

DIE BAUTECHNIK

15. Jahrgang

BERLIN, 3. September 1937

Heft 38

Alle Rechte
vorbehalten.

Der Geisingtunnel der neuen Vollspurbahn Heidenau—Altenberg (Erzgeb.).

Von Reichsbahnoberrat i. R. Hildebrand, Dresden.

I. Allgemeines.

Zur Zeit wird die rd. 42 km lange eingleisige Schmalspurbahn Heidenau—Altenberg (Spurweite 0,75 m) in eine vollspurige Bahn umgebaut. Die Führung der neuen Bahn ist wesentlich schlanker als die der jetzigen Schmalspurbahn, weshalb in dem stark gewundenen und tief eingeschnittenen engen Tal der Weißen und der Roten Müglitz, das die Bahn durchläuft, zahlreiche Kunstbauten hergestellt werden müssen. Unter anderem werden fünf eingleisige Eisenbahntunnel in einer Gesamtlänge von rd. 1,5 km erforderlich. Als erster davon ist der Tunnel bei Geising in Angriff genommen und fertiggestellt worden.

Die gesamten Bauarbeiten für den Geisingtunnel waren auf Grund beschränkter Ausschreibungen der Fa. Siemens-Bauunion, Zweigniederlassung Dresden, zur Ausführung übertragen.

Bevor die vollspurige Bahnlinie die Stadt Geising erreicht, verläuft sie auf der östlichen Talseite mit der Steigung 1:30 in einem S-Bogen von 240/140 m Halbmesser, der auf eine Länge von 236 m in einem Tunnel, auf 65 m in einem nördlichen und auf 50 m in einem südlichen Tunnelvoreinschnitt innerhalb des Berghanges des Geisinger Stadtwaldgebietes liegt (Abb. 1, 2 u. 3).

Auf der nördlichen Hälfte des Tunnels stand unter wenig mächtigem Hangschutt ein an sich fester, aber stark zerklüfteter Fels an. Auf der südlichen Hälfte, die unter einem muldenförmigen Acker- und Wiesengelände liegt, wo mit Buschwerk bewachsene Wassergerinne den Berghang hinabführen (Abb. 3), war, wie schon die Oberflächenverhältnisse erwarten ließen, der Granitporphyr stark verwittert, und zwar in ziemlich tiefe hinein, so daß selbst noch in der Höhenlage der Tunnelröhre auf unfrisches, vielleicht sogar vergrustes Gestein geschlossen werden konnte.

Zum mindesten aber waren in den oberen Lagen eine stärkere Steinzerklüftung und -zertrümmerung sowie reichlicher Wasserzudrang zu erwarten. Gegen das südliche Tunnelende zu war nach den Schürfergebnissen unterhalb der Wiesengeländemulde mit Schub des über dem aufgelockerten Fels lagernden Hangschuttes gegen

den südlichen Tunnelleingang und Voreinschnitt zu rechnen. Ein seitlicher Schub der Hangmassen gegen die Längsrichtung der Tunnelröhre war nicht anzunehmen.

Schon nach dieser Voruntersuchung war es klar, daß mit der bei der generellen Bearbeitung angenommenen Tunnelausmauerung, die nur an den beiden Tunnelenden auf je 15 m gedacht war, nicht auszukommen



Abb. 1. Lageplan mit Baustelleneinrichtung.



Abb. 2.

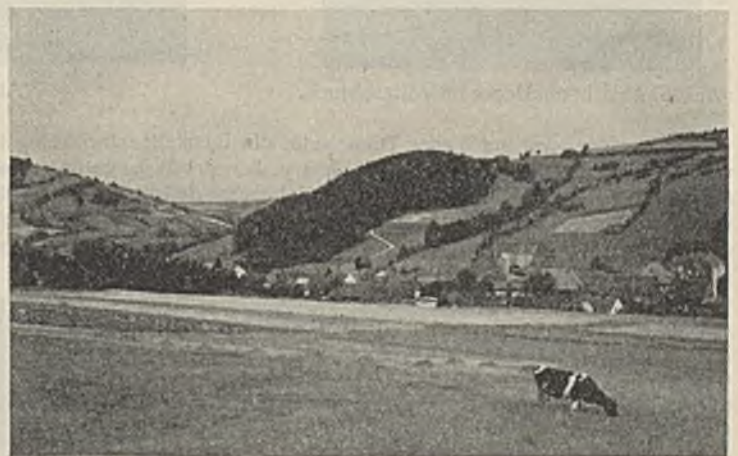


Abb. 3.

II. Geologische Verhältnisse.

Das Gebirge besteht auf der ganzen Länge des Tunnels und der beiden Voreinschnitte aus Granitporphyr. Die höchste Überlagerung des Gebirges über der Tunnelröhre beträgt rd. 30 m. Vgl. Längsprofil im Zuge der Bahnachse (Abb. 4).

Zur Beurteilung der geologischen Verhältnisse ließ die Reichsbahndirektion Dresden vor der endgültigen Aufstellung der Entwurfs- und Ausschreibungsunterlagen das Gebirge durch Schürfen aufschließen. Die eingehenden Untersuchungen, zu denen auch die Bergakademie Freiberg und das geologische Landesamt der Universität Leipzig herangezogen wurden, hatten folgendes Ergebnis:

sein würde. Es mußte wenigstens noch mit Ausmauerung der Strecke unter dem wasserführenden Wiesengelände gerechnet werden. Wie aber die weiteren geologischen Untersuchungen während des Vortriebs der Stollen immer deutlicher zeigten, erschien auch eine Ausmauerung im vorbeschriebenen Umfange als unzureichend. Der Granitporphyr war durch stehende Klüfte und Ruchelzonen längs wie quer zur Tunnelachse durchzogen. Auch waagrecht oder nur flach geneigte Spalten und Ruchelzonen waren vorhanden, und zahlreiche, sehr unregelmäßig verlaufende Risse und Klüfte durchsetzten das Gestein. So hatten sich Felsblöcke und vielfach sogar waagrecht liegende plattenförmige Gesteinsbänke gebildet, die über die Firne der freien Räume hinwegragten oder

In diese Räume hineingriffen, in sich aber wieder stark zerrissen waren, auch mit dem überlagernden Gebirge in keinem sicheren Verbands standen (Abb. 5 bis 7). Infolge dieser starken Gesteinszertrümmerung trat schon bei gewöhnlichen Niederschlägen das Wasser innerhalb kurzer Zeit von oben in die vorgetriebenen Stollen ein. Obgleich Anzeichen für Gebirgsdruck, wenigstens während des Stollenvortriebs und des Vollausbruchs des Tunnels, nicht vorhanden waren, mußte bei der vorgeschilderten Beschaffenheit des Gesteins aus Gründen der Sicherheit gegen Steinfall und Ablösung von Felsblöcken während des späteren Eisenbahnbetriebes eine Ausmauerung des Tunnels auf seine ganze Länge in Aussicht genommen werden, auch um das Gestein gegen Frosteinwirkung zu schützen und die Verwitterung einzuschränken, die bei der hohen Gebirgslage — 600 m über NN — in dem zerrissenen Gestein sehr rasch vor sich geht, wie sich an einem alten und an einem neuen tiefen Bahneinschnitt im Felsen von gleicher geologischer Beschaffenheit unweit des Tunnels bereits gezeigt hat.

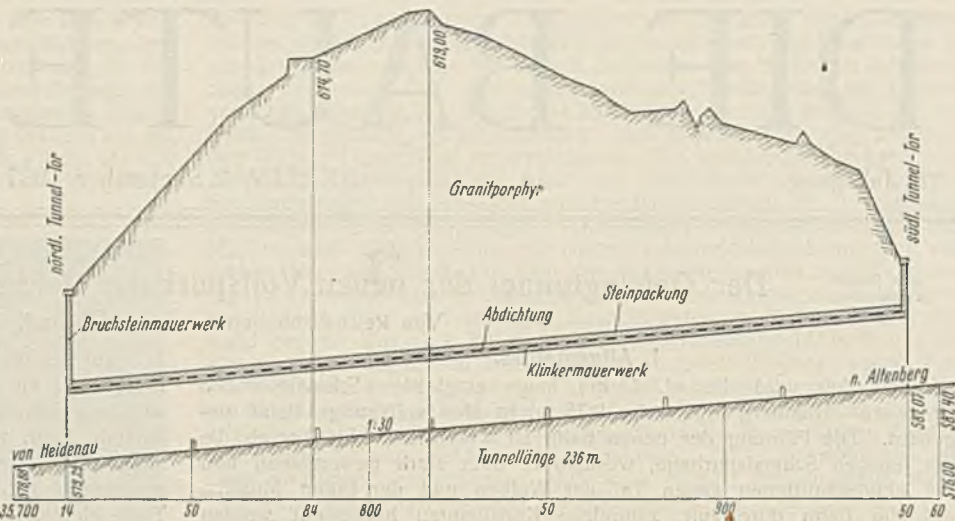


Abb. 4. Längsschnitt.

III. Baustelleneinrichtung.

Da der Tunnel nach Norden zu in einseitigem Gefälle liegt, mußte man, um kostspielige Wasserhaltung zu vermeiden, den Tunnelvortrieb in der Hauptsache von der Nordseite aus vornehmen. Da ferner die gesamten Ausbruchmassen aus dem Tunnel sowie aus den beiden Voreinschnitten (rd. 30 000 m³ gewachsene Massen) nach Norden zu abgefördert

dazu eingerichteten, mit Klappborden versehenen, ausgemusterten schmalspurigen (0,75-m-)Eisenbahnwagen umgeschlagen wurden (Abb. 9 u. 10). Mit Arbeitszügen wurden die Massen dann fahrplanmäßig auf dem Betriebsgleis der Schmalspurbahn Heidenau—Altenberg in nördlicher Richtung nach dem am Haltepunkte Hartmannmühle eingerichteten Ablagerungsplatz abgefördert, der etwa 2 km von der Tunnelstelle entfernt lag. Eine



Abb. 5. Ansicht der Decke im Vollausbruch.



Abb. 6.



Abb. 7.

werden mußten, war auf dieser Tunnelseite die Baustelleneinrichtung im wesentlichen notwendig. Wie aus Abb. 1 u. 8 ersichtlich, wurde sie auf der Geländespitze zwischen der neuen Bahnachse (nördl. Voreinschnitt) und der alten Schmalspurbahn angeordnet. Wenn dieser Platz auch etwas sehr beengt war und an einem Berghange lag, so daß es für die Bauunternehmung nicht leicht war, all die vielen erforderlichen Anlagen zweckmäßig anzuordnen und überhaupt unterzubringen, so hatte er doch den großen Vorteil, daß er von dem nahen Betriebsgleis der Schmalspurbahn aus bequem Anschlußgleise erhalten konnte, mit deren Hilfe die An- und Abföderung der für den Tunnelbau nötigen Baugeräte, Baumaschinen und Baustoffe sowie die Abföderung der Ausbruchmassen sehr erleichtert wurden.

Es wurden zwei solche Anschlußgleise angelegt, von denen das eine (nördliche) lediglich der Abföderung der Ausbruchmassen diente. An ihm legte sich die Firma Siemens-Bauunion auf einem Rampengerüst das Fördergleis an, von dem aus die gewonnenen Massen auf die besonders

Verwendung der Ausbruchmassen mehr in der Nähe war nicht möglich; es waren hier weder Eisenbahndämme zu schütten, noch gab es in dem engen Tal geeignete Plätze zur Seitenablagerung. Um die Massen von den Arbeitszügen unmittelbar an Ort und Stelle entladen zu können, wurde am Haltepunkte Hartmannmühle ein besonderes Anschlußgleis vom Betriebsgleis aus nach dem Ablagerungsplatz angelegt, das dem jeweiligen Stande der Massenkuppe angepaßt wurde. Der Haltepunkt Hartmannmühle mußte für die Zeit des Verkehrs der Arbeitszüge zur Zugmeldestelle ausgebildet werden.

An dem anderen (südlichen) schmalspurigen Anschlußgleis wurde die eigentliche Baustelleneinrichtung angelegt. Sie bestand (Abb. 1) aus einem Kompressorenhaus (Nr. 2) mit Kompressoren von je 26 kW und 1 Kompressor von 30 kW, die je 5,5 bis 6,0 m³ Luft von 6 atü faßten. Von hier aus wurden bis zu 10 Bohrhämmer (Bauart Flottmann) sowie die Bohrschärf- und -stauchmaschine bedient, die in einem besonderen Schmiedehaus (Nr. 4) untergebracht war. Die sonstigen im Lageplane



Abb. 8. Ort der Baustelleneinrichtung.

