

DIE BAUTECHNIK

19. Jahrgang

BERLIN, 5. September 1941

Heft 38

Alle Rechte vorbehalten.

Dr. Todt fünfzig Jahre.

Reichsminister Dr. Todt feierte am 4. September seinen 50. Geburtstag. Die Straßen des Führers haben seinen Weltruf begründet, mit dem Bau des Westwalles hat er seinen Namen unauslöschlich in das Buch der Geschichte eingetragen. Heute gilt seine volle Schaffenskraft dem restlosen Einsatz der gesamten Technik für die Aufgaben des Krieges. Als Generalbevollmächtigter für die Regelung der Bauwirtschaft hat Dr. Todt das gesamte Baugewerbe zu höchster Leistung zusammengefaßt und das Bauwesen auf den Vierjahresplan ausgerichtet. Für den Rüstungs-

Befähigung. Er hat es verstanden, in kurzer Zeit alle werktätigen Kräfte, Kopf- und Handarbeiter, zu einer Einheit zusammenzuschweißen und zu bisher niemals erreichten Leistungen mitzureißen. Eines seiner großen bleibenden Verdienste ist die Verbindung des technischen und des künstlerischen Schaffens, die Ausrichtung der Technik aus materialistischer Befangenheit heraus auf übergeordnete Gemeinschaftsziele. Als Leiter des Hauptamtes der Technik in der Reichsleitung der Nationalsozialistischen Deutschen Arbeiterpartei und als Reichswalter der gesamten



Aufn.: Presse-Hoffmann.

ausbau und die Steigerung der Massenerzeugung von Waffen, Munition und Heeresgerät aller Art wurde Dr. Todt zum Reichsminister für Bewaffnung und Munition ernannt. Noch vor kurzem hat ihm der Führer die einheitliche Leitung der gesamten deutschen Wasser- und Energiewirtschaft mit den damit verbundenen Bauaufgaben übertragen.

Eine ungeheure Arbeitslast ruht auf den Schultern dieses Mannes der Tat. Man weiß, daß er jede Aufgabe meistert, die er anpackt. Was ist das Geheimnis seiner Erfolge? Dr. Todt ist nationalsozialistischer Kämpfer und Ideallist, schöpferisch begabter Ingenieur und Praktiker, Künstlernatur durch und durch und dabei von seltener organisatorischer

deutschen Technik ist Dr. Todt berufen, die technischen Menschen gelüstig vorzubereiten und auf die großen Kulturaufgaben einzustellen.

Das ganze deutsche Volk dankt heute Dr. Todt für seine aufopfernde Arbeit und die einzigartigen Leistungen, die er erreicht hat. Die deutschen Techniker verbinden mit ihren Glückwünschen zum 50. Geburtstage die Hoffnung, daß ihm noch lange Jahre segensreichen Wirkens für Volk und Heimat im Dienste des gewaltigen Aufbauwerkes des Führers beschieden sein mögen.

Dr. Schaechterle.

Alle Rechte vorbehalten.

Versuche mit Drahtseilen für eine Hängebrücke.¹⁾

Von Otto Graf und Erwin Brenner.

Bei der Bearbeitung des Entwurfs einer Hängebrücke beauftragte die Bauleitung das Institut für die Materialprüfungen des Bauwesens an der Technischen Hochschule Stuttgart mit der Durchführung von Versuchen mit Drahtseilen verschiedener Bauart für Trag- und Hängeseile. Der Zweck der Versuche war zunächst, Aufschluß über das elastische Verhalten von Drahtseilen verschiedener Bauart zu erlangen. Ferner waren die Bruchlasten von geraden Seilen und von solchen, die um eine Aufhängerolle geschlungen waren, zu ermitteln. An die Versuche mit den Drahtseilen schlossen sich Versuche mit den zum Aufhängen der Hängeseile an den Tragkabeln dienenden Kabelschellen. Über diese Untersuchungen wird in einem besonderen Aufsatz berichtet werden.

Sämtliche Versuchsseile wurden von der Felten & Guilleaume AG. in versuchsfertigem Zustand zur Verfügung gestellt. Die Versuche wurden zum Teil in der Prüfstation der Felten & Guilleaume AG., zum anderen Teil in Stuttgart ausgeführt.

A. Versuchsseile.

Es wurden untersucht:

- a) Flachlitzenseile,
- b) verschlossene Spiralseile und
- c) parallel gebündelte Drähte (Drahtbündel).

Die Stahldrähte sind im Drahtwerk der Felten & Guilleaume AG. gefertigt worden²⁾.

a) Flachlitzenseile.

Seile F 61, 61 mm dick; Querschnitt nach Abb. 1 mit Hanfseele; $f = 16,33 \text{ cm}^2$.

Seile F 83, 83 mm dick; Querschnitt ähnlich Abb. 1, jedoch mit dickeren Drähten; $f = 28,37 \text{ cm}^2$.

b) Verschlossene Seile.

Die einzelnen Drahtlagen waren im Kreuzschlag geschlagen; die inneren Lagen bestanden aus Runddrähten, nach außen folgten Keildrähte; die äußersten Lagen bestanden aus Z-Drähten.

Seile V 49, 49 mm dick; Querschnitt nach Abb. 2; $f = 15,83 \text{ cm}^2$.

Seile V 65, 65 mm dick; Querschnitt nach Abb. 3; $f = 29,53 \text{ cm}^2$.

Seile V 67, 67 mm dick; Querschnitt ähnlich Abb. 3, jedoch etwas dickere Drähte; $f = 31,09 \text{ cm}^2$.

Seile V 79, 79 mm dick; Aufbau des Querschnitts wie Abb. 3 mit einer weiteren aus 42 Z-Drähten bestehenden Lage; $f = 43,39 \text{ cm}^2$.

c) Paralleldrahtbündel.

Bündel P 40 aus 61 im Sechseck angeordneten 5,0 mm dicken Runddrähten; Dicke des Seils rd. 40 mm; $f = 11,95 \text{ cm}^2$.

Bündel P 55 aus 127 im Sechseck angeordneten 4,7 mm dicken Runddrähten; Dicke des Seils rd. 55 mm; $f = 22,03 \text{ cm}^2$.

Bündel P 82 aus 250 verzinkten 4,7 mm dicken Drähten; Dicke des ungefähr kreisrunden Seils rd. 82 mm; Querschnitt $43,37 \text{ cm}^2$.



Abb. 1. Flachlitzenseile F 61 und F 83.

Zahl der Litzen ¹⁾	Zahl der Drähte in einer Litze	Drahtdicke mm	Querschnitt mm ²	Schlaglänge mm	Schlagrichtung
Flachlitzenseil F 61.					
4	7	2,33	119,4	64	links
5	7 + 13	2,58	522,8	73 + 126	links
7	9 + 15	2,74	990,5	103 + 173	rechts
			1633		
Flachlitzenseil F 83.					
4	7	3,03	208,6		
5	7 + 13	3,42	918,6		
7	9 + 15	3,60	1710,2		
			2837		

¹⁾ In den Kernen und den Zwischenräumen der Litzen befinden sich Flachdrähte und Trensen (Fülllitzen) aus weichem Stahl, die bei der Querschnittsbestimmung nicht mitgerechnet wurden. Die Seile hatten eine Hanfseele.

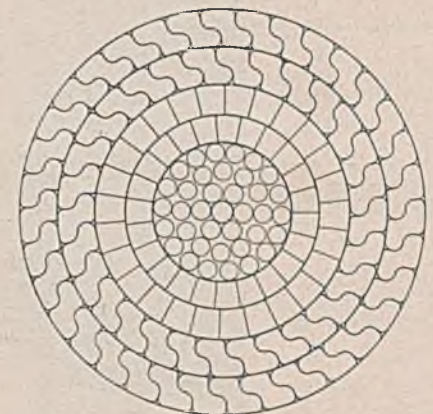


Abb. 3. Verschlossenes Seil V 65.



Abb. 2. Verschlossenes Seil V 49.

Lage	Zahl und Form der Drähte	Drahtdicke ¹⁾ mm	Querschnitt mm ²	Schlaglänge mm	Schlagrichtung
Kern	1 Runddraht ²⁾	4,4	—	—	—
1. Lage	6 Runddrähte	3,8	68,0	82	rechts
2. Lage	12 Runddrähte	3,8	136,1	162	links
3. Lage	18 Runddrähte	3,8	204,1	268	rechts
4. Lage	23 Trapezdrähte	5,0	460,0	320	links
5. Lage	26 Z-Drähte	6,0	715,0	430	rechts
			1583		

¹⁾ Bei kantigen Drahten (Profildrahten) im Seilquerschnitt in Richtung des Halbmessers gemessen.

²⁾ Weicher Stahl Draht, bei der Querschnittsbestimmung nicht mitgezählt.

Lage	Zahl und Form der Drähte	Drahtdicke ¹⁾ mm	Querschnitt mm ²	Schlaglänge mm	Schlagrichtung
Kern	1 Runddraht	3,55	—	—	—
1. Lage	6 Runddrähte	3,25	49,7	75	rechts
2. Lage	12 Runddrähte	3,20	96,4	130	links
3. Lage	18 Runddrähte	3,15	140,2	190	rechts
4. Lage	23 Trapezdrähte	4,5	347,3	370	links
5. Lage	26 Trapezdrähte	5,0	527,7	355	rechts
6. Lage	29 Z-Drähte	6,0	794,6	475	links
7. Lage	35 Z-Drähte	6,0	997,5	595	rechts
			2953		

¹⁾ Bei kantigen Drahten (Profildrahten) im Seilquerschnitt in Richtung des Halbmessers gemessen.

