Röhrenmaterial für Kabelkanalisationen

Autor(en): **Kräuchi, F.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Technische Mitteilungen / Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung = Bulletin technique / Administration des télégraphes et des téléphones suisses = Bollettino tecnico / Amministrazione dei telegrafi e dei telefoni svizzeri**

Band (Jahr): **3 (1925)**

Heft 1

PDF erstellt am: **20.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-873890

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

sichtlichen Verhältnisse. Für trockenen Boden dürfte die ermittelte mittlere Ausreisskraft auf das Doppelte anwachsen und zirka 2250 kg betragen. Aber auch in diesem Falle genügt die übliche Bodenverankerung

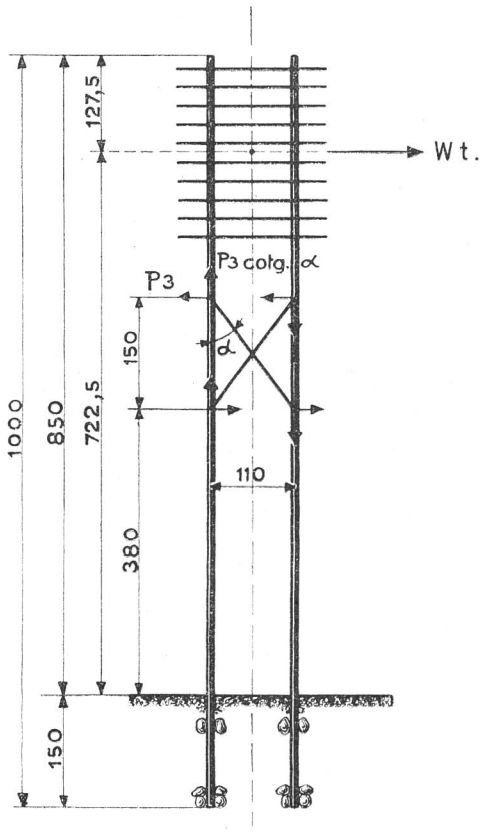


Fig. 8.

eines maximal belasteten Doppelgestänges nicht, da die gewollte Sicherheit nicht vorhanden ist.[1])

Ueber der Erde weisen die Tragwerke einer Doppelstangenlinie mindestens 2,5fache Sicherheit auf, während sie im Boden den gestellten Anforderungen in den meisten Fällen nicht genügen können. Bei dem weitaus grössten Teil von Tragwerkzerstörungen ist nicht die ausserordentliche Belastung allein schuld am Bruch, sondern es ist das Nachgeben der auf Zug beanspruchten Bodenbefestigung der Grund für das Auftreten von zu grossen Zusatzspannungen in gewissen Tragwerkteilen. Es erscheint daher gerechtfertigt, Art. 3 der Vorschriften für imprägnierte Holzstangen durch folgenden Satz zu ergänzen: „Das Fussende soll am Wurzelstock so tief unten als möglich abgeschnitten werden." Werden dann die Steinkränze noch gewissenhaft ausgeführt, so dürften solche Stangen in gutem, gewachsenem Boden genügend verankert sein. In aufgeschüttetem, lockerem und schlechtem Boden, oder wo erfahrungsgemäss mit starken Windstössen zu rechnen ist, müssen besondere Massnahmen getroffen werden, um das Herausreissen der Zugstangen zu verhindern (siehe Bl-2638). Die verhältnismässig geringe Anzahl von Linienstürzen infolge Winddruckes erklärt sich nur durch die Tatsache, dass die vorgesehenen Windstärken eben doch selten auftreten.[2])

Stangen, die gegen das Fussende gekrümmt sind oder sich stark verdicken, wären also überall da zu verwenden, wo sie auf Zug beansprucht werden (Doppel- und Winkelgestänge), während solche nach Fig. 7 als Druckstangen und für einfache Gestänge vollauf genügen.

[1]) Siehe T. M. Nr. 5, 1923, Seite 106 und 116.
[2]) Siehe T. M. Nr. 2, 1923, Seite 26. Verbesserte Beaufort-Skala.

Röhrenmaterial für Kabelkanalisationen.

Von F. Kräuchi, Bern.

Die Elektrifikation der Schweiz. Bundesbahnen bedingt die Beseitigung der auf dem Bahngebiet oder in deren nahem Parallelverlauf bestehenden oberirdischen Telephon- und Telegraphenlinien. Da die Erstellung neuer Linien über Privatterrain der heutigen hohen Entschädigungen wegen mit erheblichen Kosten verbunden und zudem die Ausbaufähigkeit der oberirdischen Leitungen verhältnismässig beschränkt ist, wurde von der Schweizerischen Telegraphenverwaltung der Bau eines Kabelnetzes beschlossen, unter Ausnützung des Rechtes zur unentgeltlichen Benutzung der Staatsstrassen. Für diese Kabelkanalisationen, welche fast ausschliesslich als Rohrleitungen von 25 und 30 cm Lichtweite erstellt und in den Baujahren 1922 bis 1924 zum grössten Teil als Notstandsarbeiten ausgeführt wurden, benötigte die T. T. V. in kürzester Zeit Hunderttausende von Metern an Eisen- und Betonröhren. Es lag im Interesse der gesamten Volkswirtschaft, sowohl die Bauarbeiten als auch die Lieferungen möglichst zu verteilen, um allen Gegenden Arbeitsgelegenheit zu verschaffen und der in der Nachkriegszeit herrschenden Arbeitslosigkeit zu steuern.

Infolge Mangels an eigens für den gewollten Zweck hergestelltem Röhrenmaterial musste auf die bestehenden Lagervorräte gegriffen werden. Im Nachstehenden sollen die verwendeten Rohrtypen einzeln besprochen werden.

Bei Beginn der grossen Arbeiten waren folgende Rohrarten auf dem Markt:

1. Die gewöhnlichen *Zementröhren* von 1 m Baulänge, die sich in solche mit Kreisquerschnitt ohne und mit Fuss, und solche von Korbbogenform unterscheiden lassen;

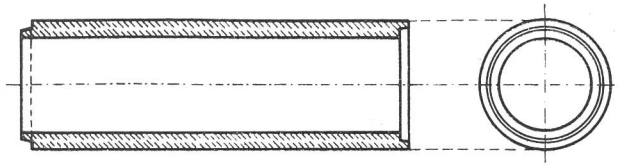
2. die altbekannten spiralumschnürten *Betonröhren* „System Siegwart" von 5 m Baulänge, welche sonst hauptsächlich für Druckwasserleitungen Verwendung fanden.