(Abb. 1) mit Nr. 5 bis 17 bezeichneten Anlagen waren im wesentlichen Schuppen zur Lagerung von Werkzeugen, Kleingeräten, Betriebsstoffen und Baustoffen, die Umformerstation (Nr. 13) zur Umwandlung des aus der Überlandzentrale entnommenen Starkstromes von 5000 V auf die Betriebsspannung von 380/220 V, ferner Unterkunftsräume für die Meister und für Arbeiter, sodann Maschinen für Beton- und Mörtelbereitung, Leitungen für Wasser, Elektrizität für Kraft und Licht sowie Preßluft. Die im Lage-



Abb. 9.

plan mit Nr. 1 bezeichnete elektrisch betriebene Seilwinde (Bremsberg) diente anfangs bei den Arbeiten in dem steilen Gelände des nördlichen Voreinschnitts zum Auswechseln der Klippwagen an der Massenumschlagsrampe und am Voreinschnitt. Später, nach Abflachung des Voreinschnittgeländes fand die Wagenauswechslung mit Diesellokomotive statt. Das Sprengstofflager (Nr. 14) war abseits von der eigentlichen Baustelleneinrichtung untergebracht. Außerst vorteilhaft lagen die Hauptstapelplätze für die vielen sperrigen Güter, wie Tunnelbauhölzer, Rohre für die Druckluftleitungen und für die Tunnelentlüftung, Baustoffe für die Tunnelausmauerung (Klinkerziegel, Sand, Kies, Steinschlag) usw.; sie konnten unmittelbar am südlichen schmalspurigen Anschlußgleis der Reichsbahn und an der gegenüberliegenden Fördergleisanlage der Bauunternehmung gelagert werden. Die Firma Siemens-Bauunion hatte ihr Aufsichtspersonal (leitenden Ingenieur, Techniker, Büropersonal) in den Räumen des benachbarten stillliegenden Fabrikgebäudes A.

Der Lageplan (Abb. 1) zeigt auch eine Fördergleisverbindung nach dem südlichen Voreinschnitt und Ausgang des Tunnels (s. auch Abb. 11). Diese Verbindung wurde angelegt, als auch der Bau des südlichen Voreinschnitts zur Beschleunigung der Arbeiten in Angriff genommen wurde. Auf dieser Gleisverbindung konnten die auf der Südseite anfallenden Ausbruchmassen ebenfalls nach der oben erwähnten Massenumschlagsanlage auf der Nordseite befördert werden, und später wurden auf demselben Wege die auf der Südseite zur Ausmauerung erforderlichen Baustoffe usw. von dem Lagerplatz herangebracht. Mit Hilfe der Gleisverbindung hat sich die Bauunternehmung ihre Arbeiten sehr vereinfacht und erleichtert.

IV. Baubetrieb zur Herstellung der Voreinschnitte und der Stollen.

Wie schon oben erwähnt, wurde in Rücksicht auf die Entwässerung der Bau in der Hauptsache von Norden her, also in die Steigung der Tunnelstrecke vorgetrieben. Der nördliche Voreinschnitt wurde zunächst auf seine ganze Länge und Tiefe aufgeschlitzt, um möglichst bald an den Tunnelanfang zu gelangen (Abb. 12). Der Schlitz wurde während des

Stollenvortriebes auf die erforderliche volle Breite erweitert. Der südliche Voreinschnitt wurde gleich von vornherein in voller Breite vor Kopf angelegt. Um dabei das Wasser aus dem Südeinschnitt, der im fertigen Zustande Gefälle nach dem Tunnel haben mußte, abführen zu können, wurde der Einschnitt vorerst nicht bis auf die endgültige Sohlentiefe ausgebrochen, sondern nur bis auf eine zwischenzeitlich höher und mit Gefälle nach Süden zu liegende Sohle.

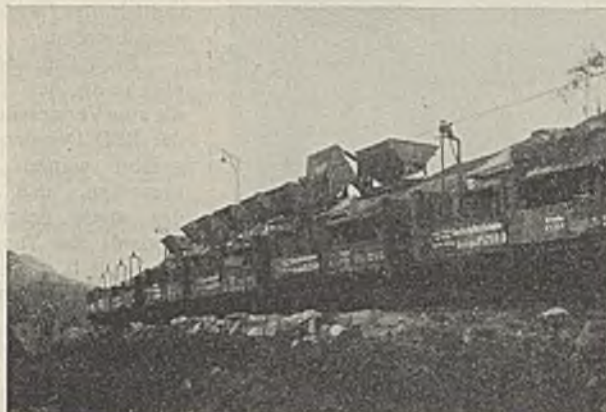


Abb. 10.

Die sehr umfangreichen und schwierigen Voreinschnittsarbeiten, die Anfang Oktober 1935 eingeleitet worden waren, schritten so vorwärts, daß Mitte Januar 1936 der Ausbruch der Tunnelröhre in Angriff genommen werden konnte, der stückweise nach Abb. 13 durchgeführt wurde.

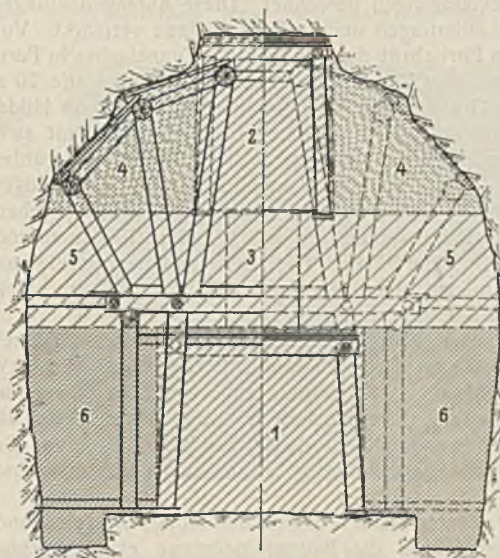


Abb. 13.

Begeben wurde mit dem Sohlstollen auf der Nordseite. Mitte Februar 1936 wurde der Sohlstollen auch von Süden her angesetzt. Beim Vortrieb des südlichen Sohlenstollens wurde das sich sammelnde Wasser bis zu 150 l/sek weggepumpt. Der Sohlstollen (1) wurde mit einem Querschnitt von $3,0 \times 3,0$ m vorgetrieben, dem der Firststollen (2) von $2,0 \times 2,5$ m Weite folgte. In Abständen von 8 bis 10 m wurden vom Sohlstollen nach dem Firststollen Schächte (3) aufgebrochen, durch die die über dem Sohlstollen gewonnenen Felsmassen auf die Wagen der im Sohlstollen angelegten Gleisbahn (60 cm Spur) gestürzt wurden, auf der sie zutage gefördert wurden. Von den Schächten aus wurde an verschiedenen Stellen auch der Firststollen in Angriff genommen und



Abb. 11. Südlicher Voreinschnitt.



Abb. 12. Nördlicher Voreinschnitt.



Abb. 14. Sohlstollenzimmerung.

In beiden Richtungen streckenweise vorgetrieben. Im weiteren Verlaufe wurde der Firststollen nach beiden Seiten erweitert (4), sodann die Bank (5) abgetragen, und zuletzt wurden die Teile (6) seitlich des Sohlstollens ausgebrochen.

Bezüglich der Absteckung des Tunnels, die vom Vermessungsbüro der RBD Dresden durchgeführt wurde, ist zu bemerken, daß wegen des stark gekrümmten Verlaufs des Tunnels (s. Abschnitt I) die zunächst über Tage vorgenommene Absteckung der Achse ein gutes Zusammentreffen des von beiden Seiten vorzutreibenden Richtstollens (Sohlstollen) nicht mit Sicherheit gewährleisten konnte. Es wurde daher zur Festlegung der Richtung des Tunnels über das ganze Tunnelgelände

ein trigonometrisches Netz gelegt und von diesem aus die Anfangsrichtung an beiden Tunneleingängen berechnet. Diese Anfangsrichtungen wurden sodann ins Feld übertragen und in Betonklötzen vermarktet. Von hier aus wurde mit dem Fortschritt des Stollens die Tunnelachse in Form eines Polygonzuges durch den Tunnel abgesteckt und laufend alle 20 m fest vermarktet, wobei das Grubengerät, ein Repetitionstheodolit von Hildebrand, Freiberg (Sa.), mit sogenannter Freiburger Aufstellung (mit zwei Visierscheibchen) Verwendung fand. Auf Grund dieser Festpunkte wurden während des Stollenvortriebes von der Tunnelbauführung die nötigen Richtungspunkte behelfsmäßig mittels des Tangentenverfahrens angegeben.

Der Durchbruch des Richtstollens, der am 19. März 1936 stattfand, ergab beim Zusammenschluß von beiden Seiten her eine Querverschiebung der Achse von nur 12 mm und einen Höhenunterschied von 2 mm sowie eine Abweichung in der Länge von 12 mm.

Zur Lüftung während des Stollenvortriebes wurde an jedem Tunneleingang ein Schlottergebläse mit Drehstrommotor E 220/380 V mit 1,9 kW und einer Drehzahl des Motors von 2850/min angesetzt. An dieses Gebläse wurde die Lufftenleitung (Eisenblechröhre von 350 mm Weite) angeschlossen. Gewöhnlich wurde die Luft, 100 bis 120 m³/min, vor Ort abgesaugt, da bei drückender Bewetterung Staubschwaden in den Firststollen stiegen.

Als Beleuchtung dienten beim Vortrieb der Stollen Azetylenhandlampen; im übrigen hatte aber die Bauunternehmung eine ergiebige elektrische Beleuchtungsanlage (zumeist Einzellampen) eingerichtet, die beim Einbau der Zimmerung und insbesondere bei den Ausmauerungs- und Abdichtungsarbeiten sich als sehr zweckmäßig erwies und zu einer zuverlässigen Bauausführung wesentlich beitrug.

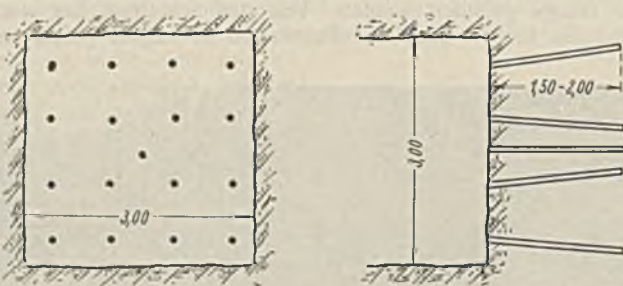


Abb. 16a u. b. Bohrlochanordnung.

Auszimmerung auf die ganze Länge des Tunnels war nur im Sohlstollen erforderlich (Abb. 14). Im Firststollen konnte die Zimmerung zum Teil gespart werden, ebenso auf größeren Längen beim Vollaussbruch, da, wie schon erwähnt, während der Ausbrucharbeiten ein Gebirgsdruck nicht zu erwarten war. Soweit beim Vollaussbruch keine Zimmerung nötig war, mußte aber wegen der Zerklüftung des Gebirges gegen sich ablösende Felsstücke eine 4 m breite Schutzabdeckung eingebaut werden, die später bei der Ausmauerung des Tunnels als Arbeitsbühne benutzt wurde (s. unten Abb. 19 bis 22).

Soweit der Vollaussbruch eine Auszimmerung nötig hatte, wurde die Zentralstrebenbauweise angewandt (Abb. 15 u. 13), und zwar in voneinander unabhängigen Zonen von je etwa 8 m Länge. In den unteren Seitenteilen (6) des Tunnelquerschnitts stand das Gebirge so an, daß eine seitliche Absteifung entbehrt werden konnte.

Bestimmend für den Fortschritt des ganzen Tunnelbaues ist in erster Linie die Bohrarbeit in den Stollen und die Schuttmassenbeseitigung nach dem Sprengen. Beim Sohlstollenvortrieb wurden 14 bis 17 Schußlöcher von 1,5 bis 2,0 m Tiefe, im Firststollen 10 bis 12 solcher Löcher gebohrt, womit je ein Abschlag von durchschnittlich etwa 1,20 m vorgetrieben werden konnte. Das ergab z. B. beim Sohlstollen einen Gesamtausbruch von etwa 11 m³ gewachsene oder etwa 19 m³ aufgelockerte Felsmassen, die mindestens 1 Stunde vor Schichtwechsel beseitigt sein mußten, um noch rechtzeitig vor dem Sprengen die letzten Bohrlöcher, in der Regel 4 Stück, am Fuße der Stollenbrust — s. Bohrlochanordnung (Abb. 16a u. b) — bohren und besetzen zu können. Zur Abförderung der Massen dienten Kippwagen von 0,75 m³ Inhalt, von denen immer nur einer vor Ort stehen konnte. Bei günstiger Lagerung des Gesteins senkrecht zur Stollenachse wurden Abschlüge bis zu 1,75 m erzielt.