Die Versuchsseile wurden — abgesehen von den Paralleldrahtbündeln — in großen Längen versellt; die Versuchsstücke sind nach dem Abbilden der Trennstellen mit Bindendraht abgeschnitten worden.

¹⁾ Weitere Feststellungen über die Elastizität und Tragfähigkeit von Brückenseilen finden sich u. a. bei Bohny, Hängebrücken, Beiträge zu ihrer Berechnung und Konstruktion. Berlin 1934, Wilh. Ernst & Sohn. — Beck, Die Befestigung von Drahtseilen durch aufgezoogene Stahlhülsen. Würzburg-Aumühle 1940, Druckerei wissenschaftlicher Werke Konrad Tritsch. — Hudler, Die Elastizität der Drahtseile. Wasserwirtschaft und Technik, Wien 1937, Heft 28/30, S. 271.

²⁾ Aus patentiertem, kaltgezogenem, blankem Gußstahldraht mit nachfolgender Zusammensetzung: C 0,60 bis 0,75 %, Mn 0,50 bis 0,70 %, Si 0,12 bis 0,20 %; P und S höchstens je 0,035 %. (Mitteilung der Felten & Guilleaume AG.)

Zum Vergeben wurden die abgebundenen Enden der Versuchsseile gelöst und die einzelnen Drähte nach Art eines Besens aufgebogen. An einigen Seilen wurden die Drahtenden zu Haken umgebogen (Abb. 4). Da jedoch bei den Zugversuchen (Abschnitt F) eine Überlegenheit der mit Haken versehenen Seilbesen gegenüber solchen mit geraden Drähten nicht zu erkennen war, außerdem die engliegenden Haken das Vergeben der Seilköpfe erschwerten, wurde bei der Mehrzahl der Seile auf das Anbringen von Haken verzichtet. Die Seilbesen sind dann nach Abb. 5 vorbereitet worden.

Die außen zylindrisch abgedrehten stählernen Seilhülsen waren innen kegelig ausgebohrt. Die Länge des Kegels betrug in der Regel das ungefähr Dreifache, der größere Kegeldurchmesser das Doppelte der Seil-

³⁾ Kerndrähte, Fülllitzen (Trensen) usw. aus weichem Stahl sind bei der Berechnung des Querschnitts nicht berücksichtigt worden.

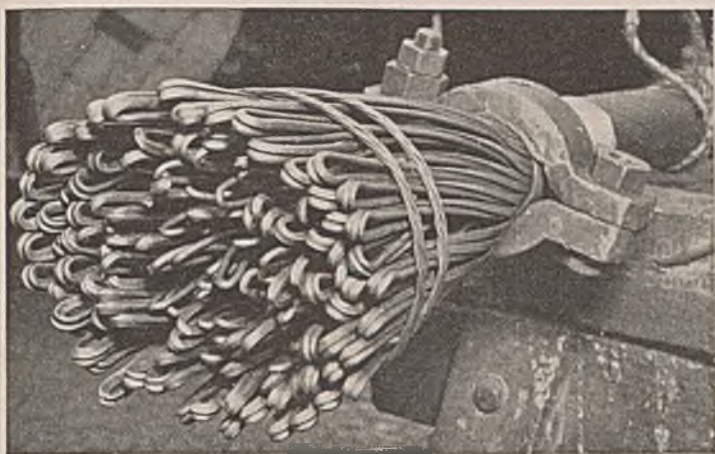


Abb. 4.

Seil V 79. Zustand der Seilenden vor dem Verkleben (Ausnahmefall).

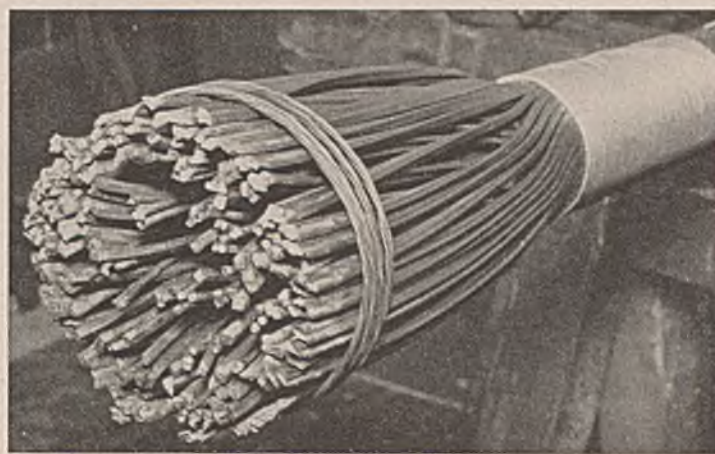


Abb. 5.

Seil V 79. Zustand der Seilenden vor dem Verkleben (Regelfall).

öffnung. Die Seilhülsen für die in Abschnitt D 2 beschriebenen, bei oftmals wiederholter Zugbelastung durchgeführten Versuche bestanden aus Stahlguß mit einer mittleren Wanddicke von etwa 50 mm. Die Seilenden wurden in senkrechter Stellung mit einer Vergußmasse vergossen, die aus etwa 69% Blei, 17% Zinn und 14% Antimon zusammengesetzt war.

B. Prüfeinrichtungen, mit denen die Versuche durchgeführt wurden.

Ein Teil der Untersuchungen wurde in der liegend angeordneten, mit zwei Kraftbereichen (bis 300 und 1500 t) ausgestatteten Prüfmaschine der Felten & Guilleaume AG. durchgeführt. Die Maschine arbeitet mit Öldruck; die Kraft wird durch Federdruckmesser gemessen. Da die Preßkolben in ihren Zylindern mit Manschetten gedichtet sind, treten Reibungswiderstände auf; es sind daher kleine Ungenauigkeiten in der Anzeige der Belastungen, insbesondere beim Wechsel der Bewegungsrichtung unvermeidlich. Bei Bruchversuchen sind diese Ungenauigkeiten in der Regel unerheblich. Die Fehler der Kraftanzeige machen sich insbesondere bei Wiederholungen der Belastung bemerkbar, wenn eine kleine Dehnungszunahme oder eine bleibende Dehnung des Versuchsseils erfaßt werden sollen. Ein Teil der Elastizitätsversuche und die Versuche mit oftmals wiederholter Belastung wurden deshalb in der stehenden 200-t-Universalprüfmaschine des Instituts für die Materialprüfungen des Bauwesens an der Technischen Hochschule ausgeführt⁴⁾. Diese Maschine wird mit Preßöl betrieben; die Preßkolben sind eingeschliffen; sie bewegen sich praktisch reibungsfrei. Zur Kraftmessung bei zügiger Belastung wird ein Pendeldruckmesser verwendet; zur Erzeugung oftmals wiederholter Belastungen dient ein Losenhausenpulsator großer Leistungsfähigkeit⁵⁾.

Die Dehnung der Seile wurde in der Regel mit Meßbühen (0,01 mm Ableseeinheit) zwischen federnd an die Seile geklemmten Bügeln gemessen. Die Länge der Meßstrecke betrug in der Regel 2000 mm⁶⁾.

Die Zugfestigkeit der Einzeldrähte wurde von der Prüfstelle der Felten & Guilleaume AG. bestimmt.

Die Versuchsseile waren — soweit im folgenden nichts anderes angegeben ist — rd. 4 bis 6 m lang.

C. Elastizitätsversuche⁷⁾.

1. Längenänderungen der Drahtseile bei erstmaliger und nach mehrmaliger Belastung.

Die Ausgangslast für die Dehnungsmessungen wurde so niedrig als möglich gewählt; sie betrug bei Felten & Guilleaume 5,7 t, in Stuttgart 2 t. Die Dehnungen bis zur Ausgangslast wurden zeichnerisch extrapoliert.

⁴⁾ Die in Stuttgart geprüften Seile sind zusätzlich mit S bezeichnet.

⁵⁾ Näheres hierüber in Heft 5 des Deutschen Ausschusses für Stahlbau.