Es zeigte sich bald, dass die gewöhnlichen Zementröhren sich für Kabelanlagen wenig eignen, weil sie porös und daher wasserdurchlässig sind; die Rohrleitungen müssen also namentlich im Grundwasser

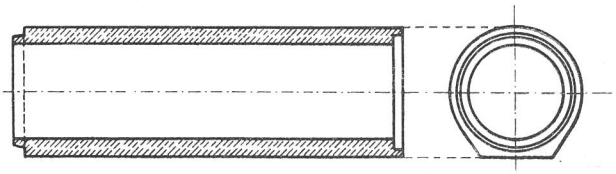
Typen von Kabelröhren.

Gewöhnliche Zementröhren.

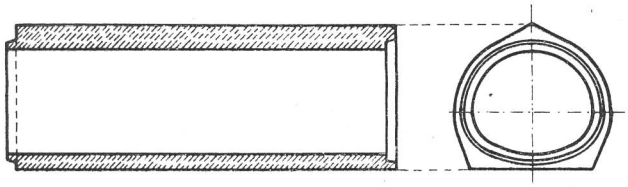
1. Runde Form.



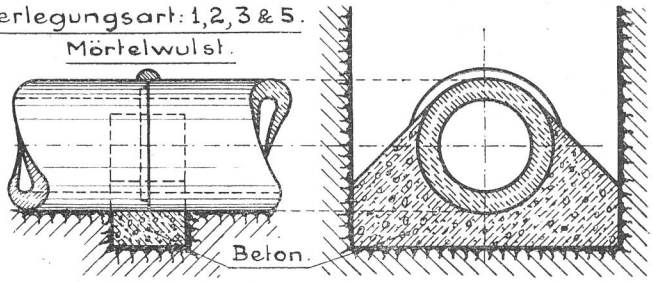
2. Runde Form mit Fuss.



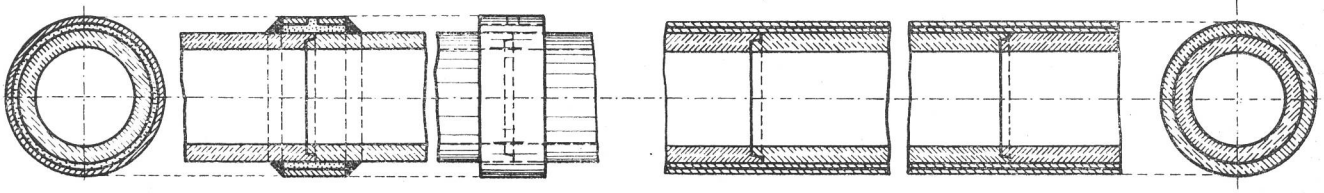
3. Korbbogenform.



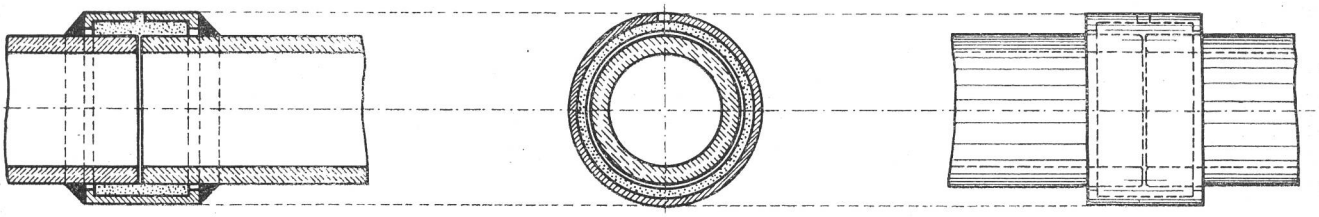
Verlegungsart: 1, 2, 3 & 5.



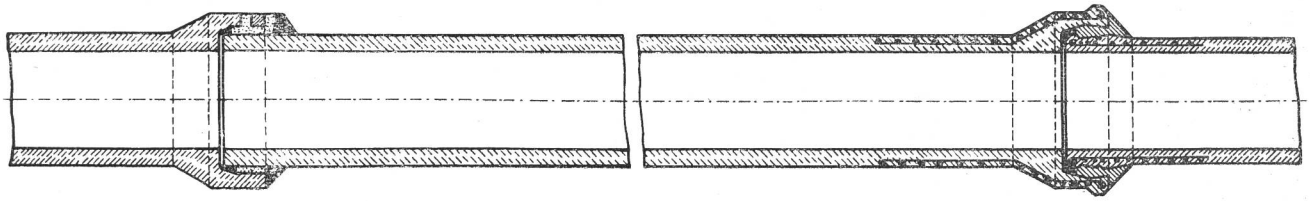
4. Gewöhnliches Cementrohr mit Ueberschiebemuffe. 5. Gewöhnliche C. Röhren m. Eisenbetonumhüllung (2-5 m lg).



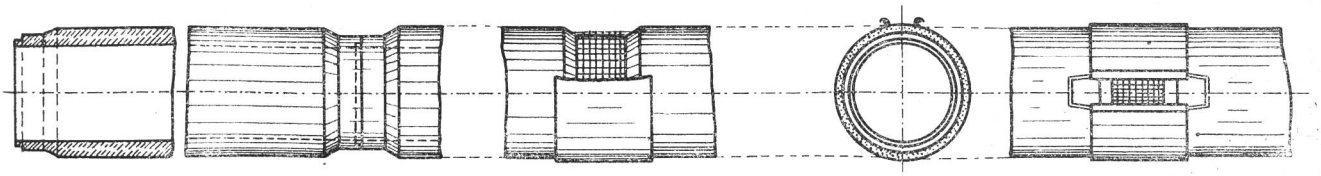
6. Armiertes Betonrohr, System Siegwart (5 m lang.)



