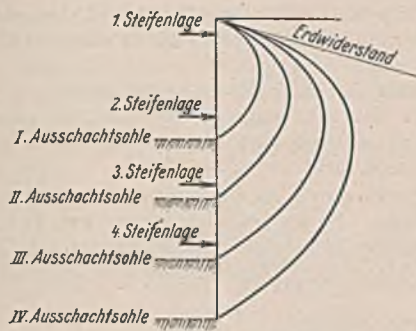


Abb. 3. Anwachsen des Erddrucks mit zunehmender Aushubtiefe.

Gemessene Steifendruckkräfte und Bauzustände während der Versuche am:

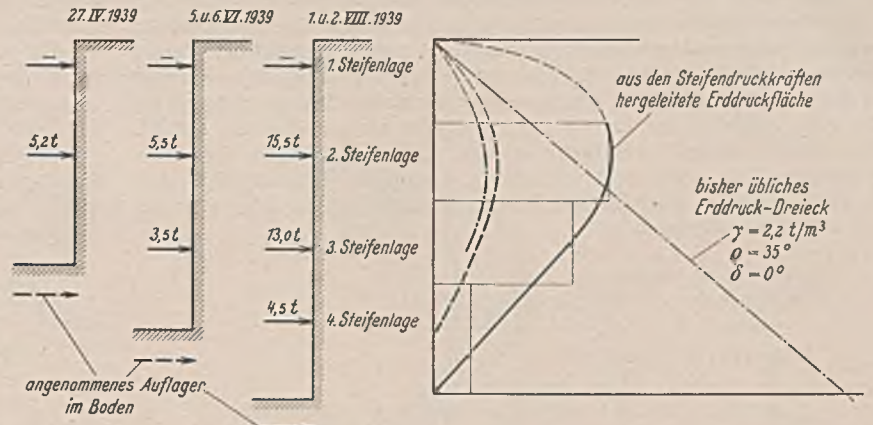


Abb. 6. Steifendruckversuche zwischen den Trägern IP 647 und IP 149 (S-Bahn München, Los 4 S.)

Steifenlage nicht gemessen werden konnten, weil hier eine Fahrabdeckung eingebaut werden mußte.

Versuchsplan für die Messungen im Los 4 S der S-Bahn München.

1. Unmittelbar vor Einbau der 3. Steifenlage: Messen der Kräfte der 2. Steifenlage.
2. Unmittelbar vor Einbau der 4. Steifenlage: Messen der Kräfte in der 2. und 3. Steifenlage.
3. Nach Erreichen der Sohle: Messen der Kräfte in der 2., 3. und 4. Steifenlage.

Trotz des völlig anderen geologischen Aufbaues war das Ergebnis auch dieser Messungen ganz ähnlich wie bei den Versuchen in Berlin. Es bestätigte sich zugleich auch, daß die Kräfte in den oberen Steifen mit zunehmender Aushubtiefe ganz erheblich anwachsen. Damit dürfte wohl die

Gemessene Steifendruckkräfte und Bauzustände während der Versuche am:

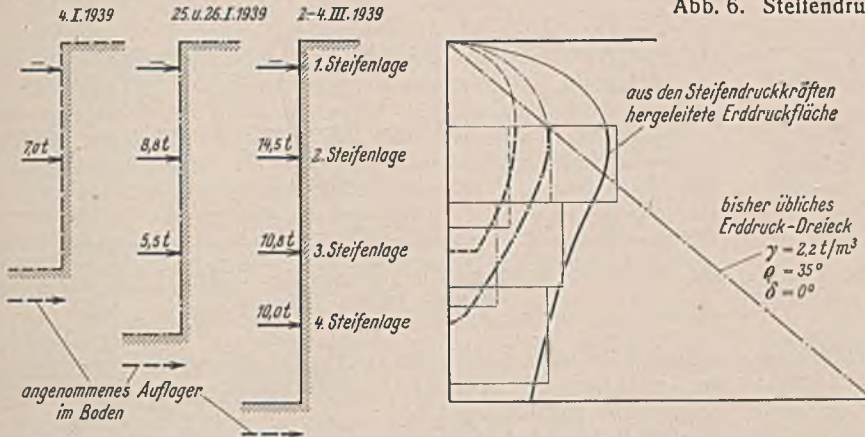


Abb. 4. Steifendruckversuche zwischen den Trägern IP 536 und IP 37 (S-Bahn München, Los 4 S.)

nicht erst nach dem Erreichen der Baugrubensohle durchgeführt, sondern auch schon während des Tiefschachtens. Der Grund dazu war folgende Überlegung.

Nimmt der Erddruck geradlinig mit der Tiefe zu, dann müssen die Kräfte in den einzelnen Steifenlagen während des Ausschachtens der Baugrube annähernd unverändert bleiben. Hat der Erddruck dagegen eine Form, wie sie sich aus den ersten Steifendruckmessungen ergab, dann muß die Belastung in den oberen Steifenlagen mit wachsender Aushubtiefe bis zu einem Grenzwert, den theoretisch der Erdrückstand bildet, fortlaufend zunehmen³⁾. Das Belastungsbild müßte sich also während des Ausschachtens der Baugrube ändern (Abb. 3).

Die Versuche in der Lindwurmstraße wurden daher nach dem folgenden Plane durchgeführt, wobei zu berücksichtigen ist, daß in diesem Falle die Kräfte in der obersten

³⁾ Bautechn. 1938, S. 463 u. 464.