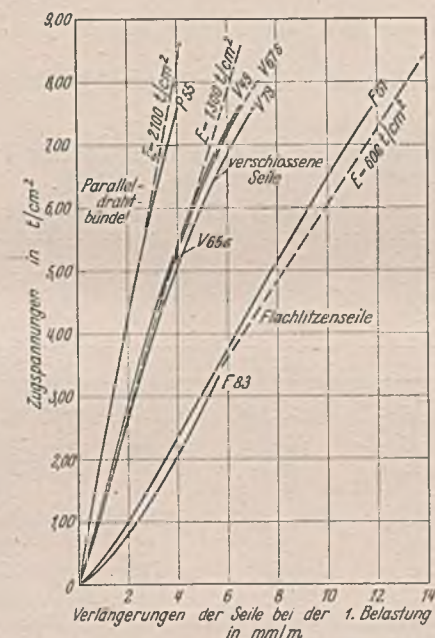
⁶⁾ An dem in Stuttgart geprüften Seil V 67 S wurden die Verlängerungen außerdem an neun innerhalb der großen Meßlänge von 2000 mm gelegenen je 200 mm langen Meßstrecken verfolgt. Als Mittelwerte aus den auf die Anfangslast 0,064 t/cm² bezogenen Messungen an zwei gegenüberliegenden Mantellinien fand sich

für die Belastung in t/cm ²	die Verlängerung in mm/m										Mittelwert a bis i	der langen Meßstrecke
	der kurzen Meßstrecken											
	a	b	c	d	e	f	g	h	i			
0,399	0,36	0,33	0,36	0,31	0,33	0,27	0,36	0,29	0,26	0,32	0,31	
3,720	2,81	2,63	2,66	2,66	2,76	2,39	2,92	2,58	2,62	2,67	2,68	
4,983	3,83	3,64	3,68	3,68	3,79	3,38	3,97	3,55	3,63	3,69	3,66	

Es zeigte sich deutlich die Bedeutung ausreichend langer Meßstrecken.

⁷⁾ Angaben über die Zahl der geprüften, jeweils gleichen Seile in Zusammenstellung 3, Fußbem. 3.

Die Versuchsseile wurden zunächst Wechsellast zwischen der Anfangslast und einer Belastung ausgesetzt, die der im Bauwerk unter der Einwirkung der ständigen Last vorgesehenen Zugspannung von rd. 3 t/cm² entsprach⁸⁾; jedesmal sind die Dehnungen der Meßstrecke gemessen worden, dies geschah auch bei Zwischenbelastungen. Die Lastspiele wurden in der Regel so oft wiederholt, bis mit den angewendeten Hilfsmitteln für das letzte Lastspiel eine Zunahme der Seildehnung von höchstens 0,01 mm/m festgestellt wurde. Zum Erreichen dieses Zustandes waren bei Felten & Guilleaume je nach der Bauart des Seils bis zu neun Lastspiele notwendig. Bei den in Stuttgart durchgeführten Prüfungen war die Zunahme der Seildehnung erst nach bis zu 23 Lastwiederholungen auf das angegebene Maß zurückgegangen.



Der 1. Belastung auf den höheren Stufen gingen jeweils wiederholte Belastungen auf den niedrigeren Stufen voraus. Vgl. Abb. 7, 8 u. 9.

Abb. 6. Verlängerungen der Seile unter erstmaliger Belastung.

Im Vergleich mit den Dehnungen des verschlossenen Seils V 49 mit annähernd gleichgroßem Querschnitt; Abb. 8 enthält die Dehnungen der ebenfalls ungefähr gleiche Querschnitte aufweisenden Seile F 83 und V 65; Abb. 9 gibt die Dehnungen des verschlossenen Seils V 79 und des Paralleldrahtbündels P 82 wieder. Die Zunahme der Seildehnungen durch mehrmalige Lastwiederholung ist durch waagerechte Strichlage hervorgehoben¹⁰⁾.

Aus Abb. 7 bis 9 und aus den in der Zusammenstellung 1 eingetragenen Elastizitätszahlen *E* ist für den durch die Versuche gedeckten Bereich anschaulich der bedeutende Einfluß der Seilbauart auf die Größe der Seildehnungen und auf ihre Zunahme mit Wiederholung der Belastung

⁸⁾ Die Höhe der im Bauwerk für die verschiedenen Belastungszustände vorgesehenen Spannungen wurde während der Durchführung der Versuche wiederholt geändert.

⁹⁾ Mittelwerte aus zwei Seilen; bei den Paralleldrahtbündeln wurde nur je ein Versuchskörper untersucht.

¹⁰⁾ Angaben über die Zunahme der Dehnungen durch häufig wiederholte Belastung finden sich in Abschnitt C, 2.

Weitere Feststellungen hierzu finden sich in Abschnitt C, 2.

In gleicher Weise gelangte die Belastungsstufe zur Wirkung, die die Summe der im Bauwerk für die ständige und für die veränderliche Last zuzugrunde gelegten zulässigen Spannung⁹⁾ von rd. 5 t/cm² erzeugte.

In Abb. 6 sind für die unter A angegebenen Seile die gesamten Verlängerungen aufgetragen⁹⁾, die sich beim erstmaligen Erreichen der Spannungsstufen einstellen. Weitere Ergebnisse, die insbesondere die Zunahme der Seildehnungen bei Wiederholung der Belastung erkennen lassen, sind in Abb. 7 bis 9 enthalten. Abb. 7 zeigt die Dehnungen des Flachstrichseils F 61

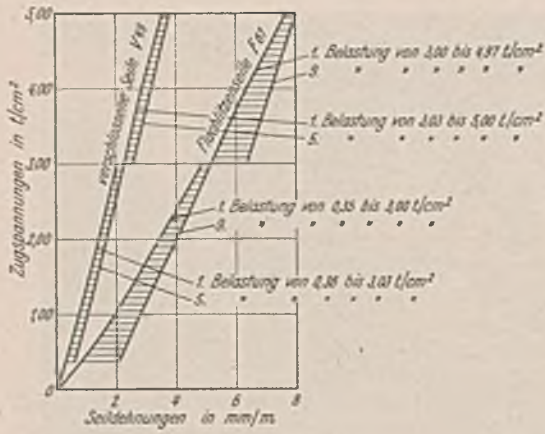


Abb. 7.

Zunahme der Dehnungen durch Lastwiederholung an den Seilen V 49 (15,83 cm²) und F 61 (16,33 cm²).

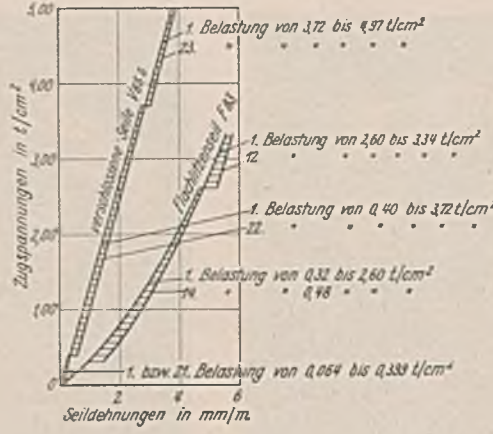


Abb. 8.

Zunahme der Dehnungen durch Lastwiederholung an den Seilen V 65 S (29,53 cm²) und F 83 (28,37 cm²).

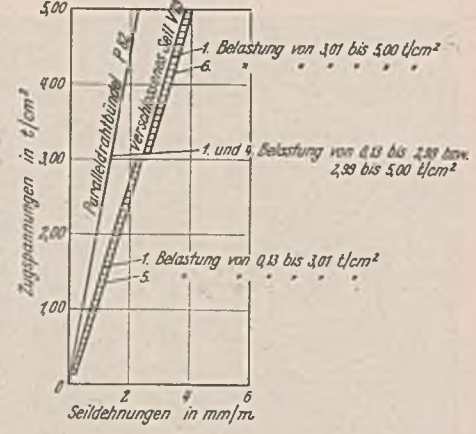


Abb. 9.

Zunahme der Dehnungen durch Lastwiederholung an den Seilen V 79 (43,39 cm²) und P 82 (43,37 cm²).

zu erkennen. Bei erstmaliger Belastung waren die Elastizitätszahlen der gesamten Verlängerungen der verschlossenen Seile mit größerem Querschnitt wenig kleiner als die von dünneren Seilen der gleichen Bauart. Die an den Paralleldrahtbündeln ermittelten Elastizitätszahlen waren von gleicher Größe wie die der einzelnen Stahldrähte. Die verschlossenen Seile wurden durch die Lastwiederholungen weniger nachgiebig; die Elastizitätszahlen wurden in dem von den Versuchen erfaßten Bereich von der Höhe der Spannung nicht erheblich beeinflußt. Am nachgiebigsten waren die Flachlitzenseile; ihre Längenänderungen sind wahrscheinlich in hohem Maße von dem Arbeitsvorgang beim Versellen abhängig; bei ihnen war der Einfluß des Wiederholens der Belastung besonders auf der oberen Laststufe bedeutend.

Die bleibenden Verlängerungen der Seile nahmen mit der Lastwiederholung zu.

Die auf die Ausgangslast bezogene bleibende Dehnung¹⁾ betrug in mm/m:

¹⁾ Mittelwerte aus den Ergebnissen der geprüften Seile. Die Zahl *n* der zur Wirkung gelangten Lastwechsel ist in Klammern beigefügt.

an den Seilen	Ausgangslast t/cm ²	Dehnung in mm/m nach (<i>n</i>) Belastungen ¹²⁾	
		bis rd. 3 t/cm ²	rd. 3 bis 5 t/cm ²
F 61	0,35	(1,21 + 1,37) : 2 = 1,29 (9) (8)	(2,64 + 2,47) : 2 = 2,55 (9) (8)
F 80	0,32	0,69 (7)	1,08 (7)
V 49	0,36	(0,27 + 0,16) : 2 = 0,21 (5) (5)	(0,60 + 0,38) : 2 = 0,49 (5) (5)
V 67	0,18	(0,13 + 0,11) : 2 = 0,12 (5) (8)	(0,39 + 0,35) : 2 = 0,37 (5) (6)
V 79	0,13	(0,13 + 0,17 + 0,26) : 3 = 0,19 (3) (4) (4)	(0,46 + 0,50 + 0,44) : 3 = 0,47 (4) (5) (6)
P 55	0,26	0,01 (3)	0,04 (4)

¹²⁾ Weitere Angaben über die Spannungsstufen in Zusammenstellung 1.

