

XIII. DER HIRN'SCHE DRAHTSEILTRIEB.

§. 122.

Anordnung des Drahtseiltriebes.

Der Drahtseiltrieb, erfunden gegen 1850 von den Brüdern Hirn*), bezweckt die Fortleitung von Triebkräften auf grosse Entfernungen, die bis zu 1000^m und darüber gehen können, ohne dass erhebliche Kraftverluste stattfinden. Er beruht der Hauptsache nach auf denselben Grundsätzen, wie der Riementrieb, indem er nichts anderes ist als ein, meist schnelllaufender Rollentrieb, bei welchem statt des Riemens ein schlaff auf den Rollen hängendes, sich durch sein eigenes Gewicht spannendes Drahtseil angewandt wird.

Die beiden Hauptrollen eines einfachen Seiltriebes erhalten durchgängig parallele Achsen, sowie eine gemeinschaftliche Mittelebene, so dass Selbstleitung des Seiles entsteht. Gewöhnlich liegen ausserdem die Rollenachsen des einfachen Seiltriebes auch noch in einer wagerechten Ebene, wobei der Seiltrieb ein horizontaler heisst; ist die Ebene der Achsen geneigt gegen die Bodenfläche, so wird der Seiltrieb ein schiefer genannt; senkrechte Seiltriebe sind wenig zweckmässig und nicht gebräuchlich. Ein Seiltrieb, bei welchem die getriebene Rolle die übertragene Kraft behufs der Fortleitung wieder an eine treibende abgibt, heisst ein zusammengesetzter Seiltrieb. Bei dem einfachen Seiltrieb werden die Triebrollen in der Regel von gleicher Grösse gemacht.

Damit das Treibseil bei nicht ausreichender Höhe über dem Boden diesen nicht streife, müssen demselben bei den grösseren Rollenabständen Tragrollen untergestellt werden, welche bei ganz kleinem Rollenstand auch als Spannrollen dienen können. Die Schiefstellung der Tragrollen ermöglicht auch die Seil-Leitung für winklig und geschränkt stehende Triebrollen-Achsen, ohne dass indessen hiervon bis jetzt viel Gebrauch gemacht worden wäre.

*) Von der Fabrik von Stein in Mühlhausen z. Z. schon in mehr als 500 Ausführungen angewandt.

Für bedeutende Ablenkungen dürfte auch die Einschaltung liegender Leitrollen zwischen nahbenachbarte stehende, oder aber die Anwendung eines zusammengesetzten Seiltriebes mit eingeschalteten Winkelrädern besser geeignet sein.

Als untere Grenze für den Triebrollenstand möchte die Grösse von 15 bis 20 Meter anzusehen sein; die Abstände der etwaigen Tragrollen richten sich nach der Lage des Seiles über dem Boden und der Zugänglichkeit des letzteren.

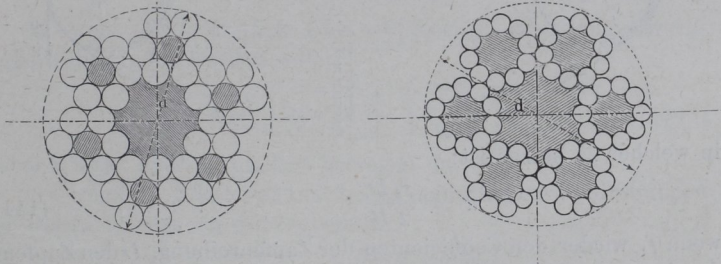
§. 123.

Das Treibseil und seine Anspannungen.

Die gewöhnlichen Treibseile sind 36drähtige runde Eisendrahtseile, aus 6 Litzen von je 6 Drähten bestehend, welche um eine Hanfseele herumgelegt sind, und selbst jede eine dünne Hanfseele enthalten, Fig. 191. Will man das Seil verstärken, so kann

Fig. 192.

Fig. 191.



man, wie es scheint ohne Nachtheil, statt der mittleren Hanflitze auch noch eine 6drähtige Seillitze anbringen. Die Drähte drängen sich so eng als möglich zusammen, so zwar, dass das fertige Seil fast ganz genau die 8fache *) Drahtdicke zum Durchmesser erhält.

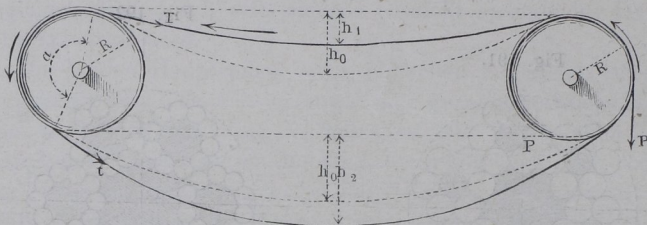
*) Bei Annahme vollständigen Schlusses der Drähte nicht die 10fache, wie es in der Constructionslehre §. 237 angegeben ist, wo ein lockeres Aufeinanderliegen der Drähte vorausgesetzt wurde. Diese Zifferänderung bringt keine wesentliche Aenderung in den dortigen Angaben hervor, da sich die Angaben für den Rollenhalbmesser doch stets schliesslich auf die Drahtdicke beziehen, für welche dort stets $\frac{d}{10}$ zu nehmen ist.

Für noch grössere Drahtzahlen werden ebenfalls vorzugsweise 6litzige Seile angewandt (so dass also die Gesamtzahl durch 6 aufgehen muss) und dabei in den einzelnen Litzen die Drähte um eine Hanfseele herum geordnet; die Litzen selbst liegen dann wieder um eine Hanfseele herum. Man bedient sich ausser den obigen Drahtzahlen der Zahlen 48, 54, 60, 66, 72 u. s. w.; doch ist man keineswegs an die Sechslitzigkeit des Seiles gebunden. Ein 60drähtiges Seil stellt Fig. 192 (a. vor. S.) im Durchschnitt dar; man erkennt daran die Construction deutlich. Bei derselben hat man für den äusseren Seildurchmesser d bei der Drahtdicke δ :

wenn die Drahtzahl $i =$	36	48	54	60	66	72
$\frac{d}{\delta} =$	8,00	10,25	11,33	12,80	13,25	14,20.

Hinsichtlich der Anspannungen T und t des führenden und geführten Seilstrumes, Fig. 193, ist die Formel (121) anzuwenden,

Fig. 193.



in welcher zu setzen ist:

$$u = \frac{f_1 D}{2 R} \dots \dots \dots (144)$$

wenn f_1 wieder den Coefficienten der Zapfenreibung, D den Zapfendurchmesser, R den Rollenhalbmesser bezeichnet. Die Seilsteifigkeit wirkt in u nicht mit, indem sie bei den zu wählenden Verhältnissen so klein ist, dass sie nur ganz unmerklich auftritt. Im Mittel wird $\frac{D}{R} = \frac{1}{16}$; setzt man noch $f_1 = 0,1$, so wird:

$$u = 0,003.$$

Hiermit bei $f = 0,24$ und $\alpha = \pi$ die Gleichung (121) aufgelöst, gibt für die mindestens nothwendigen Anspannungen der Seilstrüme:

$$\frac{t}{P} = 0,97, \quad \frac{T}{P} = 2,02, \quad \frac{T+t}{P} = 2,99, \quad \frac{t}{T} = 0,48 \quad \dots (145)$$

wofür wir nehmen:

$$\frac{t}{P} = 1, \frac{T}{P} = 2, \frac{T+t}{P} = 3, \frac{t}{T} = \frac{1}{2} \dots \dots \dots (146)$$

Bemerkung. Der in §. 113 erwähnte Gleitungsverlust beträgt beim einfachen Seiltrieb durchschnittlich noch nicht $\frac{1}{50}$ Procent, ist also vernachlässigbar.

§. 124.

Berechnung der Seildicke und Triebrollengröße.

Für ein i -drähtiges Eisendraht-Treibseil machen wir nun die durch den Zug T im führenden Seiltrum hervorgerufene Dehnungs-Spannung \mathfrak{S}_1 in den Drähten: $\mathfrak{S}_1 < 18^k$, und haben zu nehmen:

1. Wenn an der Seilscheibe ein Umfangswiderstand P wirkt, die Drahtdicke:

$$\delta = 1,60 \sqrt{\frac{1}{i}} \sqrt{\frac{P}{\mathfrak{S}_1}} \dots \dots \dots (147)$$

2. wenn N Pferdestärken bei v^m Umfangs- oder Seilgeschwindigkeit übertragen werden sollen:

$$\delta = 13,86 \sqrt{\frac{1}{i}} \sqrt{\frac{N}{\mathfrak{S}_1 v}} \dots \dots \dots (148)$$

wobei v nicht über 30 bis 32^m betragen darf;

3. wenn N Pferdestärken bei n minutlichen Umdrehungen der Rollen übertragen werden sollen:

$$\delta = 1349 \sqrt{\frac{1}{i}} \sqrt{\frac{N}{\mathfrak{S}_1 R n}} \dots \dots \dots (149)$$

4. wenn noch $s = 18 - \mathfrak{S}_1$ die durch das Biegen des Seiles um die Rollen in den Drähten entstehende Biegungsspannung bezeichnet, und ein statisches Moment (PR) der Drehung der getriebenen Rolle entgegenwirkt:

$$\delta = 0,0634 \sqrt[3]{\frac{1}{i}} \sqrt[3]{\frac{s}{\mathfrak{S}_1} (PR)} \dots \dots \dots (150)$$

5. oder endlich, wenn statt des Momentes (PR) wieder N und n gegeben sind:

$$\delta = 5,67 \sqrt[3]{\frac{1}{i}} \sqrt[3]{\frac{s N}{\mathfrak{S}_1 n}} \dots \dots \dots (151)$$

Dabei ist sorgfältig darauf zu achten, dass der Rollenhalbmesser R im Verhältniss zur Drahtdicke nicht kleiner gewählt werde, als:

$$\frac{R}{\delta} = \frac{10000}{s} \dots \dots \dots (152)$$

Diese letzte Formel hat folgende Ergebnisse:

\mathfrak{E}_1	s	$\frac{R}{\delta}$	\mathfrak{E}_1	s	$\frac{R}{\delta}$
0,5	17,5	571	9	9	1111
1	17	588	10	8	1250
2	16	625	11	7	1429
3	15	667	12	6	1667
4	14	714	13	5	2000
5	13	769	14	4	2500
6	12	833	15	3	3333
7	11	909	16	2	5000
8	10	1000	17	1	10000

Den im Zahlenwerth kleinsten Rollenhalbmesser bei constanter Summe $\mathfrak{E}_1 + s$ erzielt man, wenn man $\frac{s}{\mathfrak{E}_1} = 2$ nimmt. Dies entspricht unseren Werthen $\mathfrak{E}_1 = 6, s = 12, \frac{R}{\delta} = 833$; in der Nähe dieser Werthe fällt die numerische Grösse von R wenig verschieden von ihrem Minimum aus. R grösser als nöthig zu nehmen (vielleicht wegen vorhandenen Modelles) ist unschädlich.

