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

Herausgeber: Schweizerische Telegraphen- und Telephonverwaltung

Band: 3 (1925)

Heft: 1

Artikel: Versuche an Holzstangen zur Feststellung des Widerstandes gegen

Zug in Richtung der Tragwerksachse

Autor: Häusler, W.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-873889

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 29.11.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Tednische Mitteilungen

der schweizerischen Telegraphen- und Telephon-Verwaltung

BulletinTechnique

Bollettino Tecnico

dell'Amministrazione dei Telegrafi e dei Telefoni svizzeri

de l'Administration des Télégraphes et des Téléphones suisses

Herausgegeben im Auftrage der Obertelegraphendirektion Publié par ordre de la Direction Générale des Télégraphes Pubblicato per ordine della Direzione Generale dei Telegrafi

Versuche an Holzstängen zur Feststellung des Widerstandes gegen Zug in Richtung der Tragwerksachse.

Von W. Häusler, Bern.

Fig, 1.

Die Revision der Vorschriften betreffend Erstellung und Instandhaltung der elektrischen Schwachstromanlagen erforderte die Durchführung einiger Ver-

suche, um die Tragwerksfundierung abzuklären. Das gleiche Bedürfnis machte sich bei den Revisionsarbeiten der Starkstromvorschriften geltend. Um nun die Arbeiten nicht zu zersplittern, verständigten sich die Technische Abteilung des Post- und Eisenbahndepartements, die Obertelegraphendirektion und der Schweizerische Elektrotechnische Verein und betrauten eine Studienkommission mit der Aufstellung eines gemeinsamen Versuchsprogrammes. diesem Programm war unter anderem vorgesehen, den Widerstand von Holzstangen gegen Zug in Tragwerksachse experimentell festzustellen. Da sich aber die Ausführung dieses Programmpunktes verzögerte und die Telegraphenverwaltung genötigt war, die längs der nun elektrifizierten Bahn verlaufende Gemeinschafts - Telegraphenlinie Olten—Luzern abzubrechen, beschloss man bei diesem Anlass, die Ausreissproben gemeinsam mit den zu-ständigen Organen der S. B. B. durchzuführen. Für die Vornahme der Versuche kam nur Stationsgebiet in Frage, da der Zugsverkehr auf freier Strecke nicht gefährdet werden durfte. Bei einem Augenschein erwiesen

sich die Standorte der Tragwerke auf den Stationen Reiden, Dagmersellen und Sempach-Neuenkirch als günstig. Die zur Durchführung der Proben bestimmten Stangen wurden zirka 50 cm über Boden abgesägt, um die Abbrucharbeiten der Linie nicht zu verzögern. Die Versuchsanordnung geht aus Fig. 1 hervor. Wie ersichtlich, wurden die Stangen vermittelst

eines an einem Stangengerüst (Dreibein) hängenden Kettenflaschenzuges (zulässige Belastung 3 Tonnen) senkrecht aus dem Boden gezogen. Die erforderliche Kraft konnte an einem von den S. B. B. bereitwilligst zur Verfügung gestellten Registrier-Dynamometer abgelesen werden. Am Stangenstumpf befestigte man einen Meterstab, um die vertikale Stangenbewegung mit Hilfe eines Theodolits feststellen zu können. Zur Kontrolle der Erdbewegungen in der Nähe der Stange wurden in 30 und 60 cm Abstand von derselben Pflöcke eingeschlagen und vermittelst einer ausserhalb der Bewegungszone befestigten horizontalen Latte auf eine markierte Nullstellung eingestellt. Es zeigte sich aber schon bei den ersten Versuchen, dass in 60 cm Abstand vom Stangenstumpf überhaupt keine Erdbewegung auftrat und dass bei einem solchen von 30 cm die Bewegung nur 4 mm betrug. Infolgedessen sah man bei den andern Proben von einer Kon-

trolle der Erdbewegung ab. Im ganzen kamen 18 Ausreissversuche zur Durchführung. In folgender Tabelle I sind die Ergebnisse der Ablesungen von Versuch Nr. 10 ersichtlich. Die beobachteten Werte bei Stillstand der Stangenbewegung wurden zirka 1—2 Min. später abgelesen als diejenigen in Kolonne 2 und 3 (siehe Fig. 2). Für alle Proben kann als Bodenbeschaffenheit stark durchnässter lehmiger Ackerboden angegeben werden. In Fig. 3 sind die Resultate von Versuch Nr. 10 graphisch aufgetragen, und zwar die Zugkräfte als Ordinaten und die vertikale Stangenverschiebung als Abszissen.