Zusammenstellung 1. Elastizitätszahlen in t/cm² von Drahtseilen verschiedener Bauart.

1 Bauart und Bezeichnung der Seile	2 Flachlitzenseile		3 Verschlossene Seile				4 Paralleldrahtbündel	
	F 61	F 80	V 49	V 67	V 67 S	V 79	P 55	P 82
Seilquerschnitt cm ²	16,33	28,37	15,83	31,09	31,09	43,39	22,03	43,37
1. Spannungsstufe t/cm ²	0,35—3,00	0,32—2,60	0,36—3,03	0,18—2,98	0,40—3,72	0,13—3,01	0,26—2,98	0,13—2,99
a) erstmalig E ₁	640	610	1480	1440	1390	1340	2130	
b) wiederholt ¹⁾ E _n	860 (9)	695 (5)	1630 (7)	1520 (8)	1490 (22)	1445 (4)	2130 (3)	2150 (3)
2. Spannungsstufe t/cm ²	3,00—4,97	2,60—3,34	3,03—5,00	2,98—5,02	3,72—4,99	3,01—5,00	2,98—4,97	2,99—5,00
a) erstmalig E ₁	770	975	1360	1320	1320	1245	2030	2090
b) wiederholt ¹⁾ E _n	1240 (9)	1765 (7)	1600 (5)	1580 (6)	1570 (23)	1555 (6)	2070 (4)	2140 (4)

¹⁾ Belastung so oft wiederholt, bis die Zunahme der Seildehnung während eines Lastspiels zu höchstens 0,01 mm/m festgestellt wurde, die Zahl der Lastspiele ist in Klammern beigefügt.

Zusammenstellung 2. Dehnungen der Seile unter häufig wiederholter Belastung.

Versuchssell	V 65 IIS			V 65 IIIS			V 65 VS			V 65 VIS			P 40 VIIS			P 40 VIIS S		
	σ _u t/cm ²	σ _o t/cm ²	σ _o - σ _u t/cm ²	ε _u mm/m	ε _o mm/m	ε _o - ε _u mm/m	ε _u mm/m	ε _o mm/m	ε _o - ε _u mm/m	ε _u mm/m	ε _o mm/m	ε _o - ε _u mm/m	ε _u mm/m	ε _o mm/m	ε _o - ε _u mm/m	ε _u mm/m	ε _o mm/m	ε _o - ε _u mm/m
Unterspannung σ _u t/cm ²	3,80	5,87	2,07	3,49	5,77	2,28	3,79	5,15	1,36	0,19	0,10	0,91	2,16	3,49	1,33	2,24	3,93	1,69
Oberspannung σ _o t/cm ²	5,87	8,37	2,50	4,39	5,77	1,38	4,11	5,29	1,18	2,77	2,82	0,05	2,34	3,54	1,20	2,45	3,91	1,46
Schwingweite σ _o - σ _u t/cm ²	2,07			4,53	5,89	1,36	4,28	5,41	1,13	2,58	2,72	0,14	2,36	3,57	1,21	2,51	3,99	1,48
Seilverlängerung ¹⁾ für				4,56	5,92	1,36	4,26	5,40	1,14	2,78	1,82	0,04	2,38	3,59	1,21	2,52	4,01	1,49
a) bei der 1. Belastung	3,49	5,68	2,19	3,79	5,15	1,36	0,20	2,20	2,00	0,11	2,52	2,41	2,16	3,49	1,33	2,24	3,93	1,69
b) . . . 10 000. Belastung	4,39	5,77	1,38	4,11	5,29	1,18	0,67	2,51	1,84	0,92	2,84	1,92	2,34	3,54	1,20	2,45	3,91	1,46
c) . . . 50 000.	4,53	5,89	1,36	4,28	5,41	1,13	0,86	2,73	1,87	1,09	3,01	1,92	2,36	3,57	1,21	2,51	3,99	1,48
d) . . . 100 000.	4,56	5,92	1,36	4,26	5,40	1,14	0,96	2,78	1,82	1,16	3,08	1,92	2,38	3,59	1,21	2,52	4,01	1,49
e) . . . 500 000.	5,17	6,53	1,36	4,46	5,58	1,12	1,08	2,94	1,86	1,26	3,18	1,92	2,46	3,71	1,25	2,63	4,21	1,58
f) . . . 1 000 000. Belastung	6,87	8,37	1,50	4,64	5,75	1,11	1,21	3,10	1,89	6,05	7,27	1,22	2,58	4,03	1,45	2,84	4,64	1,80
g) . . . 1 500 000.		(721 000. Belastung)		5,00	6,12	1,12	2,19	4,33	2,14		(971 000. Belastung)		3,25	5,10	1,85		(693 500. Belastung)	
h) . . . 2 000 000.				5,96	7,16	1,20	2,44	4,67	2,23									
				6,62	7,85	1,23		(1587 000. Belastung)										

¹⁾ Unterschied zwischen Vergrößerung des Seilkopfabstands von rd. 2,00 m und dem Betrag, um den die Seilenden in die Seilhülsen hineingezogen wurden. Ausgangslast σ_A = 0,01 t/cm².

2. Längenänderungen der Seile nach häufig wiederholter Belastung¹³⁾.

In Stuttgart durchgeführte Versuche, deren Ergebnisse in der Zusammenstellung 2 wiedergegeben sind und aus denen Abb. 11 entnommen ist, lassen erkennen, daß bei verschlossenen Drahtseilen, die höher belastet waren als die in Abschnitt C, 1 besprochenen, auch nach zahlreichen Lastwiederholungen die gesamten Dehnungen noch langsam wuchsen; die federnden Dehnungen nahmen gleichzeitig ab; das Seil wurde somit gegen erneute Belastungen weniger nachgiebig. Schon längere Zeit vor Eintritt des endgültigen Bruchs der Seile brachen einzelne Drähte, die Verlängerungen nahmen darauf zunächst langsam, später, nach weiteren Drahtbrüchen, rascher zu.

¹³⁾ Abweichend von den in Abschnitt C, 1 behandelten Versuchen, bei denen die Seildehnungen unmittelbar gemessen wurden, sind hier die Seildehnungen als Unterschiede zwischen den gemäß Abb. 10 mit den Meßhühen *a*—*a* gemessenen Abstandsänderungen der Seilhülsen und den Verschiebungen der Seilenden in diesen Hülsen (Meßhühen *k*—*k*) ermittelt worden; sie enthalten demnach die Formänderungen des Seils an der Austrittsstelle aus den Hülsen.

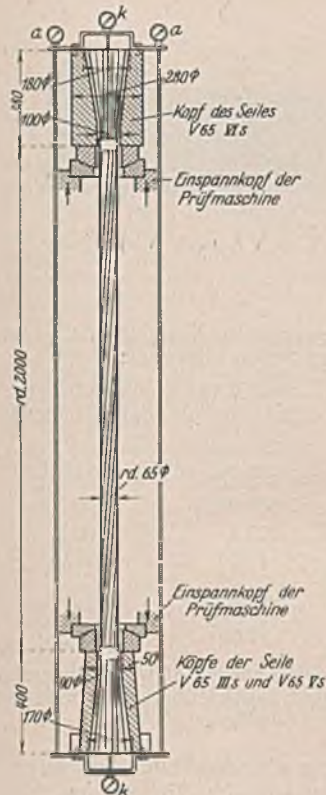


Abb. 10.

Messen der Seildehnungen als Unterschied der Angaben der Meßhühen *a*—*a* und *k*—*k*.

D. Bruchversuche mit geraden Seilen.

1. Bruchlast der Seile bei allmählich gesteigerter Belastung. Vergleich der Seilbruchlast mit der Summe der Bruchlast der Drähte.

Die bei Felten & Guilleaume untersuchten Seile wurden nach den im Abschnitt C beschriebenen Versuchen mit stetig gesteigerter Last bis zum Bruch belastet. Die Ergebnisse sind in Zusammenstellung 3 enthalten.

Die ersten Drahtbrüche wurden bei den Flachlitzenseilen beim Erreichen der Seilbruchlast beobachtet; bei der Prüfung der verschlossenen Seile war nach Eintritt der ersten Drahtbrüche noch eine Steigerung der Last um 2 bis 12%, bei den Paralleldrahtbündeln noch um 5 bis 28% möglich, bis die Höchstlast (Bruchlast) erreicht war. Die Stellen, an denen die ersten Drähte brachen, lagen, soweit dies beobachtet werden konnte, nahe den Einspannköpfen.

Das Verhältnis der Bruchlast der Seile zur Summe der Bruchlast der einzeln geprüften Drähte war bei den Paralleldrahtbündeln am größten.

