Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens

Herausgeber: Association suisse des électriciens

Band: 20 (1929)

Heft: 14

Artikel: Untersuchungen über Seilzug und Durchgang für den Fall unstetiger

Lastverteilungen über die Spannweite eines Seiles

Autor: Engler, A.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1056823

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: 22.08.2025

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

Untersuchungen über Seilzug und Durchhang für den Fall unstetiger Lastverteilung über die Spannweite eines Seiles.

Von Direktor A. Engler, dipl. Ing. und A. Zeindler, dipl. Ing. Nordostschweiz. Kraftwerke A.-G., Baden.

621.319.22 (004)

Unter Zugrundelegung der unveränderlichen «reduzierten Seillänge», unter welcher die Länge des entspannten Seiles (Seilspannung 0) bei der Temperatur von 0 Grad verstanden ist, solange nicht das Seil über die Elastizitätsgrenze hinaus beansprucht war, wird ein graphisches Verfahren entwickelt, welches gestattet, die Veränderungen der Seilspannung und des Durchhanges eines und desselben zwischen zwei festen Punkten fest eingehängten Seiles bei beliebigen Veränderungen des Belastungszustandes und der Temperatur zu ermitteln. Das Verfahren eignet sich besonders für die Behandlung von Fällen unstetiger Verteilung der Belastung über die Seillänge (Einzellasten neben stetig verteilten Lasten), welche der exakten Berechnung grosse Schwierigkeiten bieten. Das Verfahren ist auf ein spezielles Beispiel aus der Praxis angewendet.

Les auteurs entendent par «longueur réduite» d'un conducteur flexible, celle que prend ce conducteur à 0° et sous une tension mécanique nulle, une fois détaché des points fixes entre lesquels il est tendu normalement. En partant de cette grandeur, ils développent un procédé graphique permettant de déterminer les changements de la tension mécanique et de la flèche du conducteur envisagé, quelles que soient les modifications de la charge et de la température. Cette méthode convient tout particulièrement aux cas où la charge est répartie irrégulièrement sur le conducteur (charges localisées s'ajoutant aux charges régulières) et dont le calcul exact présente de grosses difficultés. Les auteurs appliquent leur procédé à un exemple particulier, tiré de la pratique.

Für den normalen Fall der stetigen Lastverteilung über die ganze Seilspannweite (Seileigengewicht und event. Schneezusatzlast) hat Jobin im Bulletin S.E.V. 1919, No. 6, S. 1 und No. 7, S. 189 brauchbare mathematische Beziehungen zusammengestellt, mit deren Hilfe man für alle Temperaturen und Schneezusatzlasten den Seilzug und Durchhang berechnen kann.

Bei Freiluftstationen kann nun der Fall eintreten, dass zur Vereinfachung des äusseren Aufbaues die Trennstellen eines Schalterpoles durch im Zug der Leitung unmittelbar über dem Schalter aufgehängte Isolatorenketten voneinander elektrisch geschieden werden müssen. Siehe das Beispiel der Figur 1.

Bei den Seilen der Schalterfelder ist infolge dieser Isolatorenketten keine stetige und pro Teilstreckenlänge gleiche Belastung mehr vorhanden. Die Ermittlung von

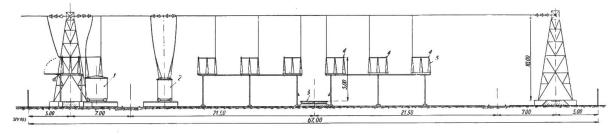


Fig. 1. Freiluft-Schaltfeld.

1 = Messgruppe 2 = Oelschalter 3 = Kabelkanal 4 = Sammelschienen 5 = Trenner

Seilzug und Seildurchhang erfolgt am besten graphisch, da sich die Durchhangskurve in keine einfache mathematische Form kleiden lässt.