Die Sprengungen wurden, wie schon bemerkt, beim Schichtwechsel vorgenommen. Als Sprengstoff wurde Gelatine-Donarit verwendet. Jedes Bohrloch wurde mit 8 bis 10 Stück Sprengpatronen besetzt, die mittels



Abb. 15. Zimmerung im Vollaussbruch.

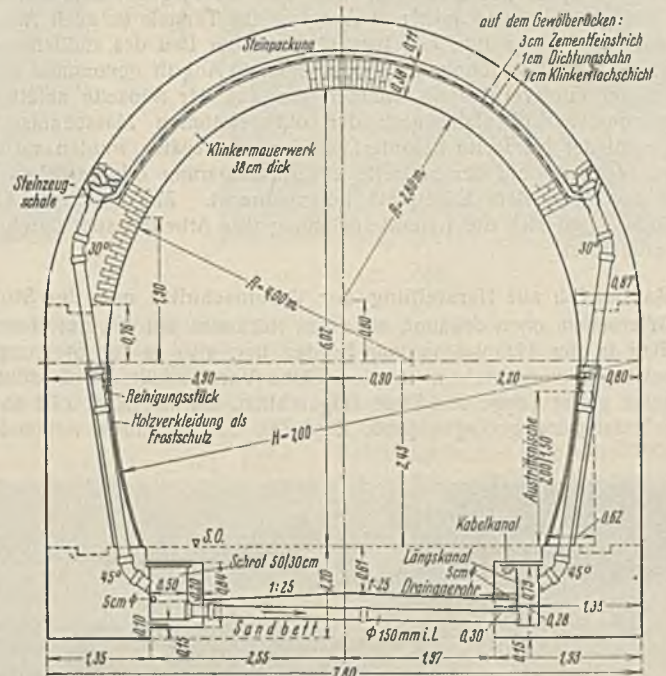


Abb. 17. Querschnitt.

Zündschnüre abgeschossen wurden. An nassen Stellen wurden Gutta-perchaschnüre verwendet. Die Zündung wurde so eingerichtet, daß sich zunächst 2 bis 3 Einbruchschüsse lösten und dann erst die übrigen Minen losgingen. An Sprengstoff wurde verbraucht im Sohlstollen durchschnittlich 2,0 kg, im Firststollen 2,5 kg je 1 m³ Ausbruch (in den Voreinschnitten 0,5 bis 0,6 kg je 1 m³).

Beim Vortrieb der Stollen und beim Vollaussbruch wurde zumeist in drei Schichten (je 8 Stunden) gearbeitet mit einer Belegschaft von etwa 230 Mann. Im Sohlstollen jeder Tunnelseite waren in jeder Schicht

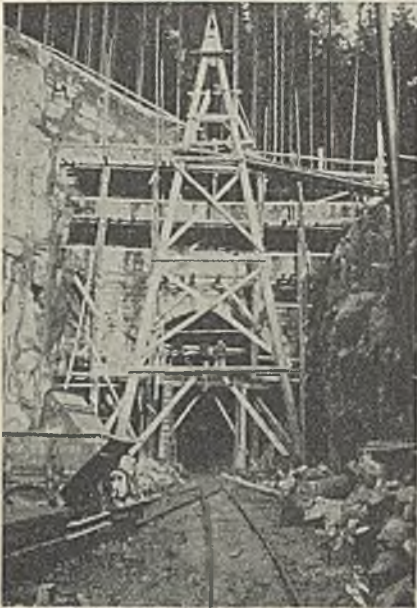


Abb. 18a.

zwei Mineure mit einem Helfer und vier Schleppern beschäftigt, dazu noch zwei Mann, die die Kippwagen zwischen der jeweiligen Stollenbrust und der nächsten Fördergleis-Ausweichstelle bewegten, wo die Wagen von einer Diesellokomotive von 12 PS übernommen wurden.

Im Firststollen bestand die Arbeitskolonne auch aus zwei Mineuren mit je zwei bis fünf Schutterern, je nach der Entfernung von der Brust bis zum nächsten Schüttloch, dazu noch ein Mann, der im Sohlstollen die Fördergefäße unter den Schüttlöchern laderecht stellte.

Beim Vollaussbruch waren auf jeder Vortriebsseite in jeder Schicht 25 Mann angesetzt. Dabei waren 4 bis 5 Bohrmaschinen in Tätigkeit. — Auf der Ablagerungsstelle an der

Elektrisierung der Bahn vorsorglich der Querschnitt für elektrisch betriebene eingleisige Bahnen mit oberer Leitung zugrunde gelegt unter Berücksichtigung der Gleisüberhöhung, Spurerweiterung, der Übergangsbogen und der vorgeschriebenen Spielräume, nach den „Vorläufigen Vorschriften der Reichsbahn für die Umgrenzung des lichten Raumes für Normalspurbahnen“.

Wie die statische Untersuchung ergab, genügte für das Tunnelgewölbe eine durchgehende gleichbleibende Dicke von 0,38 m, zumal mit einem wesentlichen Gebirgsdruck auch späterhin nicht gerechnet zu werden braucht. Das Gewölbe wurde zum Schutze gegen Einwirkung der Lokomotivrauchgase aus säurefesten Klinkern hergestellt. Die Widerlager wurden betoniert unter Verwendung von Traßzement; sie konnten in einem leeren Raume hergestellt werden, da, wie oben schon erwähnt, im unteren Teil des Tunnelquerschnitts die Gebirgswände ohne Absteifung sicher standen. In Abständen von etwa 30 m wurden Arbeitsnischen, 2 m hoch, 1,50 m breit, 0,60 m tief, sämtlich auf einer Seite des Tunnels, angeordnet. Zur Betonbereitung war eine 500-l-Mischmaschine und für die Mörtelbereitung eine 250-l-Mischmaschine angesetzt. Bei vollem

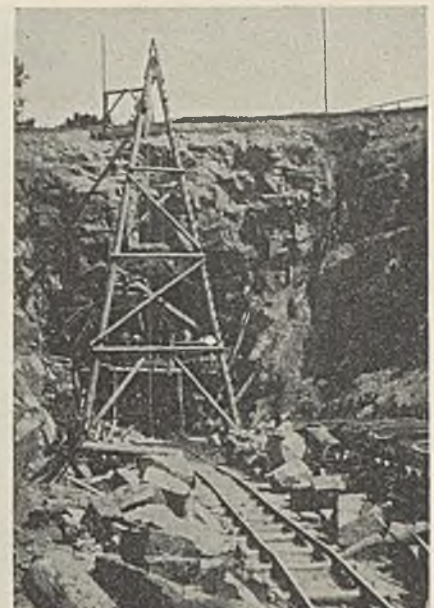


Abb. 18b.

Hartmannmühle (s. oben) war zum Entladen der Arbeitszüge, zum Verbauen der Massen, zum Rücken und Unterhalten des Anschlußgleises innerhalb der Kippe eine Kolonne bis zu 30 Mann angesetzt.

In der Bohrerschmiede waren täglich drei bis vier Schmiede und ebenso viele Zuschläger beschäftigt. Es waren hier in einer Schicht bis zu 240 Bohrer von 37 bis 52 mm Schneidenbreite zu schärfen. Verwendet wurden Hohlbohrer mit Doppelmeißelschneiden.

Arbeitsgänge wurden täglich 400 Sack Zement, 90 t Kiessand, 45 t Steinsplitt und 5000 Stück Tunnelklinker verbraucht. Der fertige Beton und die sonstigen Baustoffe für das Tunnelmauerwerk wurden von dem Materiallagerplatz auf Fördergleis bis zu den Tunnelleingängen herangefahren und mit dem daseibst aufgestellten Hebeegerüst und mit Lauf-

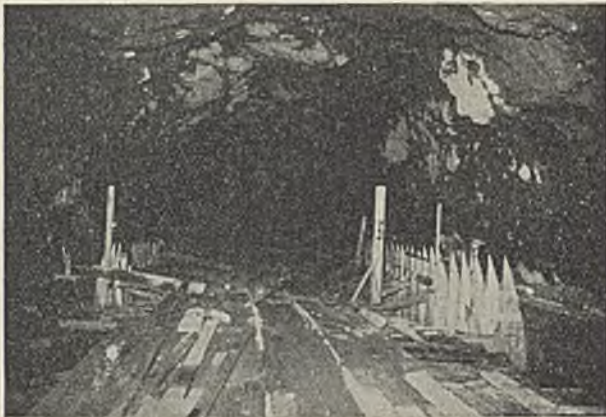


Abb. 19.



Abb. 20.

V. Tunnelmauerung.

Erst nachdem der ganze Tunnelquerschnitt in einer größeren Länge ausgebrochen war, wurde mit der Ausmauerung begonnen.

Für den Tunnel wurde der in Abb. 17 dargestellte Querschnitt festgesetzt. Der Lichtöffnung des Tunnels wurde wegen etwaiger späterer

Arbeitsgänge wurden täglich 400 Sack Zement, 90 t Kiessand, 45 t Steinsplitt und 5000 Stück Tunnelklinker verbraucht. Der fertige Beton und die sonstigen Baustoffe für das Tunnelmauerwerk wurden von dem Materiallagerplatz auf Fördergleis bis zu den Tunnelleingängen herangefahren und mit dem daseibst aufgestellten Hebeegerüst und mit Lauf-

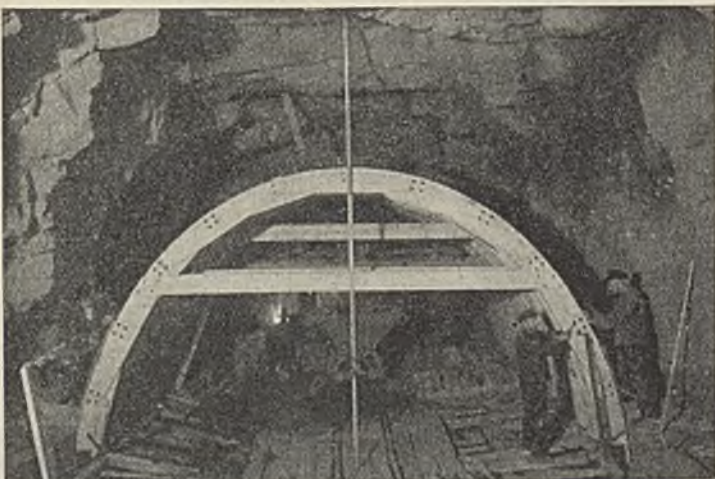


Abb. 21a.



Abb. 21b.

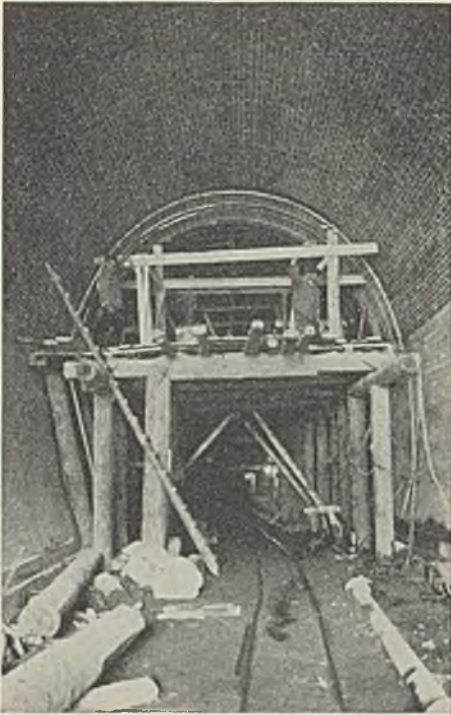


Abb. 22.

katze oder Förderbahn an die Verwendungsstelle gebracht (Abb. 18 a u. b).

Die Ausmauerung wurde zonenweise durchgeführt. Die Widerlager wurden an das Gebirge angemauert. An voraussichtlich dauernd unter Wasserandrang stehenden Gebirgsspalten wurde das Wasser durch Dränierung in Kiesbettung zwischen der Gebirgswand und dem Betonwiderlager aufgefangen und für sich durch das Widerlager nach dem Längskanal oder nach den Entwässerungsschächten im Tunnel abgeleitet.