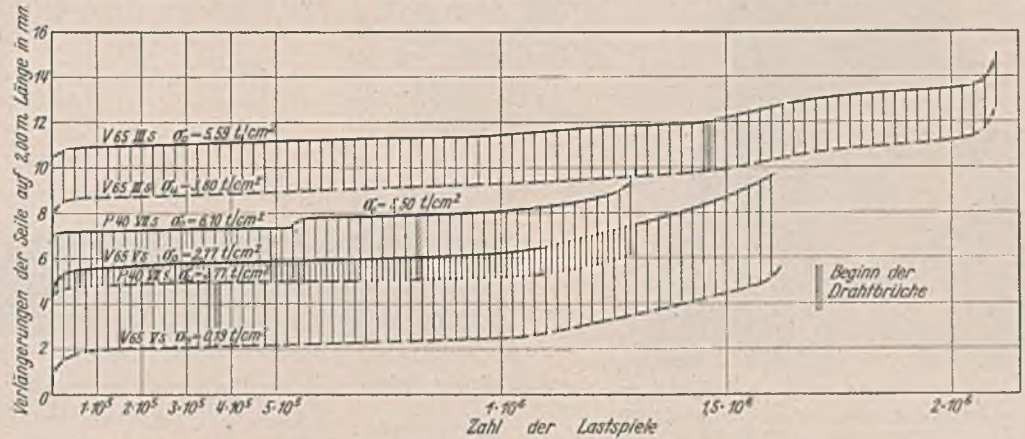


Abb. 11. Zunahme der Seildehnungen durch oftmals wiederholte Belastung.

Zusammenstellung 3. Bruchversuche mit den Drahtseilen.

Bauart und Bezeichnung der Seile Seilquerschnitt cm ²	Flachlitzenseile		Verschlossene Seile			Paralleldrahtbündel	
	F 61	F 83	V 49	V 67	V 79	P 55	P 82
	16,33	28,37	15,83	31,09	43,39	22,03	43,37
Zugfestigkeit der einzelnen Drähte							
Runddrähte t/cm ²	17,28	15,0 ¹⁾	14,18	14,84	14,84	14,59	15,23 ²⁾
Trapezdrähte t/cm ²	—	—	13,73	14,15	14,15	—	—
Z-Drähte t/cm ²	—	—	13,06	13,32	12,82	—	—
Bruchlast des Seils, berechnet als Summe der Bruchlasten der einzelnen Drähte t	282,1	425,5	214,2	427,0	575,5	321,4	660,6
Durch Versuch ermittelte Bruchlast ³⁾ der Seile t	251,2	391,4	192,2	407,9	543,0	309,5	638,0
das sind t/cm ²	15,39	13,80	12,15	13,11	12,51	14,05	14,71
Seilbruchlast: Summe der Drahtbruchlasten t	0,89	0,92	0,88	0,95	0,94	0,96	0,97
Last bei Beobachtung des ersten Drahtbruches t	251,2	391,4	188,3	371,5	488,8	294,3	496,2

¹⁾ Mitteilung der Felten & Guilleaume AG.

²⁾ Verzinkte Drähte.

³⁾ Bei den Seilen F 61 und V 49 Mittelwerte aus zwei Versuchen und bei den Seilen V 67 und V 79 aus drei Versuchen. Bei den übrigen Seilen wurde nur je ein Versuch durchgeführt.

Zusammenstellung 4. Mit oftmals wiederholter Belastung geprüfte Seile, 166 Lastspiele je Minute.

Versuchseil	Lastgrenzen		Schwingweite $\sigma_o - \sigma_u$ t/cm ²	Zahl der Lastspiele		Zahl der Drahtbrüche bis zum Ende des Versuchs			Gesamtzahl der Drahtbrüche
	Untere σ_u t/cm ²	Obere σ_o t/cm ²		bei Beobachtung des ersten Drahtbruchs	am Ende des Versuchs ¹⁾	in oder bei den Seilköpfen	in den Endvierteln der freien Seillänge	in der mittleren Hälfte der freien Seillänge	
Verschlossene Seile V 65 S (149 tragende Drähte)									
I	3,78	6,08	2,30	310 000	588 000	20	0	1	21
II	3,80	5,87	2,07	520 000	753 000	51	0	0	51
III	3,80	5,59	1,79	1 451 000	2 103 000	27	0	0	27
IV	0,08	2,39	2,31	808 000	980 000	203	1	1	205
V	0,19	2,77	2,58	365 000	1 627 000	58	55	0	113
VI	0,10	2,82	2,72	160 000	971 000	92	8	12	112
Paralleldrahtbündel P 40 S (61 Drähte)									
VII	3,77	6,10	2,33	—	530 000 ²⁾	8	21	13	42
VIII	3,77	6,50	2,73	810 000 ³⁾	1 388 000 ³⁾	10	9	7	26
IX	3,78	6,62	2,84	407 800	717 700	0	23	9	32

¹⁾ Am Ende des Versuchs waren alle Seile so weit zerstört, daß die Widerstandsfähigkeit gegen die Prüflasten erschöpft war.

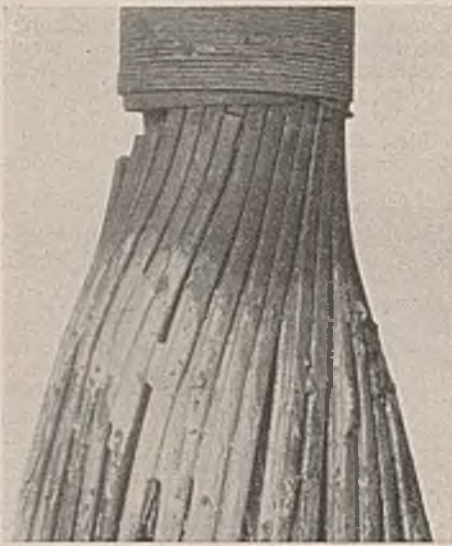
²⁾ Dann obere Lastgrenze erhöht auf 6,50 t/cm².

³⁾ Einschließlich der Spiele zwischen 3,77 und 6,10 t/cm².

Die Seilbruchlast betrug hier das 0,96- und 0,97fache der Summe der Drahtbruchlasten. Bei den verschlossenen Seilen ist das 0,88- bis 0,95fache, bei den Flachlitzenseilen das 0,89- bis 0,92fache erreicht worden.

2. Bruchversuche mit oftmals wiederholter Last.

Die Feststellungen, die in Stuttgart über die Tragfähigkeit von verschlossenen Seilen und von Paralleldrahtbündeln unter oftmals wiederholter Last gemacht wurden, sind in Zusammenstellung 4 wiedergegeben.



Es war zu erwarten, daß die Widerstandsfähigkeit der Seile gegen oftmals wiederholte Belastung deutlich von den Eigenheiten an der Einführungsstelle in den Einspannkopf beeinflusst wird, also von den Verbiegungen der Einzeldrähte an der Übergangsstelle in das Vergußmetall, von der Beeinflussung der

Abb. 12. Bruchstelle des Seils V 65 IS an der Austrittsstelle aus dem Kopf nach dem Ausschmelzen des Vergußmetalls.



Abb. 13. Nahe dem Kopfgelegene Bruchstelle des Seils V 65 VS nach Wegnahme der äußersten Drahtlage.

Drähte durch die Temperatur des Metalls beim Vergießen der Seilköpfe, von der Gleichmäßigkeit der Einbettung der einzelnen Drähte usf. Dies zeigte sich deutlich bei der Prüfung des Seils V 65 VS, dessen Enden mit ganz besonderer Sorgfalt unter Vermeidung unnötiger Abbiegungen der Seildrähte am Übergang zum Besen vergossen wurden. Das Seil VI ertrug 971 000 Lastspiele bis zum Bruch mit einer Schwingweite von 2,72 t/cm² im Vergleich mit 980 000 — also annähernd gleich vielen — Lastspielen mit der Schwingweite 2,31 t/cm², die ein gleichartiges, jedoch einseitig in die Einspannköpfe eingegossenes Seil lieferte. Eingehende Feststellungen über die zweckmäßigste Formgebung der Seilköpfe und über die beste Art des Vergießens sind bis jetzt nicht bekanntgeworden.

In Abb. 12 u. 13 sind kennzeichnende Bruchstellen dargestellt. Abb. 12 zeigt die Brüche nahe der Austrittsstelle des Seils aus dem Kopf. In Abb. 13 sind etwas weiter vom Seilkopf entfernte Bruchstellen dargestellt. Bemerkenswert sind die nahe beisammenliegenden, auf örtliche Spannungserhöhungen hindeutenden mehrfachen Bruchstellen einzelner Z-Drähte, die verursacht sind durch ungleichmäßige Anlage der Drähte der äußeren Lagen an den darunterliegenden Drähten der nächstfolgenden Lage, die keine vollkommen glatte Fläche bilden und in entgegengesetzter Richtung geschlagen sind. Der Bruch ist mit verursacht durch die unter starkem Querdruck sich abspielenden Bewegungen zwischen den gekreuzten Drähten.

Aus den Versuchen in Zusammenstellung 4 ergeben sich die Schwingweiten *S* der Belastung, die von den Seilen rd. 1 Million mal ertragen wurden, ohne daß Drahtbrüche auftraten,

- bei Ursprungslast (Schwellast)
- für verschlossene Seile¹⁴⁾ . . . V 65 S zu *S* = 2,1 t/cm²,
- ferner bei einer Grundspannung von $\sigma_u = 3,8$ t/cm²
- für verschlossene Seile . . . V 65 S zu *S* = 1,8
- für Paralleldrahtbündel . . . P 40 S zu *S* = 2,6

Weitere Aufschlüsse entstanden durch Beobachtung der Temperatur der Seile während des Dauerversuchs, und zwar durch Anlegen eines Wärmemessers an der Oberfläche des Seils, wobei die Lötstelle des Wärmemessers durch eine Binde aus Isolierband gehalten war.