Gemessene Steifendruckkräfte und Bauzustände während der Versuche am:

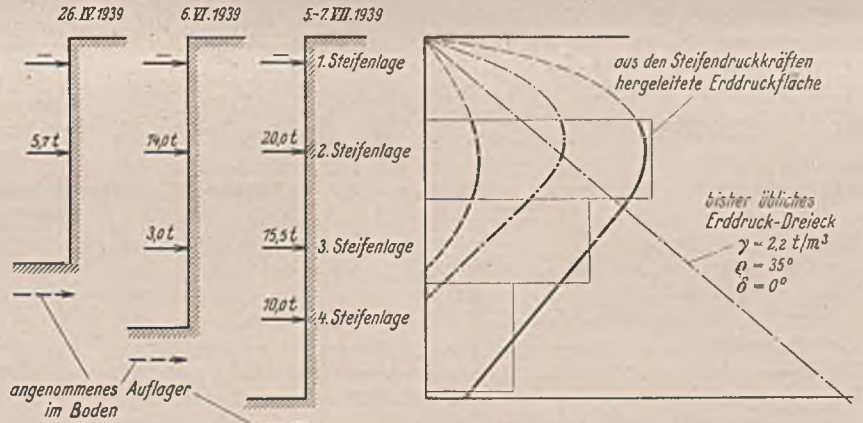


Abb. 7. Steifendruckversuche zwischen den Trägern IP 648 und IP 150 (S-Bahn München, Los 4 S.)

Die Messungen sind erst nach Erreichen der Sohle vorgenommen worden

Gemessene Steifendruckkräfte am: 25-31. VII. 1939.

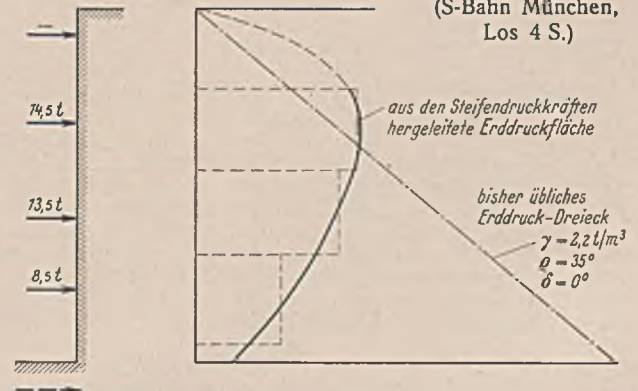


Abb. 8. Steifendruckversuche zwischen den Trägern IP 157 und IP 654 (S-Bahn München, Los 4 S.)

Gemessene Steifendruckkräfte und Bauzustände während der Versuche am:

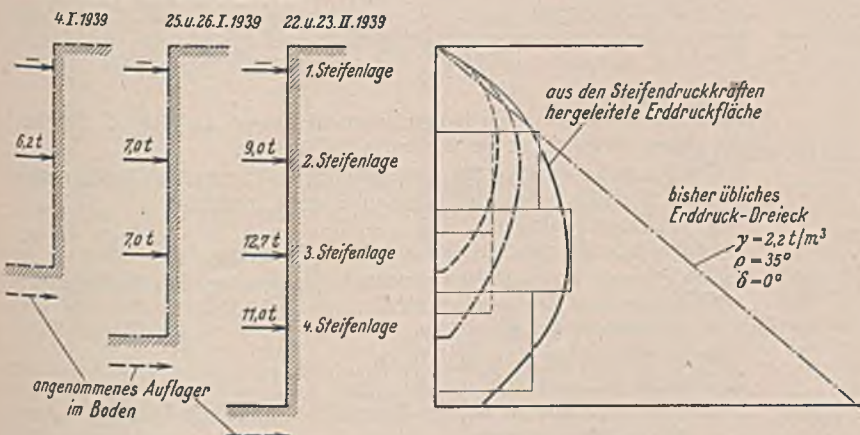


Abb. 5. Steifendruckversuche zwischen den Trägern IP 541 und IP 42 (S-Bahn München, Los 4 S.)

Ansicht widerlegt sein, daß die Kräfte in den Steifen lediglich durch das Ankeilen der Bohlen hervorgerufen werden (Abb. 4 bis 8).

Mehrere Proben des Flinzbodens verschiedener Beschaffenheit waren in einer Baugrund-Versuchsanstalt untersucht worden, wobei der Winkel der inneren Reibung und die Haftung (Kohäsion) festgestellt wurden. In ihrem Gutachten führte die Versuchsanstalt aus, daß möglicherweise der volle Erddruck bei hartem Flinz erst nach einigen Monaten auftritt. Man könnte deshalb der Meinung sein, daß das aus den Versuchen gewonnene Bild noch nicht vollständig ist, obwohl es schließlich den Zustand zeigte, der während einer gewöhnlichen Bauausführung vorhanden und deshalb maßgebend ist.

Die Messungen sind erst vorgenommen, als die Baugrube über 1 Jahr ausgeschachtet gestanden hatte.