7. Glockenmuffenrohr (arm. 3,6 m, & unarmiert 2 m lang.)



8. Dickwandiges Rohr mit arm. Stossverbindung (zusammengesetzt zu 2 & 3 m Baulänge).



System Hunziker.

für die jeweiligen Arbeiten vorerst ausgepumpt und getrocknet werden. Eine weitere Schwierigkeit besteht darin, dass die Stossverbindungen nicht in allen Verhältnissen einwandfrei hergestellt werden können. Trotz Unterbetonierung der Stösse und Verstärkung derselben mittelst eines Mörtelwulstes vermochte diese Art von Rohrleitungen den durch die Verkehrslasten auf der Strasse verursachten Erschütterungen nicht immer Stand zu halten, so dass die Stossfugen rissen. Das Verlegen der 1 m langen Röhren in der vorgeschriebenen Achse zwischen zwei Schächten ist schwierig, weil zwischen den Stoßstellen zu wenig Länge für das Fixieren des Rohres verbleibt. Den kreisförmigen Röhren gegenüber haben die mit Fuss versehenen noch den Nachteil, dass die Grabensohle auf grössere Breite genau ausplaniert werden muss. Dieselben Nachteile zeigte auch das korbbogenförmige Rohr, welches indessen das Einvisieren über seine Firstkante bedeutend erleichterte. Auch bietet dieses Rohr für den Kabelzug gewisse Vorteile, weil auf der verbreiterten Rohrsohle mehr Kabel Platz finden als beim Kreisquerschnitt.

Zur Behebung dieser dem 1-m-Rohr anhaftenden Mängel in der Stossverbindung wurde dann ein Rohr gebaut, welches aus zwei bzw. drei gewöhnlichen 1-m-Röhren zusammengesetzt war, und dessen Stösse durch sog. Ueberschiebemuffen (Manschetten) verstärkt waren. Die Verbindung der so zusammengestellten Rohre im Graben geschah wiederum durch Ueberschieben einer Manschette, die ebenfalls mit Zementmörtel vergossen wurde. Ausser dem den gewöhnlichen Röhren anhaftenden Mangel zu geringer Wasserdichtigkeit wurde dieser Typ zu teuer, weil das Zusammensetzen des Rohres in der Fabrik kostspielig ist und weil im Graben auf jeden Meter Länge eine der Manschette entsprechende Nische ausgehoben werden muss, um zu vermeiden, dass das Rohr hohl liege. Diese Art der Stossverbindung ist übrigens dem Siegwartsystem entlehnt, bei welchem die 5 m langen Einzelröhren durch Ueberschiebemuffen verbunden werden. Jedenfalls wird diese Verbindungsart bei grösserer Baulänge der Röhren wirtschaftlicher. Eine andere Ausführung zur Erzielung grösserer Baulängen bestand darin, dass die zusammengestossenen gewöhnlichen Röhren mit einer armierten Betonschicht umhüllt und verstärkt wurden. Trotz der dadurch erreichten grösseren Wandstärke hat sich auch dieses Rohr nicht bewährt, weil die Stossfugen als geschwächte Querschnitte verbleiben und überdies die Fabrikation zu teuer ist. Die 5 m langen armierten Siegwartröhren haben sich in bezug auf mechanische Festigkeit und Wasserdichtigkeit gut bewährt. Was an ihnen zu tadeln ist, ist die mögliche Ungleichheit in der Lichtweite und Wandstärke, was die Verlegung erschwert und Ueberzähne in der Rohrleitung verursacht. Als Toleranz sind 2 % der Lichtweite festgesetzt.

Die Siegwartbalkengesellschaft warf dann ein neues, nach dem Schleuderverfahren hergestelltes Betonrohr auf den Markt, welches speziell für Druckwasserleitungen armiert war. Für unsere Zwecke war indes die angewendete starke Ringarmierung ungeeignet, weil die starken Spiralen von 5 mm Durchmesser den verhältnismässig dünnen Beton (2,5—3 cm) bei Beanspruchung des Rohres auf Biegung erwürgten. Von besonderer Wichtigkeit erweist sich an diesem Rohr die sog. Glockenmuffe, die bei den Gusseisenröhren üblich ist und die die beste bis heute bekannte Stossverbindung für Betonröhren darstellt. Dieses in Baulängen von 3,6 m fabrizierte, nach seinem Erfinder benannte Vianinirohr ist seither durch Anbringung besonderer, dünner und engmaschiger Geflechtarmatur vervollkommnet worden, so dass es heute noch ausschliesslich überall da zur Verlegung kommt, wo Terrainbewegungen zu befürchten sind und wo die meist wenig tief liegenden Kabelleitungen oft parallel und quer untergraben werden (also namentlich in Städten). Es wird seiner grossen Dichtigkeit wegen auch dort bevorzugt, wo die Rohrleitung ins Grundwasser zu liegen kommt. Die Vorteile dieses Rohrsystems führten bald dazu, auch unarmierte Röhren in grösseren Baulängen zu erstellen. Nach anfänglichen Misserfolgen ist es dann verschiedenen Fabrikanten gelungen, ein 2 m langes Rohr mit Glockenmuffe herzustellen, das für normale Verhältnisse allen Anforderungen genügt und das neben dem vorgenannten Vianinirohr die früheren Rohrsysteme vollständig zu verdrängen vermochte.

Die Bestrebungen, ein einwandfreies Kabelrohr von grösserer Baulänge zu schaffen, führten gleichzeitig auch zur Erstellung des sogenannten Hunzikerrohres, welches wie die gewöhnlichen Zementröhren maschinell fabriziert wird. Es ist indessen von grösserer Wandstärke und wird aus einzelnen 1-m-Röhren zusammengesetzt. Ueber den eigentlichen Stoss, wie er bei den gewöhnlichen Röhren üblich ist, wird eine Armatur aus Rapitzgeflecht gelegt, welches noch mit Längsstäben verstärkt wird. Die verschiedentlich vorgenommenen Proben auf Scheiteldruck und Biegung haben gezeigt, dass bei sorgfältiger Ausführung der armierten Stossverbindung keine Schwächung im Stossquerschnitt zu konstatieren ist, und dass das Rohr dem homogenen 2-m-Rohr mit Glockenmuffe ebenbürtig ist. Die Verlegung der Hunzikerröhren im Graben geschieht in der Weise, dass sie wie gewöhnliche Röhren ineinandergeschoben und mit Zementmörtel abgedichtet werden. Alsdann wird die Armatur umgelegt und ein sogenanntes Schalungsblech um den Stoss befestigt, worauf der Hohlraum, der zwischen Schalblech und Anschlagfläche der beiden zu verbindenden Röhren entsteht, mit Zementmörtel ausgegossen und die Armatur eingebettet wird. Der Vorteil bei der Verlegung dieser Röhren besteht im wesentlichen darin, dass keine Nischen nötig werden. Eine Rohrsektion dieser Art erscheint als ein einziges von Schacht zu Schacht gehendes Rohr. Wie alle nach dem Stampf- und Pressverfahren fabrizierten Röhren weisen aber auch die zuletzt genannten geringere Dichtigkeit auf als die gegossenen und geschleuderten Röhren.