Die gekrümmte Ansichtfläche der Widerlager wurde mittels hölzerner Lehrbogen geformt (Abbild. 19). Das Klinkergewölbe wurde unter Verwendung teils von eisernen Lehrbogen (sog. Pokalschlenen) und teils

von hölzernen Lehrbogen hergestellt, die so konstruiert und eingebaut wurden, daß möglichst viel Raum für den Einbau der Arbeitsbahnen und für den Materialtransport von sonstigen Abstützelnbauten frei war (Abb. 20, 21 a u. b, 22). Die Lehrbogen, die in Rücksicht auf die Formänderung des Gewölbes beim Ausrüsten im Scheitel eine Überhöhung erhielten, waren mit einem plattenförmigen Fuß auf einer hölzernen Langschwelle befestigt, die ihrerseits auf besonderen Stempeln ruhte.

VI. Entwässerungsanlagen und Abdichtung des Tunnels.

Wie die Erfahrung lehrt, ist der größte Feind für den Bestand eines an sich standsicher hergestellten Eisenbahntunnels das Wasser. Es gefährdet nicht nur das Mauerwerk durch Auslaugen und Auswaschen des Mörtels, durch Frostwirkung usw., sondern auch alle Anlagen, die durch den Tunnel geschützt werden sollen, wie den gesamten Gleisoberbau, bei elektrischer Betriebsführung die Fahrleitung, die Kabelanlagen usw., und es verursacht somit schließlich Betriebsstörungen, zum mindesten aber vermehrte und kostspielige Unterhaltung und vorzeitige Erneuerung der Anlagen. Daher wurde der Entwässerung und der Abdichtung des Tunnelbauwerks ganz besondere Sorgfalt gewidmet, und zwar einmal durch Anlagen und Maßnahmen, die eine rasche Wasserabführung vom Rücken der Ausmauerung und aus der Tunnelröhre heraus gewährleisten, vor allem aber durch solche, die ein Eintreten von Nässe in das Tunnelmauerwerk und besonders in das Tunnelgewölbe verhüten.

Wie aus dem Tunnelquerschnitt (Abb. 17) zu ersehen ist, führt zur Ableitung der gesamten Wasser aus dem Tunnel an dem einen Widerlager entlang ein Sohlenkanal. — Am Kopfe der gleisseitigen Wand des Kanals werden in einer rinnenartigen Aussparung die für den Betriebsdienst erforderlichen Telegraphen- und Telefonleitungen untergebracht, geschützt noch durch die Abdeckplatten des Entwässerungskanals. — Am gegenüberliegenden Widerlager sind alle 8 m (Zonenlänge) Entwässerungsschächte angebracht, die das Wasser durch gußeiserne Querdolen nach dem Sohlenkanal abführen. Das Gleisbett wird durch Dränrohre nach dem Sohlenkanal und den Schächten entwässert. Das über dem Tunnelgewölbe aufkommende Wasser sammelt sich in einer über dem Widerlager liegenden Längsrinne aus halbkreisförmigen Steinzeugschalen, von wo aus es vermittels der in Zonenabstand in besonderen Aussparungen des Widerlagers eingebauten gußeisernen Abfallrohren nach dem Sohlenkanal oder in die Entwässerungsschächte gelangt.

Die Abdichtung des Tunnelgewölbes wurde im wesentlichen nach der von der Reichsbahn herausgegebenen „Vorläufigen Anweisung für Abdichtung von Ingenieurbauten (AIB)“ ausgeführt.

Der Rücken des in Traßmörtel gesetzten Klinkergewölbes wurde mit einer 3 cm dicken Schicht aus Zementmörtel 1:3 abgeglichen. Diese Schicht, die als Unterlage für die eigentliche Abdichtungshaut dient, erhielt einen dünnflüssigen Bitumenanstrich, auf dem zwei Lagen Dichtungsbahnen aus getränkter Wollfilzplatte, beiderseits mit Bitumenmasse überzogen, aufgebracht wurden. An besonders nassen Stellen kam darauf noch eine Schutzabdeckung, bestehend aus einer Wollfilzplattenbahn, die ebenfalls getränkt war und beiderseits mit Bitumenmasse überzogen

wurde, auf deren Unter- und Oberseite außerdem feiner säurefester Quarzsand von 2 bis 3 mm Korngröße aufgewalzt war. Die Wollfilzbahnen wurden zum größten Teil rechtwinklig zur Tunnelachse verlegt und bis unter die oben erwähnte Entwässerungsrinne aus Steinzeugschalen gezogen. An den Stellen mit viel Holzeinbau mußten die Bahnen parallel zur Tunnelachse verlegt werden. Um die vorbeschriebene Abdichtungshaut vor Beschädigung zu schützen, wurde darauf eine Klinkerziegel-flachschicht in Zementmörtel aufgebracht. Der freie Raum über dem Gewölbe ist mit beim Tunnelausbruch ausgesuchten gesunden Steinen dicht ausgepackt worden (Abb. 21).



Abb. 23. Nördliches Tunneltor.

VII. Tunnel Tore.

Der Bau der Tunnel Tore wurde schon während des Vollaushubes des Tunnels in Angriff genommen. Die Tore sind in Beton hergestellt, ihre Ansichtflächen mit beim Ausbruch gewonnenen geeigneten Bruchsteinen verkleidet worden. Am Nordtor (Abb. 23) mußte wegen des plattenförmigen, zerklüfteten Gesteins über dem Tunnelingang, dessen Abböschung sehr kostspielig geworden wäre, das Stirnmauerwerk bis zur Geländeoberfläche aufgeführt und deren Querneigung angepaßt werden. Die Ansichtfläche ist mit einem Anlauf 30:1 angelegt.

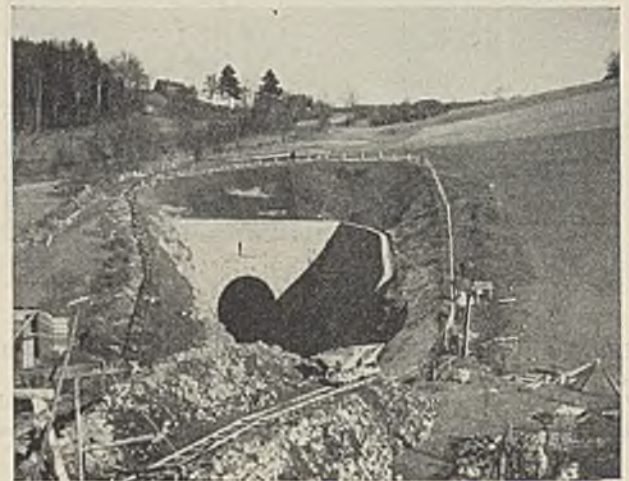


Abb. 24. Südliches Tunneltor.

Bei Ausbildung des südlichen Tunneltores (Abb. 24) mußte darauf Rücksicht genommen werden, daß, wie schon erwähnt, die über dem Eingang lagernden vergrusteten Gebirgsmassen zu Schub nach dem Voreinschnitt neigten. Um diese Schubkraft etwas abzuschwächen und sie auch besser aufnehmen zu können, sind die Massen über dem Eingang flach abgeböschet, und das Tormauerwerk ist im ganzen etwas vorgezogen, kräftig ausgebildet und auch mit Anlauf 30:1 angelegt worden. Die Stirnmauer ist bei beiden Toren etwas über den Fuß der Geländeböschung hinaus hochgeführt worden, um Steingerölle, Schneemassen und Wasser gegen Einfall in den Voreinschnitt abzuhalten. Das Stirnmauerwerk wird über dem Gewölbe durch Dränrohre mit Kiesummantelung zwischen Mauerwerk und Felswand entwässert. Das Oberflächenwasser wird oberhalb des Tormauerwerks seitlich abgeleitet.

Mit dem südlichen Tormauerwerk ist die an der Ostseite des Voreinschnitts errichtete Stützmauer verbunden (Abb. 24), die notwendig ist, um die hier anstehenden, zum Teil stark vergrusteten und sehr durchnässten und nicht mehr standsicheren Felsenmassen gegen weitere Ver-

witterung und Einbruch zu schützen. Diese Mauer mußte eine besonders ausgebildete Dränanlage zur Entwässerung der dahinter liegenden Massen erhalten.

VIII. Baukosten des Tunnels.

Die Baukosten belaufen sich auf rd. 2280 RM je lfdm Tunnel. Dieser Betrag ist als ein angemessener Preis anzusprechen, allein schon, wenn man bedenkt, daß der auf seine ganze Länge ausgemauerte und ab-

gedichtete Tunnel stark gekrümmt ist, was in Rücksicht auf die Gleisüberhöhung, Spurerweiterung, ferner in Anbetracht der Profilerweiterung für eine spätere Elektrisierung der Bahn usf. einen nicht unwesentlichen Mehrausbruch an Felsen verursachte. Auch ist von Einfluß, daß die Tunnellore sehr kräftig ausgebildet werden mußten, wofür höhere Kosten aufzuwenden waren, die sich auf den verhältnismäßig kurzen Tunnel ungünstig verteilen.

Alle Rechte vorbehalten.

Der Fesselschwimmer, ein neues Wassermengenmeßgerät.

Von Regierungs- und Baurat Gramberg, Berlin.

1. Anlaß für den Bau des Geräts.

Von den verschiedenen Geräten, die der Messung von Wassergeschwindigkeiten und damit der Ermittlung von Abflüßmengen in größeren Wasserläufen dienen, haben sich nur der sogenannte Woltmansche Flügel und der Schwimmer¹⁾ — letzterer in der Form des Stabschwimmers oder des Oberflächenschwimmers — zu behaupten vermocht. Für Sonderzwecke angewendete Verfahren, wie die Schirmmessung, sind nur für kleine oder höchstens mittlere Verhältnisse anwendbar. Die auf dem Grundsatz der Pitotschen Röhre beruhenden Meßgeräte haben sich aus anderen Gründen nicht durchgesetzt.

Bei der Schwimmermessung werden die Größen Weglänge und Zeit unmittelbar gemessen; ihr Quotient ergibt die gesuchte Geschwindigkeit. Bei der Flügelmessung dagegen wird die fortschreitende Geschwindigkeit des strömenden Wassers zunächst in Umdrehungsgeschwindigkeit des Flügels umgesetzt; zur Feststellung der Umdrehungsgeschwindigkeit wird jetzt fast allgemein eine elektrische Übertragung angewendet.

Obwohl also die Schwimmermessung dem Grundgedanken nach das einfachere der beiden Verfahren ist, haften ihr doch einige erhebliche Nachteile an, so daß sie im allgemeinen nur als Notbehelf und zu weniger wichtigen Messungen anwendet wird, während der Flügel nicht ohne Grund als das zuverlässigere und genauere arbeitende Gerät angesehen wird. Die hauptsächlichsten dieser Mängel der Schwimmermessung sind folgende:

a) Die Schwimmer selbst sind zwar sehr einfache Geräte, deren Herstellung und Behandlung keine besondere Sachkunde und Erfahrung erfordert; die Durchführung von Schwimmermessungen erfordert aber dennoch einen größeren Aufwand an Personal — und zwar je mehr, je größer das Gewässer ist, in dem die Messungen vorgenommen werden sollen —, von dessen Zuverlässigkeit und richtigem Zusammenarbeiten der Erfolg der Messung wesentlich abhängt (richtiges Einsetzen der Schwimmer; Feststellen der Durchgangszeiten an zwei von den Schwimmern nacheinander zu durchlaufenden Querschnitten; Verfolgen der Laufrichtung der Schwimmer; Auffangen und Einsammeln der Schwimmer, nachdem sie die Meßstrecke durchlaufen haben usw.). Die notwendige Verständigung zwischen den an der Messung maßgebend beteiligten Personen wird auf Meßstellen größeren Umfangs oft schwierig. Dagegen ist bei der Flügelmessung die ganze verantwortliche Meßtätigkeit in einem Punkte — dem Meßfahrzeug, Meßsteg o. dgl. — und in einer Person — dem die Messung Ausführenden — zusammengefaßt. Letzterer muß selbstverständlich mit dem Gerät genau vertraut sein; im übrigen ist aber der Meßvorgang weitgehend mechanisiert und damit von menschlichen Irrtümern und Versehen verhältnismäßig unabhängig.

b) Während bei der Flügelmessung in ihrer meist angewendeten Form, der Punktmessung, eine genügende Übersicht über den Verlauf der Wassergeschwindigkeiten in den einzelnen Meßsenkrechten erreicht wird, wird bei der Schwimmermessung immer nur ein Teil dieser Meßsenkrechten erfaßt: bei Messungen mit Oberflächenschwimmern nur der oberste Punkt, bei Messungen mit Stabschwimmern nur der obere, im günstigeren Falle größere Teil der Senkrechten, da die eintauchende Stablänge stets kleiner sein muß als die Wassertiefe in der Meßsenkrechten, damit der Schwimmer nicht auf die Sohle aufstoßen und an ihr hängenbleiben kann.

c) Die Geschwindigkeit des Schwimmers, die unmittelbar gemessen wird, stimmt auch nicht einmal mit der mittleren Geschwindigkeit des Wassers in dem Teile der Meßsenkrechten überein, der der Schwimmer-tauchtiefe entspricht, vielmehr ist sie, wie bei allen schwimmenden Körpern, etwas größer als die Geschwindigkeit des umgebenden Wassers²⁾.