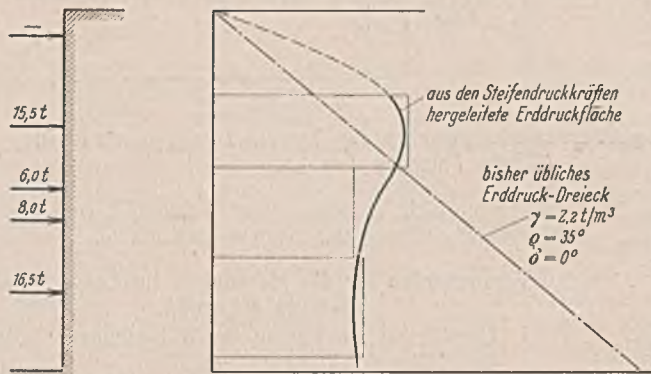


Abb. 9. Steifendruckversuche zwischen den Trägern IP 26 und IP 526 (S-Bahn München, Los 4 S.)

und 541 der Schwerpunkt des Erddruckes etwas tiefer lag als an den übrigen Meßstellen, so daß hier vielleicht auch ein anderer Grund mitgesprochen hat.

Im jedem Falle aber ist diese Veränderung gering, so daß also selbst dann, wenn eine Baugrube ausnahmsweise einmal ungewöhnlich lange ausgeschachtet stehenbleiben muß, mit grundlegenden Änderungen des Erddruckes anscheinend nicht zu rechnen ist.

Die Baugrube des Spreetunnels an der Mühlendammerschleuse ist von Spundwänden umschlossen. Es war vorzusehen, daß sich hier der Einfluß der Einspannung der Spundwand (Größe III) auf die Gestalt der Belastungsfläche auswirken mußte. Abweichend vom Regelfall war hier

Die Messungen sind erst vorgenommen worden, als die Baugrube über 1 Jahr ausgeschachtet gestanden hatte

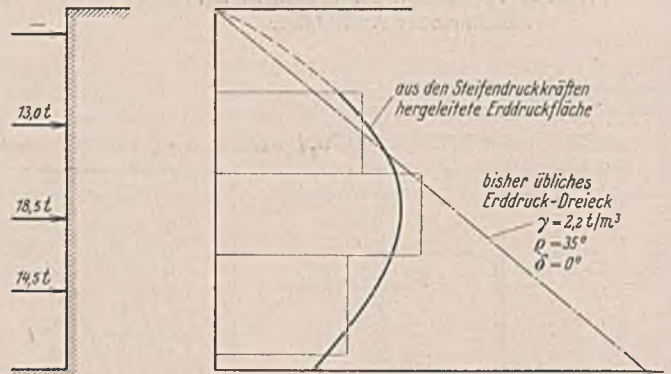


Abb. 10. Steifendruckversuche zwischen den Trägern IP 33 und IP 532 (S-Bahn München, Los 4 S.)

Es wäre weiter denkbar, daß auch die Verkehrserschütterungen auf die Dauer nicht ohne Einfluß bleiben auf die Verteilung des Erddruckes; denn bei Brückenwiderlagern z. B. verschwinden ja allmählich durch diese Erschütterungen die zunächst entstandenen Gleitflächen wieder, weshalb sich der Erddruck auf solche Stützmauern mit der Zeit ändert.

Gelogenheit zu einer Untersuchung auch dieser Fragen bot sich am Losanfang, wo ein Teil der Baugrube über ein Jahr ausgeschachtet gestanden hatte und zudem ein starker Straßenbahnverkehr über die Fahrbahnbrücke gegangen war. Zwei Versuchsreihen konnten an dieser Stelle durchgemessen werden (Abb. 9 u. 10).

Der Schwerpunkt des Erddruckes scheint sich danach etwas nach unten verschoben zu haben. Es ist aber zu beachten, daß auch schon bei den Messungen zwischen den in der Nähe gelegenen Trägern 42

auch, daß die oberen Meter des Bodens aus einer Auffüllung bestanden, die — auf der einen Seite als Damm ausgeführt — zum Teil nur eine Kronenbreite von 1 m hatte.

Der Bodenaushub hatte sich infolge der Zeitumstände über einen ungewöhnlich langen Zeitraum erstreckt, so daß diese Versuche auch den Einfluß „Zeit“ mit erfassen. Die Messungen fanden erst nach Erreichen der Sohle statt.

Trotz all dieser Verschiedenheiten sprechen auch hier die aus den Steifendruck abgeleiteten Belastungsflächen eindeutig gegen das der Berechnung zugrunde gelegte Erddruck-Dreieck (Abb. 11).

Obwohl durch die zahlreichen Versuche umfangreiche Unterlagen zusammengetragen sind, erhebt sich die Frage, ob man berechtigt ist, aus den zur Zeit vorliegenden Versuchen schon Folgerungen für die