So leicht und bequem diese Röhren im trockenen Terrain zu verlegen sind, so schwierig gestaltet sich die Verlegungsarbeit im nassen und schlammigen Graben; der Stoss kann dann unter der Blechschalung und Armatur nicht sauber gehalten werden, und der Mörtel haftet infolgedessen nicht, was Un-

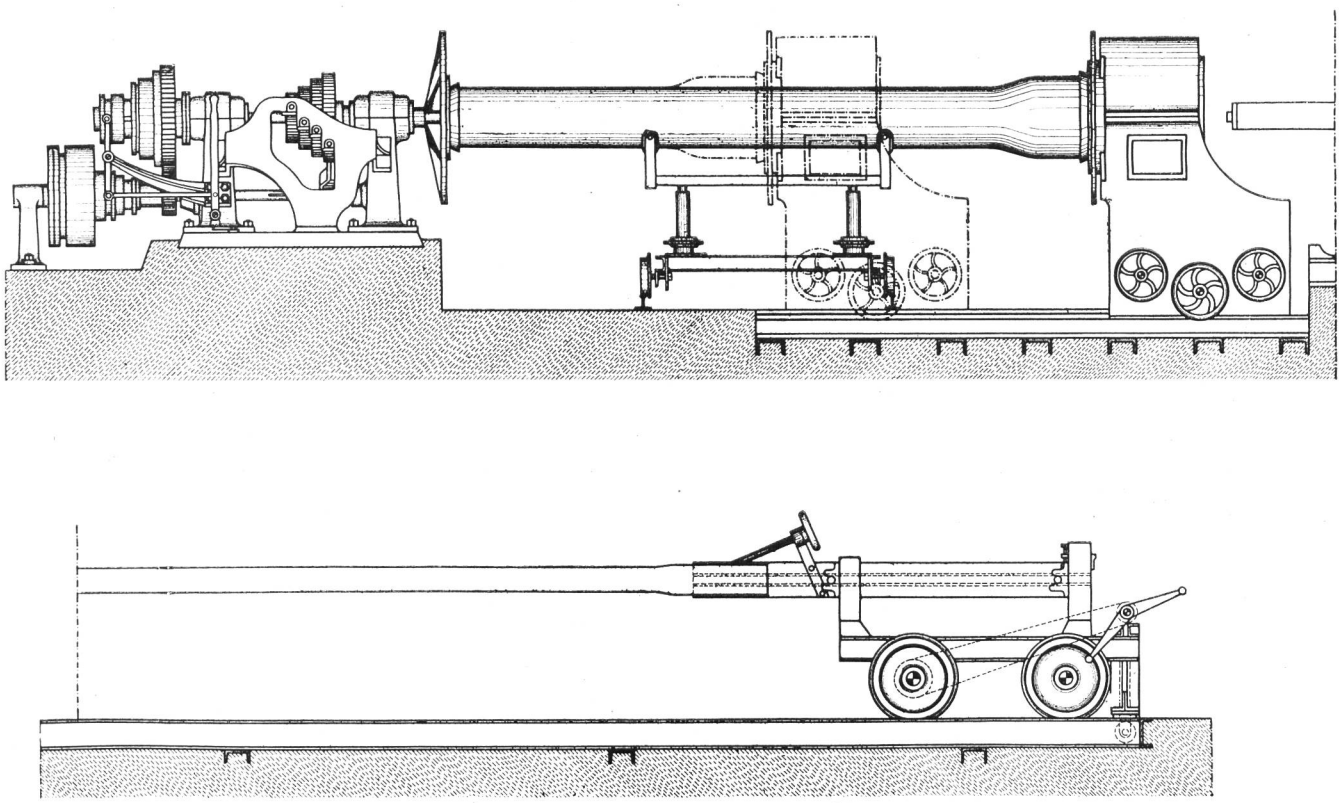
dichtigkeit der Leitung zur Folge hat. Uebrigens sind alle maschinengestampften Röhren mehr oder weniger konisch, wodurch Ueberzähne im Rohrkanal fast unvermeidlich werden.

Ausser den Gusseisenröhren, die vornehmlich bei Parallelführungen und Kreuzungen mit elektrischen Bahnen verlegt werden, und den Stahlröhren (Mannesmann), die ausschliesslich bei Brückenübergängen Verwendung finden, werden für die Kabelkanalisationen der T.-T.-Verwaltung bloss noch folgende Typen von Betonrohren verwendet, deren Fabrikation nunmehr noch speziell besprochen werden soll.

A. Unarmiertes Glockenmuffenrohr 2 m.

Bei der Fabrikation dieser Rohrart sind so viele Modelle nötig als täglich Röhren hergestellt werden sollen, und zwar aus dem Grunde, weil ein frisches Rohr von mehr als 1 m Länge bei sofortiger Ausschalung infolge des Eigengewichtes und daheriger Pressung in den untern Schichten in sich zusammenstürzen würde. Diese Röhren werden daher in stehenden Formen meistens von Hand gegossen unter fortwährendem Beklopfen der Aussenschalung und Rühren des Betons, um das Entweichen der Luftblasen zu erleichtern. Vorteilhaft wird auch das sogenannte Sacken (Heben und Fallenlassen des Modells samt der Betonmasse) angewandt, wodurch sich der Beton infolge des Eigengewichtes und der Schlagwirkung selbst stampft. Die so fabrizierten Röhren erreichen bei grosser mechanischer Festigkeit auch eine Wasserdichtigkeit, die bei den nach dem maschinellen Stampf- und Pressverfahren hergestellten Röhren noch nicht erzielt worden ist. Diese gleichen Röhren werden auch maschinell fabriziert, wobei nur die äussere Modellschalung nötig ist, da der Kern des Presskolbens die Innenwandung ersetzt. Bei diesem Verfahren muss der Wasserzusatz des plastisch eingebrachten Betons genau bestimmt werden, da sich die Rohrwandung bei zu nassem Material unten staucht und die lichte Weite des untern Rohrendes von der des oberen Endes stark abweicht; wegen der Ueberzähne und der Verringerung der Querschnittsfläche sind solche Röhren für die Erstellung von Kabelleitungen unverwendbar. Diese Röhren sind im Gegensatz zu den gegossenen rauh und müssen noch geschlemmt werden, um die Reibung der einzuziehenden Kabel zu verringern. Mit dem Ausschalen der handgegossenen und maschinengepressten 2-m-Röhren wird in der Regel 24 Stunden gewartet; die zuerst fabrizierten Röhren werden auch zuerst ausgeschalt.