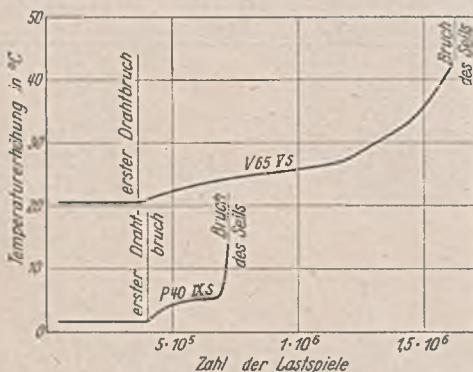


Abb. 14. Erhöhung der Temperatur bei der Prüfung der Seile.

Abb. 14 zeigt die Erhöhung der Seiltemperatur über die der umgebenden Luft, die an dem verschlossenen Seil V 65 VS und an dem Paralleldrahtbündel P 40 IX S gemessen wurde. Bis zur Beobach-

¹⁴⁾ Mit Ursprungslast geprüfte Keildrähte ergaben für die Grenzwechszelzahl von 1 Million Lastspielen eine Dauerzugfestigkeit von rund 3,1 t/cm².

tung der ersten Drahtbrüche war die Temperaturerhöhung unveränderlich, sie ist eine Folge der im Seil zwischen den einzelnen Drähten auftretenden Reibungskräfte. Nach dem Bruch einzelner Drähte wurde ein Anstieg der Seiltemperatur beobachtet; gegen den Schluß der Versuche war die Erhöhung der Temperatur bedeutend geworden. Hiernach ist bei Versuchen der beschriebenen Art die Verfolgung der Temperatur ein Hilfsmittel zur Feststellung von Drahtbrüchen.

E. Seil mit Lötstellen.

Für ein besonderes Versuchsseil V 49 wurden 21 der Runddrähte, 11 der Trapezdrähte und 11 der Z-Drähte mit gelöteten Stoßstellen ausgeführt. Die einzelnen Drähte waren vor dem Verseilen zerschnitten, die Enden abgeschrägt und dann mit Messinglot hart verlötet worden. Die 42 Lötstellen verteilten sich gleichmäßig über die 4,50 m langen Prüfseile, so daß auf 1 m Seillänge 9 Lötstellen entfielen. Die Zugfestigkeit der Drähte wurde durch die Lötstelle im Mittel auf rd. 60% der Zugfestigkeit von unverlöteten Drähten herabgesetzt, sie betrug

	mit Lötstellen	ohne Lötstellen
für Proben aus Runddraht . . .	6,62	13,77 t/cm ²
„ „ „ Trapezdraht . . .	7,60	13,87 „
„ „ „ Z-Draht . . .	8,85	12,99 „

Die Prüfung des Seils mit Lötstellen ergab im Vergleich mit gleichartig aufgebauten, jedoch nicht verlöteten Seilen folgendes:

	Seil V 49 mit Lötstellen	Seil V 49 ¹⁵⁾ ohne Lötstellen
Elastizitätszahl nach wiederholter Belastung auf der Stufe		
0,36 bis 3,03 t/cm ²	1 645 000	1 630 000
3,03 bis 5,00 t/cm ²	1 660 000	1 600 000
Bruchbelastung t	171,4	190,2
das ist t/cm ²	10,83	12,01
Summe der Bruchlasten der Drähte ¹⁶⁾ t	170,9	214,2
Seilbruchlast : Drahtbruchlast	1,00	0,89

Durch die Lötstellen wurde die Bruchlast um rd. 10% herabgesetzt. Jedoch war das Verhältnis der Seilbruchlast zur Drahtbruchlast beim Seil mit Lötstellen höher als beim Seil ohne Lötstellen.

F. Bewegungen der in die Seilhülsen eingegossenen Seilenden.

Der Betrag, um den unter der Einwirkung der Zugkraft die Enden der in die kegelförmigen Stahlhülsen eingegossenen Seilenden als Ganzes in die Hülsen hineingezogen wurden, wurde mit den in Abb. 10 mit *k* bezeichneten Meßuhren gemessen, die in auf die Endflächen der Seilhülsen aufgeschraubten Bögen befestigt waren und deren Tastbolzen sich gegen einzelne aus dem Vergußmetall herausragende Drahtenden legten. Diese Verschleibungen betragen an den verschiedenen Seilen bei einer Zugbelastung von 5 t/cm² 0,6 bis 7 mm. Ein Einfluß der Seilbauart war hierbei nicht zu erkennen, die Unterschiede rühren von dem verschiedenen Grad der Rauigkeit der inneren Kegelflächen der stählernen Hülsen und von dem Umstand, daß keine besonderen Maßnahmen angewendet wurden, um die Temperatur des Vergußmetalls und die Vorwärmtemperatur der Hülsen in allen Fällen genau gleichzuhalten, her. Die Verschiebungen traten stets zwischen dem Vergußmetall und der inneren Fläche des Hülsenkegels ein; ein Herausziehen einzelner Drähte aus dem Vergußmetall wurde in keinem Fall beobachtet.

Die Enden eines verschlossenen Seils V 79 waren einerseits nach Abb. 4 gerade, andererseits nach Abb. 5 mit angebogenen Haken versehen. Die Messung der Bewegungen zwischen den Enden der Seildrähte und den Endflächen der Hülsen ergab

für die Belastung	0,13	0,26	1,13	2,07	3,01	5,00 t/cm ²
die Verschleibungen an Drahtenden ohne Haken . . . zu	0,04	0,07	0,13	0,25	0,49	3,49 mm
und an Drahtenden mit Haken zu	0,04	0,08	0,30	2,05	5,00	9,06 mm.

Die mit Haken versehenen Drahtenden verengten den Eingang des auszugehenden Innenraums der Seilhülse mehr als die Drähte ohne Haken, so daß nur eine unvollkommene Ausfüllung mit Vergußmetall

¹⁵⁾ Mittelwerte aus den Ergebnissen von zwei Seilen.

¹⁶⁾ Für das Seil mit Lötstellen berechnet als Summe der Bruchlasten von 43 Drähten ohne Lötstellen und von 42 gelöteten Drähten.

möglich war. Es ergab sich daher für den mit Haken ausgeführten Seilkopf eine bedeutend größere Nachgiebigkeit als für den Kopf, dessen Drahtenden gerade waren. Für sämtliche weiteren Versuche wurden daher die zu vergleichenden Seilbesen mit geraden Drahtenden ausgeführt.

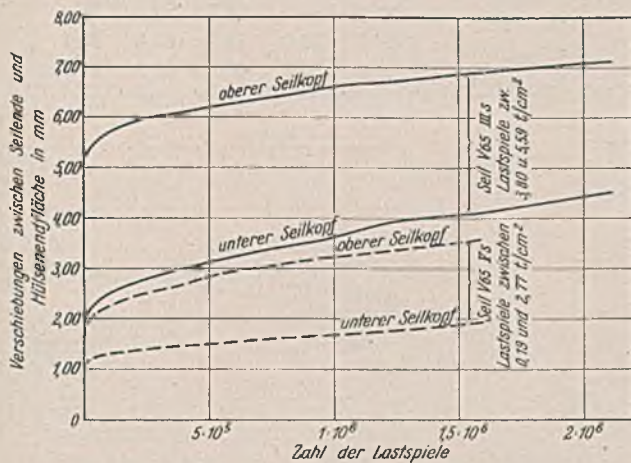


Abb. 15. Bewegungen der in die Seilhülsen eingegossenen Seilenden.

Als weiteres Beispiel für die in den Seilköpfen gemessenen Bewegungen sind in Abb. 15 die Ergebnisse von Versuchen an verschlossenen, oftmals belasteten Seilen dargestellt. Hier fanden sich an beiden in genau der gleichen Weise ausgebildeten Seilköpfen verschieden große Werte. Die Bewegungen zwischen den Seilenden und der Hülse waren nach rd. 2 Mill. Lastspielen noch nicht zur Ruhe gekommen. Da das Hineinziehen der Seilenden in den kegelförmigen Innenraum des Seilkopfes mit einer Zusammendrückung des Vergußmetalls senkrecht zur Seilachse verbunden ist, ist die Bedeutung eines ausreichend hohen Widerstandes des Vergußmetalls deutlich erkennbar.