Die unter b) und c) erwähnten Umstände machen es erforderlich, die unmittelbar gemessene Geschwindigkeit mit einem Faktor zu vervielfachen, der von der Art des Schwimmers, den Strömungsverhältnissen und manchen anderen Umständen abhängig ist. In der Schwierigkeit der richtigen Wahl dieses Faktors liegt der Hauptgrund für die geringe Zuverlässigkeit und damit für die verhältnismäßig seltene Anwendung von Schwimmermessungen. Eine Eichung wie bei Woltmanschen Flügeln ist bei Schwimmern nicht durchführbar.

Das Bestreben, diesen den Schwimmermessungen anhaftenden Mängel zu vermeiden, hat Veranlassung gegeben, daß von Dipl.-Ing. Wilcke ein neues Schwimmermeßgerät ausgebildet worden ist, das wegen seiner eigenartigen Bauweise als „Fesselschwimmer“ bezeichnet werden soll. Es ist seit mehreren Jahren bei der Verwaltung der Märkischen Wasserstraßen und seit deren Auflösung bei der Wasserbaudirektion Kurmark erprobt worden und hat sich unter den Verhältnissen, unter denen es dort verwendet worden ist, gut bewährt.

2. Beschreibung des Geräts.

Der eigentliche Schwimmer besteht (Abb. 1) im wesentlichen aus einem Blechzylinder, dem „Schwimmkörper“ A und einem Schlauch B. Der obere größere Teil des Zylinders stellt ein allseitig geschlossenes Gefäß a dar, dessen Luftinhalt den nötigen Auftrieb zum Tragen des Schwimmkörpers nebst Schlauch liefert. Ein abschraubbares Ventil b dient dazu, in den Raum a so viel Wasser einzulassen, daß der Schwimmer bis zu einer bestimmten Marke (dem Karabinerring p) eintaucht. Die untere Hälfte c des Zylinders steht nach unten mit dem Wasser, nach oben durch einen Schacht d mit der Luft in offener Verbindung. Eine kegelförmige Kappe e kann auf den Zylinder aufgesetzt werden, um den Widerstand beim Einholen des Schwimmers (s. unten) zu vermindern; sie ist mit einem

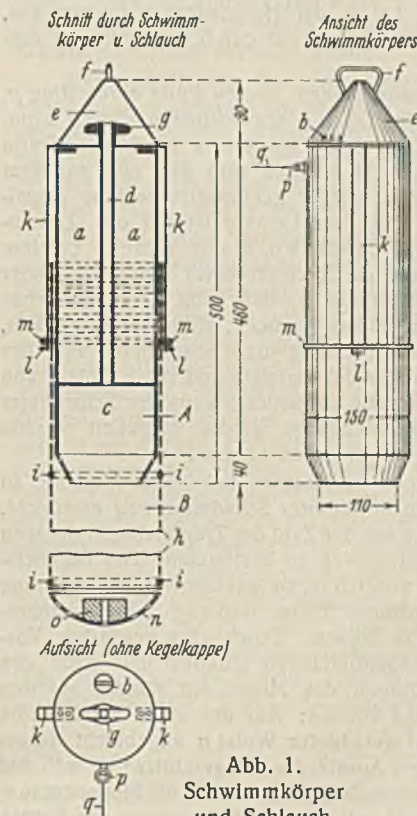


Abb. 1. Schwimmkörper und Schlauch.



Abb. 2. Schwimmer mit ausgezogenem Schlauch.

¹⁾ Mylius u. Isphording, Bd. II, S. 15. — Hütte, 26. Aufl., Bd. I, S. 992; Bd. III, S. 495.
²⁾ Über die Zuverlässigkeit von Schwimmer- und Flügelmessungen, namentlich auch über die Frage, wie weit die Schwimmergeschwindigkeit mit der Wassergeschwindigkeit übereinstimmt, s. Schweiz. Bauztg. 1887 u. 1888 (Bd. IX u. XI), und zwar: Dr. A. Bürkli-Ziegler, Vortrag über Wassermengenmessungen, namentlich Schwimmermessungen (Bd. IX, S. 21); G. H. Legler, Über Wassermengenmessung mit Schwimmern (Bd. IX, S. 50 u. 56); Ders., Zur Theorie der Stabschwimmer mit Nutzanwendung auf die Wassermessungen beim Rheinfluß vom März 1887 (Bd. XI, S. 70); Prof. A. Fliegner, Woltman contra Schwimmer (Bd. XI, S. 83); J. Amsler-Laffon, Zur Theorie der Stabschwimmer (Bd. XI, S. 92); ferner mehrere Zuschriften, u. a. von Glauser (Bd. XI, S. 103 ff).

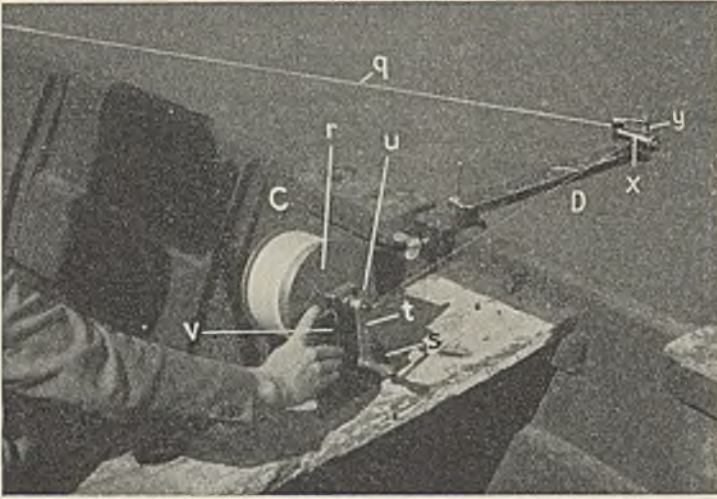


Abb. 3.

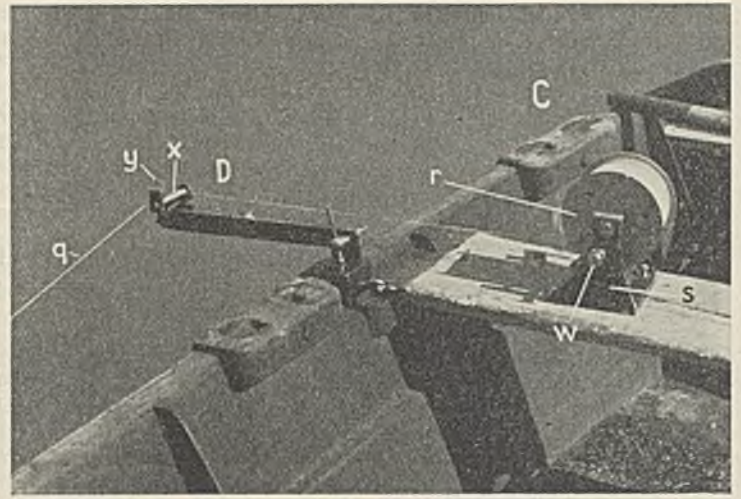


Abb. 4.

Abb. 3 u. 4. Aufwindvorrichtung mit Leitrollen.

Handgriff *f* versehen, an dem der Schwimmer beim Einsetzen in das Wasser gefaßt wird. Dementselben Zweck dient ein an dem Zylinder selbst angebrachter Handgriff *g* in dem Fall, daß der Schwimmer (zur Verringerung der Windangriffsläche) ohne Aufsatzkappe benutzt wird.

Der Schlauch *B* besteht aus einem kräftigen Stoffgewebe *h*, das in Abständen von je 20 cm durch mit ihm vernähte Metallringe *i* in zylindrischer Form erhalten wird. Schlauch und Ringe haben solchen Durchmesser, daß sie mit leichter Reibung über den Schwimmkörper *A* gezogen werden können. Je nach kleinerer oder größerer Wassertiefe werden mehr oder weniger der Metallringe *i* auf den Schwimmkörper *A* aufgezogen; sie werden dort durch zwei mit Wulsten *l* versehenen Haltefedern *k* und einen über diese Federn gezogenen Spannring *m* am Abrutschen verhindert. Durch diese Einrichtung ist es möglich, die Länge des Schlauches und damit die „Schwimmertauftiefe“ der jeweils vorhandenen Wassertiefe bis auf 20 cm anzupassen (an jedem Ring ist die ihm entsprechende Tauchtiefe aufgedruckt (Abb. 2), wo der Schwimmer auf 290 cm Tauchtiefe eingestellt ist). Am unteren Ende des Schlauches ist ein Metallkörper *n* in Form eines mit Löchern versehenen Kugelabschnitts befestigt (diese Form ist gewählt, um Aufstoßen auf die Sohle und Hängenbleiben des Schwimmers zu vermeiden). Außerdem sorgt ein Belastungsgewicht *o*, das nach Bedarf vergrößert oder verkleinert werden kann, dafür, daß der Schlauch während des Laufes des Schwimmers genügend straff gehalten wird und annähernd senkrecht nach unten hängt. Der Schlauch besteht aus mehreren Abschnitten von je etwa 3 m Länge, die nach Bedarf angesetzt oder abgenommen werden können; die Höhe des Schwimmkörpers *A* und die Länge der Haltefedern *k* reichen aus, um einen ganzen Abschnitt von 3 m Länge auf den Schwimmkörper aufziehen zu können.

Der Schwimmkörper *A* hat nahe seinem oberen Ende einen Ring *p*, an den mittels eines Karabiners eine Leine *q* angeschlossen werden kann. Für diese Leine, die beim Einholen des Schwimmers erhebliche Kräfte aufzunehmen hat, aber trotzdem nicht zu dick sein darf und auf dem Wasser schwimmen muß, wird zweckmäßig geklöppelte seidene Angelschnur verwendet. Das andere Ende der Leine *q* ist auf die „Leinentrommel“ *r* der Aufwindvorrichtung *C* (Abb. 3 u. 4) aufgewickelt. Letztere ist in einem Gestell *s* gelagert, das am Sitzbrett eines Handkahns oder an sonst geeigneter Stelle festgeschraubt werden kann. Auf der Achse der Leinentrommel *r* sitzt eine ausrückbare Kurbel *t*; sie bleibt ausgerückt, solange während der eigentlichen Messung der Schwimmer mit der Strömung treibt, dabei die Leine hinter sich herzieht und ihren Ablauf von der Leinentrommel veranlaßt, und wird eingerückt, wenn der Schwimmer nach Beendigung jedes einzelnen Meßgangs wieder eingeholt werden soll, um den folgenden Meßgang beginnen zu können.

Die Leinentrommel *r* hat einen bestimmten bekannten Umfang, so daß jeder Trommelumdrehung ein bestimmter Schwimmerweg entspricht. Es ist also möglich, ohne weiteres aus der Zahl der Trommelumdrehungen den vom Schwimmer zurückgelegten Weg zu bestimmen. Hat beispielsweise die Trommel einen Umfang von 0,5 m, so legt der von der Strömung getriebene Schwimmer bei gespannter Leine während zehn Trommelumdrehungen einen Weg von 5 m zurück. Durch eine besondere Vorrichtung lassen sich die Trommelumdrehungen lediglich mit Hilfe des Tastsinns zählen, so daß die Augen des Messenden ständig auf den Schwimmer selbst gerichtet bleiben können: Auf der einen Randscheibe der Leinentrommel ist ein radial gerichteter Wulst *u* angebracht, ferner am Trommelgestell ein stabförmiger Ansatz, die „Fingerstütze“ *v*; während der Messung legt der Messende seinen Zeigefinger so auf die Fingerstütze *v*, daß die Randscheibe der Trommel mit leichter Reibung an der Finger-

spitze entlang gleitet (Abb. 3); jede volle Trommelumdrehung ist dann an dem Vorbeigleiten des Wulstes *u* leicht zu erkennen. — Es kann an dem Gerät auch ein mechanisches Zählwerk üblicher Bauart angebracht werden, das dem Messenden das Zählen der Trommelumdrehungen abnimmt; bei Messung sehr kleiner Wassergeschwindigkeiten muß ein solches etwa vorhandenes Zählwerk aber auf jeden Fall ausgeschaltet werden, weil es durch seinen Reibungswiderstand die Geschwindigkeit des Schwimmers merklich hemmen würde. — Damit die Leinentrommel, wenn der Schwimmer während kürzerer Meßpausen im Wasser bleiben soll, nicht dauernd festgehalten werden muß, ist ferner eine Feststellvorrichtung *w* vorhanden (Abb. 4).