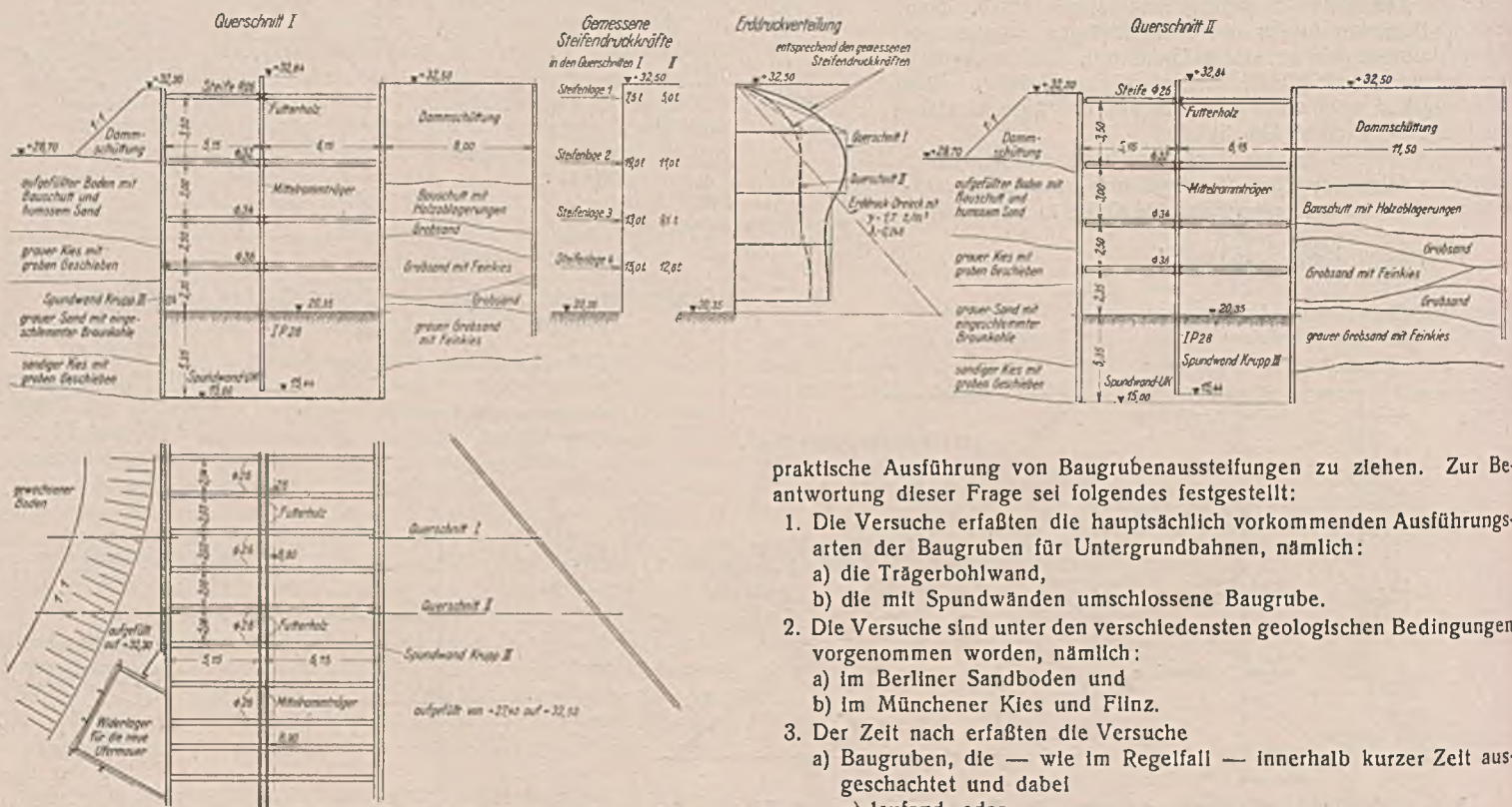


Abb. 11. Spree-Unterführung am Mühlendamm.

praktische Ausführung von Baugrubenaussteifungen zu ziehen. Zur Beantwortung dieser Frage sei folgendes festgestellt:

1. Die Versuche erfaßten die hauptsächlich vorkommenden Ausführungsarten der Baugruben für Untergrundbahnen, nämlich:
 - a) die Trägerbohlwand,
 - b) die mit Spundwänden umschlossene Baugrube.
2. Die Versuche sind unter den verschiedensten geologischen Bedingungen vorgenommen worden, nämlich:
 - a) im Berliner Sandboden und
 - b) im Münchener Kies und Flinz.
3. Der Zeit nach erfaßten die Versuche
 - a) Baugruben, die — wie im Regelfall — innerhalb kurzer Zeit ausgeschachtet und dabei
 - α) laufend, oder
 - β) erst nach Erreichen der Sohle untersucht wurden,

- b) Baugruben, die rasch ausgeschachtet und dann über ein Jahr starkem Straßenverkehr ausgesetzt waren,
 - c) Baugruben, bei denen infolge sehr langsamen Arbeitsvorschlittes erst nach vielen Monaten die Sohle erreicht wurde.
4. Das Grundwasser wurde beseitigt:
- a) durch Grundwassersenkung mittels Tiefbrunnenpumpen (Versuche in Berlin),
 - b) durch offene Wasserhaltung (Versuche in München).

Die Versuche erstreckten sich demnach nicht nur über die meisten praktisch vorkommenden Fälle, sondern sie erfaßten auch eine Anzahl von Ausnahmefällen. Trotzdem ist das Ergebnis grundsätzlich bei allen Messungen das gleiche. Es wurde ausnahmslos festgestellt, daß der Erddruck im oberen Teil der Baugrubenwand größer ist — zum Teil ganz erheblich — als nach der bisherigen Annahme; in der unteren Hälfte der Baugrubenwand dagegen wesentlich geringer, als sich rechnerisch nach dem Erddruck-Dreieck ergibt.

Die weitgehende Übereinstimmung aller Messungen beweist aber auch, daß es sich nicht um Einzelercheinungen handeln kann, wie man nach den ersten Versuchen anzunehmen geneigt war, sondern durchaus um den Regelfall. Die Frage, ob man berechtigt ist, aus diesen Versuchen schon Folgerungen zu ziehen, kann demnach unbedingt bejaht werden.

