

MITTHEILUNGEN

AUS DEM

MECHANISCH-TECHNISCHEN LABORATORIUM

DER

K. TECHNISCHEN HOCHSCHULE

IN

MÜNCHEN

VON

J. BAUSCHINGER

O. PROFESSOR DER TECHNISCHEN MECHANIK UND GRAPHISCHEN STATIK.

SIEBENZEHNTE HEFT,

ENTHALTEND:

MITTHEILUNG XXI: VERSUCHE ÜBER DIE ELASTICITÄT UND FESTIGKEIT VON TREIBRIEMEN, SEILEN UND KETTEN.
MIT 6 BLÄTTERN ABBILDUNGEN.

MÜNCHEN

THEODOR ACKERMANN

KÖNIGLICHER HOF-BUCHHANDLER

1888.

ACKERMANN
MÜNCHEN

9/16



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000315044



J.X.47/1888

MITTHEILUNGEN

AUS DEM

MECHANISCH-TECHNISCHEN LABORATORIUM

DER

K. TECHNISCHEN HOCHSCHULE

IN

MÜNCHEN

VON

J. BAUSCHINGER

O. PROFESSOR DER TECHNISCHEN MECHANIK UND GRAPHISCHEN STATIK.

SIEBENZEHNTES HEFT,

ENTHALTEND:

MITTHEILUNG XXI: VERSUCHE ÜBER DIE ELASTICITÄT UND FESTIGKEIT VON TREIBRIEMEN, SEILEN UND KETTEN.
MIT 6 BLÄTTERN ABBILDUNGEN.

MÜNCHEN

THEODOR ACKERMANN

KÖNIGLICHER HOF-BUCHHÄNDLER

1888.

7-X.47/1988

7-X.47/1988



nr inv. 1856

Versuche über die Elasticität und Festigkeit von Treibriemen, Seilen und Ketten.

In gegenwärtiger Mittheilung sollen die Resultate von Versuchen veröffentlicht werden, welche im Verlaufe von etwa 15 Jahren im mechanisch-technischen Laboratorium mit Treibriemen aus Leder, Baumwolle, Hanf, Gummi, mit Hanf- und Drahtseilen, sowie mit Treibketten verschiedener Art und gewöhnlichen Rundeisenketten angestellt worden sind. Dies geschah in der Regel auf Verlangen von Privaten oder Behörden, welche die Probestücke zur Prüfung einsandten. Die nachfolgende Zusammenstellung der Resultate trägt daher den Charakter des zufällig Zusammengekommenen an sich; sie ist in einigen Theilen ziemlich vollständig, in anderen lückenhaft, da nur selten Gelegenheit gegeben war, die Lücken durch Versuche, die auf Anregung und nach einem Plane des Laboratoriums ausgeführt worden sind, zu ergänzen. Dafür sind die Versuche fast durchweg an Stücken durchgeführt, die entweder schon im Gebrauche gewesen waren, oder doch in der Gestalt und in den Dimensionen, wie sie geprüft wurden, angewendet werden sollten, und deshalb dürften die erhaltenen Resultate immerhin von Werth für die Praxis sein.

Da die Versuche beinahe bis an den Beginn der Thätigkeit des Laboratoriums und meiner eigenen Beschäftigung mit diesen Dingen zurückreichen, so sind die Hilfsmittel, mit denen sie angestellt wurden: die Einspannweisen der Enden, die Instrumente und Methoden zur Messung der Verlängerungen von sehr verschiedener Güte. Sie sollen an den betreffenden Stellen beschrieben und beurtheilt werden und dadurch nicht bloß die nöthigen Anhaltspunkte für die Genauigkeit der erhaltenen Resultate gegeben, sondern vielleicht auch Manchen, die anfangen, sich mit dergleichen Versuchen zu beschäftigen, erspart werden, erst eigene Erfahrungen machen zu müssen.