Die graphische Behandlung des Problems baut sich folgendermassen auf:

Man zeichnet nach den bekannten Methoden der graphischen Statik das Seilpolygon für den vorausgesetzten Belastungsfall mit Hilfe des Kräfteplanes. Die Vertikalkräfte setzen sich aus dem Leitergewicht, dazu, je nach Voraussetzung, aus der Schneezusatzlast und aus Einzellasten zusammen. Die Polstrahlen sind die Seilzüge am Angriffspunkt der Einzellasten und man erhält durch ihre Zusammen-

setzung die Umhüllende für die Seilkurve. Für jeden vorausgesetzten Seilzug (P) lässt sich nun mit Berücksichtigung der entsprechenden Masstäbe der Durchhang (F) an bestimmter Stelle berechnen. Es lässt sich also eine Kurve des Seilzuges in Abhängigkeit vom Durchhang an bestimmter Stelle zeichnen [P = f(F)-Kurve]. Jeder Durchhangsveränderung entspricht aber auch eine Veränderung der Seillänge. Dieser Zusammenhang wird durch folgende Beziehung ausgedrückt:

$$\triangle l_{\mathrm{F}} = \frac{8}{3 a} F^2$$

Dabei bedeuten:

 $\triangle l_{F}$ = Seilverlängerung in cm.

a = Horizontaldistanz der Seilabspannpunkte in cm.

F = Durchhang in cm.

Man kann eine Kurve $\triangle l_F = f(F)$ zeichnen.

Jeder Seilzugsänderung entspricht ebenfalls eine Seillängenänderung nach dem Gesetz von Hooke.

$$\triangle l_{p} = \frac{a}{E} p$$

Dabei bedeuten: $\triangle l_p$ = Seilverlängerung in cm.

a = Horizontaldistanz der Seilabspannpunkte in cm.

 $E = \text{Elastizitätsmodul (für Kupferlitzen ist } E = 1,32 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2$).

 $p = Zugbeanspruchung in kg/cm^2$.

Trägt man zu jedem Wert von P in der Kurve P=f(F) den dazugehörigen Wert von $\triangle l_P$ im für $\triangle l_F$ verwendeten Masstab auf und zieht man $\triangle l_P$ von $\triangle l_F$ ab, so erhält man eine Kurve, die ihren Verlauf in der Hauptsache unterhalb der Abszisse nimmt. Trägt man die Horizontaldistanz a von der Abszisse aus nach unten als Abszissenparallele ein, so ergibt deren Abstand bis zu der oben erwähnten Kurve die sogenannte reduzierte Seillänge l_o . Würde man das vorausgesetzte Kupferseil auf diese, einem bestimmten Durchhang entsprechende, reduzierte Länge abschneiden und zwischen der ebenfalls vorausgesetzten Horizontaldistanz a ausspannen, so wäre dazu der der P=f(F)-Kurve entsprechende Seilzug notwendig.

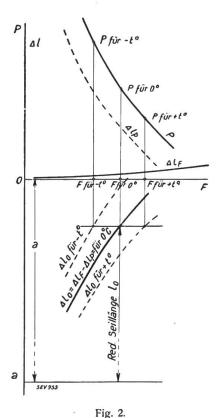
Mit der Temperaturänderung ändert sich die Seillänge ebenfalls: für eine bestimmte Temperatur kann man also eine zur Kurve der reduzierten Seillängenänderung ($\triangle l_o$) parallele Kurve (Temperaturkurve) oberhalb oder unterhalb dieser zeichnen. Will man untersuchen, wie sich der Durchhang und der Seilzug bei verschiedenen Temperaturen verhalten, so geht man von einem bestimmten vorausgesetzten $\triangle l_o$ aus und zieht, der Konstanz der zugehörigen reduzierten Seillänge l_o entsprechend, eine Abszissenparallele durch diesen Punkt. Dies kann gemacht werden, weil das Seil bei einer bestimmten Temperatur mit einem bestimmten Seilzug zwischen der Horizontaldistanz a gespannt wird, wobei es jedoch, wie erwähnt, eine ganz bestimmte "reduzierte Länge" besitzt. Verbindet man die Schnittpunkte mit den Temperaturkurven ordinatenparallel mit der P = f(F)-Kurve, so erhält man die den entsprechenden Temperaturen zugehörigen Seilzüge. In Fig. 2 wird das beschriebene Vorgehen allgemein dargestellt.