§. 125.

Tabelle über die Drahtdicke der Triebseile.

Die erstere der beiden folgenden Tabellen ist nach Formel (147) bis (149), die andere nach (150) und (151) berechnet; um unbequeme Zahlen zu vermeiden, wurde aus (149) $1000 \frac{N}{\mathfrak{E}_1 R n}$ anstatt $\frac{N}{\mathfrak{E}_1 R n}$ entwickelt.

Drahtdicke δ bei der Drahtzahl					$\frac{P}{\mathfrak{E}_1}$	$\frac{N}{\mathfrak{E}_1 v}$	$\frac{1000 N}{\mathfrak{E}_1 R n}$
$i = 36$	$i = 42$	$i = 48$	$i = 60$	$i = 72$			
0,5	0,46	0,43	0,39	0,35	3,52	0,047	0,005
0,6	0,55	0,52	0,46	0,42	5,06	0,068	0,007
0,7	0,65	0,61	0,54	0,49	6,89	0,092	0,010
0,8	0,74	0,69	0,62	0,57	9,00	0,121	0,013
0,9	0,83	0,78	0,70	0,64	11,39	0,153	0,016
1,0	0,92	0,87	0,77	0,71	14,06	0,188	0,020
1,2	1,11	1,04	0,93	0,85	20,25	0,279	0,028
1,4	1,29	1,21	1,08	0,99	27,56	0,369	0,039
1,6	1,48	1,39	1,24	1,13	36,00	0,482	0,051
1,8	1,66	1,56	1,39	1,27	45,56	0,610	0,064
2,0	1,85	1,73	1,55	1,41	56,25	0,753	0,079
2,2	2,03	1,91	1,70	1,56	68,06	0,912	0,096
2,4	2,22	2,08	1,86	1,70	81,00	1,085	0,114
2,6	2,40	2,25	2,01	1,84	95,06	1,273	0,134
2,8	2,59	2,42	2,17	1,98	110,25	1,477	0,155
3,0	2,77	2,60	2,32	2,12	126,56	1,700	0,178

Drahtdicken unter 0,5^{mm} und viel über 2^{mm} werden in Triebseilen nicht gerne benutzt. Die zweite bis fünfte Spalte in dieser wie in der folgenden Tabelle geben die Drahtdicken bis auf Hundertelmillimeter an, eine Folge der Umrechnung der betreffenden Werthe aus denen der ersten Spalte; es versteht sich von selbst, dass für praktische Ausführungen jene Zahlen auf alle Fälle abzurunden sind. Die Qualität des zu Triebseilen zu benutzenden Eisendrahtes muss sehr sorgfältig gewählt werden, um den Seilen eine grosse Dauer zu verschaffen. Am besten eignet sich Draht aus schwedischem Eisen, indem derselbe eine besonders grosse Zähigkeit bei übrigens recht grosser Festigkeit besitzt. Seilfabrikanten haben namentlich darauf zu sehen, dass die einzelnen Drahtadern recht lang sind, damit möglichst wenig Stossfugen in den Drähten anzubringen sind. Stahldraht ist nicht so zweckmässig als Eisendraht, weil derselbe meistens einen höheren Elasticitätsmodul hat, als letzterer, also grössere Rollen erfordern würde.

Drahtdicke δ bei der Drahtzahl					$\frac{s}{\mathfrak{S}_1} (PR)$	$\frac{s}{\mathfrak{S}_1} \frac{N}{n}$
$i = 36$	$i = 42$	$i = 48$	$i = 60$	$i = 72$		
0,5	0,47	0,45	0,42	0,40	17 658	0,025
0,6	0,57	0,55	0,51	0,48	30 513	0,043
0,7	0,66	0,64	0,59	0,56	48 454	0,068
0,8	0,76	0,73	0,67	0,63	72 328	0,101
0,9	0,85	0,82	0,76	0,71	102 982	0,144
1,0	0,95	0,91	0,84	0,79	141 265	0,197
1,2	1,14	1,09	1,01	0,95	244 106	0,341
1,4	1,33	1,27	1,18	1,11	387 631	0,542
1,6	1,52	1,45	1,35	1,27	578 621	0,894
1,8	1,71	1,64	1,52	1,43	823 857	1,152
2,0	1,91	1,82	1,69	1,59	1130 120	1,580
2,2	2,09	2,00	1,86	1,75	1504 190	2,103
2,4	2,28	2,18	2,02	1,90	1952 847	2,730
2,6	2,47	2,36	2,19	2,06	2482 874	3,471
2,8	2,66	2,54	2,36	2,22	3101 049	4,335
3,0	2,85	2,73	2,53	2,38	3814 155	5,332

Bemerkung (vergl. §. 115). In Formel (147) bis (149) ist der Rollenhalmmesser R als bekannt vorausgesetzt; die von jenen Formeln gelieferten Werthe von δ sind aus diesem Grunde nur dann brauchbar, wenn das sich schliesslich ergebende Verhältniss von $\frac{R}{\delta}$ nicht solche Werthe für die Spannung s liefert, welche zu \mathfrak{S}_1 hinzugefügt, 18^k übersteigen. In diesem Falle ist die Rechnung mit einem grösseren Werthe von R zu wiederholen. (Siehe übrigens §. 127). — Um Gebrauch von den gegebenen Formeln und der vorstehenden Tabelle zu machen, hat man zunächst bei gegebenen Kräften die Spannung \mathfrak{S}_1 zu wählen. Dieses geschieht unter Berücksichtigung dessen, was im folgenden Paragraphen gesagt ist, und möge in den nachstehenden Beispielen als abgemacht betrachtet werden.

1. Beispiel. Man will mittelst 3^m hoher Seilscheiben 250^k Umfangskraft übertragen; wie dick sind die Drähte eines 36drähtigen Seiles zu nehmen?

Macht man $\mathfrak{S}_1 = 7^k$, so ist $\frac{P}{\mathfrak{S}_1} = \frac{250}{7} = 35,56$, was nach Sp. 6, Z. 9 der ersten Tab. eine Drahtdicke von 1,6^{mm} erheischt. Dies gibt $\frac{R}{\delta} = \frac{1500}{16} \sim 937$; nach der aus (152) berechneten Tabelle soll aber bei $\mathfrak{S}_1 = 7$, und $s = 11$: $\frac{R}{\delta} \geq 909$ sein; unsere Annahme ist mithin brauchbar. Hätte man aber $R = 1200^{\text{mm}}$ gewählt, so würde man erhalten haben: $\frac{R}{\delta} = \frac{1200}{1,6} \sim 750$, was zu wenig ist, und die Annahme als unstatthaft erweist.

2. Beispiel. Es seien 300 Pferdestärken mit einem Seiltrieb zu übertragen. — Um ein nicht zu dickes Seil zu erhalten, wählen wir die Seilgeschwindigkeit $v = 25^{\text{m}}$; ferner werde $\mathfrak{S}_1 = 8$, also $s = 10$ gewählt. Dann kommt $\frac{N}{\mathfrak{S}_1 v} = \frac{300}{8 \cdot 25} = 1,5$. Diese erste Tabelle zeigt in Spalte 7, Zeile 15 den Werth 1,477. Demnach bekäme das sechsunddreissiger Seil 2,8^{mm} Drahtdicke, das sechsziger 2,17^{mm} \sim 2,2^{mm} Drahtdicke, was annehmbar erscheint. Es wird nun nach § 152 zu nehmen sein (wegen $s = 10$) $R = 1000 \cdot 2,2 = 2200^{\text{mm}}$, und da $v = \frac{2 R \pi \cdot n}{60 \cdot 1000}$,
 $n = \frac{60 \cdot 1000 \cdot 25}{2 \cdot 2200 \cdot \pi} = 108,4 \sim 108$.

3. Beispiel. Wieviel Pferdestärken vermag ein 36drähtiges Seil von 2^{mm} Drahtdicke auf 3^m hohen Rollen bei 90 minutlichen Umdrehungen der Rollen zu übertragen? Hier ist $\frac{R}{\delta} = \frac{1500}{2} = 750$, was nach (152) $s = \frac{10000}{750} = 13,33^k$, und somit $\mathfrak{S}_1 = 4,67^k$ entspricht. Dies liefert, da nach Sp. 8 Z. 11 der ersten Tab. für $\delta = 2^{\text{mm}}$ $\frac{1000}{\mathfrak{S}_1 R} \frac{N}{n} = 0,079$ ist, $N = \frac{0,079 \cdot n \cdot \mathfrak{S}_1 \cdot R}{1000} = \frac{0,079 \cdot 90 \cdot 4,67 \cdot 1500}{1000} = 49,8$ Pferdestärken. Scheiben von 2,5^m Durchmesser würden ergeben haben $\frac{R}{\delta} = \frac{1250}{2} = 625$, oder $s = 16^k$, $\mathfrak{S}_1 = 2^k$; mithin $N = \frac{0,079 \cdot 90 \cdot 2 \cdot 1250}{1000} = 17,78$ Pferdestärken.

4. Beispiel. An der getriebenen Welle eines Seiltriebes soll ein Widerstand von 50^k an einem Hebelarme von 1000^{mm} fortwährend überwunden werden; welche Drahtdicke erhält ein 36drähtiges Seil bei dem kleinsten zulässigen Rollenhalbmesser? — Wegen des letzteren Umstandes ist nach §. 124 zu wählen $s = 12^k$, $\mathfrak{S}_1 = 6^k$, sodass $\frac{s}{\mathfrak{S}_1} PR = 2 \cdot 50 \cdot 1000 = 100000$ wird. Dies liefert nach Spalte 6 Zeile 5 der zweiten Tabelle

die Drahtdicke $\delta = 0,9^{mm}$, sodann nach Tabelle §. 124 $R = 833.0,9$
 $\sim 750^{mm}$.