Wie wirkt sich nun die so ermittelte Lastverteilung auf die Trägerbohlwand aus? Bisher wurde in diesem Zusammenhang immer nur von den Steifen gesprochen. Gewiß werden die oberen Steifen überbeansprucht — was sogar manchmal zu stärkeren Durchbiegungen der Hölzer führt und das Einziehen zusätzlicher Steifen erforderlich macht — während die sehr kräftigen unteren Steifen kaum nennenswerte Belastungen erhalten. Auch für die Bemessung der Steifen wäre es zweckmäßig, wenn der Erddruck in der statischen Berechnung mehr den tatsächlichen Verhältnissen entsprechend angesetzt würde.

Von größerer Bedeutung aber ist der Einfluß auf die Ausbohlung. Wie die ermittelten Belastungsflächen zeigen, ist die wirkliche Beanspruchung der oberen Bohlen zum Teil mehr als doppelt so groß, als der Berechnung zugrunde liegt. Diese falsche Annahme hat denn auch — wie man immer wieder beobachten kann — zur Folge, daß meist die Bohlen im oberen Drittel der Baugrubenwände kräftig durchgebogen sind. Im Gegensatz zu den Steifen ist hier jedoch eine Verstärkung kaum oder nur unter sehr großen Schwierigkeiten und Kosten möglich. Bei dem knappen Auflager, das die Bohlen bei den noch häufig als Außenwandträger verwendeten gewöhnlichen I-Trägern haben, bedeutet dies eine nicht zu unterschätzende Gefahr für die Sicherheit der Baugrube. Nachdem dieser Tatbestand durch eine so erhebliche Zahl von Versuchen nachgewiesen worden ist, ist man m. E. sogar verpflichtet, in Zukunft Belastungsannahmen zu treffen, die solche Möglichkeiten ausschließen.

Im übrigen ist es der Zweck unserer Berechnungen, die angreifenden Kräfte möglichst richtig zu erfassen und dann die einzelnen Bauglieder so zu bemessen, daß möglichst überall die gleiche Sicherheit vorhanden ist. Zur Zeit haben wir jedoch, wie die Versuche zeigten, den Zustand, daß im oberen Teil der Baugrube Bohlen und Steifen stark überbeansprucht sind, während in der unteren Hälfte der Baugrubenwand ein großer völlig ungenutzter Baustoffüberschuß vorhanden ist.

Angesichts der erwähnten Durchbiegungserscheinungen kann man die zulässigen Spannungen für zu hoch halten, während man bei Belastungsannahmen, die den wirklichen Verhältnissen mehr gerecht werden, unbedenklich sogar eine beschränkte Heraufsetzung der jetzt zulässigen Spannungen befürworten könnte.

Wenn eine neue Erddruckverteilung für ausgesteifte Baugruben für die Zukunft festgelegt werden soll, dann sollte sie nach Möglichkeit alle bisherigen Meßergebnisse einschließen. Der Gesamterddruck dürfte nicht kleiner sein als der Flächeninhalt des jetzigen Erddruck-Dreiecks und er sollte, da ja beim Erddruck letzte Feinheiten überhaupt nicht am

Platze sind, auch für die Rechnung möglichst einfach sein. Alle diese Forderungen erfüllt ein dem bisherigen Erddruck-Dreieck flächengleiches Erddruck-Rechteck. Es weist zudem auch gerade an der Stelle, wo die größte Änderung gegenüber den bisherigen Belastungsannahmen erforderlich ist, — an der Baugrubensohle — gegenüber den Meßergebnissen bei Trägerbohlwänden noch eine besonders große Sicherheit auf.

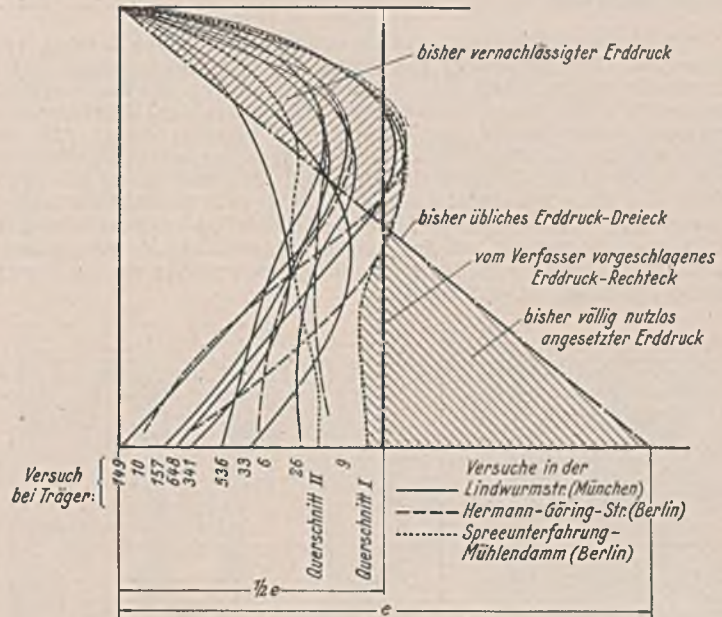


Abb. 12. Vergleichende Gegenüberstellung von Meßergebnis und Berechnungsannahmen.

In Abb. 12 sind zur Übersicht sämtliche Ergebnisse in unter sich zum Teil verschiedenem Kräftemaßstab dargestellt, so daß sich eine unmittelbare Gegenüberstellung der Meßergebnisse und der bisherigen sowie der nunmehr neu vorgeschlagenen Erddruckverteilung ergibt. Auch wenn das Erddruck-Rechteck noch nicht das Endergebnis der Forschungen auf diesem Gebiete darstellt, so beseitigt es doch zunächst die größten Fehler der bisherigen Belastungsannahmen.