I. Treibriemen.

Treibriemen, zu denen wir hier auch die Gurten für Aufzüge u. dgl. rechnen, werden seit ältester Zeit aus Leder, in neuerer Zeit aber auch aus Baumwoll- oder Hanfgewebe und aus Gummi mit oder ohne Einlage von

Baumwolle oder Hanfgewebe hergestellt. Bei ihrer Verwendung kommt es nicht bloß auf die Qualität des Materials an sich an, also hier besonders auf seine Zugfestigkeit und Elasticität, sondern auch auf die Verbindung der Enden der Gebrauchsstücke unter sich zu endlosen Riemen oder manchmal auch mit anderen Stücken. Im ersteren Falle thut man gut, auch das Versuchsstück mittelst der zu prüfenden Verbindungsweise endlos herzustellen und es über zwei um Bolzen leicht drehbare Holzrollen *x* (Fig. 14 auf Blatt I) zu spannen, welche mittelst zweier weiterer Bolzen *y* und Laschen *z* mit den Zangen *o* der Prüfungsmaschine (hier z. B. der Werder'schen) verbunden sind. Die Verbindungsstelle der Riemenenden kann dann entweder auf die eine Seite in die Mitte zwischen die beiden Rollen *x* oder auch auf eine der beiden Rollen, auf diejenige Seite derselben, welche der anderen Rolle gerade abgekehrt ist, gelegt werden. In ersterem Falle wird auf der einen Seite die Verbindungsstelle, auf der anderen der Riemen ohne diese, hier natürlich nur soweit geprüft, bis die Verbindung reisst. Im zweiten Falle wird der Riemen zwischen den Rollen *x* reißen und damit bis zu seiner vollen Zugfestigkeit geprüft werden können, vorausgesetzt, dass die Reibung zwischen dem Riemen und der Holzrolle *x* von der Verbindungsstelle des ersteren bis zur Berührungsstelle der letzteren mit den geraden Riementheilen gross genug ist, um den Unterschied zwischen der Festigkeit des Riemens an sich und seiner Verbindungsstelle ausgleichen zu können.

Offene Riemenstücke spannte ich anfangs mit derjenigen Vorrichtung: Stahlgebisse in trapezförmigen Mäulern (Fig. 8, Blatt I), welche die Werder'sche u. a. Maschinen für Eisen- und Stahllamellen besitzen, ein; aber obwohl die Zähne der Gebisse abgestumpft wurden, erfolgte der Bruch doch meist an der Einspannstelle und natürlich beeinflusst durch das Einbeissen der Zähne. Auch die Beilage von gerauhten Blechplatten zwischen Riemen und Gebissen führte zu keinem sicheren Resultat. Später bediente ich mich der Einspannung mit Schnallen

und Schlingen, wie sie in Fig. 12, Blatt I dargestellt ist, wo *y* wieder den Bolzen der Gabel *o* (Fig. 14, Blatt I) der Prüfungsmaschine bedeutet. Aber auch diese Vorrichtung entspricht nicht vollständig. Erstens wird der Riemen da, wo er an dem Steg der Schnalle anliegt und bei der nothwendig ziemlich grossen Dicke desselben etwas scharf gebogen ist, stärker angestrengt und reisst daher öfter an dieser Stelle; und zweitens findet auch dann, wenn der Riemen an dieser Stelle anfangs überall gleichmässig am Steg anliegt, doch eine Biegung dieses letzteren statt und in Folge dessen eine stärkere Beanspruchung des Riemens an seinen Rändern. — Besser bewährte sich die neuerdings eingeführte Vorrichtung in Fig. 9, Blatt I, welche zum Einspannen von Papier, Tuch etc. schon länger im Gebrauche ist und ebenfalls, wie die in Fig. 8 dargestellte, aus je einem Paar Keilen in trapezförmigen Mäulern besteht. Die mit dem Probestück in Berührung tretenden Oberflächen der Keile aber sind nicht gezahnt, sondern nur gewellt, mit je 5 mm breiten Wellenbergen und Wellenthälern, welche ineinander greifen und den Riemen zwischen sich festhalten (vgl. auch weiter unten, bei den Hanfriemen).

A. Leder-Treibriemen.

1. Ein 27 cm langes und 14,7 cm breites Stück Treibriemen für einen Aufzug, die Verbindungsstelle mit vierfacher Riemchen-Naht enthaltend und zwar so, dass in dem einen Theil auf 0,5 cm Länge die Riemen-Enden übereinander liegen, während der andere, noch 17,5 cm lange Theil aus dem einfachen Riemen besteht (s. Fig. 3 auf Blatt I). Dieser war 0,65 cm dick, hatte also 9,55 qcm Querschnitt. Das Stück wurde mittelst der Zahnkeile (Fig. 8, Blatt I) eingespannt und auf der oben liegenden Fläche ein Stück von 10 cm Länge abgesteckt, das am Ende der Riemchen-Naht begann und von da an sich nur in den ungenähten Theil des Riemenstückes hinein erstreckte. Bei allmählich gesteigerter Anspannung des Riemenstückes wurde diese Länge wiederholt, einfach mit Zirkel und Millimeter-Maassstab, gemessen. Das Resultat dieser Messungen war folgendes:

522. Vers. Lab. Nr. 489.

Belastung <i>t</i>	Länge des abgesteckten Stückes <i>cm</i>	Diff. <i>mm</i>	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	10,0		} Elasticitäts-Modul fast constant = 1040 at.
0,25	10,9	9	
0,5	11,1	2	
0,75	11,4	3	
1,0	11,65	2,5	
1,25	11,9	2,5	

Nach Auflage von 1,5 *t* auf die Waagschale der Maschine und fortgesetztem Pumpen schieben sich die ver-

bundenen Riemenstücke von der Verbindungsstelle ab sehr sichtlich auseinander, indem die Nähriemchen sich aus den jenseits dieser Stelle befindlichen je drei Löchern herausziehen; es werden jedoch 1,5 *t* noch erreicht, dann aber erfolgt der Bruch des unten liegenden Riementheils durch die erste Lochreihe nächst der Endstelle *a b* des anderen Stückes, nach *c' c'*, *c d* (Fig. 3, Blatt I). Zugfestigkeit des Leders > 157 at.

Obige Messungen sind auf Blatt IV auch graphisch dargestellt, indem als Abscissen die Belastungen in *kg* pro *qcm* (Atmosphären) und zwar im Maassstabe 1 Centimeter = 20 at und als Ordinaten die verhältnissmässigen Verlängerungen, ausgedrückt in Prozenten der ursprünglichen Länge, und zwar im Maassstabe 1 Centimeter = 2% aufgetragen wurden. Bei dieser Darstellungsweise geben die Verbindungslinien der Endpunkte der Ordinaten ein sehr übersichtliches Bild über das elastische Verhalten von Riemen aus verschiedenem Materiale und von verschiedener Breite und Dicke. Der Elasticitätsmodul ist der trigonometrischen Tangente der Neigungswinkel jener Linien umgekehrt proportional, so dass, wie auf Blatt IV geschehen, eine Art Maassstab für den Elasticitätsmodul durch strahlenförmig von einem Punkt *O* ausgehende Neigungslinien hergestellt werden kann.

2. Riemen aus Münchener Crownleder, und zwar:

a) Ein 54 cm langes Stück ohne Naht; Breite = 4,9 cm, Dicke = 0,3 cm; Querschnitt = 1,47 qcm. Derselbe wurde mit den Zahngebissen (Fig. 8, Blatt I) und beigelegten gerauhten Blechplatten eingespannt und die durch allmählich gesteigerte Belastung hervorgebrachte Verlängerung auf eine ursprüngliche Länge von 30 cm mittelst eines, in Millimeter getheilten Bandmasses gemessen. Das Resultat des Versuches war folgendes:

2021. Vers. Lab. Nr. 1427a.

Belastung <i>kg</i>	Länge des abgesteckten Stückes <i>cm</i>	Diff. für 10 <i>kg</i> <i>mm</i>	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	30,0		} 1135 at
50	30,9	1,8	
100	31,6	1,4	
150	32,1	1,0	
200	32,7	1,2	
250	33,4	1,4	
300	34,1	1,4	
350	34,8	1,4	
400	35,15	0,7	
450	35,6	0,9	
500	36,35	1,5	} 1460 at
510	36,5	1,5	
520	36,6	1,0	
530	36,7	1,0	
540	36,75	0,5	

550 *kg* Belastung werden nicht mehr vollständig erreicht, dann erfolgt der Bruch ungefähr in der Mitte bei

$\frac{545}{1,47} = 367 \text{ at}$ Spannung. Die obige Versuchsreihe ist auf Blatt IV graphisch dargestellt.

b) ein 54 cm langes Stück, bestehend aus zwei durch Leimen und dreifache Riemchen-Naht so verbundenen Hälften, wie es Fig. 2, Blatt I zeigt. Die Naht erstreckt sich auf ca. 14 cm. Der Riemen ist 5,0 cm breit; die Lederdicke beträgt 0,35 cm; der Querschnitt ist also 1,75 qcm. Das Stück wurde eingespannt wie das vorige und seine Verlängerung auf 30 cm gemessen, die sich über die Nahtstelle und beiderseits ohngefähr gleichweit über dieselbe hinaus erstreckten. Das Resultat war folgendes:

2018. Vers. Lab. Nr. 1427b.

Belastung kg	Länge des abgesteckten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elastizitäts-Modul
0	30,0		660 at
50	31,3	2,6	
100	32,0	1,4	
150	32,9	1,8	
200	33,5	1,2	
220	33,8	1,5	
240	34,0	1,0	
260	34,3	1,5	
270	34,45	1,5	
280	34,65	2,0	
290	34,80	1,5	
300	34,95	1,5	
310	35,05	2,0	
320	35,25	2,0	
330	35,40	1,5	
340	35,50	1,0	
350	35,60	1,0	
360	35,75	1,5	
370	35,85	1,0	
380	36,10	2,5	
390	36,25	1,5	
400	36,35	1,0	
410	36,45	1,0	
420	36,55	1,0	
430	36,65	1,0	
440	36,75	1,0	
450	36,85	1,0	
460	37,00	1,5	
470	37,20	2,0	
480	37,35	1,5	
490	37,50	1,5	
500	37,65	1,5	
510	37,80	1,5	
520	37,95	1,5	
530	38,20	2,5	

Bei letzterer Belastung, 530 kg, erfolgte dann nach einigem Warten der Bruch, also bei 303 kg pro qcm des Querschnittes des einfachen vollen Riemens, durch die Naht, so wie in Fig. 2, Blatt I durch die Linien c' c', cd angedeutet. Im Vergleich zum vorigen Resultat mit dem Riemen ohne Naht vermindert also die letztere die Festigkeit um ca. 18 Prozent. Die graphische Darstellung obiger Versuchsreihe s. auf Blatt IV.

c) Ein 54 cm langes Stück, bestehend aus zwei durch Leimen und einfache Riemchen-Naht so verbundene Hälften, wie es Fig. 1 auf Blatt I zeigt. Die Riemchen sind etwas breiter als beim vorigen Stück, die Naht aber ebenso lang als dort. Der einfache, volle Riemen ist 9,5 cm breit, 0,5 cm dick; Querschnitt also 4,75 qcm. Einspannung und Messung der Verlängerung wie vorhin. Die Resultate sind in folgender Tabelle enthalten:

2020. Vers. Lab. Nr. 1427c.

Belastung kg	Länge des abgesteckten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elastizitäts-Modul
0	30,0		900 at
100	30,7	0,7	
200	31,3	0,6	
300	31,8	0,5	
400	32,3	0,5	
500	32,9	0,6	
600	33,5	0,6	
700	34,2	0,7	
800	34,8	0,6	
900	35,4	0,6	
1000	36,0	0,6	
0	33,15		2215 at.
1000	36,0		
1100	36,55	0,55	
1150	36,8	0,5	
1200	37,0	0,4	
1250	37,25	0,5	
1300			

wird eben erreicht, doch gibt das Probestück stark nach und erfolgt endlich der Bruch in der Naht, wie in Fig. 1, Blatt I durch die Linien c' c', cd angedeutet, also bei 274 kg pro qcm des Querschnitts des einfachen vollen Riemens; die Naht verminderte also die Festigkeit um ca. 25 %. Die graphische Darstellung obiger Versuchsreihe s. auf Blatt IV.

d) Ein 50 cm langes Stück Doppelriemen, hergestellt aus zwei gleich langen, ihrer ganzen Länge nach auf einander geleimten und mit 3facher Riemchen-Naht verbundenen, je 50 cm langen einfachen Riemen (Fig. 4 auf Blatt I). Breite 10,1 cm, Dicke des Doppelriemens 0,65 cm, also Querschnitt des letzteren 6,56 qcm. — Mittelst der Zahnkeile mit scharfen Zähnen eingespannt, erfolgt der Bruch bei 1750 kg Belastung an einer Einspannstelle, hierauf nochmals eingespannt bei 2000 kg an der anderen Einspannstelle. Hierauf mehrmals mit gefrästen Zahnkeilen mit flacheren und stumpferen Zähnen eingespannt, zieht sich der Riemen auf einer Seite heraus; nachdem aber dann die Enden des Riemens um die Keile gelegt worden waren, erfolgte der Bruch richtig bei 2400 kg Belastung in der Mitte. Die Zugfestigkeit beträgt also 366 at, ungefähr so viel wie beim einfachen, ungenähten Riemen. Die Stiche an sich beeinträchtigen also die Festigkeit nicht merklich. Doch darf nicht über-

sehen werden, dass das Probestück keinen Stoss enthielt, wie bei endlosen Doppelriemen ja deren mindestens zwei vorkommen müssen.