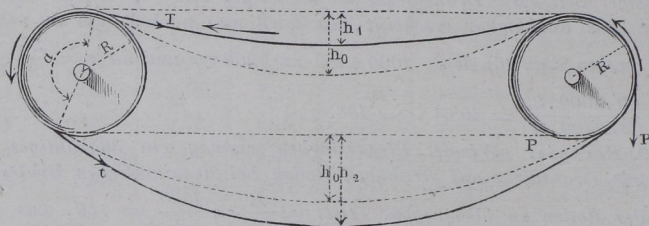
5. Beispiel. Ein Seiltrieb mit 42drähtiger Seile soll 30 Pferde-
 stärken bei 100 minutlichen Umdrehungen übertragen, und sei $\mathfrak{S}_1 = 6^k$ ge-
 wählt, dann wird nach dem obigen $s = 18 - 6 = 12^k$ und $\frac{s}{\mathfrak{S}_1} \frac{N}{n}$
 $= \frac{2 \cdot 30}{100} = 0,6$ und daher nach Sp. 7, Z. 8 und 9 der zweiten Tab. die
 Drahtdicke $\delta =$ nahe $1,4^{mm}$. Für den Rollenhalbmesser hat man dabei
 nach (152) $R = 1,4 \cdot 833 = 1166^{mm}$, wofür wir 1200^{mm} nehmen würden.

§. 126.

Die Einsenkungen der Treibseile beim horizontalen Seiltrieb. Tabelle über dieselben.

Damit das Treibseil in seinen beiden Trümmern die richtigen
 Anspannungen T und t erhalte (nicht zu kleine, weil sonst das Seil

Fig. 194.



gleitet, nicht zu grosse, damit es nicht überspannt wird), muss
 die Einsenkung, welche man den beiden Seiltrümmern im Ruhe-
 stand verleiht, von einer bestimmten Grösse sein; auch muss man
 die Einsenkungen des in Bewegung befindlichen Seiles kennen, um
 den von dem Seiltrieb beanspruchten Raum ermessen zu können.
 Die Seilsenkung hängt von der in den Drähten beabsichtigten
 Dehnungsspannung ab.

Ist A der Rollenstand eines horizontalen Seiltriebes in Meter
 gemessen,

h die ebenfalls in Meter gemessene Einsenkung des Sei-
 les (und zwar beim führenden Trum h_1 , beim geführten
 h_2 , beim ruhenden Seil h_0).

\mathfrak{S} die in demselben hervorgerufene Dehnungsspannung auf
 den Quadratmillimeter (beim führenden Seiltrum \mathfrak{S}_1 ,
 beim geführten \mathfrak{S}_2 , beim ruhenden Seil \mathfrak{S}_0),

so ist für das Eisendrahtseil, wenn es eine beliebige Drahtzahl hat:

$$\frac{h}{A} = 0,3535 \left(160 \frac{\mathfrak{S}}{A} - \sqrt{\left(160 \frac{\mathfrak{S}}{A} \right)^2 - 1} \right) \dots (153)$$

und:

$$\frac{\mathfrak{S}}{A} = 0,00877 \left(\frac{h}{A} + \frac{A}{8h} \right) \dots (154)$$

Aus dieser Formel ist die auf umstehender Seite folgende Tabelle berechnet. Für erste und vorläufige Annäherungsrechnungen ist mit ziemlicher Annäherung auch:

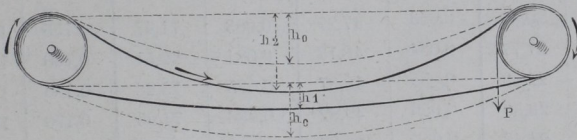
$$\frac{h}{A} = \frac{1}{900} \frac{A}{\mathfrak{S}} \dots (155)$$

Man benutzt die umstehende Tabelle, indem man gemäss den in der Aufgabe gegebenen Grössen den Quotienten $\frac{A}{\mathfrak{S}}$ aus dem Rollenstand und der im Seil herrschenden Dehnungsspannung bildet, den nächstliegenden Tabellenwerth aufsucht, und mittelst des zugehörigen Werthes von $\frac{h}{A}$ die Senkhöhe h berechnet. Zu bemerken ist dabei, dass für die Spannungen \mathfrak{S}_2 und \mathfrak{S}_0 im geführten und im ruhenden Seil gilt:

$$\mathfrak{S}_2 = \frac{\mathfrak{S}_1}{2}, \quad \mathfrak{S}_0 = \frac{\mathfrak{S}_1 + \mathfrak{S}_2}{2} = \frac{3}{4} \mathfrak{S}_1 \dots (156)$$

Es ist nicht geboten, dem führenden Seiltrum die obere Stelle zu geben, wie in Fig. 194 angenommen ist, sondern dasselbe kann

Fig. 195.



auch oft unten hin gelegt werden, siehe Fig. 195, wodurch an Raum für die Seilsenkungen gespart wird. Die Seile streifen einander nicht, so lange $h_2 - h_1 < 2R$. Bei den Ausführungen stelle man an der Stelle der tiefsten Punkte der Seilcurve eine Messstange auf, um jederzeit den Spannungszustand des Seiles beurtheilen zu können; passende Marken an derselben gestatten sogar direktes Ablesen der Spannung \mathfrak{S} .

$\frac{h}{A}$	$\frac{A}{\text{G}}$	$\frac{h}{A}$	$\frac{A}{\text{G}}$	$\frac{h}{A}$	$\frac{A}{\text{G}}$	$\frac{h}{A}$	$\frac{A}{\text{G}}$
0,003	2,74	0,033	29,84	0,063	55,69	0,093	79,33
0,004	3,65	0,034	30,72	0,064	56,52	0,094	80,07
0,005	4,56	0,035	31,61	0,065	57,34	0,095	80,81
0,006	5,47	0,036	32,49	0,066	58,17	0,096	81,54
0,007	6,38	0,037	33,38	0,067	58,99	0,097	82,27
0,008	7,29	0,038	34,26	0,068	59,80	0,098	83,00
0,009	8,20	0,039	35,14	0,069	60,62	0,099	83,72
0,010	9,11	0,040	36,02	0,070	61,43	0,100	84,44
0,011	10,02	0,041	36,91	0,071	62,24	0,101	85,16
0,012	10,93	0,042	37,79	0,072	63,05	0,102	85,88
0,013	11,86	0,043	38,67	0,073	63,85	0,105	88,05
0,014	12,75	0,044	39,51	0,074	64,66	0,110	91,51
0,015	13,66	0,045	40,39	0,075	65,45	0,115	94,85
0,016	14,56	0,046	41,25	0,076	66,25	0,120	98,13
0,017	15,47	0,047	42,12	0,077	67,04	0,125	101,36
0,018	16,37	0,048	42,98	0,078	67,83	0,130	104,42
0,019	17,28	0,049	43,85	0,079	68,62	0,135	107,47
0,020	18,18	0,050	44,71	0,080	69,41	0,140	110,38
0,021	19,08	0,051	45,56	0,081	70,19	0,145	113,23
0,022	19,99	0,052	46,42	0,082	70,97	0,150	116,00
0,023	20,89	0,053	47,27	0,083	71,74	0,155	118,65
0,024	21,77	0,054	48,13	0,084	72,51	0,160	121,17
0,025	22,69	0,055	48,97	0,085	73,28	0,165	123,53
0,026	23,59	0,056	49,82	0,086	74,05	0,170	126,00
0,027	24,48	0,057	50,67	0,087	74,81	0,175	128,27
0,028	25,37	0,058	51,53	0,088	75,57	0,180	130,47
0,029	26,27	0,059	52,35	0,089	76,33	0,185	132,43
0,030	27,16	0,060	53,19	0,090	77,08	0,190	134,46
0,031	28,06	0,061	54,02	0,091	77,84	0,195	136,41
0,032	28,95	0,062	54,86	0,092	78,58	0,200	138,21

1. *Beispiel.* Bei dem fünften Beispiel in §. 125 sei der Rollenstand $A = 110$; man wähle $\mathfrak{S}_1 = 6$; welches werden die Einsenkungen des Seiles sein? — a) *Führendes Seiltrum.* Man hat $\mathfrak{S} = 6$, also $\frac{A}{\mathfrak{S}} = \frac{110}{6} = 18,33$, was nach Spalte 2, Zeile 18 sehr nahe dem Werth $\frac{h}{A} = 0,02$ entspricht. Demnach wird $h_1 = 110 \cdot 0,02 = 2,20^m$. b) *Geführtes Seiltrum.* Hier ist nach (156) $\mathfrak{S} = \frac{6}{2} = 3$, also $\frac{A}{\mathfrak{S}} = \frac{110}{3} = 36,67$, was nach Spalte 4, Zeile 9 dem Werth $\frac{h}{A} = 0,041$ entspricht, und also liefert: $h_2 = 110 \cdot 0,041 = 4,51^m$. c) *Das ruhende Seil endlich hat nach (156) eine Dehnungsspannung $\frac{6+3}{2} = 4,5$; es ist demnach für dasselbe $\frac{A}{\mathfrak{S}} = \frac{110}{4,5} = 24,44$, woraus nach Spalte 2, Zeile 25 sich $0,027$ für $\frac{h}{A}$ ergibt; hiermit erhält man: $h_0 = 0,027 \cdot 110 = 2,97^m$. Nun ist $h_2 - h_1 = 4,51 - 2,20 = 2,31^m$, während $2R = 2 \cdot 1,20 = 2,4^m$, mithin ein wenig grösser wurde. Somit kann denn die Anordnung, Fig. 195, allenfalls benutzt werden (siehe übrigens 1. Beispiel, §. 127).*

2. *Beispiel.* Wenn der Seiltrieb im 3. Beispiel in §. 125 3^m verfügbare Höhe unter den Rollen hat, wie gross darf dann sein Rollenstand gewählt werden? — Vorausgesetzt, dass die Anordnung von Fig. 195 angehe, ergibt sich der grösste statthafte Rollenstand aus der Einsenkung des ruhenden Seiles. Die Dehnungsspannung desselben ist nach (156) $= \frac{3}{4} \cdot 4,67 = 3,50^k$. Demnach ist hier $\frac{h}{\mathfrak{S}} = \frac{h}{A} \frac{A}{\mathfrak{S}} = \frac{3}{3,50} = 0,857$. Dieses Verhältniss zwischen $\frac{h}{A}$ und $\frac{A}{\mathfrak{S}}$ tritt sehr nahe ein in Spalte 1 und 2, Zeile 29. Den dort angegebenen Werth von $\frac{A}{\mathfrak{S}}$ benutzt, ergibt sich $A = 28,06 \cdot 3,5 = 98,21^m$; $h_0 = 98,21 \cdot 0,031 = 3,04^m$, was der Aufgabe sehr nahe entsprechen und A mit 95^m als passend ergeben würde. Eine weitere Verfolgung der Rechnung zeigt auch, dass die Anordnung von Fig. 195 sehr wohl anwendbar ist.