Wird die Messung von einem Kahn aus ausgeführt, so ist noch eine Leitvorrichtung *D* erforderlich, die an der Bordwand des Kahnes verstellbar befestigt wird, an ihrem äußeren Ende zwei mit möglichst geringer Reibung gelagerte Leitrollen *x* und *y* (die eine mit waagerechter, die andere mit senkrechter Achse) trägt, mit denen die Leine *q* über den Kahnbord hinweg geleitet wird, ohne ihn zu berühren.

3. Verwendungsweise des Gerätes.

Für die Messung ist eine möglichst gleichmäßige, gerade oder nur schwach gekrümmte Strecke des Wasserlaufs auszuwählen; namentlich muß die Sohle möglichst gleichmäßig gestaltet sein. Nach Peilung des ausgewählten Querschnitts wird dieser aufgetragen und an Hand der Auftragung in derselben Weise, wie es bei Flüßmessungen üblich ist, nach der Sohlen- und Ufergestaltung die Senkrechten, in denen gemessen werden soll, festgelegt. Die Messung wird in der Regel von einem gewöhnlichen, nicht zu schwerfälligen Handkahn aus ausgeführt (Abb. 5), der oberstrom der im Maßquerschnitt ausgespannt bleibenden Peillinie *a—b* etwas schräg zur Stromrichtung (durch eine zweite über den Wasserlauf gespannte Leine *e—d—f*, die an der Kahnspitze *d* einen nicht zu stumpfen Winkel bildet, durch Verankerung oder Festhalten mit einem Staken) gut festgelegt wird (namentlich Hinderpendeln des Kahnes in der Stromrichtung muß verhindert werden).

Die Bemannung des Handkahns besteht außer dem Messenden selbst aus mindestens zwei Mann, die den Kahn festzulegen und festzuhalten haben, gegebenenfalls einem dritten Mann, dem das Einsetzen und Herausnehmen des Schwimmers und seine Anpassung an die jeweils vorhandene Wassertiefe und das Einholen des Schwimmers nach jedem Meßgang obliegt. Außerhalb des Kahnes sind je nach den Verhältnissen Leute zum Pegelablesen, zum Bedienen der Peillinie (Herablassen der Leine, wenn Schifffahrt durchgelassen werden muß, und Wiederanziehen) usw. erforderlich.

Nachdem der Handkahn festgelegt ist, ist zunächst die Schwimmertauftiefe der durch Peilung an dem betreffenden Meßpunkt festgestellten Wassertiefe anzupassen, indem der unter den Schwimmkörper *A* (Abb. 1) herabhängende Teil des Schlauches *B* durch Aufziehen oder Herablassen von Ringen *i* verkürzt oder verlängert wird (Abb. 6). Das Messungsergebnis wird um so zuverlässiger, je geringer der Abstand des tiefsten Schwimmer-

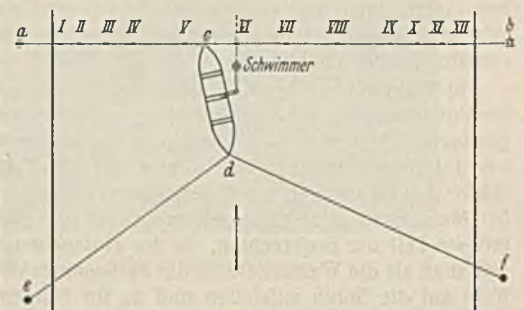


Abb. 5. Festlegen des Meßkahns.



Abb. 6. Einstellen der Schwimmertauftiefe auf die vorhandene Wassertiefe.



Abb. 7. Ablaufen des Schwimmers. Die Fähnchen an der Peilleine bezeichnen die Meßpunkte.

punktes von der Flußsohle ist; andererseits ist unbedingt zu vermeiden, daß der Schwimmer während seines Laufes bei etwa vorhandener Unebenheit der Sohle diese berührt. Der Messende sitzt auf einer Bank des Kahnens neben der Leinentrommel (Abb. 7). In der einen (linken) Hand hält er die Stoppuhr, mit der anderen Hand tastet er während der eigentlichen Messung die Trommelumdrehungen ab und bedient er beim Einziehen des Schwimmers die Kurbel. Nachdem der auf richtige Tauchtiefe eingestellte Schwimmer ins Wasser gesetzt ist, muß er zunächst eine gewisse Anlaufstrecke durchschwimmen; erst wenn er die Geschwindigkeit des Wassers erreicht hat, setzt der Messende in dem Augenblick, in dem er den Wulst u der Leinentrommel an seinem Zeigefinger vorbeigleiten fühlt, die Stoppuhr in Gang. (Falls ein mechanisches Zählwerk benutzt wird, sind Zählwerk und Uhr gleichzeitig in Gang zu setzen.) Nach einer bestimmten Zahl von Trommelumdrehungen wird die Stoppuhr wieder angehalten (gegebenenfalls auch das Zählwerk) und die Zeit abgelesen. Die Zahl der Trommelumdrehungen ist zu wählen je nach der Wassergeschwindigkeit und der Länge der Strecke mit gleichmäßiger Sohlentiefe, die für die Messung zur Verfügung steht. Nachdem die gemessene Zeit im Feldbuch vermerkt ist, wird nach Einrücken der Kurbel t der Schwimmer eingeholt. Ein solcher Meßgang wird dann zweckmäßig einige Male wiederholt (im ganzen in der Regel fünf Messungen, bei beschränkter Zeit auch weniger). Darauf wird der Handkahn zum nächsten Meßpunkte verlegt und dort in gleicher Weise eine Meßreihe durchgeführt usw.

Im allgemeinen muß während der eigentlichen Messung der von der Strömung getriebene Schwimmer die Schwimmerleine q selbst von der Leinentrommel r abwickeln, die Schwimmerleine q also leicht gespannt sein; der Messende regelt durch ganz leichten Druck seines Zeigefingers auf die Trommelrandscheibe das Abwickeln der Leine so weit, daß es nicht ruckweise geschieht; er darf aber dabei den Ablauf nicht so stark bremsen, daß die Geschwindigkeit des Schwimmers merklich beeinträchtigt wird. Nur bei ganz kleinen Wasser- und Schwimmergeschwindigkeiten — etwa unter 10 cm/sek — würde der Lauf des Schwimmers durch die Reibungswiderstände der Ablaufvorrichtung merklich gehemmt werden; der Messende muß deshalb in diesem Falle selbst die Trommel drehen, so daß die Schwimmerleine locker hinter dem Schwimmer her schwimmt; jedoch muß er darauf achten, daß sowohl im Augenblick, in dem die Stoppuhr in Gang gesetzt wird, wie auch in dem Augenblick, in dem sie wieder angehalten wird, die Leine gespannt ist.

Der beschriebene Meßvorgang erfordert zwar eine gewisse Geschicklichkeit und Übung des Messenden, jedoch eine nicht wesentlich größere, als sie für die Ausführung von Flügelmessungen erforderlich ist.

In der Regel soll, wie erwähnt, der Schwimmer bis zum Karabinerring p (Abb. 1) eintauchen und mit aufgesetzter Kegelkappe e gemessen werden, weil dadurch der Widerstand beim Einholen des Schwimmers und damit die Gefahr des Reißens der Leine q verringert wird. Die Oberfläche des Schwimmerkörpers A liegt dann ungefähr noch 2 cm über dem Wasserspiegel. Vor Beginn der Meßarbeit ist durch vorsichtiges Einlassen von Wasser in die Luftkammer a dafür zu sorgen, daß diese Eintauchtiefe vorhanden ist. Sobald aber Wind, wenn auch nur von mäßiger Stärke, vorhanden ist, empfiehlt es sich, um die Angriffsfläche für den Wind soweit wie möglich einzuschränken, die Kegelkappe nicht aufzusetzen und den Schwimmer so weit eintauchen zu lassen, daß seine Oberfläche gerade mit dem Wasserspiegel zusammenfällt.

4. Ausrechnung der Ergebnisse.

Daß die Geschwindigkeit eines Schwimmers mit der zu messenden Wassergeschwindigkeit nicht genau übereinstimmt, hat, wie oben bereits angedeutet, zwei Ursachen: einmal muß die Tauchtiefe des Schwimmers immer kleiner gewählt werden als die Wassertiefe an der Meßstelle; der unterste Teil der Meßsenkrechten, der in der Regel die kleinste Wassergeschwindigkeit aufweist, wird somit nicht miterfaßt; die mittlere Geschwindigkeit der ganzen Meßsenkrechten muß aus diesem Grunde kleiner sein als die Geschwindigkeit, die der Schwimmer annimmt. Sodann ist

die Geschwindigkeit eines schwimmenden Körpers stets etwas größer als die des umgebenden Wassers („Vorellung“ des schwimmenden Körpers); die Geschwindigkeit, die ein Stabschwimmer annimmt, ist also z. B. größer als die mittlere Geschwindigkeit in der Wasserschicht, die seiner Tauchtiefe entspricht.

Eine größere Zahl von Vergleichsmessungen, die gleichzeitig in demselben Querschnitt mit einem Woltmanschen Flügel und mit einem Fesselschwimmer ausgeführt worden sind, hat nun ergeben, daß beim Fesselschwimmer keine wesentliche Vorellung vorhanden ist. Die Erklärung hierfür dürfte in folgendem zu suchen sein.

Auf den schwimmenden Körper sowohl als auch auf das umgebende Wasser wirkt als bewegende Kraft die dem Wasserspiegel parallele Komponente der Schwerkraft. Während aber beim Wasser ein großer Teil dieser Kraft durch Wirbelbildung und innere Reibung der Wasserteilchen untereinander verzehrt wird, sind beim schwimmenden Körper derartige innere Widerstände nicht vorhanden; das hat zur Folge, daß er eine größere Geschwindigkeit als das umgebende Wasser annimmt. Damit entsteht aber auch ein Reibungswiderstand zwischen der Oberfläche des schwimmenden Körpers und dem Wasser; dieser nimmt mit wachsendem Unterschied zwischen Schwimmer- und Wassergeschwindigkeit gleichfalls zu, bis er schließlich ebenso groß wird wie die inneren Widerstände im umgebenden Wasser und damit der Schwimmer eine gleichbleibende, die Wassergeschwindigkeit aber übertreffende Geschwindigkeit erreicht. Der Fesselschwimmer hat nun aber im Verhältnis zu seiner räumlichen Größe eine sehr kleine Masse und ist auch kein völlig starrer Körper; der Schwimmerschlauch schneidet aus dem Wasser gewissermaßen einen säulenförmigen Körper aus, der durch die Poren des Schlauchgewebes und die Öffnungen in dem Metallkörper am unteren Schlauchende mit dem Außenwasser in Verbindung bleibt und infolgedessen an den Wirbelbildungen des Außenwassers, wenn auch in beschränktem Maße, teilnehmen kann. Auch die Reibung des Wassers an dem ziemlich rauhen Schlauchgewebe mag dazu beitragen, daß eine nennenswerte „Vorellung“ des Schwimmers nicht zustande kommt.

Wenn somit beim Fesselschwimmer die Berücksichtigung einer Vorellung nicht notwendig ist, so macht doch der ersterwähnte Umstand, daß nämlich die Schwimmermessung nicht die ganze Meßsenkrechte erfaßt, eine Umrechnung der unmittelbar gemessenen mittleren Geschwindigkeit des der Schwimmertauftiefe entsprechenden Teiles der Meßsenkrechten auf die mittlere Geschwindigkeit der ganzen Meßsenkrechten erforderlich.