Da die Abhängigkeit der Stangenverschiebung von der Ausreisskraft für die übrigen Proben ganz ähnlich verläuft, wurden die benötigten Angaben der Einfachheit halber in Tabelle II zusammengestellt.

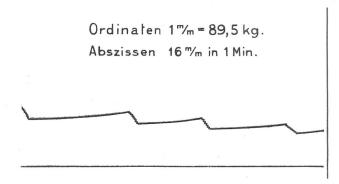


Fig. 2.

Tabelle 1.

Verschiebung der Stange	Bei Stills Stangenb	stand der bewegung				
tung ges in	Zug am Dynamo- meter in	Verschiebung der Stange in	Bemerkungen			
	kg	em				
	E annual land	No. of the second				
,15	400	0,15				
,2	550	0,28	Nasser, lehmiger Ackerboden.			
,4	700	0,40				
,7	850	0,72				
,03	950	1,05				
,7	1100	1,72				
,1	1400	3,13				
,3	1600	4,35	Eckstange mit guten Steinkränzen.			
,9	1850	5,98				
,8	2100	7,35				
,2	2300	8,4				
,05	2550	10,12				
,08	2750	13,1				
,05	2950	14,13				
,25	3000	16,4				
,5	2950	19,6				
,0	3150	22,2				
,6	3400	28,9				
,08	3500	31,27				
,4	3500	40,73				
,3	3400	48,7				
,18	3050	54,32				
,4	2500	66,8				
,1	2200	76,43				
,5	2000	82,73				
,4	1650	89,7				
,15	1400	97,37				
.5	1050	106,66				
,35	800	116,5				
,7	500	128,85				
		1				
		1				
	200	101,2				
,7 ,35 ,2 ,6		350 250 200	250 147,45			

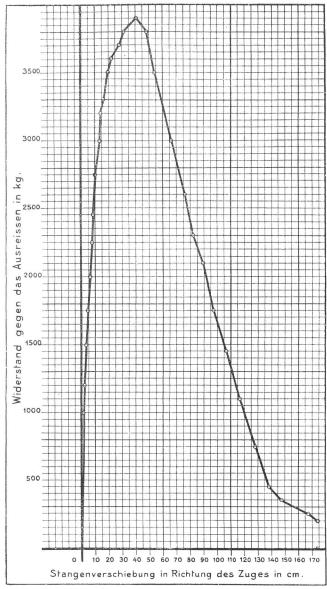
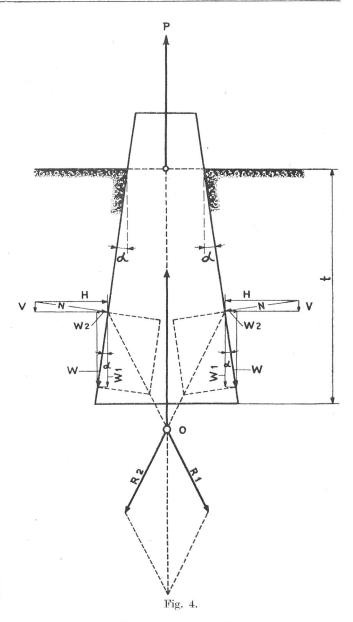


Fig. 3.

Durch Vergleich der Zugkräfte in Versuch 1 und 14, bei welchen für die Stangen die Konizität und der Umfang ungefähr übereinstimmen, erkennt man den Einfluss der Eingrabtiefe. Proben 6, 9 und 15 mit gleicher Eingrabtiefe und Konizität zeigen die Abhängigkeit der Ausreisskraft vom Stangenumfang. Bei Versuch 3 und 15 mit gleicher Eingrabtiefe und annähernd gleichem Umfang U₁ kann die Wirkung der Konizität nachgewiesen werden. Aus den Beobachtungen kann geschlossen werden, dass die benötigte Kraft hauptsächlich von der Eingrabtiefe, vom Umfang (Vergrösserung der Fläche, des Normaldruckes und der Reibung) und von der Keilwirkung abhängig ist. Die Keilwirkung ihrerseits wird von der Konizität, der Form, der Bodenbeschaffenheit und den Steinkränzen beeinflusst.