§. 127.

Straffes Treibseil, oder Treibseil mit verschärfter Anspannung.

Die Einsenkungen der Treibseile fallen bei grossem Rollenstand manchmal den vorstehenden Rechnungen nach so gross aus, dass entweder eine bedeutende Höhe der Lagerstellen oder eine Bodenausgrabung nöthig wird, wenn man die Anbringung von

Tragrollen (s. unten §. 134) vermeiden will. In manchen Fällen aber kann durch ein weit einfacheres Mittel dasselbe erreicht werden, dadurch nämlich: dass man das Seil schärfer spannt, als es wegen Verhütung des Gleitens erforderlich wäre, gleichzeitig indessen das Seil dick genug nimmt, um der Anspannungs-Verschärfung Rechnung zu tragen. Dieses bequeme Auskunftsmittel geht um so leichter an, wenn das Treibseil für geringe Kräfte bestimmt ist, also ohnedies nicht sehr dick ausfällt. Bei einiger Aufmerksamkeit auf die folgenden Regeln wird die rationelle Anwendung des hilfreichen Kunstgriffes nicht schwer fallen.

Ein Treibseil mit in genannter Weise verschärfter Anspannung möge ein „straffes“ Treibseil dem gewöhnlichen gegenüber genannt, und die an ihm vorkommenden geänderten Kräfte und Abmessungen durch den Zeiger s von den gewöhnlichen unterschieden werden ($T_s, t_s, \mathfrak{E}_s, \delta_s$ statt $T, t, \mathfrak{E}, \delta$). Wird nun T , welches nach (146) nicht kleiner sein darf als $2P$, auf das m fache vergrößert gedacht, so wird [vergl. Formel (118)]:

$$T_s = mT, \quad t_s = (2m - 1)t, \quad \frac{t_s}{T_s} = \frac{2m - 1}{2m} \quad (157)$$

Die Spannung \mathfrak{E}_1 in den Drähten des führenden Seiltrums soll unverändert bleiben, dagegen werden \mathfrak{E}_{2s} und \mathfrak{E}_{0s} statt beziehentlich $\frac{\mathfrak{E}_1}{2}$ und $\frac{3}{4}\mathfrak{E}_1$:

$$\mathfrak{E}_{2s} = \mathfrak{E}_1 \frac{2m - 1}{2m}, \quad \mathfrak{E}_{0s} = \mathfrak{E}_1 \frac{4m - 1}{4m} \quad (158)$$

Dabei ist die Drahtdicke δ , wenn dieselbe nach Formel (147) bis (149) berechnet wurde, abzuändern auf:

$$\delta_s = \delta \sqrt{m} \quad (159)$$

und, wenn dieselbe aus Formel (150) oder (151) berechnet ist, auf:

$$\delta_s = \delta \sqrt[3]{m} \quad (160)$$

Nach diesen Formeln ist folgende Tabelle berechnet. Es ist zu beachten, dass bei Anwendung des straffen Seiles die Drähte durchaus nicht stärker beansprucht werden, als beim normalen Seile, indem, der schärferen Anspannung entsprechend, die Drahtdicke auch grösser gewählt wird. Man wählt also mit anderen Worten ein schwereres Seil, als im normalen Falle, darf aber dieses wegen seines grösseren Querschnittes auch straffer anziehen, und spart somit an Pfeilhöhe in den Einsenkungen.

$m = \frac{T_s}{T}$	$\frac{T_s}{P}$	$\frac{t_s}{t} = \frac{t_s}{P} = \frac{\mathcal{C}_{2s}}{\mathcal{C}_2}$	$\frac{\mathcal{C}_{2s}}{\mathcal{C}_1} = \frac{t_s}{T_s}$	$\frac{\mathcal{C}_{0s}}{\mathcal{C}_1}$	$\frac{\delta_s}{\delta} = \sqrt{m}$	$\frac{\delta_s}{\delta} = \sqrt[3]{m}$
1,2	2,4	1,4	0,58	0,79	1,10	1,06
1,4	2,8	1,8	0,64	0,82	1,18	1,12
1,6	3,2	2,2	0,69	0,84	1,26	1,17
1,8	3,6	2,6	0,72	0,86	1,34	1,22
2,0	4,0	3,0	0,75	0,88	1,41	1,26
2,2	4,4	3,4	0,77	0,89	1,48	1,30
2,4	4,8	3,8	0,79	0,90	1,55	1,34
2,6	5,2	4,2	0,81	0,90	1,61	1,38
2,8	5,6	4,6	0,82	0,91	1,67	1,41
3,0	6,0	5,0	0,83	0,92	1,73	1,44
3,2	6,4	5,4	0,84	0,93	1,79	1,47
3,4	6,8	5,8	0,85	0,93	1,84	1,50
3,6	7,2	6,2	0,86	0,93	1,90	1,53
3,8	7,6	6,6	0,87	0,93	1,95	1,56
4,0	8,0	7,0	0,88	0,94	2,00	1,59
4,2	8,4	7,4	0,88	0,94	2,05	1,61
4,4	8,8	7,8	0,89	0,94	2,10	1,64
4,6	9,2	8,2	0,89	0,95	2,14	1,66
4,8	9,6	8,6	0,90	0,95	2,19	1,69
5,0	10,0	9,0	0,90	0,95	2,24	1,71
5,5	11,0	10,0	0,91	0,95	2,36	1,75
6,0	12,0	11,0	0,92	0,96	2,45	1,82
6,5	13,0	12,0	0,92	0,96	2,55	1,87
7,0	14,0	13,0	0,93	0,96	2,65	1,91
7,5	15,0	14,0	0,93	0,97	2,74	1,96
8,0	16,0	15,0	0,94	0,97	2,83	2,00

1. Beispiel. Das geführte Seil in Beispiel 1, §. 126 zeigte eine Senkung $h_2 = 4,51^m$, wobei die Drahtdicke δ des Seiles (s. Beispiel 5, §. 125) $1,4^{mm}$ beträgt. Diese Dimension darf noch wohl erhöht werden, d. h. die Anwendung des straffen Seiltriebes ist hier am Platze, wenn eine Verminderung von h_2 gewünscht werden sollte. Wählt man $m = 2$, so wird nach Zeile 5 Spalte 4: $\mathcal{C}_{2s} = 0,75$ $\mathcal{C}_1 = 0,75 \cdot 6 = 4,25$, mithin

$\frac{A}{\mathfrak{C}_{2s}} = \frac{110}{4,25} = 25,83$, wonach gemäss der Tabelle in §. 126 $h_2 = 0,028$.
 $110 = 3,08^m$ wird. Soll die Biegungsspannung s bleiben wie sie war, so
 ist der Quotient $\frac{s}{\mathfrak{C}_1} \frac{N}{n}$ unverändert, also δ aus Formel (151) ermittelt
 anzusehen, und somit nach Spalte 7 Zeile 5 unserer obigen Tabelle $\delta =$
 $1,26 \cdot \delta = 1,26 \cdot 1,4 = 1,76 \sim 1,8^m$ zu nehmen.

Wenn bei einer gewöhnlichen Drahtseilberechnung δ bei der Drahtzahl $i = 36$ sehr niedrig ausfällt, so wird das Seil leicht so dünn, dass die Mehrkosten einer Ausführung in grösserer Dicke ganz unerheblich sein würden. In solchen Fällen ist die Benutzung des straffen Seiltriebes durchweg empfehlenswerth, indem dieselbe dann ungesucht den Vortheil einer kleinen Einsenkung des geführten Seiltrumes gewährt, und so darf denn empfohlen werden: keine Drähte von weniger als 1^m Dicke zu benutzen, so dass das dünnste zu verwendende sechs- und dreissiger Seil das 8^m dicke Seil ist. Durch eine solche Maassnahme wird auch die Fabrikation der Treibseile erleichtert.

2. Beispiel. Gegeben für einen Seiltrieb: $N = 5,5$, $n = 100$, $A = 180^m$; es wird versucht, diesen Rollenstand mit einer Spannung zu überschreiten, man muss also auf Kleinheit der Einsenkungen Werth legen.

Wählt man hierfür $\mathfrak{C}_1 = 10$, $s = 8$, so ist $\frac{s}{\mathfrak{C}_1} \frac{N}{n} = \frac{8}{10} \frac{5,5}{100} = 0,004$, wonach sich bei $i = 36$ (s. 2te Tabelle §. 125) eine Drahtdicke $\delta = 0,6^m$ ergeben würde.

Zugleich käme: $\frac{A}{\mathfrak{C}_1} = \frac{180}{10} = 18$, $\frac{A}{\mathfrak{C}_2} = \frac{180}{5} = 36$, woraus (s. Tab.

§. 126) $h_1 = 0,0198 \cdot 180 = 3,56^m$, $h_2 = 0,04 \cdot 180 \cdot 7,2^m$, $h_2 - h_1 = 7,20 - 3,56 = 3,64^m$; da nun gleichzeitig $R = 1250 \cdot 0,6 = 750^m$ ausfallen würde (s. Tab. §. 124), so wäre Oberlage des geführten Seiltrums nicht statthaft, und würden die Rollachsen um wenigstens $R + h_2 = 0,75 + 7,2 = 7,95^m$ über dem Boden liegen müssen. — Wir wenden aber nun den straffen Seiltrieb an, indem wir das Seil 8^m statt $8 \cdot 0,6 = 4,8^m$,

d. h. die Drahtdicke $\delta_s = 1^m$ annehmen. Dann ist $\delta_s = \frac{1}{0,6} = 1,67 \delta$ und somit nach obiger Tabelle, Zeile 18, Spalte 7 und 4, $\mathfrak{C}_{2s} = 0,89$.