Es ist mehrfach versucht worden, die Gesetzmäßigkeit der Verteilung der Wassergeschwindigkeiten über eine Lotrechte zu ergründen und durch Formeln und entsprechende Kurven zum Ausdruck zu bringen. Keiner dieser Versuche hat zu voll befriedigenden und für alle Verhältnisse verwendbaren Ergebnissen geführt, was auch erklärlich ist, denn die Geschwindigkeitsverteilung hängt ab von vielen Umständen, die nicht mit mathematischer Genauigkeit zu erfassen sind. Von den vielen Kurven, die zur Darstellung eines Gesetzes der Geschwindigkeitsverteilung vorgeschlagen worden sind (Parabeln verschiedenen Grades mit senkrechter oder waagerechter Achse, Ellipsen, Hyperbeln, logarithmische Linien), verdient die Parabel höheren Grades mit lotrechter Achse aus dem Grunde den Vorzug, weil sie durch eine verhältnismäßig einfache Formel dargestellt wird, was das Arbeiten mit ihr sehr erleichtert.

Es werde also angenommen (Abb. 8), daß sich die Geschwindigkeit über die Tiefe t einer Meßsenkrechten nach einer Parabel 5. Grades verteilt (es ist für die Ergebnisse ohne wesentliche Bedeutung, ob mit dem 5. oder einem noch höheren Grade gerechnet wird), deren Scheitel in die Sohle des Wasserlaufs fällt. Die Geschwindigkeit an einer beliebigen Stelle in der Höhe y über der Sohle ist dann:

$$x^5 = \frac{v_0^5}{t} \cdot y,$$

worin v_0 die Oberflächengeschwindigkeit an der betreffenden Meßstelle bedeutet. Der Inhalt der „Geschwindigkeitsfläche“ für die ganze Wasser-

Wassermengen $q_1 = f_1 v_1$, $q_2 = f_2 v_2$, $q_3 = f_3 v_3$ usw. (Sp. 17) und Zusammenzählen dieser einzelnen Wassermengen die gesamte Abflußmenge $Q = \sum q$ (Sp. 17, unten). Die Einzelflächen $f_1, f_2, f_3 \dots$ werden auf der Meßstelle mit genügender Genauigkeit ermittelt, indem nach Auftragen des Wasserlaufquerschnitts die mittlere Tiefe jedes Flächenstreifens nach Augenmaß geschätzt und mit der Breite des Streifens multipliziert wird (Sp. 15).

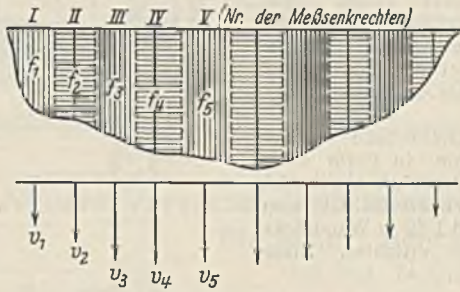


Abb. 10. Flächenzuteilung für die vorläufige Ausrechnung.

6. Vorteile der Messungen mit Fesselschwimmern.

Der Fesselschwimmer vermeidet die eingangs aufgeführten Nachteile, die der Messung mit Schwimmern der bisher in der Regel angewendeten Form eigen sind: die verantwortliche Meßtätigkeit ist in einem Punkte zusammengefaßt und demgemäß der Personalbedarf nur verhältnismäßig gering; es ist ohne Schwierigkeiten und mit vollkommen ausreichender Zuverlässigkeit möglich, aus der unmittelbar gemessenen Schwimmergeschwindigkeit die mittlere Wassergeschwindigkeit abzuleiten und damit die Abflußmenge zu berechnen. Gegenüber der Messung mit dem Woltmanschen Flügel bietet die Verwendung des Fesselschwimmers, wie die bisherigen Erfahrungen gezeigt haben, eine Reihe von Vorteilen.

a) Der Fesselschwimmer ist in Anschaffung und Unterhaltung billiger als ein sonst gleichwertiges Flügelmeßgerät. Empfindliche Teile, wie es Flügelrauben oder -schaufeln und mehr oder weniger auch die meist angewendete elektrische Zählvorrichtung sind, sind beim Schwimmer nicht vorhanden. Seine Bedienung ist daher einfacher, Störungen durch Beschädigungen infolge unvorsichtiger Behandlung sind weit weniger zu befürchten als beim Flügel.

b) Da für die Schwimmermessung ein gewöhnlicher Handkahn verwendet werden kann und auch die sonstige Gerätschaft nur aus wenigen leichten Stücken besteht, ist der Transport des Meßgeräts wesentlich einfacher und damit die erforderliche Vorbereitungszeit für jede Messung kürzer als bei Flügelmessung. Dieser Vorteil fällt besonders ins Gewicht, wenn es sich darum handelt, eine größere Reihe von Messungen an verschiedenen Stellen eines bestimmten Gewässergebiets schnell hintereinander durchzuführen, z. B. während des Ablaufs einer Hochwasserwelle.

c) Im Gegensatz zum Flügel braucht der Schwimmer nicht geeicht zu werden. Die Kosten der erstmaligen Eichung und der späteren Nacheichungen, wie auch die mit den Eichungen unter Umständen verbundenen Zeitverluste werden beim Schwimmer vermieden. Kleine im Laufe des Gebrauchs am Flügel eintretende Veränderungen können, wenn rechtzeitige Nacheichung unterbleibt, Fehler in den Messungen zur Folge haben; beim Schwimmer sind solche Fehler nicht zu befürchten.

d) Besonders ist aber der Zeitaufwand für die Messung selbst bei der Schwimmermessung weit kleiner als bei der Flügelmessung. In derselben Zeit, die für eine Flügelmessung erforderlich ist, können je nach

den Verhältnissen drei bis fünf Schwimmermessungen ausgeführt werden. Indem man die Ergebnisse der einzelnen am gleichen Tage ausgeführten Schwimmermessungen miteinander vergleicht, gewinnt man eine Übersicht darüber, ob während der Meßzeit die Wasserführung des Gewässers etwa in Zu- oder Abnahme begriffen war, ob sie gleichbleibend ist oder ständigen Schwankungen unterliegt, und man erhält damit ein besseres Bild von der Zuverlässigkeit der Ergebnisse als bei den weit mehr Zeit beanspruchenden Flügelmessungen.

Die Schnelligkeit des Meßvorganges gestattet es, zeitlich sich ändernde Strömungsvorgänge mit dem Schwimmer viel besser zu erfassen und zu verfolgen als mit dem Flügel. So konnte in der Mündungstrecke der Havel das Eindringen von Elbhochwasser in das Haveltal nach Strömungsgeschwindigkeit und Zeit durch eine enge Folge von Einzelmessungen so festgelegt werden, daß sich ein zuverlässiges Bild des Vorganges ergab und daß sich auch die Gesamtmenge des in das Haveltal eindringenden Elbwassers genau feststellen ließ.

e) Auch der Zeitaufwand für die Ausrechnung ist bei Schwimmermessungen weit geringer als bei Flügelmessungen.

Die Möglichkeit, das Ergebnis jeder Messung gleich an Ort und Stelle wenigstens vorläufig ausrechnen zu können, bietet den Vorteil, daß schon während der Meßtätigkeit übersehen werden kann, wie die neue Messung mit früheren an gleicher Stelle ausgeführten Messungen zusammenpaßt, ob sich danach eine Wiederholung der Messungen empfiehlt usw.

f) Der Schwimmer kann auch bei ganz geringen Geschwindigkeiten noch verwendet werden, bei denen der Flügel bereits versagt. Das ist in Gewässern wie den kurmärkischen, bei denen die Wasserläufe wegen der Schifffahrt zum Teil weit größere Querschnitte erhalten mußten als zur Wasserabführung allein erforderlich gewesen wäre und in denen daher und auch infolge der vielfach vorhandenen künstlichen Anstauungen und seartigen Erweiterungen die Geschwindigkeiten in abflußarmen Zeiten zum Teil auf sehr kleine Werte zurückgehen, von großem Vorteil.

g) Der Schwimmer ist gegen Verunreinigungen des Wassers, gegen Einwirkung von Treib- und Schwebstoffen und auch von Eis weit weniger empfindlich als der Flügel.

Schlußbemerkung.

Der Wilckesche Fesselschwimmer ist bisher nur bei mittleren und kleinen Geschwindigkeiten verwendet worden; er hat sich hierbei, namentlich bei Abflußmessungen in den letzten abflußarmen Jahren, als ein dem Woltmanschen Flügel in mancher Hinsicht überlegenes Meßgerät bewährt. Ihn bei größeren Wassergeschwindigkeiten zu erproben, hat sich bisher keine Gelegenheit geboten, da in den letzten Jahren stärkere Anschwellungen der Wasserführung kaum aufgetreten sind. Es kann deshalb zur Zeit auch noch kein Urteil darüber abgegeben werden, wie sich der Schwimmer unter anderen Verhältnissen, namentlich bei stärkerer Strömung, bewähren wird, und es bleibt besonders auch festzustellen, ob die Annahme, daß seine Geschwindigkeit mit der des umgebenden Wassers übereinstimmt, dann noch zulässig ist.

Der Fesselschwimmer wird neuerdings von der Firma A. Ott in Kempten (Allgäu) in einer Ausführung, die von der hier beschriebenen nur in unwesentlichen Einzelheiten abweicht, und in zwei verschiedenen Größen fabrikmäßig hergestellt.

Vermischtes.

Berechnungsgrundlagen für stählerne Eisenbahnbrücken (BE). Ein Berichtigungsblatt (Nr. 3) zur zweiten Beilage (S. 741 ff.) des Zentralbl. d. Bauv. 1936 hat die Deutsche Reichsbahn herausgegeben. Dieses Berichtigungsblatt, das im Zentralbl. d. Bauv. 1937, Heft 32, S. 827/8, veröffentlicht ist, gibt vor allem eine ganz neue Fassung des wichtigen § 42 BE bekannt, der die Beulsicherheit der Stegbleche¹⁾ (Vorläufige Vorschriften) mit den Unterabschnitten „Allgemeines“ und „Beulspannungen von rechteckigen Blechen“ unter Belgabe von zwei Tafeln behandelt. Auf das von jedem Stahlbrückenbauer notwendig zu betrachtende Berichtigungsblatt wird hierdurch besonders aufmerksam gemacht. Ls.

¹⁾ Vgl. hierzu: Krabbe, Grundsätzliche Bemerkungen zur Frage der Beulsicherheit der Stegbleche vollwandiger Blechträger. Stahlbau 1937, Heft 13, S. 97; auch als Sonderdruck im Verlag von Wilh. Ernst & Sohn, Berlin W 9, erschienen.

Straßenbrücke über den Unterlauf des Forth bei Kincardine. Engng. 1936, Bd. CXLII, Nr. 3693 v. 23. Okt., S. 435, berichtet über den Bau der Straßenbrücke über den Forth bei Kincardine, England, die am 29. Oktober eröffnet wurde. Sie liegt stromabwärts von der Straßenbrücke bei Stirling und verkürzt den Weg von Edinburgh nach Dunfermline um 30 km. Die gesamte Brücke ist etwa 800 m lang. An die Nordrampe schließen zunächst drei Öffnungen mit Stahlbalkenträgern von je 18,2 m an, die über der London- und Nordost-Eisenbahn liegen, wohingegen im Süden hinter der Rampe zunächst ein auf Pfählen ruhender Teil von 80 m Länge und danach neun Eisenbetonträgerbrücken von je 15,2 m vorgesehen sind. Der restliche Teil zu beiden Seiten der Drehbrücke über den beiden Schifffahrtöffnungen besteht aus 14 Stahlträgerbrücken von je 30 m Stützweite. Die Drehbrücke übergreift zu beiden Seiten je eine Schifffahrtöffnung von 45,5 m Weite.