G. Zugversuche mit um eine Rolle geschlungenen Seilen.

Die Enden der nach Abb. 16 in U-Form um eine Stahlgußrolle gelegten Versuchsselle waren in kegelförmige Einspannhülsen vergossen, die an den Enden der Arme eines gleichseitigen Hebels befestigt waren. An der Drehachse des Hebels griff der Spannkopf der Prüfmaschine an, so daß auf jedes Seilende die Belastung $P/2$ entfiel. Die Versuche

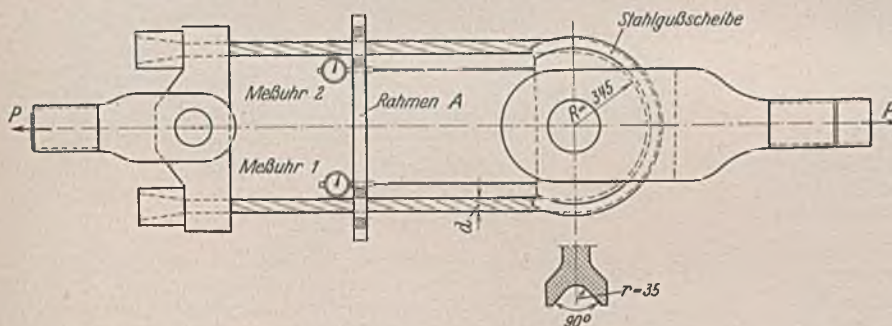


Abb. 16. Zugversuche mit um eine Rolle geschlungenen Seilen.

wurden mit den Flachlitzenseilen F 61 und F 83 sowie den verschlossenen Seilen V 20 und V 28 durchgeführt. Der Durchmesser der Rolle, um die die Seile V 20, V 28 und F 61 gelegt wurden, betrug im Rillengrund 690 mm; bei der Prüfung des Seils F 83 maß dieser Durchmesser 680 mm. Die Seitenflächen der Rille bildeten einen Winkel von etwa 90°; der Rillengrund war für die drei erstgenannten Seile nach dem Halbmesser

35 mm, für das Seil F 83 nach dem Halbmesser 45 mm ausgerundet. Die Abmessungen der Rille entsprachen ungefähr den entsprechenden Abmessungen der Seillager, die an den zur Aufnahme der Hängeseile auf den Tragsellen festgeklemmten Kabelschellen vorgesehen waren. Wie Abb. 16 weiterhin zeigt, war auf den beiden Schenkeln der Versuchsselle ein mit zwei Meßuhren 1 und 2 vorgesehener Rahmen A aufgeklemt. Die durch dünne Stahlstifte verlängerten Tastbolzen der Meßuhren ermöglichten die Messung der mit zunehmender Belastung wachsenden Dehnungen des Versuchssells, die sich aus der Verlängerung der beiden 950 mm langen Seilschenkel und aus den von der Verformung des um die Rolle gelegten Seilstücks herrührenden Bewegungen zusammensetzten.

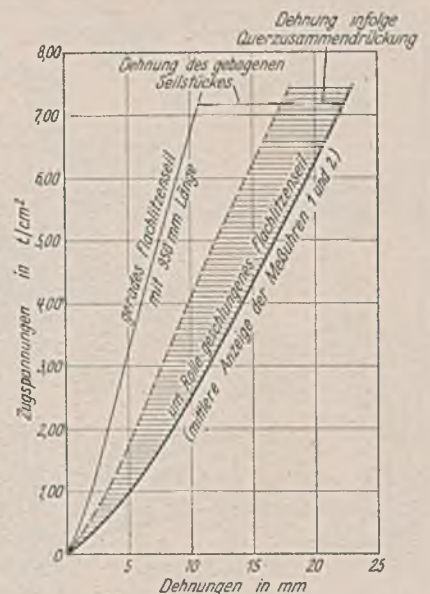


Abb. 17. Dehnungen des um eine Rolle geschlungenen Seils F 61.

**Zusammenstellung 5.
Bruchversuche mit um eine Rolle gelegten Seilen.**

Bezeichnung des Versuchssells	Querschnitt cm ²	Bruchlast P/2 bezogen auf ein Seilende t/cm ²	Bruchlast eines gleichartigen geraden Seiles t/cm ²	Verhältnis der Bruchlasten gebogenes Seil / gerades Seil
F 61	16,33	14,96	15,39	0,97
F 83	28,37	12,60	13,80	0,91
V 20	2,67	10,62	10,97	0,97
V 28	5,24	8,94	9,41	0,95

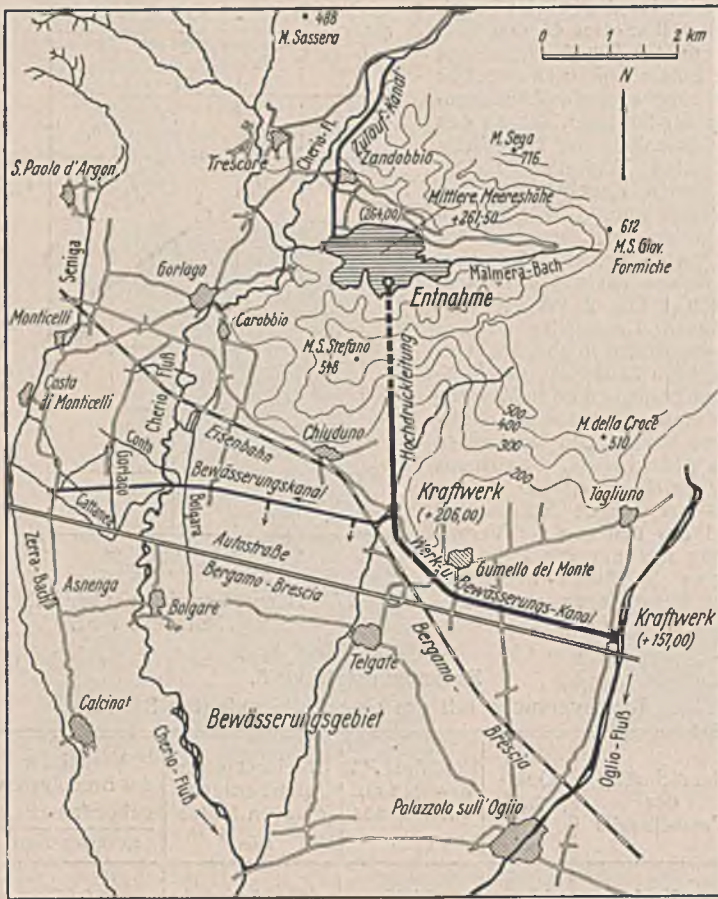
In dem stark ausgezogenen Linienzug der Abb. 17 sind die Durchschnittswerte der Dehnungen aufgetragen, die bei der Prüfung von drei Flachlitzenseilen F 61 durch Messung der in Abb. 16 angegebenen Strecke von 950 mm Länge erhalten wurden. Weiterhin zeigt die dünn ausgezogene Linie die Verlängerungen eines 950 mm langen geraden Abschnitts der gleichen Seilart (vgl. Abb. 6). Unter der Annahme, das um die Rolle gelegte Seilstück verlängere sich um den gleichen Betrag wie ein gleich langes gerades Seilstück, und bei Vernachlässigung der Reibung zwischen Seil und Rille ergibt sich für die gesamte Dehnung des Versuchssells die dünn gestrichelt gezeichnete Linie. Die durch waagerechte Strichlage hervorgehobenen Dehnungen stellen dann in der Hauptsache die durch das Einpressen des Seils in die Rille und die damit verbundene Querschnittsveränderung verursachte zusätzliche Dehnung dar.

Weiterhin wurden die Seile F 61, F 83, V 20 und V 28 bis zum Bruch belastet. Die Ergebnisse sind in der Zusammenstellung 5 enthalten. Hiernach trugen die um eine Rolle geschlungenen Seile das 0,91- bis 0,97fache der Bruchlast der geraden Seile. Die verschlossenen Seile V 20 und V 28 hatten die gleiche Verminderung der Bruchlast erfahren wie die Flachlitzenseile F 61 und F 83 mit erheblich größerem Querschnitt.

Vermischtes.

Wasserkraftnutzung am Cherioloß in Italien. Aus Gründen nationaler Selbstversorgung werden derzeit in Italien auch die vorhandenen Wasservorräte und ihre Bewirtschaftung einer eingehenden Nachprüfung unterzogen. Dabei wird die Frage der Ausnutzung der Flüsse im Gebirge für die Stromerzeugung mit und ohne Unterstützung durch Staubecken und der Bewässerung trockener Gebiete im Talboden zur Steigerung ihres Ertrages unter Verbesserung des Flußlaufes und unter Benützung der Staubecken für den Hochwasserausgleich in diese Untersuchungen einbezogen. Ein Musterbeispiel ist der kleine Cherioloß am Südrhang der Bergamasker Alpen, dessen Lauf nur 102 km lang ist. Wie die Abbildung zeigt, kann die Wasserführung des Cheriolo, bevor er den Talboden erreicht, durch Ausbau seines Bettes und eines besonderen Zulaufkanals nördlich des künstlich geschaffenen Stausees, dessen mittlerer Wasserspiegel 261,50 m über dem Meere liegt, geregelt werden. Der Stausee dient zugleich als Sammelbecken für die Wasser des Gebirgsbaches Malmera sowie des Cheriolo selbst. Durch eine teilweise als Stollen gebaute Hochdruckleitung wird das Wasser des Stau-

beckens sowohl für Kraftstromerzeugung als auch für Bewässerungszwecke im Talboden nutzbar gemacht. Die erste der beiden Gefällstufen nutzt ein Gefälle von 55,50 m, die zweite von 53,00 m. Unmittelbar am Auslauf des ersten Kraftwerks zweigen zwei Bewässerungskanäle ab, von denen der eine Werk- und Bewässerungskanal zugleich ist. Dieser Kanal ist für eine wirtschaftliche Nutzung der verhältnismäßig bescheidenen Wasservorräte insofern besonders günstig, als hier bei der ersten Gefällstufe das Sommerhochwasser für Kraftstrom- und Bewässerungszwecke ausgenutzt werden kann. Auf der zweiten Gefällstufe stehen in gewöhnlichen Jahren während des Sommers etwas über 0,8 m³/sek, in wasserarmen Jahren (alle 15 Jahre) kein Wasser zur Verfügung. Für die Stromerzeugung ist dies aber deshalb ohne Bedenken, weil das höher gelegene Kraftwerk den ganzen Sommerbedarf der Abnehmer decken kann. Die Ausführung dieses Planes der Val Malmerasperre hätte folgende wirtschaftliche Vorteile: 1. für die Landwirtschaft: Hochwasserschutz für 300 ha überschwemmtes Gelände, Ertragssteigerung durch Bewässerung, Kostenanteil einschließlich Wartung der Bewässerungsanlagen 100 Lire für