Versuchen wir nun, die Ausreisskraft rechnerisch zu bestimmen. Der in der Erde befindliche Teil einer Holzstange stellt einen abgestumpften Kreiskegel dar. Wirkt auf denselben in Richtung der Stangenachse und in derselben selbst eine Kraft P senkrecht nach oben, so entstehen winkelrecht zur



Mantelfläche Pressungen, die als Resultierende für die Tiefe t die Normalkraft N ergeben. Infolge dieser letztern tritt in der Mantellinie ein Reibungswiderstand W auf (Fig. 4.). Die Mittelkräfte R aus N und W müssen, damit Gleichgewicht entsteht, mit P durch den gleichen Punkt 0 gehen. Zerlegen wir nun N und W in ihre vertikalen und horizontalen Komponenten, so erhalten wir

$$\begin{array}{lll} H &=& N \, \cos \alpha \ \ \text{und} \ \ V \\ W_2 &=& W \sin \alpha \ \ \text{und} \ \ W_1 \\ \end{array} = \begin{array}{lll} N \, \sin \alpha \\ \cos \alpha \end{array}$$

Die Gleichgewichtsbedingung für die horizontalen Kräfte heisst dann

$$H - H + W_2 - W_2 = 0$$

d. h., sie heben sich gegenseitig auf. Für die vertikalen Kräfte lautet die Gleichgewichtsbedingung

$$P = 2 V + 2 W_1.$$

Setzen wir für V und W_1 obige Werte ein, so erhalten wir $P = 2 N \sin \alpha + 2 W \cos \alpha$.

Es ist aber W = N f und somit

$$P = 2 N (\sin \alpha + f \cos \alpha).$$

Tabelle II.

	Grösster	Verschie- bung der	TA:	Umfang d	ler Stange	Durchme Sta	esser der nge	Keilwinkel	Berech- nete	
Nr.	Zug am Dynamo- meter in	Stange beim grössten Zug	Ein- grab- tiefe	an der Einspann- stelle in	am Fussende in	an der Einspann- stelle in	am Fussende in	$ \begin{array}{c} \sin a = \\ \underline{D_2} - \underline{D_1} \\ \underline{2} \\ \underline{t} \end{array} $	Ausreiss- kraft in	Bemerkungen
	kg	cm .	cm	em	em	em	em		kg	
1 2	1650 1250	40,1 5,5	170 154	62,3 65,5	70,8 75,5	19,8 20,8	22,5 $24,0$	0,00795 0,0104	1140 1025	
3	1250	10,5	157	57,6	72,2	18,3	23,0	0,015	1040	
4	650	20,6	155	62,5	65,5	19,9	20,8	0,0029	840	
5	700	26,6	155	63,2	66,5	20,1	21,2	0,00355	850	
6	1200	19,3	153	64,2	73,8	20,4	23,5	0,0101	1000	
7	1400	51,9	153	59,4	74,0	18,9	23,5	0,015	1020	
8	1000	6,5	146	61,2	72,3	19,5	23,0	0,012	900	
9	1000	12,2	150	61,0	69,5	19,4	22,1	0,009	900	Eckstange mit guten
10	3900	40,4	170	67,0	88,0	21,3	28,0	0,0197	1500	{ Steinkränzen. Konizität
11	1600	24,4	163	74,5	84,0	23,7	27,7	0,0123	1300	in unterer Hälfte.
12	800	8,0	152	61,0	66,0	19,4	21,0	0,00525	820	
13	2100	31,15	149	61,5	72,7	19,6	23,1	0,0117	900	Konizität in unt. Hälfte.
14	1200	17,7	150	61,0	68,3	19,4	21,6	0,00735	820	
15	950	12,48	150	55,5	64,0	17,7	20,4	0,009	800	
16	4200	12,4	215	100,0	122,0	31,9	38,9	0,0163	3300	60 cm Grundw.
17	3500	98,0	210	92,5	110,0	29,5	35,0	0,0131	2800	60 cm Grundw.
18	3750	28,0	210	$ \begin{cases} 62,5 \\ 68,5 \end{cases} $	76,5 85,3	19,9 21,8	24,3 $27,1$	$\left. egin{array}{c} 0,0105 \\ 0,0126 \end{array} \right\}$	3700	60 cm Grundw.