3. Riemen aus Esslinger Crownleder und zwar:

a) Ein 54 cm langes Stück ohne Naht, 5,0 cm breit, 0,3 cm dick, 1,50 qcm Querschnitt. Dasselbe wurde eingespannt und gemessen wie die vorigen und ergab folgende etwas abgekürzt wiedergegebene, auf Blatt IV aber vollständig graphisch dargestellte Resultate:

2022. Vers. Lab. Nr. 1428a.

Belastung kg	Länge des abgesteckten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	30,00		
50	30,45	0,9	} El.-Mod. im Mittel = 2220 at
100	30,95	1,0	
150	31,30	0,7	
200	31,70	0,8	
250	32,15	0,9	
300	32,80	1,3	
350	33,35	1,1	
400	33,80	0,9	
450	34,25	0,9	
500	34,75	1,0	
550	35,20	0,9	
600	35,45	0,5	
650	36,10	1,3	
700	36,35	0,5	
750	36,75	0,8	
800	—		} Bruch an einem Ende, wieder eingespannt: wieder gerissen; wiederholt eingespannt.
800	37,20		
800	37,40		
850	37,80	0,8	
900	38,05	0,5	
950	38,30	0,5	

1000 wird eben erreicht, dann erfolgt der Bruch richtig ungefähr in der Mitte bei 666 at.

b) Ein 54 cm langes Stück, bestehend aus zwei durch Leimen und dreifache Riemennaht so verbundene Hälften, wie es Fig. 2 auf Blatt I zeigt. Breite 5,0 cm, Dicke des einfachen, vollen Riemens 0,3 cm, Querschnitt 1,5 qcm. Eingespannt und gemessen wie die vorigen, gab es folgende, auf Blatt IV auch graphisch dargestellte Resultate:

2025. Vers. Lab. Nr. 1428b.

Belastung kg	Länge des abgesteckten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	30,00		} 1430 at
50	30,70	1,4	
100	31,25	1,1	} El.-Mod. im Mittel = 2000 at
150	31,70	0,9	
200	32,20	1,0	
250	32,70	1,0	
300	33,20	1,0	
350	33,60	0,8	} El.-Mod. im Mittel = 2460 at
400	34,00	0,8	

Belastung kg	Länge des abgesteckten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
450	34,50	1,0	} El.-Mod. im Mittel = 2460 at
500	34,95	0,9	
520	35,05	1,0	
540	35,15	0,5	
560	35,35	1,0	
580	35,50	0,75	
600	35,65	0,75	
620	35,80	0,75	} El.-Mod. im Mittel = 1740 at
640	36,05	1,25	
660	36,25	1,0	
680	36,50	1,25	
700	36,75	1,25	
720	36,95	1,0	} Bruch in der Naht, ungefähr so wie in Fig. 2,
740			

Blatt I durch die Linien c' c', cd angedeutet. Zugfestigkeit = 493 kg pro qcm des einfachen, vollen Riemen-Querschnitts. Die Naht verminderte folglich die Festigkeit um ca. 26%.

c) Ein 54 cm langes Stück, bestehend aus zwei durch Leimen und 4fache Riemchen-Naht verbundene Hälften (Fig. 1 auf Blatt I). Breite 9,7 cm; Dicke des einfachen Riemens 0,42 cm; Querschnitt desselben 4,07 qcm. Eingespannt und gemessen wie die vorigen. Die Resultate der Messungen, auf Blatt IV auch graphisch dargestellt, sind die folgenden:

2026. Vers. Lab. Nr. 1428c.

Belastung kg	Länge des abgesteckten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul	
0	30,00		} El.-Mod. im Mittel = 2020 at	
200	31,10	0,55		
400	31,85	0,375		
600	32,50	0,325		
800	33,25	0,375		
1000	33,90	0,325		
1100	34,40	0,50		} Nachgeben.
1200	34,70	0,30		
1300	35,10	0,40		
1400	35,40	0,30		
1500	36,00	0,60		
1550				} Bruch in der Naht, wie in Fig. 1, Blatt I durch die Linien c' c', cd angedeutet. Zugfestigkeit = 381 kg pro qcm des einfachen Riemen-Querschnitts. Die Naht vermindert also die Festigkeit um ca. 43%.