Zur Erhöhung der Wasserdichtigkeit werden diese Röhren so frisch als möglich mit Zementbojake auf der Aussenwandung abgerieben. Nach dem Erhärten werden sie in trockenem Zustande mit einer Asphaltlösung (Ebol) gestrichen, um ausser der Erhöhung der Wasserundurchlässigkeit auch einen Schutz gegen Säuren zu erreichen, deren Einflüssen die Rohrleitungen namentlich im Torfboden ausgesetzt sind.



Maschine zur Fabrikation des Vianinirohres.

B. Armiertes Betonrohr mit Glockenmuffe 3,6 m.

Die Fabrikation dieser Vianiniröhren erfordert wohl grössere Aufmerksamkeit als alle anderen bis heute bekannten Herstellungsverfahren für Beton-

röhren. Wie für die Fabrikation der unarmierten Glockenmuffenröhren ist hier eine Serie von Modellen nötig, welche der Tagesproduktion an Röhren entspricht.

Die Modelle sind in der Längsrichtung dreigeteilt und bestehen nur aus der äusseren Schalung. Diese selbst ist aus Holzlatten zusammengefügt und mit Blech ausgeschlagen. In jüngerer Zeit werden die ganzen Modelle auch aus Stahlblech (nur zweiteilig) angefertigt, wodurch glatte Aussenflächen der Röhren erzielt werden. In das an beiden Enden offene Modell wird dann die Armatur, bestehend aus Längseisen und darüber gewickelten oder auch eingeflochtenen Spiralarmierungen aus Stahldraht, von der Muffenseite her eingeschoben und das Modell liegend zwischen zwei Rotationsscheiben einer von einem Motor angetriebenen Maschine eingespannt. Die eine dieser Spannscheiben, welche auf einem fahrbaren Teil montiert ist, ist im Drehpunkt durchbrochen, so dass von dieser Seite die innere Modellwandung mit der Armatur sichtbar ist und die eigentliche Rohrfabrikation kontrolliert werden kann. Neben der Maschine läuft ein Wagen auf Schienen, auf welchem ein sogenannter Löffel zur Aufnahme des Betons genau in der verlängerten Rohrachse freitragend montiert ist. Bei der Einkupplung der Maschine rotiert nun das leere Modell mit der inliegenden Armatur, welche sich infolge der Zentrifugalkraft von selbst zentriert. Der mit dem fertig gemischten Beton gefüllte Löffel wird in das rotierende Modell eingefahren und mit Hilfe des verschiebbaren Bodenteils entleert. Das Material wird infolge der Rotation gegen die Modellwandung geschleudert und presst sich so fest, dass nach einigen Minuten das Modell ausgespannt und wegtransportiert werden kann. Am Tage nachher wird das Rohr ausgeschalt. Bei richtiger gleichmässiger Füllung des Löffels ist es möglich, spiegelglatte Innenflächen und genau gleichbleibende Wandstärken und somit auch eine gleichmässige Lichtweite auf der ganzen Rohrlänge zu erzielen. Je nach der gewünschten Wandstärke und der Grösse des Rohres wird der Löffel ein-, zwei- oder mehrmals eingeführt. Die Schwierigkeit der Fabrikation besteht darin, die vier verschiedenen Rotationsgeschwindigkeiten dem Wassergehalt des Betons und dem Material selbst anzupassen. Da dieses Rohr trotz seines verhältnismässig billigen Preises (nur zirka 50 % teurer als die unarmierten Röhren) den Anforderungen der Verwaltung sowohl in bezug auf mechanische Festigkeit als auch auf Wasserdichtigkeit genügt und bei den Unternehmern seiner einfachen Verlegung halber sehr beliebt ist und entsprechend billig verlegt werden kann, hat es das früher von der nämlichen Fabrik hergestellte Siegwart-Rohr wenigstens für Kabelanlagen völlig zu verdrängen vermocht.

Von den unter A und B genannten zwei Systemen, die sich allmählich herausgebildet haben und zu behaupten vermochten, sind seit 1922 von der T.-T.-Verwaltung verlegt worden:

Unarmierte Glockenmuffenröhren 2 m lang (9 Fabriken), 100,000 m.

Armierte Glockenmuffenröhren, System Vianini (2 Fabriken), 75,000 m.

Prüfung der Röhren.

1. Prüfung auf mechanische Festigkeit.

Nachdem man sich bei der Prüfung der Röhren anfänglich auf die Bestimmung der Scheitelbruchfestigkeit beschränkt hatte, wurde in den Lieferungs-Vorschriften der T. T. V. vom 20. April 1923 auch die Biegefestigkeit vorgeschrieben, um den unter Umständen auftretenden Biegungsspannungen im beweglichen Terrain Rechnung zu tragen und die Homogenität des Betons zu prüfen.

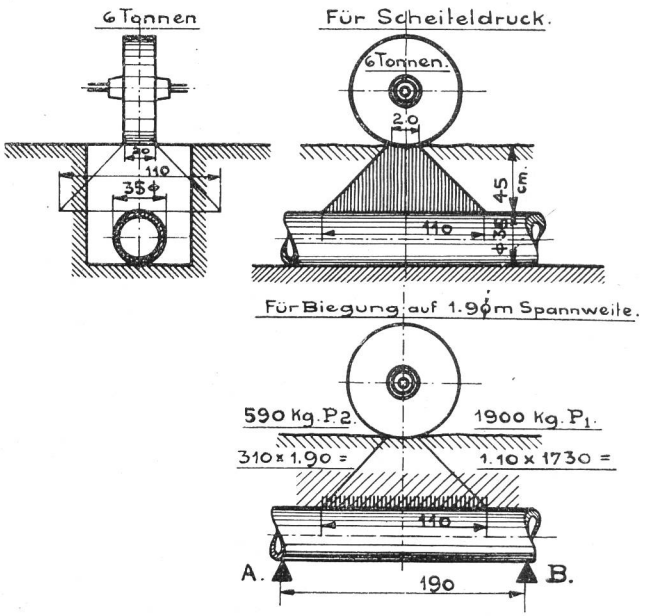
Als Grundlage für die vorgeschriebene Festigkeit diente die einfache Sicherheit für ein in minimaler Tiefe verlegtes Rohr, bei einer Belastung durch einen Raddruck von 6 Tonnen auf eine Felgenfläche von 20×20 cm und Verteilung des Druckes auf das Rohr unter einem Winkel von 45°. Für das meist verwendete Rohr von 25 cm Lichtweite ergeben sich folgende Minimalbruchlasten:

Die vom Laufmeter Rohr zu übernehmende Last bei 45 cm Ueberdeckung setzt sich zusammen aus:

$$\text{Decklast} = 0{,}35 \times 0{,}45 \times 2000 = 310 \text{ kg}$$

$$\text{Nutzlast} = \frac{6000 \times 0{,}35}{1.10 \times 1.10} = 1730 \text{ „}$$

Minimal-Scheitelbruchlast $\cong$ 2100 kg



Diese Lasten erzeugen bei freier Auflagerung des Rohres und einem Abstand zwischen den Stützen von 1,90 m ein maximales Biegungsmoment von

$$M = (1900 \times 0{,}95) - [(950 \times 0{,}275) + (295 \times 0{,}475)] = \underline{781 \text{ mkg}}$$

was einer für die Biegeprobe vorzuschreibenden Einzellast (bei einer Lastangriffsfläche von 50 cm Breite)

$$\text{von } P = \frac{2 \times 781}{\frac{1.90}{2} - \frac{0.50}{4}} = \sim \underline{1900 \text{ kg}} \text{ entspricht.}$$

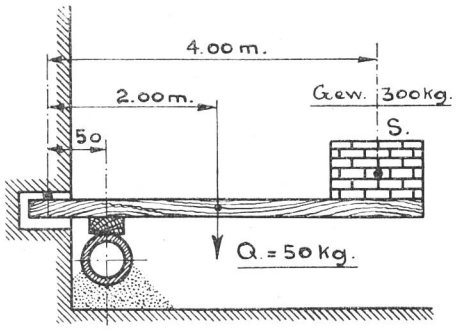
Die nötige Sicherheit wird erreicht dank dem Umstande, dass das Rohr im Graben im Material eingebettet, und dass es andererseits als kontinuierlicher Balken zu betrachten ist und folglich nur ungefähr die Hälfte der vorgeschriebenen Last zu halten hat. Da gemäss den Lieferungsvorschriften der T. T. V. die Versuche auf Kosten des Fabrikanten gehen und das den Vorschriften nicht genügende Material unbezahlt bleibt, wurde, einerseits um die Versuchszeit abzukürzen und andererseits um die Versuchskosten für den Lieferanten auf ein Minimum zu reduzieren, statt der allgemein üblichen direkten Belastung das Hebelgesetz angewendet. Dabei wurde wie folgt verfahren:

Wo sich an den Fabrikgebäulichkeiten keine Fensternische oder Bank in geeigneter Höhe vorfand, wurde ein Loch in einer Mauer ausgespitzt, dessen obere Horizontalfläche als Stützpunkt für den Hebel (Holz- oder T-Eisenbalken) diente. Das zu prüfende Rohr wurde dann an die Wand gerollt, der Hebel eingesetzt und das freie Ende des Balkens mit geeigneten Gewichten (Zementsteinen, vollen Zementsäcken u. dgl.) belastet. Die Berechnung der entsprechenden Bruchlast ergab sich dann aus dem umgekehrten Verhältnis der Hebelarme, vom Stützpunkt des Hebels bis zum Schwerpunkt der Last, bzw. Hebeleigengewicht und vom gleichen Stütz- bzw. Drehpunkt des Hebels bis zum Rohrauflager (Druckpunkt).

Beispiel: Der Abstand der Rohrachse vom Drehpunkt des Hebels betrage 50 cm, die Entfernung der Schwerpunkte von demselben 400 cm und 200 cm. Die Last selbst 300 kg. Das Balkengewicht 50 kg.

Diese 300 kg repräsentieren demnach einen Druck auf das Rohr von

$$\frac{(300 \times 4) + (50 \times 2)}{0{,}5} = \underline{2600 \text{ kg}}$$



Um mit ein und demselben Rohr verschiedene Proben durchführen zu können, wird zweckmässig wie folgt verfahren: Das Rohr wird erst in seiner ganzen Länge auf Biegung beansprucht, wobei das Hebelgewicht in der Mitte der Spannweite angreift, in welchem Querschnitt auch das grösste Biegungsmoment auftritt. Bei gleichmässiger Struktur des Betons bricht das Rohr unmittelbar unter der Last, andernfalls im nächsten geschwächten Querschnitt. Die entstehenden Hälften können, wenn dies für die Probe wünschenswert erscheint, wiederum auf Biegung geprüft werden. Da der Bruch bei gutem Beton immer quer zur Rohrachse erfolgt, so ergeben sich schliesslich mehrere Stücke, die dann numeriert und einzeln noch auf Scheiteldruck geprüft werden können.

Um die erhaltenen Bruchlasten mit der Vorschrift vergleichen zu können, ist deren Umrechnung für Biegung auf die entsprechende Spannweite und für Scheiteldruck auf die Längeneinheit (1 m) notwendig.