Hierin bedeutet f die Reibungszahl der reibenden Körper Holz und Erde. Es ist nun N noch näher zu bestimmen. Wirkt auf den Kegelstumpf keine äussere Kraft, so ist N mit dem aktiven Erddruck identisch. Sobald aber P zur Geltung kommt, hat die Stange das Bestreben, sich nach aufwärts zu bewegen und die Erde auf die Seite zu drücken. Der Normaldruck N verwandelt sich daher in den passiven Erddruck. Für 1 cm Mantelumfang ergibt sich somit für den letztern

$$N_1 = \frac{1}{2} \gamma t^2 tg^2 \left(45^0 + \frac{\varphi}{2}\right),$$

und für den halben Umfang wird

$$N = {\pi \over 2} imes {1 \over 2} \gamma t^2 tg^2 \left(45^0 + {arphi \over 2}\right)$$

Dieser Ausdruck in die Formel für P eingesetzt ergibt.

$$P = \frac{\pi D}{2} \gamma t^2 tg^2 \left(45^0 + \frac{\varphi}{2}\right) \left\{\sin a + f \cos a\right\}$$

Darin bedeutet:

D = den Durchmesser am Fussende in cm,

 $\gamma = \text{das spez. Gewicht der Erde in kg/cm}^3$ t = die Eingrabtiefe in cm,

 $\varphi = \text{den natürlichen Böschungswinkel},$

a = den Keilwinkel,
 f = die Reibungszahl.

Für zylindrische Körper wird a = 0 und es wirkt nur der aktive Erddruck; folglich ist

$$P = f \frac{\pi D}{2} \gamma t^2 tg^2 \left(45^0 - \frac{\varphi}{2}\right).$$

Es bleibt noch zu bemerken, dass der Ausreisskraft P immer das Eigengewicht der Stangen entgegenwirkt.

In obigen Formeln ist nur noch die Reibungszahl f zwischen Holz und Erdreich unbekannt. Leider wurde sie bei der Durchführung der Ausreissversuche nicht ermittelt. Einige Anhaltspunkte gibt uns die "Hütte"). Darin wird die Reibungszahl zwischen Mauerwerk und Erdreich für nassen Ton mit 0,2 angegeben. Nach Morin beträgt f für Mauerwerk auf gewachsenem, nassem lehmigem Boden 0,3. Nach der "Hütte" ist der mittlere Reibungswiderstand R = 0,2 kg/cm² für Ton und Lehm auf roh bearbeitetem Holz in einer Tiefe von 5 bis 14 m. Von 0 bis 5 m kann R von 0 bis zum Grenzwert gleichmässig wachsend angenommen werden. Dies ergäbe einen mittleren Reibungskoeffizienten von

$$f = 0.15$$
.

Wir haben bei unserer Berechnung von P für f = 0,2 angenommen und so die in der Tabelle II angegebenen Werte erhalten. Um noch bessere Uebereinstimmung mit der gemessenen Zugkraft zu bekommen und die angegebenen Formeln auf ihre Richtigkeit zu prüfen, ist es unerlässlich, für die verschiedenen Erdarten den Reibungskoeffizienten zwischen Holzstange und Erdreich experimentell zu bestimmen. Wie aus folgender Fig. 5 ersichtlich ist, hat die möglichst genaue Kenntnis der Ausreisskraft von Holzstangen für die Telegraphen-Verwaltung grossen Wert. Die durch einen Windstoss stark belastete Linie stürzte nur infolge Nachgebens der Zugstange im Boden. Dadurch musste das ganze

^{1) &}quot;Hütte" Band III, Seite 187, 23. Auflage.