An der Nordseite liegt in einer Tiefe bis zu etwa 11 m unter MW Sandstein, der jedoch weiter südwärts am nördlichen und mittleren Pfeiler

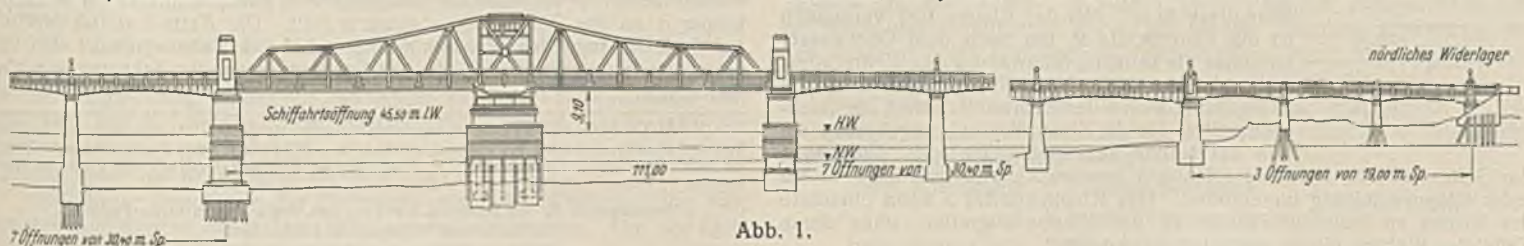


Abb. 1.

der Drehbrücke bereits fehlt. Auf der Südseite wurde die Sandsteinschicht erst in etwa 18 m Tiefe vorgefunden. Dafür liegt dort in 15 m Tiefe eine dünne Kiesschicht über lehmigem Grund. Demgemäß erhielten die beiden letzten Pfeiler am Nordwiderlager und dieses selbst Eisenbetonpfeiler, die anschließenden Pfeiler und die Endunterstützung der Drehbrücke zylindrische Stahlbrunnengründungen von 4,4 m Durchm. bis hinab zum gewachsenen Fels, bei deren Absenkung anfangs in offener Baugrube, zum Schluß mit Druckluft gearbeitet wurde. Abb. 2 zeigt die Pfeiler an den 18,2 m weiten Öffnungen und Abb. 3 eine typische Ausbildungsform für die Pfeiler an den 15,2 m weiten Öffnungen.

Für die Pfeilergründung der Drehbrücke wurden sechs Stahlzylinder von 4,4 m Durchm. in Form eines Sechsecks bis zum Felsen unter Druckluft abgesenkt, mit Beton ausgefüllt und darauf ein Eisenbetonhohlzylinder von 12,8 m äußerem Durchmesser und 1,52 m Wanddicke zur Aufnahme des Rollenlagerkranzes errichtet. Diese

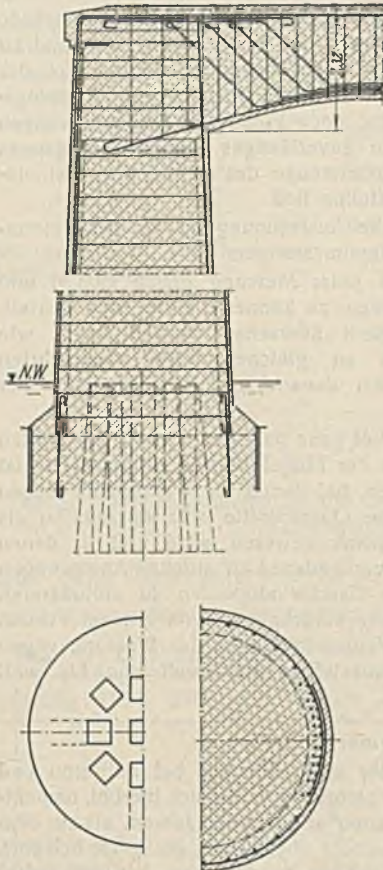


Abb. 2.

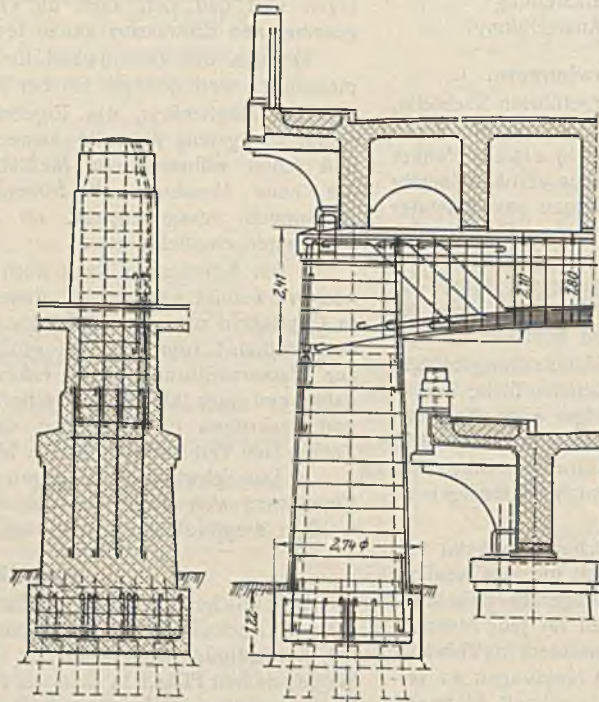


Abb. 3.

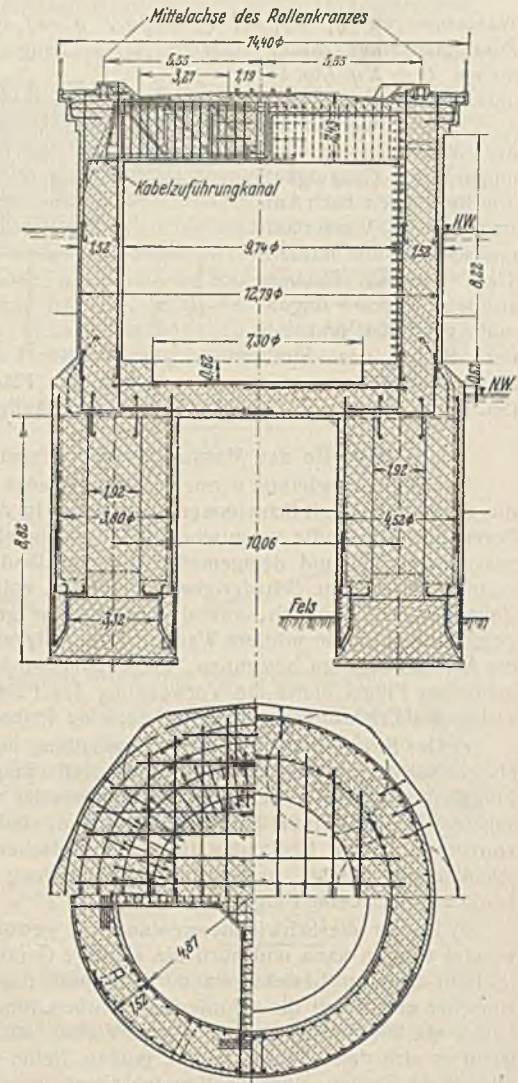


Abb. 4.

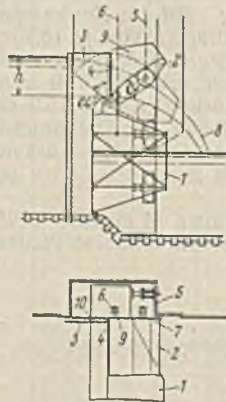
Konstruktion ist in Abb. 4 dargestellt. Der Antriebsmechanismus ist unterhalb der Fahrbahn der Drehbrückenträger untergebracht.

Die Drehbrücke wurde auf ihrer Unterstützung in geöffnetem Zustande montiert, um die freie Schifffahrt nicht zu beeinflussen. Der Antrieb besteht aus zwei Motoren von 50 PS. Der elektrische Strom wird für gewöhnlich von außerhalb zugeleitet. Bei Unterbrechung der Stromzufuhr kann die Antriebskraft jedoch auch auf dem Brückenpfeiler selbst durch einen Ölmotor mit Generator erzeugt werden. Außerdem ist ein elektrisch angetriebener Kompressor zum Füllen der Druckbehälter vorgesehen.

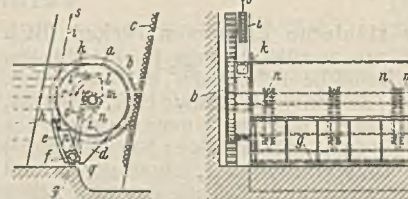
Zs.

Patentschau.

Wehr mit Aufsatzklappe und Seitenschilden zur Abdichtung der Seitennischen. (Kl. 84a, Nr. 614 370 vom 25. 2. 1931 von Vereinigte Stahlwerke AG. in Düsseldorf.) Um den Raum unterhalb der Klappe über die Wehrnische reichlich belüften zu können und um zu verhindern, daß bei Undichtigkeit der Seitendichtung der Raum unter der Klappe sich bei Frost mit Eis versetzen und hierdurch die Klappenbewegung behindern kann, fallen die mit der Aufsatzklappe verbundenen Seitenschilde bei niedriger Klappe mit ihren oberwasserseitigen Kanten mit Schleifdichtungen zusammen, während ihre wasserseitigen Kanten mit der unterwasserseitigen Umgrenzung der Aufsatzklappe abschneiden. Die Klappe 2 wird durch ein Hubmittel 5 angehoben, das an einem in die Nische vorspringenden Bolzen 7 der Klappe angreift; das Wehr wird durch ein Hubmittel 6 angehoben; der Wasserstrahl 8 tritt bei umgelegter Klappe über diese über. Mit der Klappe fest verbunden ist der Seitenschild 9, der nach dem Oberwasser zu hinter die seitliche Stauwand 3 des Wehrkörpers greift. In dem wasserfreien Raum 10 zwischen dem Seitenschild 9 und der Stauwand 3 sind die Nachspannmittel für die Seitendichtung angebracht, die von der Nische aus zugänglich sind. Die Länge der Seitendichtung ist auf die Höhe *h* beschränkt, und ihre Lage ist bei jeder Klappenstellung unverändert. Das Klappenmittel 5 kann innerhalb der Nische an beliebiger Stelle an der Klappe angreifen, ohne durch Teile des Wehres hieran gehindert zu werden.



In der Staulage absenkbares Walzenwehr. (Kl. 84a, Nr. 615 444 vom 18. 10. 1927 von Fa. August Klönne in Dortmund.) Um eine einfachere sichere Führung des Stauschildes bei geringer Reibung zu erzielen, ist die Walze *a*, die mittels Zahnkränzen *b* auf Zahnstangen *c* rollt, mit Rippen *d* versehen, die in der Staulage der Walze abwärts gerichtet sind und sich bei abgesenkter Walze in eine Vertiefung der Wehrsohle erstrecken. Die Rippen *d*, deren Ebenen senkrecht zur Walzenachse stehen, stützen mit ihrer dem Oberwasser zugekehrten Kante einen über die ganze Walzenlänge sich erstreckenden Stauschild *e*, der mit einem hohl ausgebildeten Träger *f* verbunden ist, an dem ein Dichtungsbalken *g* befestigt ist. Der Stauschild *e* ist mittels der Dichtungseiste *h* gegen die Walze *a* abgedichtet. Die zum Bewegen der Walze dienende



Kette *i* tritt durch die Öffnung *k* in das Innere des Walzenkörpers ein, und ihr Ende ist an einer Segmentscheibe *l* befestigt; auf der Welle *m* ist eine Anzahl von Zahnsegmenten *n* befestigt, die in Zahnstangen *o* eingreifen, die ihrerseits mit dem Träger *f* zusammenwirken. Durch den Zug der Ketten oder Sellen *i*

werden die Segmentscheiben *l* in Richtung des Pfeilers *r* gedreht, wobei die Zahnstangen *o* den Stauschild *e* abwärts drücken, so daß sein Dichtungsbalken fest auf der Wehrsohle aufliegt. Beim Heben der Walze aus dem Wasser wird die Kette *i* in der Pfeilrichtung *s* weiterbewegt, die Walze *a* aufwärts gezogen und der Stauschild *e* durch den Anschlag *g* der Rippen mitgenommen. Beim Absenken des Wehres in die Staulage bewegt sich die Kette *i* entgegengesetzt zur Pfeilrichtung *s*. Beim weiteren Absenken der Walze verbleibt der Stauschild *e* in Ruhe, während der Walzenkörper *a* an der Zahnstange *c* abwärts rollt. Die Kette *i* gleitet hierbei auf dem Umfange des Walzenkörpers, wobei das Zahnsegment *l* sich im Uhrzeigersinn drehen muß, da das Segment *n* an der Zahnstange *o* abwärts rollt.

INHALT: Der Geleisigtunnel der neuen Vollspurbahn Heldenau—Altenberg (Erzgeb.). — Der Fesselschwimmer, ein neues Wassermengenmeßgerät. — Vermischtes: Berechnungsgrundlagen für stählerne Eisenbahnbrücken (BE). — Straßenbrücke über den Unterlauf des Forth bei Klardine. — Patentschau.

Verantwortlich für den Inhalt: A. Laskus, Geh. Regierungsrat, Berlin-Friedenau.
Verlag von Wilhelm Ernst & Sohn, Berlin.
Druck der Buchdruckerei Gebrüder Ernst, Berlin.