Der Vergleich von Durchhang und Seilzug kann für dasselbe Seil sowohl für den Fall mit und ohne Schneezusatzlast gezogen werden. Die P = f(F)-Kurven werden dann verschieden voneinander, womit sich für beide Fälle eine besondere Δl_0 Kurve und zugehörige Temperaturkurven konstruieren lassen (Fig. 3).

Um einen Beweis der genügenden Genauigkeit dieser graphischen Methode zu geben, soll das Beispiel einer Freileitung in Bezug auf Durchhang und Seilzug bei verschiedenen Temperaturen mit und ohne Schneezusatzlast zuerst nach dem entwickelten Vorgehen und dann mit Hilfe der Formel von Jobin untersucht werden.

Die Voraussetzungen sind:

a=5700 cm (Spannweite). $\gamma_{\circ}=28.9 \cdot 10^{-3} \text{ kg/cm}^3$ (fiktives spezifisches Gewicht des Kupferseils von 1 cm² Querschnitt, inkl. 2 kg Schnee pro m).



Graphische Darstellung der Beziehung zwischen Seilzug P und Durchhang F bei verschiedenen Temperaturen.

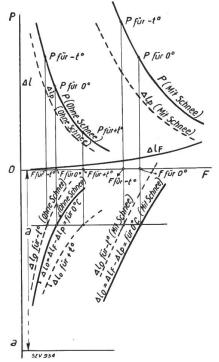


Fig. 3.
Graphische Darstellung der Beziehung zwischen Seilzug P und Durchhang F bei verschiedenen Temperaturen, für die Fälle mit und ohne Schneezusatzlast.

wird

 $\gamma = 8.9 \cdot 10^{-3} \text{ kg/cm}^3$ (spezifisches Gewicht des Kupferseils).

 $t_{\rm o} = 0$ °C (Ausgangstemperatur).

 $P_o = 2000 \text{ kg (Seilspannung bei } t_o \text{ und } \gamma_o).$

 $a = 1.7 \cdot 10^{-5}$ (Linear-Wärmeausdehnungskoeffizient pro 1 ° C).

 $E = 1,32 \cdot 10^6 \text{ kg/cm}^2$ (Elastizitätsmodul).

In Fig. 4 sind der Kräfteplan und das Seilpolygon für diesen Fall gezeichnet.

Der Durchhangsmasstab ergibt sich folgendermassen:

Längenmasstab: 1 cm = 670 cm,

Kraftmasstab: Vertikalzug: 1 cm = 39,2 kg mit

Schnee,

1 cm = 12,1 kg ohne

Schnee,

Horizontalzug: 1 cm = 0.217 P kg (P = Seilzug):

Durchhangsmasstab für den Fall mit Schneebelastung:

1 mm =
$$\frac{670 \cdot 39,2}{0,217 P} = \frac{121000}{P}$$
 mm.

Der Kräfteplan setzt sich zusammen aus den Einzelkräften, die, im Schwerpunkt einer bestimmten Seillänge angreifend, die stetige Belastung ersetzen. Die ganze Spannweite ist in 6 Teilstücke von je 9,5 m eingeteilt. Das Gewicht pro m inkl. Schneezusatzlast ist 2,89 kg. Die in jedem Schwerpunkt dieser 9,5 m langen Teilstücke angreifende Einzelkraft ist 9,5 \cdot 2,89 = 27,45 kg. Ohne Schnee ist die Einzelkraft 9,5 \cdot 0,89 = 8,46 kg. Mit Hilfe des Durchhangmasstabes erhält man den Durchhang für einen bestimmten Seilzug und damit die Punkte für die P = f(F)-Kurve. Setzt man angenähert den Horizontalzug gleich dem Seilzug, was in diesem Fall noch innerhalb der Genauigkeitsgrenzen der graphischen Methode liegt, so ergibt sich:

Durchhang F nach Zeichnung = 9,7 mm mit dem Masstab multipliziert:

$$F = \frac{0.97 \cdot 121000}{P} \text{ cm} = \frac{117400}{P} \text{ cm}.$$

$$F \ddot{u} F = 3000 \text{ kg ist } F = 39.1 \text{ cm}.$$

$$F = 2600 \text{ kg } F = 45.1 \text{ cm}.$$

$$F = 2000 \text{ kg } F = 58.7 \text{ cm}.$$

$$P = 1600 \text{ kg } F = 73.4 \text{ cm}.$$

Die Seilverlängerung in Abhängigkeit vom Durchhang wird nach folgender Formel berechnet:

$$\triangle l_{\rm F} = \frac{8}{3 a} F^2$$
; für $a = 57 \text{ m}$
 $\triangle l_{\rm F} = 0.0468 F^2 \text{ cm}.$

Für
$$F=70$$
 cm ist $\triangle l_{\rm F}=2,28$ cm , $F=50$ cm , $\triangle l_{\rm F}=1,17$ cm , $F=30$ cm , $\triangle l_{\rm F}=0,421$ cm , $F=20$ cm , $\triangle l_{\rm F}=0,187$ cm , $F=10$ cm , $\triangle l_{\rm F}=0,047$ cm

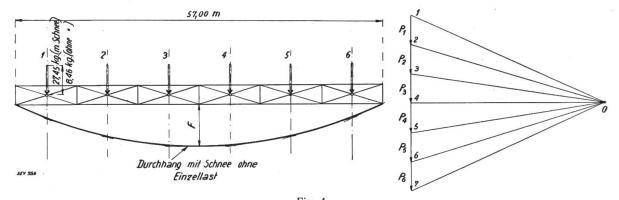


Fig. 4. Kräfteplan eines Seiles mit stetig verteilter Last.

Die Seilverlängerung in Abhängigkeit von der Zugsbeanspruchung ergibt sich aus:

$$\triangle l_{\rm p} = \frac{a}{E} \ p = \frac{5700}{1,32 \cdot 10^6} \ p = 4,32 \cdot 10^{-3} \ p \ {\rm cm}$$
 Für $P = 3000 \ {\rm kg}$ ist $\triangle l_{\rm p} = 12,95 \ {\rm cm}$, $P = 2600 \ {\rm kg}$, $\triangle l_{\rm p} = 11,23 \ {\rm cm}$, $P = 2000 \ {\rm kg}$, $\triangle l_{\rm p} = 8,64 \ {\rm cm}$, $P = 1600 \ {\rm kg}$, $\triangle l_{\rm p} = 6,92 \ {\rm cm}$, $P = 1200 \ {\rm kg}$, $\triangle l_{\rm p} = 5,18 \ {\rm cm}$, $P = 800 \ {\rm kg}$, $\triangle l_{\rm p} = 3,46 \ {\rm cm}$.

Die Längenänderung des Seiles infolge Temperaturänderung nimmt folgende Werte an:

Der Temperaturkoeffizient ist $\alpha = 1.7 \cdot 10^{-5}$

Für a = 57 m wird die Längenänderung pro ${}^{\circ}$ C:

Für den Fall ohne Schneebelastung wird der Durchhang:

$$F = \frac{0.97 \cdot 670 \cdot 12.1}{0.217 P} = \frac{36200}{P} \text{ cm.}$$

$$F\ddot{u}r P = 2600 \text{ kg ist } F = 13.9 \text{ cm}$$

$$P = 2400 \text{ kg } F = 15.0 \text{ cm}$$

$$P = 2000 \text{ kg } F = 18.0 \text{ cm}$$

$$P = 1600 \text{ kg } F = 22.6 \text{ cm}$$

$$P = 1200 \text{ kg } F = 30.0 \text{ cm}$$

$$P = 800 \text{ kg } F = 45.1 \text{ cm.}$$

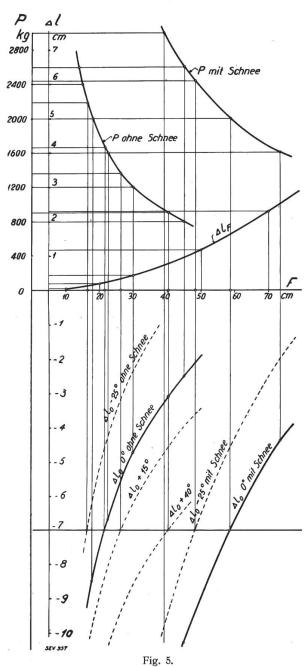
In der Fig. 5 sind die entsprechenden Kurven aufgezeichnet. Auf die Konstruktion der Kurven $\triangle l_p = f(p)$ wurde verzichtet, um die Zeichnung nicht zu überlasten. Die ∇l_p -Kurven wurden deshalb direkt gezeichnet.

Fällt man das Lot durch den der Voraussetzung entsprechenden Punkt $P_o = 2000 \,\mathrm{kg}$ und zieht im Schnittpunkt mit der $\triangle l_o$ (mit Schnee)-Kurve die Horizontale, so erhält man folgende Seilzüge und Durchhänge:

$$t_{\rm o}=0^{\rm o}$$
 $P_{\rm o}=2000$ kg mit Schnee; $F=58,7$ cm $t=0^{\rm o}$ $P=1665$ kg ohne Schnee; $F=21,5$ cm $t=-25^{\rm o}$ $P=2190$ kg , , $F=16,5$ cm $t=15^{\rm o}$ $P=1360$ kg , , $F=26,4$ cm $t=40^{\rm o}$ $P=900$ kg , , $F=40,2$ cm.

Die Formel von Jobin zur rechnerischen Behandlung desselben Problems lautet:

$$p^3 + p^2 \left[\frac{\gamma_o^2 a^2 E}{24 p_o^2} + \left\{ (t - t_o) \alpha E \right\} - p_o \right] = \frac{\gamma^2 a^2 E}{24},$$



Graphische Darstellung der Beziehung zwischen Seilzug und Durchhang des nach Fig. 4 belasteten Seiles.

eine Gleichung dritten Grades, die am besten und genau genug mit Hülfe des Rechenschiebers gelöst werden kann. Den

Durchhang erhält man aus: $F = \frac{\gamma a^2}{8 p}$.

Setzt man die entsprechenden Werte ein, so erhält man:

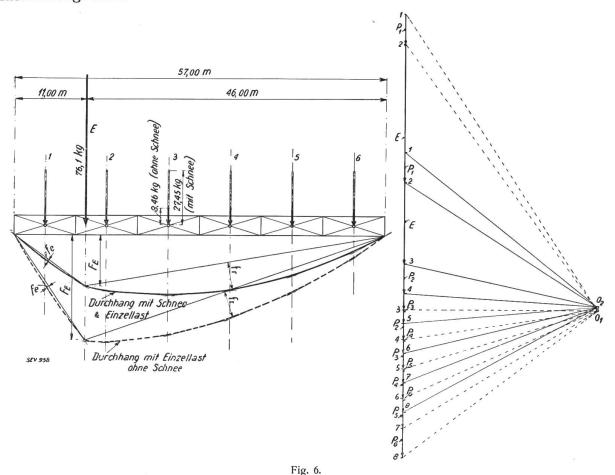
Die Uebereinstimmung ist praktisch genügend genau; die graphische Methode bietet aber noch den Vorteil, dass sie jeden schwerwiegenden Fehler sofort aufdeckt und dass die Ausgangsbedingungen P_0 und t_0 ohne irgendwelche Aenderung der Zeichnung variiert werden können. Der maximal zulässige Seilzug ist sofort ersichtlich und kann als Ausgangsbedingung festgelegt werden.

Wertvoll ist jedoch diese graphische Berechnungsmethode erst dann, wenn, wie eingangs erwähnt, die mathematischen Mittel versagen. Im folgenden sollen Durchhang und Seilzug ermittelt werden für das in Fig. 1 dargestellte Beispiel.