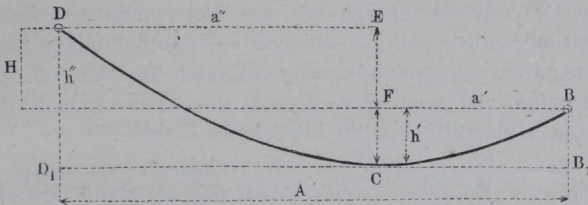
$\mathfrak{C}_1 = 0,89 \cdot 10 = 8,9$, also $\frac{A}{\mathfrak{C}_{2s}} = \frac{180}{8,9} = 20,22$, und danach $h_{2s} = 0,02228 \cdot 180 = 4,01^m$, $h_{2s} - h_1 = 4,01 - 3,56 = 0,45^m$; ferner $R = 1250 \cdot \delta_s = 1250^m$, $2R = 2,5^m$, sonach Oberlage des geführten Seiltrums sehr wohl anwendbar. Das Maximum der Einsenkung kommt dann der Ruhelage zu, für welche $h_{0s} \sim 3,78^m$ wird, was eine Höhe der Achsen über dem Boden von $h_{0s} + R = 3,78 + 1,25 = 5,03^m$, also nahe 3^m weniger als oben erforderlich macht.

§. 128.

Der schiefe Seiltrieb.

Mit wachsender Verbreitung des Seiltriebes überhaupt hat die Wichtigkeit desjenigen, welcher ungleich hoch stehende Rollen verwendet, des sogenannten schiefen Seiltriebes, zugenommen, weshalb hier vollständige Regeln für denselben mitgetheilt werden sollen. Bei dem Seile BCD , Fig. 196, welches aus einem schiefen Seiltrieb herausgehoben gedacht ist, liegt der Scheitel C der Seilcurve nicht

Fig. 196.



mitten zwischen den Lothen durch die Aufhängepunkte, auch sind nothwendig die Senkungen anders, als beim wagerechten Seiltrieb. Die Seilseukungen und Scheitelabstände lassen sich aber, von dem sehr nahe gleichstark angespannten wagerechten Treibseil mit demselben Rollenstand A ausgehend, wie folgt bestimmen.

Es seien (vergl. Fig. 194):

h und A Seilseukung und Rollenstand eines wagerechten Seiltriebes,

\mathfrak{S} die zugehörige Spannung an den Aufhängepunkten des betrachteten Seiltrumes,

h' und h'' die kleinere und die grössere Seilseukung (\overline{FC} und \overline{EC}) bei einem schiefen Seiltrieb vom gleichen (horizontalen) Rollenstande A ($= \overline{B_1D_1}$),

a' und a'' die zugehörigen Horizontalabstände des Curvenscheitels von den Aufhängepunkten ($\overline{CB_1}$ und $\overline{CD_1}$),

\mathfrak{S}' und \mathfrak{S}'' die zugehörigen Spannungen an dem unteren und dem oberen Aufhängepunkte (bei B und D),

H der senkrechte Abstand (\overline{EF}) der Aufhängepunkte.

Dann suche, resp. wähle man zunächst nach den weiter oben gegebenen Regeln die Werthe h und \mathfrak{S} und hat alsdann:

$$k' = h \left(1 + \frac{1}{16} \frac{H^2}{h^2} \right) - \frac{H}{2}, \quad k'' = H + k' \dots \dots (161)$$

$$a' = \frac{A}{2} \left(1 - \frac{1}{4} \frac{H}{h} \right), \quad a'' = A - a' \dots \dots \dots (162)$$

$$\mathfrak{S}' = \mathfrak{S} - \frac{h - k'}{114}, \quad \mathfrak{S}'' = \mathfrak{S} + \frac{k'' - h}{114}, \quad \mathfrak{S}'' - \mathfrak{S}' = \frac{H}{114} (163)$$

Der Werth a' wird unter Umständen negativ; es fällt alsdann der Seilcurvenscheitel ausserhalb des Raumes zwischen den Rollen. Die Biegungsspannung s und danach der Rollenhalbmesser wird erst gewählt, wenn die Spannung \mathfrak{S}'' gefunden ist. Diese fällt meistens unwesentlich verschieden von \mathfrak{S} aus; bemerkenswerth wird der Unterschied vorzugsweise nur, wenn mehrere schiefe Seiltriebe an demselben Seile aufsteigend aufeinander folgen. Die Differenz zwischen der Spannung am untersten und der am obersten Aufhängepunkt ist dann ausgedrückt durch das Verhältniss der genannten Höhendifferenz zu 114^m.

Beispiel. Ein Seiltrieb von den Ur-Angaben des Beispiels 5 in §. 125 und in §. 126 habe verschieden hoch liegende Rollen, und zwar betrage der Höhenunterschied 5^m; welches werden seine Seilseukungen sein, und wo liegen die Scheitel der Seilcurven? — a) Führendes Seiltrum. Man hat für dasselbe $\mathfrak{S}_1 = 6$, $h_1 = 2,20^m$, $H = 5^m$, $A = 110^m$, und erhält aus (161), von der niedriger stehenden Rolle ausgehend: $h'_1 = 2,2 \left(1 + \frac{1}{16} \frac{5^2}{2,2^2} \right) - \frac{5}{2} = 2,91 - 2,5 = 0,41^m$, $h''_1 = 5 + 0,41 = 5,41^m$; $a'_1 = \frac{110}{2} \left(1 - \frac{1}{4} \frac{5}{2,2} \right) = 55 \cdot 0,432 = 23,76^m$, $a''_1 = 110 - 23,76 = 86,24^m$. b) Geführtes Seiltrum. Hier ist $\mathfrak{S}_2 = 3$, $h_2 = 4,51^m$; also $h'_2 = 4,51 \left(1 + \frac{1}{16} \frac{5^2}{4,51^2} \right) - \frac{5}{2} = 4,86 - 2,50 = 2,36^m$; $h''_2 = 5 + 2,36 = 7,36^m$. c) Ruhendes Seil. $\mathfrak{S}_0 = 4,5$, $h_0 = 2,97^m$, mithin $h''_0 = 2,97 \left(1 + \frac{1}{16} \frac{5^2}{2,97^2} \right) - \frac{5}{2} = 3,50 - 2,50 = 1,0^m$, $h'_0 = 5 + 1 = 6^m$; $a'_0 = \frac{110}{2} \left(1 - \frac{1}{4} \frac{5}{2,97} \right) = 55 \cdot 0,588 = 32,34^m$, $a''_0 = 110 - 32,34 = 77,66^m$. Für die Spannungen im führenden Seiltrum hat man: unten $\mathfrak{S}'_1 = 6 - \frac{2,2 - 0,41}{114} = 6 - 0,007 = 5,993$, $\mathfrak{S}''_1 = 6 + \frac{5,41 - 2,2}{114} = 6 + 0,028 = 6,028$; beide Zahlen sind so wenig von 6 verschieden, dass der Unterschied unbeachtet bleiben darf. Selbst bei drei aufeinander folgenden Stufen von der Grösse der hier berechneten dürfte man von der Spannungsänderung absehen. Muss ja einmal Rücksicht darauf genommen werden, so nehme man das Seil um eine Kleinigkeit dicker als die erste Rechnung ergab, und spanne es ein klein wenig stärker an, als die berechneten Pfeilhöhen aussagen.

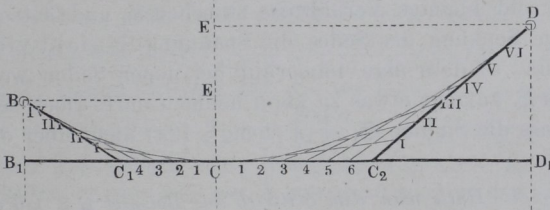
Die berechneten Pfeilhöhen eines schiefen Seiltriebes werden in die Zeichnung eingetragen — am besten mit einem Höhenmaassstab, welcher drei- bis fünfmal so gross ist als der Längenmaassstab — darauf die Seilcurven als Parabelbogen verzeichnet (siehe den folgenden Paragraphen) und geprüft, ob die Terrain-Verhältnisse die Anwendung der erhaltenen Curven gestatten. Ist dies nicht der Fall, so muss die Rechnung unter Annahme neuer Spannungen wiederholt werden, bis die Resultate zweckentsprechend ausfallen. Nach einiger Uebung gewinnt man bald einen leichten Ueberblick über die in Wahl liegenden Grössen, so dass dieses Verfahren keine Schwierigkeiten macht.

§. 129.

Verzeichnung der Seilcurven.

Die Seilcurven wurden, wie auch bis hierher immer angenommen ist, mit vollständig ausreichender Genauigkeit gefunden, wenn man sie als gewöhnliche (apollonische) Parabel verzeichnet. Nachdem man, Fig. 197, den Scheitel C irgend eines Seiltrumes BCD

Fig. 197.



bestimmt hat (siehe den vorigen §.), halbire man die beiden Abschnitte B_1C und D_1C der horizontalen Scheiteltangente B_1D_1 in C_1 und C_2 , ziehe BC_1 und DC_2 , so geben zunächst diese beiden Linien die Richtungen des Seiles in den Aufhängepunkten C und D an. Hierauf theile man CC_1 in gleiche Stücke $C, 1, 2, 3, \dots$ und die C_1B in ebensoviele gleiche Stücke C_1I, II, III, \dots , und ziehe $1I, 2II, 3III$ u. s. w., so hüllen diese als Tangenten den gesuchten Parabelbogen ein. Bei CC_2D ebenso verfahren, bestimmt man das andere Stück der Seilcurve. Wenn der Scheitel C ausser-

halb des Raumes zwischen die Rolle fällt, wird ein Stück der Parabel in der Gegend des Scheitels nicht benutzt, die Construction bleibt indessen die vorige.

§. 130.

Ueberspannung des Treibseiles.

Wenn man das Treibseil so auflegt, dass es im Ruhezustand zu wenig Senkung zeigt, also zu stark angespannt ist, so wird es auch im Bewegungszustand zu straff gespannt, und zwar erhält man die im führenden Seilstück eintretende Dehnungsspannung aus:

$$\begin{aligned} \text{oder:} \quad \mathfrak{S} &= \frac{P}{2q} + 0,00877 \left(h_0 + \frac{A^2}{8h_0} \right) \\ \mathfrak{S} &= \frac{\mathfrak{S}_1}{4} + 0,00877 \left(h_0 + \frac{A^2}{8h_0} \right) \end{aligned} \quad \dots \quad (164)$$

wobei P die zu übertragende Umfangskraft, q den Seilquerschnitt, A wieder den Rollenstand, h_0 die Seilsenkung, welche man für den Ruhezustand angewandt hat, \mathfrak{S}_1 die in der Berechnung angenommene richtige Dehnungsspannung für das führende Seilstück bezeichnet. Bei nicht sehr kleinem Verhältniss zwischen h_0 und A treibt eine zu geringe Senkung des Seiles die Spannung \mathfrak{S} nicht viel über \mathfrak{S}_1 hinaus, so dass man immerhin bei neuen Seilen wegen des Streckens h_0 anfangs etwas zu klein nehmen darf. Doch sehe man darauf, dass die Summe $\mathfrak{S}_1 + s$ (siehe §. 124) nicht über etwa 20^k hinausgehe.