Im Folgenden geben wir ein Beispiel der Prüfung eines 3,6 m langen Vianinirohres:

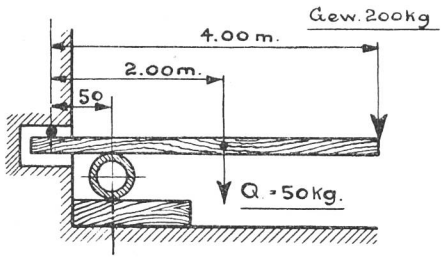
$$P_b = \frac{(200 \times 4) + (50 \times 2)}{0{,}5} = \mathbf{1800} \text{ kg}/_{3{,}5 \text{ m}}$$

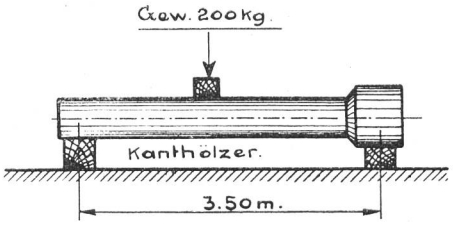
reduziert auf 1,9 m Spannweite

$$P = \frac{1800 \times 3{,}50}{1{,}90} = \mathbf{3300} \text{ kg.}$$

Vorschrift:

$$1900 + 30\,\% = \mathbf{2550} \text{ kg}/_{1{,}90 \text{ m}}$$

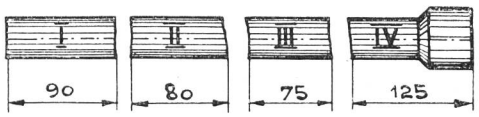




Die beiden Hälften, auf eine Spannweite von 1,60 m belastet mit G 470 und 480 kg, ergeben eine Biegebruchlast bezogen auf 1,90 m Spannweite

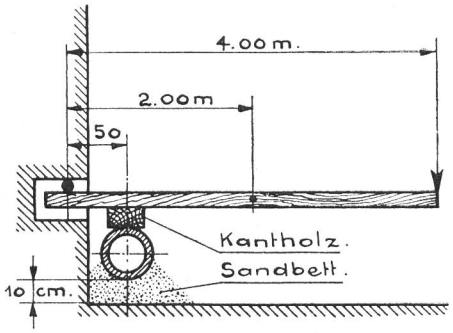
$$P_b = \frac{\dfrac{\left(\begin{matrix}470\\480\end{matrix} \times 4\right) + 50 \times 2}{50} \times 1{,}60}{1{,}90} = \begin{matrix}3160 \text{ kg}\\ \underline{3330}\end{matrix}$$

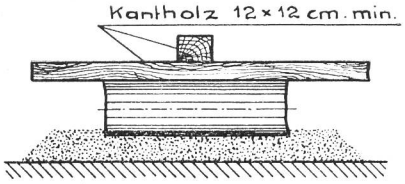
Die vier sich ergebenden Rohrstücke werden nacheinander auf Scheiteldruck geprüft. Ihre Länge sei:



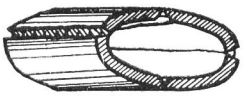
Bei gleichen Hebelarmlängen ergeben sich für die Hebelgewichte 590, 520, 490, 820 kg die folgenden Bruchlasten für Scheiteldruck, bezogen auf die Längeneinheit:

$$P_8 = \frac{\left(\begin{matrix}590\\520\\490\\820\end{matrix}\right. \times 4) + (50 \times 2)}{0{,}5 \times \begin{matrix}0{,}90\\0{,}80\\0{,}75\\1{,}25\end{matrix}} = \left\{\begin{matrix}5470 \text{ kg I}\\5450 \text{ kg II}\\5500 \text{ kg III}\\5410 \text{ kg IV}\end{matrix}\right.$$





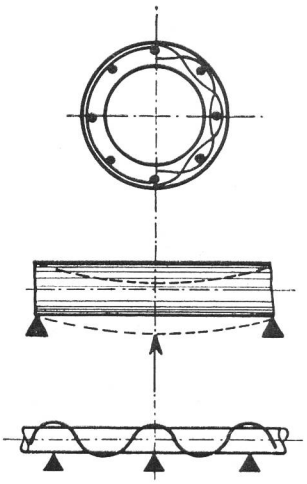
Wie bei der Biegebelastung der Bruch immer im Sinne des Querschnittes erfolgt, so ergibt die Scheitelbelastung des Rohres in der Regel eine Teilung in vier gleiche Längsteile, dies sowohl für die armierten als für die unarmierten Betonröhren. Während die unarmierten Röhren in sich zusammenbrechen, halten die armierten je nach der Stärke der Armatur



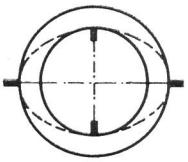
nach erfolgter Rissbildung in den Zugfasern des Betons noch das Anderthalb- bis Mehrfache der Bruchlast aus, bis sie in sich zusammenfallen. Sie bieten also nichtbewehrten Rohren gegenüber den Vorteil, dass sie beim Reissen des Betons noch nicht brechen, so dass die im Kanal befindlichen Kabel unversehrt bleiben.

Solange die Elastizitätsgrenze im Eisen nicht erreicht ist, schliessen sich die Risse im Beton bei der Entlastung wieder so genau, dass sie oft nur mit Hilfe der Lupe nachgewiesen werden können.

Wichtig für die Festigkeit ist die Art und Lage der Armierung bei den gleichzeitig auf Biegung und Scheiteldruck beanspruchten Kabelröhren. Bei Biegebelastung treten die Zugspannungen im Beton zwischen den Stützpunkten in der untersten Faser auf und bei den Leitungen, die als kontinuierlicher Träger betrachtet werden müssen, auch über den Stützpunkten in der obersten Faser. Infolgedessen gehört die Längsarmatur an die Aussenwandung des Rohres. Die Anzahl der Längsstäbe ist so zu wählen, dass für jede beliebige Lage des Rohres möglichst

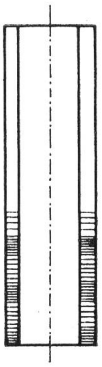


ein Eisen in die Zugzone zu liegen kommt. Obschon die Querarmatur mehr zur Erhöhung der Scheitelfestigkeit dient, ist sie doch auch wichtig für die Biegefestigkeit des Rohres, weil bei Spiralen aus zu dickem Draht und bei grössern Abständen die Zugspannungen sich auf diese Umschnürungen übertragen, die im betreffenden Querschnitt den Beton erwürgen. Als zweckmässig hat sich daher eine Ring-Armatur aus dünnem, enggewickeltem Draht erwiesen, in welcher die Längseisen eingeflochten sind. Da bei einem im Scheitel belasteten Rohr die Zugspannungen im Scheitel und in der Sohle an



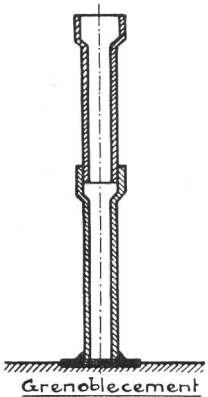
den Innenwandungen und in den Kämpfern an der Aussenwandung auftreten, so wäre theoretisch eine doppelte Armierung nötig, welche technisch wohl ausführbar wäre, aber zu teuer zu stehen käme. Die einfache Spiralarmierung wird deshalb am besten derart in den Beton eingelegt, dass sie näher der äussern Wandung zu liegen kommt, wo auch nach dem Vorgesagten die Längseisen hingehören, die, um sich gegenseitig zu ergänzen, miteinander verbunden werden müssen.