Wie aus Fig. 1 ersichtlich ist, besteht die Einzellast im Zuge der Leitung aus 4 Motorisolatoren und total ca. 10 m Verbindungsseil mit einem Querschnitt von 100 mm².

Gewicht der Einzellast: 4 Motorisolatoren zu 16,8 kg = 67,2 kg 10 m Seil zu 0,89 kg/m . . = 8,9 kg Totalgewicht = 76,1 kg.

Der Abstand der Einzellast vom linken Abspannpunkt beträgt 11 m. Im übrigen sind die Werte für a, E und α dieselben, wie im vorstehend durchgerechneten Beispiel ohne Einzellast. In der Fig. 6 sind der Kräfteplan und das Seilpolygon konstruiert. Die Grundlagen für die graphischen Berechnungen der Fig. 7 sind im folgenden zusammengestellt.



Kräfteplan eines Seiles mit stetig verteilter Last und einer Einzellast. Ausgezogene Linien: Seilpolygon und Durchhangkurve mit Schnee- und Einzellast. Gestrichelte Linien: Seilpolygon und Durchhangkurve mit Einzellast, ohne Schnee.

Verwendete Zeichen:

Ermittlung der $P = f(F_E)$ -Kurve für Schneelast und Einzellast.

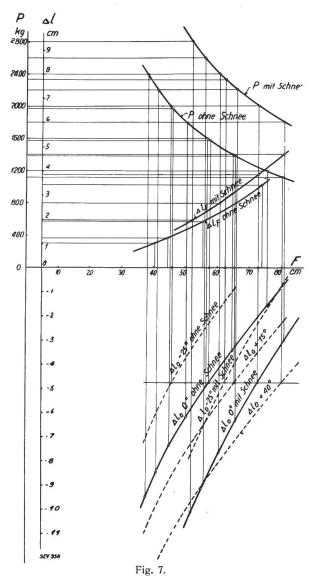
0°C, Schnee

Längenmasstab: 1 cm = 670 cm.

Kräftemasstab:

Horizontalzug: 1 cm = 0.217 P kg, Vertikalzug: 1 cm = 39.2 kg.

Wie im berechneten Beispiel ohne Einzellast, darf P durch den Horizontalzug H ersetzt werden.



Graphische Darstellung der Beziehung zwischen Seilzug und Durchhang des nach Fig. 6 belasteten Seiles.

Analog bestimmt man

und erhält für
$$F_{\rm E} = 72,7$$
 cm , $F_{\rm E} = 60,6$ cm , $F_{\rm E} = 52,0$ cm

Durchhangsmasstab:

1 mm =
$$\frac{670 \cdot 39,2}{0,217 \cdot P} = \frac{121\,000}{P}$$
 mm.

Nach graphischer Konstruktion ist $F_{\rm E}$ für Schnee und Einzellast = 12,0 mm am Punkte der Einzellast. Der Durchhang

ist also
$$F_{\rm E}=\frac{145400}{P}$$
 cm.

Für
$$P=2000~{\rm kg}$$
 ist $F_{\rm E}=72,7~{\rm cm}$, $P=2400~{\rm kg}$,, $F_{\rm E}=60,6~{\rm cm}$, $P=2800~{\rm kg}$,, $F_{\rm E}=52,0~{\rm cm}$

Ermittlung der $\triangle l_F = f(F_E)$ -Kurve für Schnee und Einzellast.

Die totale Seillänge setzt sich aus zwei Teilstücken bis zum Aufhängepunkt der Einzellast zusammen. Die Berechnung der Sehnen der Teilstücke geschieht aus dem Durchhang $F_{\rm E}$ und der Teilspannweite. Aus der Länge l der Sehne und dem grössten Durchhang f über der Sehne kann der Teilbogen oder dessen Verlänge-

rung berechnet werden $\triangle l_f = \frac{8}{3 l} F^2$. $F_E = 72.7$ cm.

$$\triangle l_{\text{EI}} = l_{\text{EI}} - a_{\text{EI}} = \sqrt{F_{\text{EI}}^2 + a_{\text{EI}}^2} - a_{\text{EI}}$$