1 ha und Jahr; 2. Hochwasserregelung im Bereiche der Gemeinden Bolgare, Gorlago und Corticchio; 3. für die Elektrizitätswirtschaft: jährliche Kraftstromerzeugung von 15 Mill. kWh zu 5 ct/kWh. Durch den Ausbau des benachbarten Oglio ist eine Steigerung der Kraftstromerzeugung möglich. (L'Acqua, März 1941.)

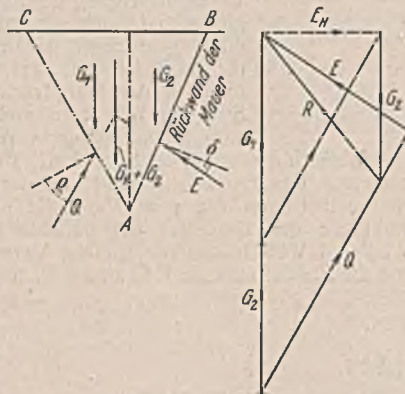
Dr.-Ing. u. Dr. rer. pol. Haller VDI, Tübingen.

Zuschrift an die Schriftleitung.

(Ohne Verantwortung der Schriftleitung.)

Formen und Tafeln zur Bemessung von Stützmauern¹⁾.

Der Berechnung der Formeln und Tafeln sind, wie in der Einleitung ausdrücklich betont, einfache Annahmen zugrunde gelegt. Herr Professor Dr.-Ing. e. h. Jacoby in Gotenhafen macht mich darauf aufmerksam, daß die Bestimmung des Erddruckes auf die lotrechte Fläche durch den hinteren Fußpunkt der Mauer nicht der genauen Erddrucklehre entspricht. Das Gewicht des Erdkeils zwischen der lotrechten Wand und der Rückseite der Mauer vergrößert den Seitendruck auf die Mauer, und zwar um so mehr, je kleiner die Reibung zwischen Erde und Mauerwerk ist. Der Erdkeil zwischen der Rückenfläche AB und einer beliebigen Gleitfläche AC muß mit den von der Wand und der Gleitfläche ausgehenden Gegenkräften im Gleichgewicht sein. Nebenstehende Abbildung veranschaulicht für $\varphi = 30^\circ$ und $\delta = 10^\circ$, um wieviel der genaue Wert E von der angenähert errechneten Mittelkraft R abweicht. Dieser Unterschied kann unter Umständen so beträchtlich sein, daß er bei der Bemessung von Stützmauern nicht vernachlässigt werden darf.



Dipl.-Ing. Raimund Grabner.

Berichtigung.

Die Bemessung offener Wasserläufe²⁾. Herr Professor Dr. Winkel hat mich auf einen Fehler in der Ableitung des k -Wertes nach seiner Formel aufmerksam gemacht. Der k -Wert lautet: $k = 185(1 - 1,135 J^{1/14}) J^{1/14} R^{3/14}$. Damit ändern sich auch die k -Werte in der Zusammenstellung auf S. 271 wie folgt:

1) Bautechn. 1941, Heft 14, S. 156.
2) Bautechn. 1941, Heft 25, S. 270.

$R =$	0,1	0,5	1,0	10	20
$k_J = 0,01 =$	14,8	20,9	24,2	39,8	46,1
$k_J = 0,001 =$	21,2	30,0	34,7	57,0	66,0
$k_J = 0,0001 =$	24,1	34,0	39,4	64,8	75,1
$k_J = 0,00001 =$	24,9	35,1	40,7	66,8	77,5

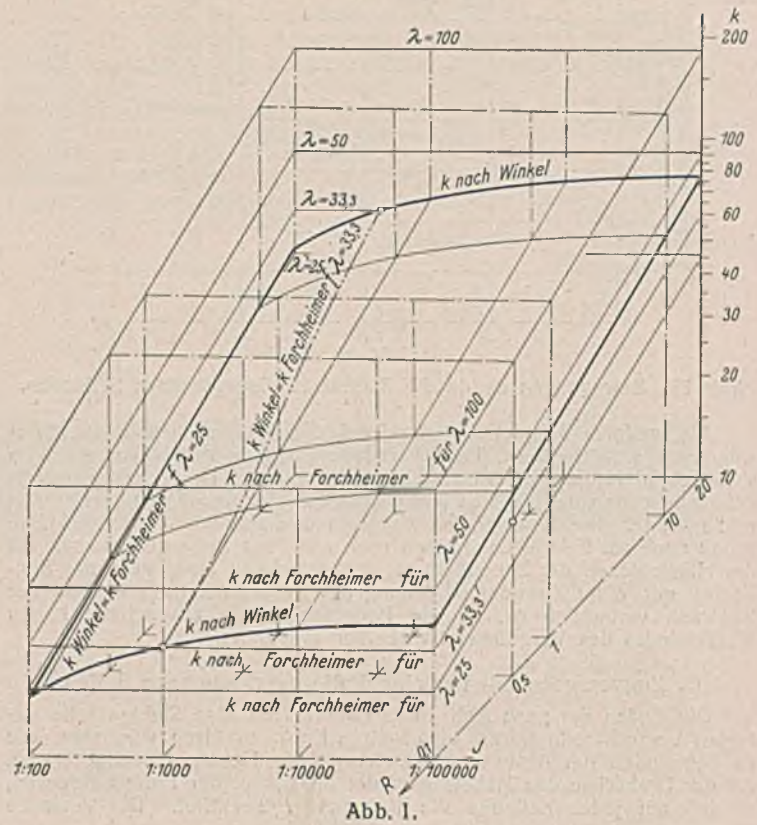


Abb. 1.

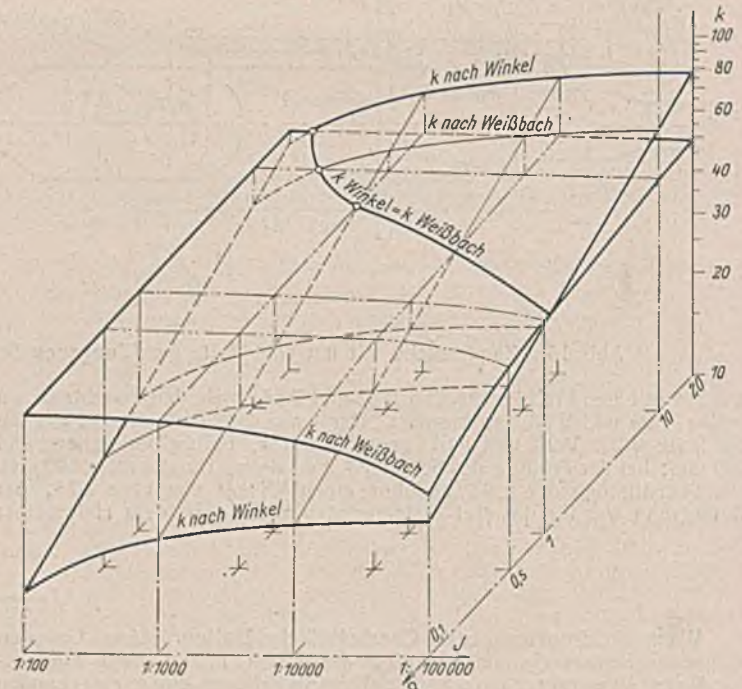


Abb. 2.

Die Abb. 9 u. 10, S. 272, sind durch die obenstehenden Abb. 1 u. 2 zu ersetzen. Danach besteht eine Ähnlichkeit im Verlaufe der k -Werte auch zwischen Forchheimer und Winkel. Die Schlußfolgerung aus meiner Abhandlung ändert sich dadurch nicht.

Ich danke Herrn Professor Dr. Winkel für seinen Hinweis.

Weiß, Marinebauart.

INHALT: Dr. Todt fünfzig Jahre. — Versuche mit Drahtseilen für eine Hängebrücke. — Vermischtes: Wasserkraftnutzung am Cherlofluß in Italien. — Zuschrift an die Schriftleitung. — Berichtigung.

Verantwortlich für den Inhalt: Dr.-Ing. Erich Lohmeyer, Oberbaudirektor a. D., Berlin-Steglitz, Am Stadtpark 2. — Verlag: Wilhelm Ernst & Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften, Berlin W 9. — Druck: Buchdruckerei Gebrüder Ernst, Berlin SW 68.