Auf Grund der hier mitgeteilten Meßergebnisse haben sich verschiedene Behörden — z. B. die Reichsbahnbaudirektion München und das Schnellbahnbauamt der Stadt Berlin — bereits ganz oder mit nur geringer Abweichung mit der hier vorgeschlagenen Änderung einverstanden erklärt. Es sind demzufolge zur Zeit auch schon mehrere 100 m Baugrube dem Erddruck-Rechteck entsprechend ausgebohrt worden.

Die hier mitgeteilten Versuche sind nicht die letzten, die die Siemens-Bauunion G. m. b. H. zur restlosen Klärung dieser außerordentlich wichtigen Erddruckfrage durchführen wird. Wünschenswert wäre es jedoch, wenn auch von anderer Seite ähnliche Messungen vorgenommen würden, damit ein möglichst umfangreicher Stoff zusammengetragen wird. Darüber hinaus wäre es zu begrüßen, wenn es ganz allgemein üblich würde, daß auch jeder Bauherr einen bestimmten Hundertsatz des Auftragswertes für Versuche, die in das betreffende Gebiet schlagen, von vornherein mit auswirft. Im vorliegenden Fall ist das Meßverfahren so einfach, daß auf jeder Baustelle ohne nennenswerte Kosten derartige Versuche durchgeführt werden können. Es sollte sogar Grundsatz werden, daß jede größere Baugrube von Zeit zu Zeit durch solche Messungen überprüft wird, ähnlich wie sonst am fertigen Bauwerk Probelastungen vorgenommen werden. Denn gerade beim Untergrundbau ist häufig die richtige Herstellung der Baugrube der Ingenieurmäßig schwierigste Teil.

Vermischtes.

Eine Straße mit veränderlichen Fahrspuren. Beim Bau einer Ausfallstraße in Chicago mußte darauf Rücksicht genommen werden, daß sich am Morgen drei Viertel des Verkehrs, der sich auf ihr abspielt, in der Richtung stadtwärts bewegt, während am Abend das Verhältnis der beiden Verkehrsströme umgekehrt ist. Da die Straße 40% des Zu- und Abgangsverkehrs von Chicago aufzunehmen hat, hielt man es für nötig, sie mit acht Fahrspuren anzulegen und dem Wechsel der Fahrtrichtungen dadurch Rechnung zu tragen, daß man mit Hilfe von versenkbaren Schrammborden je nach der Tageszeit sechs Fahrspuren mit dem Verkehr der überwiegenden Richtung belastete, während der Verkehr der Gegenrichtung auf zwei Fahrspuren verwiesen wurde. Bei gleichmäßiger Verteilung des Verkehrs in beiden Richtungen kann die Straße auch in zwei Teile zu vier Fahrspuren geteilt werden. Zunächst ist die Straße mit versenkbaren Schrammborden auf eine Länge von 3,55 km ausgestattet

worden. Die Ausführung scheint als ein Versuch gedacht zu sein, der allerdings sehr erhebliche Kosten verschlungen haben dürfte.

Der starke Verkehr der neuen Straße hat seinen Grund darin, daß auf ihr der Verkehr mehrerer Straßen zusammengefaßt worden ist. Sie führt durch einen Park, der am Ufer des Michigan-Sees liegt und bisher von einer ganzen Anzahl Straßen durchschnitten wurde, wodurch seine Eigenschaft als Park litt. Man hat daher diese Straßen so zusammengelegt, daß eine Hauptstraße für den Fernverkehr ihn in der Mitte durchdringt, während sich eine Straße für den Ortsverkehr an seinem Rande hinzieht. Man hat dadurch den Vorteil einer Trennung der beiden Verkehrsarten erreicht, zugleich aber größere Parkflächen geschaffen und so die Annehmlichkeit erhöht, die der Park bietet.

Der Verkehr verteilt sich zu den verschiedenen Tageszeiten auf die Ausfallstraße, wie aus nachstehender Zusammenstellung ersichtlich ist.

Zeit	Verteilung des Verkehrs auf die Richtung		Anteil am gesamten Tagesverkehr	
	auswärts %	stadtwärts %	stadtwärts %	auswärts %
6 ³⁰ Uhr bis 9 ³⁰ Uhr	17,7	82,3	3,2	15,1
9 ³⁰ Uhr bis 16 Uhr	46,7	53,3	13,1	15,0
16 Uhr bis 19 Uhr	76,3	23,7	17,2	5,3

Die Straße so anzulegen, daß sie aus zwei Fahrbahnen bestand, von denen jede den Stoßverkehr zur Zeit des Geschäftsbeginns und -endes aufnehmen konnte, hätte eine Straße von zwölf Spurbreiten erfordert. Man lehnte daher diesen Gedanken ab und griff zu dem Mittel der versenkbaren Schrammborde zur Regelung des Verkehrs derart, daß die Breite der für jede Fahrtrichtung zur Verfügung gestellten Fahrbahn je nach der Menge des Verkehrs einstellbar ist. Man kam so mit acht Spurbreiten und einer Gesamtbreite von 30,5 m statt 45,25 m aus. Die andere Lösung hätte überdies einen Mittelstreifen von 6,6 m Breite erfordert, den man für nötig hielt, um der Umgebung der Straße als Park gerecht zu werden. Die so erzielten Ersparnisse waren größer als die Kosten für die versenkbaren Schrammborde.