Beispiel. Hätte man dem Seiltrieb aus Beispiel 1, §. 126 und 128, statt 2,97^m, 2,20^m als Seilsenkung für den Ruhezustand gegeben, so würde, da $\mathfrak{S}_1 = 6^k$, im führenden Seilstück während des Ganges: $\mathfrak{S} = \frac{6}{4} + 0,00877 \left(2,2 + \frac{110^2}{8 \cdot 2,2} \right) = 7,53^k$ werden.

Bedient man sich beim Auflegen und Spleissen des Seiles eines leichten für den Zweck besonders vorgerichteten Flaschenzuges, bei welchem statt der Seile starke gezwirnte Schnüre benutzt werden können, so lässt sich die Anspannung des ruhenden Seiles sehr bequem auf das auf einer Messstange markirte Maass bringen.

§. 131.

Dickes Treibseil bei kleinem Rollenstande.

Wenn der Rollenstand klein ist, so muss vor allem darauf gesehen werden, dass die Seilsenkungen gross werden, damit das Seil sich gut aufliegen, und ohne Gefahr einer zu bedeutenden Ueberspannung (s. §. 130) verkürzen lässt, wenn es sich gestreckt haben sollte. Man wähle hier die Spannung \mathfrak{S}_1 sehr klein, und verfährt am besten so, dass man eine Seilsenkung von gewünschter Grösse annimmt, und daraus mit Hilfe von (153) und der daraus abgeleiteten Tabelle \mathfrak{S}_1 ermittelt, worauf sich i und R wie früher bestimmen lassen. Für nicht zu grosse Umfangskräfte lässt sich auf diese Weise der Seiltrieb für ziemlich kleine Rollenstände noch gut verwirklichen.

Beispiel. Ein Seiltrieb soll 6 Pferdestärken bei 150 Umdr. p. M. 20 Meter weit leiten, und soll im führenden Seilstück noch 1^m Seilsenkung zeigen. Für denselben ist also $\frac{h}{A} = 0,05$, was nach §. 126 $\frac{A}{\mathfrak{S}} = 44,71$ entspricht, also eine Dehnungsspannung $\mathfrak{S}_1 = \frac{20}{44,71} = 0,447$ oder 0,45 verlangt. Behufs Ermittlung von δ aus Tabelle §. 125 hat man nun noch s zu wählen. Soll s zu \mathfrak{S}_1 gezählt, wie bisher 18 liefern, so ist $s = 17,55$ zu setzen; dies liefert: $\frac{s}{\mathfrak{S}_1} \frac{N}{n} = \frac{17,55 \cdot 6}{0,45 \cdot 150} = 1,56$, was (Spalte 7, Zeile 11, der zweiten Tabelle §. 125) $\delta = 2^{\text{mm}}$ bei $i = 36$ entspricht; nach (152) ist nun zu nehmen: $R = 2 \frac{10000}{17,55} = \text{nahe } 1140^{\text{mm}}$, was beides annehmbare Abmessungen sind. Wollte man $d = 8 \delta = 12^{\text{mm}}$, δ also = $1,5^{\text{mm}}$ erhalten, so hätte man nur R grösser zu machen; und zwar müsste nach der zweiten Tabelle §. 125, Spalte 7, Zeile 8 und 9 alsdann sein: $\frac{s}{\mathfrak{S}_1} \frac{N}{n} = 0,718$, also $s = 0,718 \cdot \mathfrak{S}_1 \frac{n}{N} = 0,718 \cdot 0,45 \cdot 25 = 8,08$. Dies liefert aus (152) $R = \frac{1,5 \cdot 10000}{8,08} = 1856^{\text{mm}}$. Rollen von so grossem Halbmesser möchten indessen im vorliegenden Falle wohl nicht passen, und deshalb die erstgefundenen Grössen beizubehalten sein, welche sowohl eine ganz annehmbare Rollengrösse, als auch genügend grosse Senkungen der Seilträger liefern. Für grosse Kräfte sind indessen so günstige Verhältnisse nur unter der Bedingung zu verwirklichen, dass man die Umdrehungszahlen der Rollen recht gross nimmt. Wegen der in dieser Beziehung zu beachtenden Grenzen siehe Ende von §. 132.

Der Kranz oder die Felge der Seilscheibe.

Nachdem man anfänglich beim Seiltrieb hölzerne Rollenfelgen mit Lederbesetzung angewandt, hat man sich durch grosse Praxis ganz entschieden überzeugt, dass denselben eiserne Rollenkränze ohne alle Frage vorzuziehen seien, und bedient sich derselben jetzt ausschliesslich bei dauerhaft sein sollenden Anlagen. Fig. 198 einfacher, und Fig. 199 doppelter gusseiserner Rollenkranz. Zur Besetzung

Fig. 198.

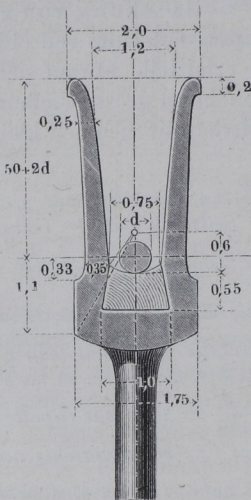
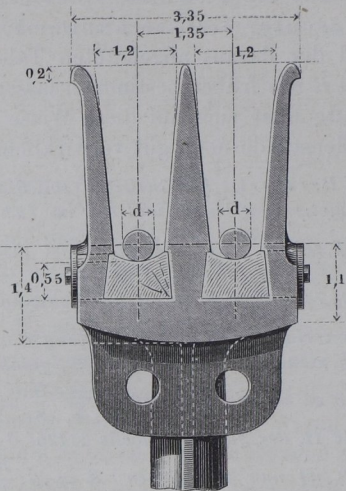


Fig. 199.



dient entweder Guttapertja*), welche in stabförmigen Streifen in die ausgeschwalbte Rinne oder Kimme (Fig. 198) fest hineingeschlagen wird, und dabei in eine gediegene Masse übergeht (schweisst), oder ganz neuerdings auch Weidenholz, welches in kurzen Dauben durch eine später zu verschraubende Seitenöffnung im Radumfang in die Kimme eingebracht wird (siehe Fig. 199). Bei beiden Besetzungsarten wird die eigentliche Laufkimme nach Einbringen der Besetzung eingedrehselt. Neuerdings hat man mit Vortheil die Kimmenränder weit stärker gegen die Rollenebene geneigt gemacht, indem die steilen Kimmen namentlich an windigen Stellen an dem

*) Die Besetzung mit Guttapertja ist Herrn F. Hirn in verschiedenen Staaten patentirt.

Seil reiben und dasselbe abnützen; eine Neigung von 45° scheint sehr passend zu sein. Rollen von 4 bis 5^m Durchmesser werden gewöhnlich (auch schon wegen des Transportes auf der Eisenbahn) hälftig gegossen, und mit Querflantschen am Kranz (Fig. 199) und an der Nabe zusammengeschaubt.

Die Dimensionen werden am einfachsten nach der Dicke d des Seiles gerichtet, und zwar beziehen sich die oben angegebenen reinen Verhältnisszahlen auf die Einheit:

$$d_1 = 20 + 0,5 d \dots \dots \dots (165)$$

und passen für Seile von 4 bis 30^{mm} Dicke. Für die Randhöhe ist ein besonderes Maass $50 + 2 d$ angegeben; ebenso mache man die Dicke der Flantschenschrauben nach der besonderen Verhältnisszahl $14 + 0,4 d$, und mache darauf die Flantschen selbst den Schraubenmuttern entsprechend gross; bei den eben erwähnten weiter geöffneten Kimmen kann die Randbreite von $50 + 2 d$ auf $2 d_1$, d. i. $40 + d$ reducirt werden. Damit die Centrifugalkraft dem Radring nicht gefährlich werde, soll man mit der Umfangsgeschwindigkeit desselben nicht über 30 bis 32^m gehen, wie schon in §. 124 angegeben wurde. Seilgeschwindigkeiten bis zu 28^m sind jetzt schon mehrfach angewandt worden, ohne den geringsten Nachtheil zu zeigen.

§. 133.

Speichen und Nabe der Seilscheibe.

Der Radkörper wird gewöhnlich der Felge gleich aus Guss-eisen hergestellt, doch hat man bei Tragrollen auch eingegossene schmiedeiserne Speichen angewandt (siehe Fig. 213). Eine in beiden Fällen brauchbare Anzahl \mathfrak{A} der Seilscheibenspeichen erhält man, wenn man dieselbe nimmt:

$$\mathfrak{A} = 4 + \frac{1}{40} \frac{R}{d} \dots \dots \dots (166)$$

Die gusseisernen Speichen erhalten kreuzförmigen oder ovalen Querschnitt, für dessen Höhe h in der Rollenmitte man in beiden Fällen nehme:

$$h = 2 d_1 + \frac{R}{50} \dots \dots \dots (167)$$

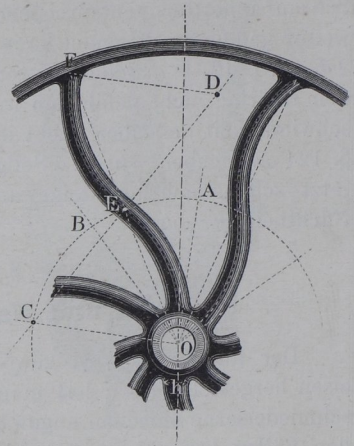
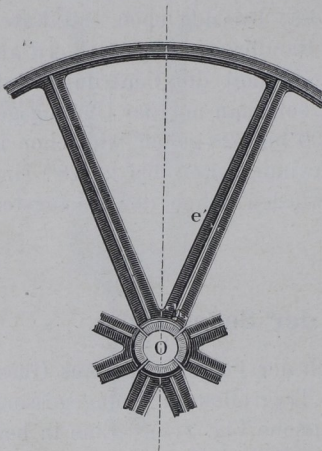
Beim Kreuzquerschnitt wird die Rippendicke $e = \frac{h}{5}$, die Dicke e' der Nebenrippe $= \frac{2}{3} e$ genommen, der ovale Querschnitt erhält wie bei den Riemscheibenspeichen an jeder Stelle die halbe

Höhe zur Breite. Nach aussen wird die Speichenhöhe bis auf 0,6 der Höhe in der Radmitte verjüngt.