= $\sqrt{72,2^2 + 1100^2} - 1100 = 2,43 \text{ cm}$

$$\triangle l_{\text{fl}} = \frac{8}{3 l_{\text{El}}} f_{1}^{2} = \frac{8}{3 \cdot 1102,44} 2,74^{2}$$

$$= 0,02 \text{ cm}$$

$$\triangle l_{Er}$$
 = 0,58 cm
 $\triangle l_{fr}$ = 0,82 cm
 $\triangle l_{F}$ = 3,85 cm
 $\triangle l_{F}$ = 2,66 cm
 $\triangle l_{F}$ = 1,96 cm

Ermittlung der P = f(F)-Kurve mit Einzellast, ohne Schnee.

Horizontalzug: 1 cm = 0.217 P kg

1 cm = 12,1 kgVertikalzug:

1 cm = $\frac{670 \cdot 12,1}{0,217 \cdot P} = \frac{37300}{P}$ mm; Durchhang:

nach graphischer Konstruktion ist $F_{\rm E}=24.2$ mm.

 $F_{\rm E} = \frac{905000}{P} \, {\rm mm}.$ Der Durchhang ist folglich:

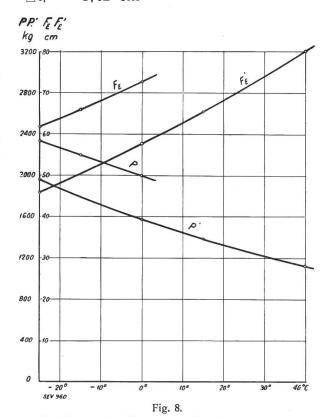
> Für $P = 2000 \text{ kg ist } F_{E} = 45.2 \text{ cm}$ " P = 1600 kg " $F_E = 56,6 \text{ cm}$ " P = 1200 kg " $F_E = 75,4 \text{ cm}$ " P = 2200 kg " $F_E = 41,1 \text{ cm}$

Ermittlung der $\triangle l_F = f(F_E)$ -Kurve ohne Schnee, mit Einzellast.

 $F_{\rm E} = 41,1$ cm $\triangle l_{\rm F} = 1.01$ cm $F_{\rm E} = 45,2 \, {\rm cm}$ $\triangle l_{\rm F} = 1,22 \, {\rm cm}$ $\triangle l_{\rm F} = 1,92 \, {\rm cm}$ $\triangle l_{\rm F} = 3,42 \, {\rm cm}$

Aus diesen Daten kann nun die graphische Berechnung für das Seil durchgeführt werden. Die Fig. 7 zeigt in klarer Weise den Zusammenhang zwischen Temperatur, Schneezusatzlast, Seilzug und Seildurchhang. Will man, wie es für diesen Fall erforderlich ist, möglichst geringe Durchhangsdifferenzen für die möglichen Grenzpunkte haben, so untersucht man, wo die Zugbeanspruchung am grössten wird. Die Annahme von 2 kg Schnee pro m bei 00 entspricht dem neuen Entwurf der Vorschriften für Starkstromanlagen, die Kurve für -25° und Schnee kommt praktisch für die Kontrolle eines oberen Grenzwertes nicht in Frage. Da die Streckgrenze für Kupferseile bei 28 kg/mm² liegt, ist eine grösste Beanspruchung von 20 kg/mm², wie sie bei 00 mit Schnee auftritt, nicht unzulässig. Dieser Seilzug wird deshalb als Anfangsbedingung zugrunde gelegt. In der Fig. 8 sind Durchhang und Seilzug in Funktion der Temperatur dargestellt.

Auf Grund dieser Kurven kann bei der Montage ermittelt werden, mit wel-



Durchhang und Seilzug in Funktion der Temperatur.

chem Zug das Seil bei der betreffenden herrschenden Temperatur gespannt werden muss, damit bei 0° mit Schnee die Beanspruchung von 20 kg/mm² nicht überschritten wird.