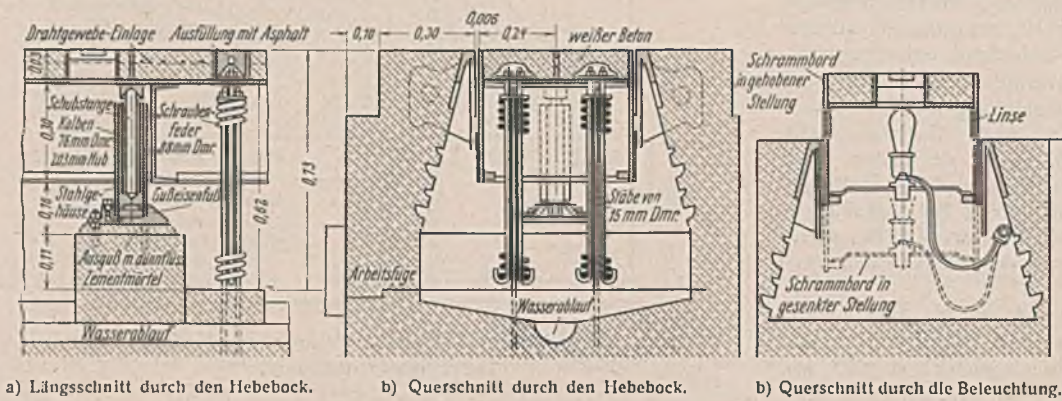


Abb. 1. Versenkbarer Schrammbord.

Die Aufgabe, die durch Verweisung des Verkehrs auf Bahnen wechselnder Breite gestellt wurde, war neu. Nach verschiedenen Versuchen entschloß man sich, sie mit 48 cm breiten Schrammborden zu lösen, die nach Bedarf 20 cm über Straßenfläche gehoben oder so versenkt werden können, daß ihre Oberfläche bündig mit der Straßendecke liegt. Ein Schrammbord wurde in der Mitte der Straße angeordnet, je ein weiteres um zwei Fahrspurbreiten von dem mittleren entfernt. Die Schrammborde werden in einen Schlitz unter der Fahrbahn versenkt, in dem die Vorrichtungen zum Heben und Senken sowie die nötigen Leitungen untergebracht sind.

Da die Fahrbahn durch die Schlitz für die Schrammborde unterbrochen ist, mußten besondere Maßnahmen zur Abführung des auf sie auffallenden Wassers getroffen werden. Die Einlauföffnungen für das abfließende Wasser liegen in der Mitte der durch die Schrammborde gebildeten Straßenstreifen. In die Schächte unter ihnen wird auch das Wasser abgeführt, daß sich in den Schlitz unter der Aufnahme der versenkten Schrammborde sammelt. Aus diesen Schächten wird das Wasser in eine Leitung geführt, die sich längs der Straße hinzieht.

Die Betondecke der Straße ist 20 cm dick und mit einem Drahtgeflecht bewehrt. In 10,15 m Abstand ist sie durch Fugen geteilt, von denen jede vierte als Raumfuge ausgebildet ist. Um einen Schnellverkehr zu ermöglichen, ist der Mindesthalbmesser der Straße 1220 m.

Die versenkbaren Schrammborde sind in einzelne Abschnitte unterteilt, von denen ein jeder seinen besonderen Antrieb hat (Abb. 1). Sie können einzeln oder gleichzeitig gehoben oder gesenkt werden. Die Bewegung wird von Schaltern am Ende der Straßenstrecke aus eingeleitet. Um eine Reihe des Schrammbords anzuheben, wird zunächst der Antrieb für den ersten Abschnitt eingeschaltet; dieser setzt, wenn seine Bewegung beendet ist, den Antrieb für den nächsten Abschnitt selbsttätig in Bewegung, und so geht die Bewegung bis ans Ende der Strecke, von Abschnitt zu Abschnitt selbsttätig weiter geschaltet, vor sich. Die Hubbewegung pflanzt sich also von einem Ende zum anderen fort. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit beträgt dabei etwa 30 km in der Stunde, es dauert also etwa 6 Minuten, bis eine Reihe des Schrammbords aufgerichtet ist. Das Versenken der Schrammborde geht auf der ganzen Strecke fast gleichzeitig vor sich, es dauert nur 10 bis 20 Sekunden.

Die Schrammborde bestehen aus eisernen Kästen in Längen von etwa 7,6 m, die in der Oberfläche eine mit weißem Beton ausgefüllte Vertiefung haben. Die Metallteile sind mit Aluminium überzogen und an den sichtbaren Außenseiten gelb angestrichen. Damit der Schrammbord bei Nacht deutlich sichtbar ist, sind an den Seitenflächen Linsen angebracht, hinter denen Glühbirnen stehen. Jeder Abschnitt steht auf zwei Hebeböcken mit Antrieb durch Flüssigkeitsdruck. Diese spannen beim Heben Schraubenfedern, die den Schrammbord, wenn der Druck unter den Hebeböcken besetzt wird, nach unten ziehen. Die Hebeböcke haben eine Hubkraft von 12 t, die Schraubenfedern werden bis zu einer Kraft von 10 t gespannt. Diese hohen Kräfte sind nötig, um z. B. den Widerstand zu

überwinden, der entsteht, wenn sich Eis gebildet hat, und um mit Sicherheit zu gewährleisten, daß der Schrammbord bis in die Endlage bündig mit der übrigen Straßenfläche heruntergezogen wird. Das Heben und Senken geht von zwei Steuerbuden aus, die an den Enden der Straßenstrecke stehen.