Die Speichen mit Kreuzquerschnitt werden in der Regel geradachsig ausgeführt (Fig. 200), diejenigen mit ovalem Querschnitt gebogen, und zwar entweder einfach (nach den Regeln in §. 119) oder zweifach, siehe Fig. 201. Zur Auffindung einer guten Armkrümmung bei letzterer Form beschreibe man zuerst mit $CA = \frac{R}{2}$ einen Kreis aus der Rollenmitte, trage auf demselben die Speichen-theilung AB, BC u. s. w. auf, und verzeichne die Speichenkrümmung OE gerade so, wie es in §. 119 für die einfach gebogenen Arme angegeben wurde. Sodann ziehe man aus dem Krümmungsmittel-

Fig. 200.

Fig. 201.



punkt C (welcher bei 8 Speichen wie hier gerade in den Kreis ABC fällt) die Centrale CED , und mache $DE = CE$ zum Krümmungshalbmesser für die Fortsetzung EF der Speiche. Wie die Mittelpunkt der Speichenprofil-Linien (auf CDE liegend) bestimmt werden, ist aus dem in §. 119 angegebenen Verfahren leicht abzuleiten.

Die Nabe der Seilscheibe ist bei Anwendung gerader Speichen mit Fugen zu giessen, Fig. 200, die durch Füllstücke geschlossen und durch zwei aufgezoogene Ringe fest schliessend gemacht werden. Die Abmessungen der Nabe können wie bei den Riemscheiben genommen werden, siehe §. 120.

Beispiel. Ein Seiltrieb soll gusseiserne Rollen von 1250^{mm} Halbmesser bei 12^{mm} Seildicke erhalten. Nach (166) geben wir denselben

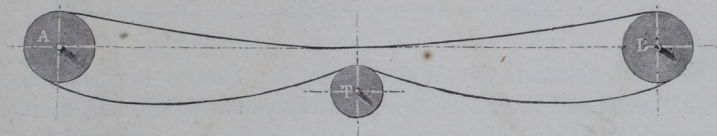
$4 + \frac{1}{40} \frac{1250}{12} = 6,6 \sim 7$ Speichen, deren Höhe in der Radmitte wir nach (167) machen: $h = 2(20 + 6) + \frac{1250}{50} = 52 + 25 = 77\text{mm}$. Die Nabe erhält nach Formel (142) eine Wanddicke $w = 10 + 0,4 \cdot 77 = 41\text{mm}$, und eine Länge L nicht unter $2,5 \cdot 4 \sim 105\text{mm}$.

§. 134.

Trag- und Zwischenrollen.

Bei sehr grossem Abstände der Kraftrollen und nicht ausreichender Höhe derselben über dem Boden muss das Seil durch Rollen unterstützt werden. Unter Umständen reicht eine Unterstützung des geführten Seiltrumes aus, Fig. 202, während das füh-

Fig. 202.



rende Seil ganz frei geht; oder, allgemeiner, das führende Seil erhält eine Tragrolle weniger als das geführte, Fig. 203, oder end-

Fig. 203.

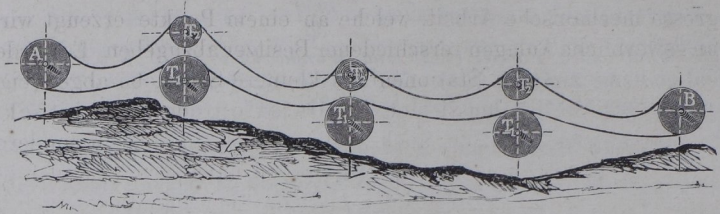


lich, man legt immer eine Tragrolle für das führende und eine für das geführte Seiltrum übereinander, Fig. 204 (a. f. S.), nicht etwa nebeneinander, wie manche zum Schaden des Drahtseiles versucht haben, welches im letzteren Falle sich durch die Reibung an den Radrändern sehr rasch abnützt, auch leicht abfällt. Bei der Anordnung in Fig. 204 lege man, um an Höhe zu sparen, womöglich das führende Seil unten hin.

Diese Tragrolleneinrichtung ist für die meisten Fälle, namentlich bei öfterer Wiederholung der Tragpunkte, durch den (von

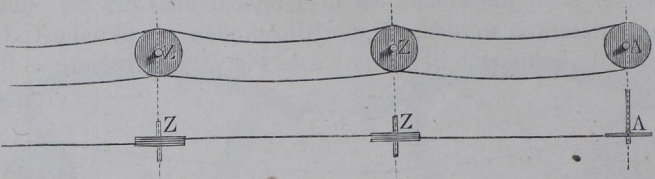
Ziegler eingeführten) zusammengesetzten Seiltrieb, Fig.

Fig. 204.



205, aufs vortheilhafteste zu ersetzen. Die Tragrollen werden hier durch zweikimmige Zwischenrollen ersetzt. Am besten ist es

Fig. 205.



dabei, die Abstände der Rollen, also die Längen der einzelnen Seile ganz gleich zu machen*), damit ein vorrätziges schon zusammengesplisstes Seil leicht für jedes einzelne, etwa zerreisende eingelegt werden kann.

Eine Unterstützungsstelle heisst eine Station des Seiltriebes, diejenigen an den Kraftrollen Endstationen, die übrigen Tragstationen oder Zwischenstationen. In einzelnen Fällen muss man an einer Zwischenstation die Richtung des Seiltriebes wech-

Fig. 206.

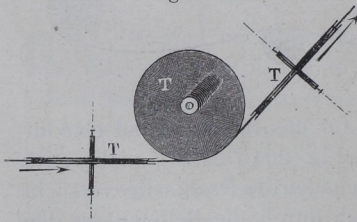
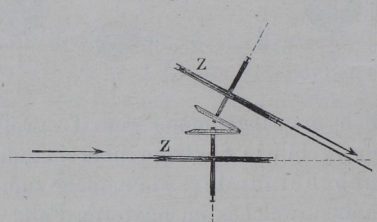


Fig. 207.



seln (Wechselstation, auch Winkelstation), was Hirn mit eingeschalteten horizontalen Rollen ausführen will, Fig. 206, während

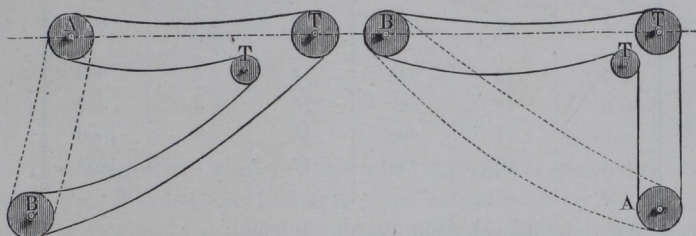
*) Wie es u. a. in der schönen Ziegler'schen Ausführung in Oberursel bei Frankfurt a. M. geschehen ist, wo mit ausgezeichnetem Erfolge nahe 100 Pferdestärken 984^m weit geleitet werden.

von Anderen wohl mit Recht Winkelräder vorgezogen werden, Fig. 207. Mit Hilfe des Seiltriebes ist es auch thunlich geworden, eine grosse mechanische Arbeit, welche an einem Punkte erzeugt wird, an gewerbliche Anlagen verschiedener Besitzer abzugeben. Es werden dabei von einzelnen Stationen aus kleinere Seiltriebe abgezweigt; eine solche Station heisst eine Theilstation oder Theilstock.

Tragrollen kommen auch endlich noch in dem besonderen Falle zur Verwendung, wo die Kraftrollen nahe über einander liegen. Dann ist es nämlich nicht rathsam, den unmittelbaren und schiefen Seiltrieb AB , Fig. 208 und 209, anzuwenden, sondern

Fig. 208.

Fig. 209.



Tragrollen TT so einzuschalten, dass ein Theil TA oder TB des Seiltriebes in horizontale Lage kommt, in welcher dann die nöthigen Anspannungen des Seiles sowohl leicht zu erzielen, als auch nach den obigen Angaben zu ermitteln sind, ohne auf den schiefen Theil Rücksicht nehmen zu müssen. Das grossartigste Beispiel eines Drahtseiltriebes wird binnen Kurzem eine Anlage bei und in Schaffhausen abgeben, wo auf dem linken Rheinufer durch Turbinen etwa 600 Pferdestärken den Stromschnellen (nicht dem Rheinfall) entzogen und auf das rechte Ufer mittelst Seiltriebes geleitet werden, um dort an verschiedene Fabriken vertheilt zu werden. Diese interessante Anlage, welche von der Schaffhauser Wasserwerkgesellschaft ausgeführt wird, geht ihrer baldigen Vollendung entgegen, und wird ohne Zweifel in den Einzelheiten ihrer Ausführung für den praktischen Mechaniker hohes Interesse darbieten.

§. 135.

Grösse der Tragrollen.

Die Rollen, welche das führende Seiltrum tragen, müssen unter allen Umständen so gross gemacht werden wie die Kraftrollen. Für das geführte Trum dagegen dürfen beim nor-

malen Seiltrieb die Tragrollen kleiner als jene sein, und zwar nehme man deren Halbmesser R_0 nicht kleiner, als folgende Zahlen angeben:

\mathfrak{S}_1	s	$\frac{R_0}{\delta}$	\mathfrak{S}_1	s	$\frac{R_0}{\delta}$
0,5	17,5	563	9	9	741
1	17	571	10	8	769
2	16	588	11	7	800
3	15	606	12	6	833
4	14	625	13	5	870
5	13	645	14	4	909
6	12	667	15	3	952
7	11	690	16	2	1000
8	10	714	17	1	1053

Diese Werthe sind erhalten aus der Formel:

$$\frac{R_0}{\delta} = \frac{10000}{18 - \frac{\mathfrak{S}_1}{2}} \dots \dots \dots (168)$$

und liefern namentlich bei hohem \mathfrak{S}_1 für R_0 bequeme Werthe. Bei dem sogenannten straffen Seiltrieb (§. 127) fällt der Unterschied R und R_0 mehr oder weniger unbedeutend aus, so dass man dort in der Regel gut thut, $R_0 = R$ zu nehmen. Beim zusammengesetzten Seiltrieb findet ein Unterschied zwischen Trag- und Kraftrollen hinsichtlich der Grösse überhaupt nicht statt.