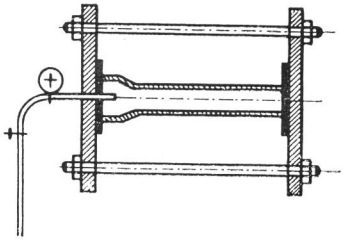
Die im Betonbau längst bekannte Tatsache, dass gestampfter Beton härter ist als gegossener und geschleuderter, bestätigt sich auch bei den Betonröhren, namentlich in bezug auf die Scheitelfestigkeit. Die Biegefestigkeit ist aber für die gegossenen und geschleuderten Röhren höher und auch gleichmässiger als für die gestampften, und zwar aus dem Grunde, weil bei den letztern durch das schichtenweise Einfüllen des Mörtels bzw. Betonmaterials in die Formen mehr und minder stark gepresste Schichten entstehen. In gleichem Masse ändert sich auch die Porösität des Betons.



2. Prüfung auf Wasserdichtigkeit.

Gemäss den Lieferungsvorschriften der T. T. V. wird für unarmierte Röhren das Aushalten eines Wasserdruckes von 0,3 Atm. auf die Dauer von 30 Min. verlangt. Die Probe wird durch Aufeinandersetzen der Röhren bis zu einer Säule von 4 m unter Abdichtung der Fussfläche und der Stossfugen und nachherigem Füllen der Rohrsäule bewerkstelligt. Einige grössere Fabriken besitzen aber auch Vorrichtungen zum Prüfen mit Wasserdruck, wobei das Ablesen der Pression am Manometer die Prüfung sehr vereinfacht. Diese Vorrichtung besteht im Prinzip aus zwei Eisenplatten, welche mittels Spannschrauben zusammengehalten werden. Zwischen Rohrenden und Spannplatten werden Gummischeiben eingelegt. Die Zuführung des Druckwassers erfolgt durch die eine, durchbrochene Spannplatte und Gummischeibe.





Während die maschinell und handgestampften Röhren vor ihrer Schlemmung mit Zementbojake und Anstrich mit einem Dichtungsmittel selten der Vorschrift (0,3 Atm.) genügen, hat die Prüfung von handgegossenen unarmierten Röhren bis 0,5 Atm./½ Std. und die der geschleuderten armierten Vianiniröhren bis 4 Atm. auf die Dauer von 2 Stunden ergeben.

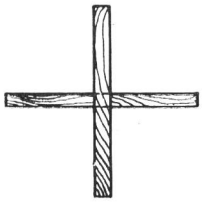
3. Prüfung der Lichtweite.

Um möglichst glatte Rohrleitungen zu erzielen, ist die Prüfung der Röhren bezüglich des Kalibers notwendig. Die Toleranz wurde auf 2 % der Lichtweite festgesetzt.

Während die gegossenen Glockenmuffenröhren von 2 m Baulänge, zu welchen eine innere und äussere Schalung notwendig ist, selten Abweichungen vom vorgeschriebenen Kaliber zeigen, erweisen sich die maschinell gestampften Röhren immer mehr oder weniger konisch, weil durch den Druck des Presskolbens bzw. der Stempel der Beton in den untern Lagen nach innen ausweicht, sich also staucht. Bei den Vianiniröhren kommen hin und wieder Ungleichheiten im lichten Durchmesser in Form von Wellen vor, welche vom unregelmässigen Füllen des Löffels herrühren. Das Material wird nämlich in diesem Falle ungleichmässig aufgeschleudert.

Um zu verhindern, dass auf den Baustellen dem Lieferanten unbrauchbares Material zur Verfügung gestellt werden muss, sind die Fabrikanten gehalten, einen Zylinder von vorgeschriebenem Durchmesser (Holz oder Blech) durch die Röhren zu ziehen.

Für die Bauleiter empfiehlt sich die Anfertigung eines Kreuzes aus zwei losen Stäbchen, dessen Arme den vorgeschriebenen Minimalradius messen



und die zum Gebrauch in der Mitte überlappt werden. Diese Vorrichtung erleichtert vornehmlich die Messung in der Glockenmuffe, wo das Einführen des Meterstabes Schwierigkeiten bietet.

Die Güte des Rohrmaterials kann auch nach dem Ton beim Beklopfen beurteilt werden. Heller Ton deutet auf gutgelagertes, hartes Material, dumpfer auf zu junge und minderwertige, eventuell auch auf gerissene Röhren.

Z. B.-Handzentralen mit Universal-Umschalteschränken.

(Typ Altdorf bis Typ Aarau.)

Von H. Haldi, Bern.

Die Schweizerische Telegraphenverwaltung lässt seit ungefähr 3 Jahren auch kleine Zentralstationen, die beispielsweise nur 3 Arbeitsplätze zählen, für Zentralbatterie (Z. B.)-System erstellen. Die Neuerung ist mit der am 22. August 1922 erfolgten Inbetriebsetzung der Zentrale Altdorf erstmals zur Anwendung gelangt. Bei so kleinen Anlagen wäre die Schaffung von gesonderten Orts- und Fernplätzen, wie sie in den grossen Z. B.-Zentralen bestehen, ganz unrationell. Da heute mit wartezeitlosem Nah- und teilweise auch Fernverkehr, also mit einer anderen Art der Verkehrsabwicklung gerechnet werden muss als bei der Eröffnung der bestehenden Z. B.-Zentralen, wurde ein ganz neuer Typ entwickelt. Die Schaltung der Schnurstromkreise wurde dabei so getroffen, dass sämtliche Verbindungsarten (Ortsverbindungen, sowie ausgehende, eingehende und transitierende Fernverbindungen) von jedem Arbeitsplatz aus mittelst sämtlicher Schnurpaare direkt hergestellt werden können. Diese sogenannten Universalschnurpaare enthalten folgende für die Telephonistin in Betracht fallende Organe: Sprech- und Rufschlüssel, neuerdings auch Trennschlüssel, Rückruftaste, sowie zwei Ueberwachungslämpchen. Die