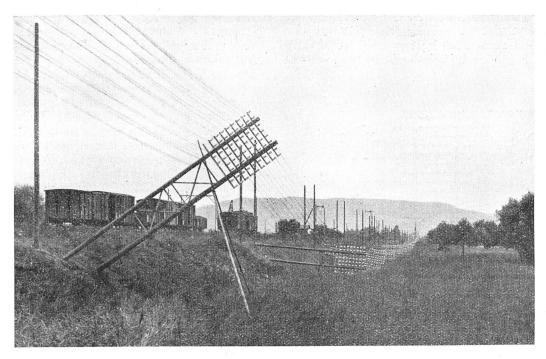
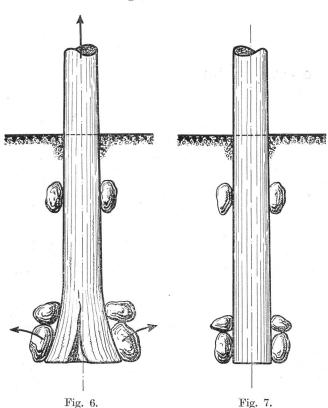


Fig. 5.

Biegungsmoment von der Druckstange aufgenommen werden. Sie brach an der Einspannstelle, weil die Anforderungen das ihr zuzumutende Mass überschritten.

Dass Steinkränze nach Fig. 6 einen grössern Einfluss auf die Zugkraft ausüben als solche nach Fig. 7, geht auch aus den Versuchen 10 und 13 hervor, und es ist deren Wirkung rechnerisch nicht gut zu erfassen. Die Proben 2 bis 9 und 12 bis 15 ergeben für eine 10-m-Stange, welche zirka 150 cm tief in



stark durchnässtem, lehmigem Boden steht, eine mittlere Ausreisskraft von 1125 kg. Die Versuchsobjekte waren vor 12 Jahren gestellt worden. Für die übrigen Eingrabtiefen lässt sich eine mittlere Ausreisskraft der geringen Anzahl Proben wegen nicht ermitteln. Bestimmen wir nun bei einer versteiften Doppelstange die in der Zugstange wirklich auftretende Kraft, wenn die Linie durch den vorgesehenen Winddruck belastet wird. Das Gestänge befinde sich in gerader Linie, die benachbarten Spannweiten sollen 40 m messen und die höchstzulässige Anzahl Drähte betrage 80 Br 3 mm. Der Winddruck auf die Drähte ergibt

$$Wd = 50 \times 80 \times 0{,}003 \times 40 = 480 \text{ kg}.$$

Der Winddruck auf eine Stange, auf den Angriffspunkt von Wd reduziert, ist

$$W_{Stg} = 2 \times 8.5 \frac{0.10 + 0.13}{2} 70 \frac{398}{722} = 105 \text{ kg}$$

Winddruck auf die Isolatoren zirka 15 kg. Es wird somit

$$W_t = 600 \text{ kg}$$

Die Zugkraft Z in einer Stange bestimmt sich aus Fig. 8

$$Z = 2 P_3 \cot a$$

oder

$$\mathbf{Z} = \frac{600}{2 \cdot 150} \left[\frac{722 \times 19}{2(19 - 13)} + 722 - \frac{1,5 \times 380 \times 19^3}{19^3 - \left(19 - \frac{380(19 - 13)}{722}\right)^3} \right] \times 2 \times \frac{150}{110} = 2760$$

Das Gesamtgewicht der Doppelstange beträgt zirka 720 kg. Es ergibt sich daher für

$$Z = 2400 \text{ kg}.$$

Die Rechnung und die Versuche in nassem und lehmigem Boden bestätigen also die aus Fig. 5 er-

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

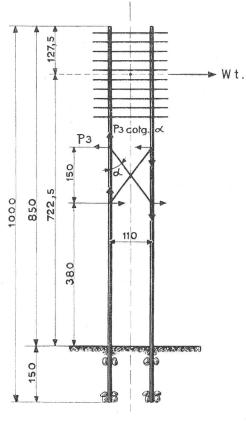


Fig. 8.

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.

 Siehe T. M. Nr. 5, 1923, Seite 106 and 116,
 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. 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 Arbeits-

gelegenheit 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. 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 $Betonr\"{o}hren$ "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