§. 136.

Druck auf die Tragrollenachse.

Bei einem vollständig durchgerechneten Seiltrieb kennt man für jede Tragstation die Anspannungen und (nach Verzeichnung der Seilcurven, siehe §. 129) die Richtungen der verschiedenen zu unterstützenden Seiltrume, also z. B. für eine Zwischenrolle, Fig. 211, die ihrer Grösse nach aufgetragenen Kräfte T , t , T_1 und t_1 und deren Richtungen; ausserdem ermittle man aus der unten folgenden Formel das ungefähre Gewicht G der Rolle, und suche nun graphisch nach Fig. 212 die Mittelkraft Q dieser sämtlichen

Kräfte, indem man macht: $AB =$ und $\parallel T$, $BC =$ und $\parallel T_1$, $CD =$ und $\parallel t$, $DE =$ und $\parallel t_1$, $EF =$ und $\parallel G$, worauf die Verbindungslinie $FA =$ und \parallel der gesuchten Kraft Q ist.

Fig. 211.

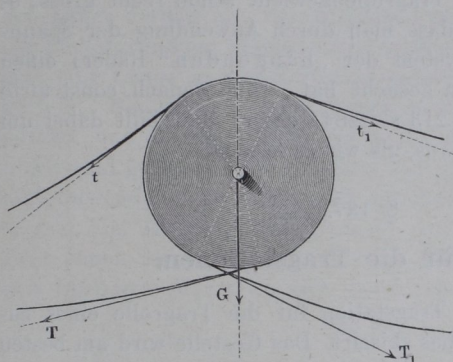
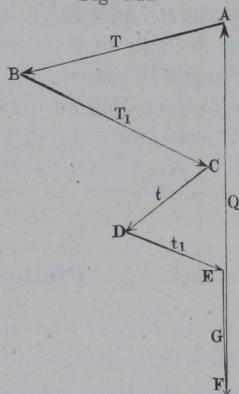


Fig. 212.



Die Tragrollen werden gewöhnlich gerade so construirt wie Kraftrollen für dieselbe Seildicke, und erhalten dann bei Befolgung der Regeln in §. 132 und 133 annähernd folgendes Gewicht:

bei der einfachen Rolle

$$G = \left[\left(45 + \frac{36,4}{d} + \frac{7,22}{d^2} \right) \left(\frac{R}{d} \right) + \left(0,33 + \frac{0,116}{d} + \frac{0,0072}{d^2} \right) \left(\frac{R}{d} \right)^2 + \left(0,005 + \frac{0,0007}{d} \right) \left(\frac{R}{d} \right)^3 \right]. \quad (169)$$

bei der Rolle mit zwei Kimmen, Fig. 199,

$$G = \left[\left(84 + \frac{66,4}{d} + \frac{13,30}{d^2} \right) \left(\frac{R}{d} \right) + \left(0,33 + \frac{0,116}{d} + \frac{0,0072}{d^2} \right) \left(\frac{R}{d} \right)^2 + \left(0,005 + \frac{0,0007}{d} \right) \left(\frac{R}{d} \right)^3 \right]. \quad (170)$$

wobei R und d in Decimetern einzuführen sind.

1. *Beispiel.* In dem Beispiel 4, §. 125, fand sich ein 36drähtiges Seil von $0,9\text{mm}$ Drahtdicke, also $8 \cdot 0,9 = 7,2\text{mm}$ Durchmesser, bei einem Rollenhalbmesser $R = 750\text{mm}$. Dies gibt $\frac{R}{d} = \frac{750}{7,2} = 104$. Für eine einkimmige Rolle ergibt sich daher nach (169) das Gewicht $G = 0,072^3 [(45 + 13,89 \cdot 36,4 + 13,89^2 \cdot 7,22) 104 + (0,33 + 13,89 \cdot 0,116 + 13,89^2 \cdot 0,0072) 104^2 + (0,005 + 13,89 \cdot 0,0007) 104^3] = \text{nahe } 95^k$.

2. *Beispiel.* Für den 300pferdigen Seiltrieb aus dem zweiten Beispiel §. 125 fand sich $\delta = 2,2\text{mm}$, also nach §. 123, da das Seil zu 60 Drähten berechnet wurde, $d = 12,8 \cdot 2,2 \sim 28\text{mm}$, $R = 2200$, $\frac{R}{d}$ also $= \frac{2200}{28} = 79$. Die zweikimmige Zwischenrolle hierfür erhält

nach (170) ein Gewicht: $G = 0,28^3 [(84 + 3,57 \cdot 66,4 + 3,57^2 \cdot 13,30) 79 + (0,33 + 3,57 \cdot 0,116 + 3,57^2 \cdot 0,0072) 79^2 + (0,005 + 3,57 \cdot 0,0007) 79^3] = \text{nahe } 1050^k$.

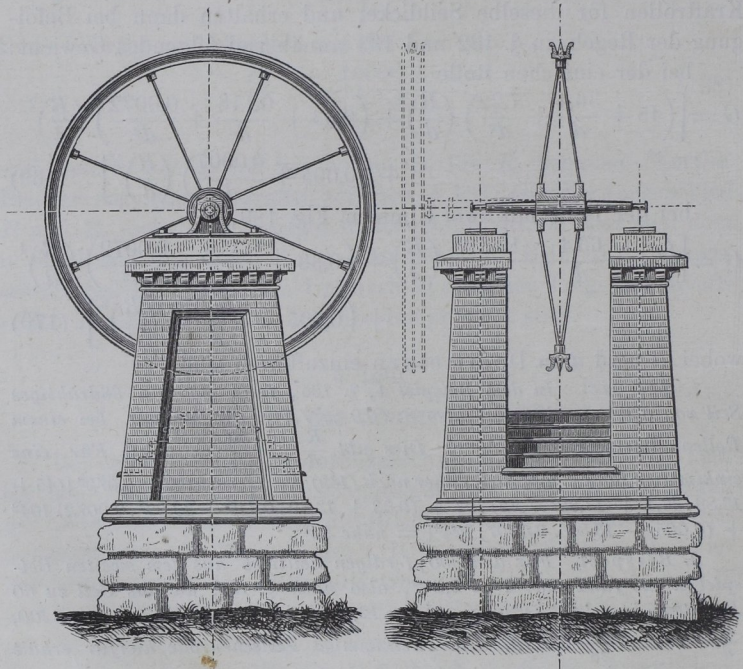
Für grosse Rollen bei beträchtlicher Seildicke wird, wie das letzte Beispiel zeigt, das Tragrollengewicht schon recht gross; es ist deshalb zu begreifen, dass man durch Anwendung der Spannstanzen-Construction (System der „hängenden“ Räder) einen leichteren Bau zu erzielen gesucht hat. Eine danach construirte Zwischenrolle ist in Fig. 213 skizzirt; obiges Rad fällt dabei um etwa ein Viertel leichter aus, als wir es fanden.

§. 137.

Pfeiler für die Tragstationen.

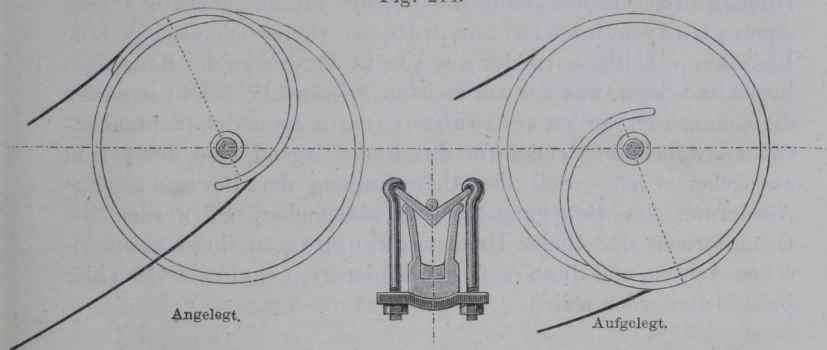
In Fig. 213 ist eine Tragstation für die Tragrolle eines zusammengesetzten Seiltriebes skizzirt. Das Gestelle wird am besten nicht aus Holz, sondern aus Ziegeln oder anderem Mauerwerk her-

Fig 213.



gestellt, die Lagerung entweder, wie hier angedeutet, mit niedrigen Bocklagern, oder aber, namentlich wenn der Pfeiler ohnedies schon sehr hoch ausfällt, unter Anwendung eines Bocklagerstuhles nach Fig. 147 bis Fig. 149 ausgeführt. Die Sohlplatten der beiden Lager werden mit vier kräftigen Ankern, welche in die Tiefe der Pfeilergründung hinabgreifen, festgeschraubt. Der Achse gebe man eine Länge = dem Rollenhalbmesser R zwischen den Zapfenmitteln. Bei zweirolligen Stationen wird der Pfeiler sehr tief geschlitzt, und die obere Rolle am praktischsten auf einen eisernen Lagerstuhl gelagert. In einzelnen Fällen hat man die Tragrollen auch fliegend laufend angebracht, wie die Punktirung in der Vorderansicht Fig. 213 andeutet. Dies ist namentlich für das Auflegen eines neuen Seiles bequem. Bei der letzteren Operation bedient sich Ingenieur Ziegler sehr geschickt eines improvisirten (aus

Fig. 214.



Winkeleisen hergestellten) Herland'schen Auflegers, siehe Fig. 214, welcher in die Rinne der einen Rolle mit Hakenschrauben befestigt wird.

Wenn in dem ganzen vorstehenden Kapitel stets angenommen wurde, dass die beiden Kraftrollen gleich gross seien, so ist damit nicht ausgesprochen, dass man sich auf dieses Verhältniss einschränken soll. Manchmal möchte man in der That durch wichtige Gründe zur Anwendung von Uebersetzung im Seiltrieb veranlasst sein. Man ermittle in solchen Fällen nur die Seildicke und Rollengrösse bei der kleineren der beiden Kraftrollen, und halte überhaupt durchweg fest, dass eine genügende Grösse der Rolle den wesentlichsten Antheil an der Güte des Seiltriebes hat.