Der Antrieb für die Schrammborde besteht aus einer Pumpenanlage, den Druckbehältern, den Behältern für die zurückfließende Druckflüssigkeit und den nötigen Rohr- und Drahtleitungen. Diese Anlagen sind in dem Schlitz zwischen den mittleren Schrammbord untergebracht. Für jeden Abschnitt sind zwei 1 PS-Motoren vorgesehen, die die Pumpen antreiben. Diese können bei 1750 minütlichen Umdrehungen des Motors 2 Liter Drucköl in der Minute fördern und den Druckbehälter mit einem Druck von 126 bis 169 kg/cm² füllen. Die Größe dieser Behälter ist so bemessen, daß alle drei Schrammborde gehoben werden können, ohne daß der Druck im Behälter wesentlich sinkt. Die Behälter haben die Form von Kugeln mit 40 cm Durchm. Sie werden zunächst mit Glycerin und weiter mit einer leichteren, also auf dem Glycerin schwimmenden Flüssigkeit gefüllt. Dieselbe Füllung erhalten die Behälter für die zurücklaufende Flüssigkeit. Nachdem das Flüssigkeitsnetz abgeschlossen ist, wird durch ein Fallventil Stickstoff in die Druckbehälter eingelassen. Nach Einschalten der Elektromotoren setzen die Pumpen die Druckbehälter unter Druck. Überschreitet der Druck ein gewisses Höchstmaß, so wird der Motor selbsttätig ausgeschaltet, überdies öffnet sich ein Entlastungsventil. Alle Bewegungen gehen selbsttätig vor sich, nachdem der Strom eingeschaltet worden ist; der Druck ist in allen Druckbehältern der gleiche. Der Einlauf der Druckflüssigkeit in die Zylinder der Hebeböcke beginnt, nachdem ein Verkehrszeichen den Straßenverkehr entsprechend geregelt hat. Ebenso wird der Verkehr durch Umschaltung des Verkehrszeichens davon benachrichtigt, daß die Schrammborde gesenkt werden sollen. Die Druckflüssigkeit entweicht dabei unter den Kolben der Hebeböcke und die Federn ziehen den Schrammbord nach unten.

Wenn es auch nur sehr selten vorkommen wird, daß eine ähnliche Aufgabe gelöst werden muß wie bei der hier beschriebenen Straßenanlage in Chicago, so verdient die Lösung dieser Aufgabe doch wegen ihrer Eigenart die Aufmerksamkeit der am Straßenbau beteiligten Kreise.

(Nach Eng. News-Rec., Bd. 124, vom 6. Juni 1940, S. 58).

Wernecke.

Zuschrift an die Schriftleitung.

(Ohne Verantwortung der Schriftleitung.)

Zur Durchbiegung von Dreiecksplatten.

Professor Dr. Girtler berechnet die Durchbiegung von Platten von der Form eines gleichseitigen Dreiecks mit Hilfe eines Reihenansatzes für beliebige Belastung¹⁾. Er kommt zu dem bemerkenswerten Ergebnis, daß bei einer an beliebiger Stelle angreifenden Einzellast dieselbe Biegefläche erzeugt wird, wie von einer zu einer Schwerlinie symmetrisch angreifenden Kraft. Weiter folgert er, daß zwei symmetrisch zu einer Schwerlinie angreifende und entgegengesetzt gerichtete Kräfte überhaupt keine Durchbiegung der Platte hervorruft.

Dieses Ergebnis kann nicht allein durch die nur bedingte Richtigkeit der Theorie und der Navierschen Randbedingungen erklärt werden. Die Biegefläche wird aus den Eigenfunktionen für Biegeschwingungen zusammengesetzt, wobei die Eigenfunktionen die Form haben

$$S_n = k_n \cdot \sin \frac{n \pi y}{a} \left(\cos \frac{n \pi y}{a} + \cos \frac{n \pi x}{b} \right); \quad n = 1, 3, 5 \dots$$

Das sind aber Flächen, die zu den Schwerlinien des gleichseitigen Dreiecks symmetrisch sind. Es muß also geschlossen werden, daß auch die Belastung zu den Schwerlinien symmetrisch liegen muß (etwa eine Lastgruppe gleicher Kräfte, die in den Punkten 1, 2, 3 und 1', 2', 3' der Abb. 2 des Aufsatzes Girtler angreifen). Anderenfalls enthält der Reihenansatz zu wenig Freiheiten, um die bei einer an beliebiger Stelle angreifenden Einzellast sicher unsymmetrische Biegefläche genau darzustellen.

Die Berechnung für Einzellasten müßte also die Einschränkung erfahren, daß sie nur für symmetrische Lastgruppen (im obigen Sinne) gilt, was dann auch bei der Ermittlung der Bewerte berücksichtigt werden muß.

Dr. techn. Felix Cichocki.

Herr Professor Dr. Girtler teilt hierzu mit, daß er augenblicklich aus Zeitmangel nicht antworten könne, da eine kurze Erwiderung nicht genüge. Er werde in einem für später geplanten Aufsatz in der Bautechnik auch auf diese Frage eingehen.

Die Schriftleitung.

¹⁾ Bautechn. 1940, Heft 47/48, S. 535.

INHALT: Die Kriegslieferung der Technischen Nothilfe. — Straßenbau in den Kolonien. — Versuche über die Verteilung des Erddruckes über die Wände ausgesteifter Baugruben. — Vermischtes: Eine Straße mit veränderlichen Fahrspuren. — Zuschrift an die Schriftleitung.

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