4. Ein 20 cm langes Stück Englisches Crownleder, aus zwei, durch Leimen und 3fache Riemchen-Naht verbundenen Stücken bestehend. Die Naht, 14 Stiche in jeder Reihe enthaltend, erstreckt sich auf ca. 12 cm. Breite 6,3 cm, Dicke des einfachen Riemens 0,37 cm; Querschnitt desselben 2,33 qcm. Mit Gebissen (Fig. 8, Blatt I) eingespannt, erfolgt der Bruch in der Naht bei

850 kg Belastung oder 365 kg pro qcm. (2019. Vers. Lab. Nr. 1426.)

5. Ein 19 cm langes Stück Schweizer Crownleder aus zwei, durch Leimen und 3fache Riemchen-Naht verbundenen Hälften bestehend. Breite 6,5 cm, Dicke des einfachen Riemens 0,35 cm; Querschnitt desselben 2,27 qcm. So eingespannt, wie das vorige Stück, erfolgt der Bruch in der Naht bei 890 kg oder 392 at. (2030. Vers. Lab. Nr. 1434.)

6. Riemen aus Reutlinger Braunleder und zwar

a) Ein 54 cm langes Stück einfacher Riemen ohne Naht, 5,0 cm breit, 0,36 cm dick, 1,80 qcm Querschnitt. Mittelst der Zahnkeile eingespannt und gemessen wie die früheren, ergaben sich folgende, auf Blatt IV auch graphisch dargestellten Resultate:

2023. Vers. Lab. Nr. 1429a.

Belastung kg	Länge des abgesteckten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	30,00		
100	34,00	4,0	407 at
150	34,95	1,7	} 1040 at
200	35,70	1,5	
250	36,50	1,6	
300	—		
0	31,90		El.-Mod. = 355 at
50	34,25	4,7	„ „ = 926 at
100	35,15	1,8	„ „ = 1390 at.
150	35,75	1,2	
200	36,20	0,9	
250	36,60	0,8	
300	37,20	1,2	
310	37,35	1,5	
320	37,50	1,5	
330	37,60	1,0	
340	37,70	1,0	
350	Bruch an einer Einspannstelle; nochmals mit anderen (stumpferen) Gebissen eingespannt erfolgt der Bruch ungefähr in der Mitte bei 490 kg Belastung oder 272 at.		

b) Ein 54 cm langes Stück, bestehend aus zwei, durch Leimen und dreifache Riemchen-Naht so verbundenen Hälften, wie Fig. 2 auf Blatt I zeigt. Breite 5,0 cm, Dicke des einfachen Riemens 0,40 cm; Querschnitt desselben 2,00 qcm. Eingespannt und gemessen wie das vorige ergaben sich folgende, auf Blatt IV auch graphisch dargestellte Resultate:

2017. Vers. Lab. Nr. 1429b.

Belastung kg	Länge des abgesteckten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	30,00		
50	32,20	4,4	341 at
100	34,00	3,6	417 at

Belastung kg	Länge des abgesteckten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
150	35,00	2,0	} El.-Mod. im Mittel = 750 at.
170	35,45	2,25	
180	35,60	1,5	
190	35,80	2,0	
200	36,00	2,0	
210	36,15	1,5	
220	36,50	3,5	
230	36,80	3,0	
240	36,95	1,5	
250	37,25	3,0	
260	37,50	2,5	
270	37,80	3,0	
280	38,10	3,0	
290	38,35	2,5	
300	wird nicht ganz erreicht, dann erfolgt der Bruch		

in der Naht ungefähr so wie in Fig. 2 auf Blatt I durch die Linien c' c', cd angedeutet, also bei 147 at. Die Naht verringert die Festigkeit um ca. 46%.

c) Ein 54 cm langes Stück, bestehend aus zwei durch Leimen und 4 fache Riemchen-Naht so verbundenen Stücken, wie Fig. 1 auf Blatt I zeigt. Breite 9,9 cm, Dicke des einfachen Riemens 0,5 cm; Querschnitt des letzteren 4,95 qcm. So, wie die vorigen eingespannt und gemessen ergaben sich folgende, auf Blatt IV auch graphisch dargestellte Resultate:

2027. Vers. Lab. Nr. 1429c.

Belastung kg	Länge des abgesteckten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	30,00		
100	31,15	1,15	527 at
200	31,65	0,5	} El.-Mod. im Mittel = 1290 at
300	32,20	0,55	
400	32,70	0,5	
500	33,10	0,4	
550	33,35	0,5	
600	33,55	0,4	
650	33,70	0,3	
700	33,95	0,5	
750	34,20	0,4	
800	34,40	0,4	
850	34,60	0,4	} El.-Mod. im Mittel = 1500 at
900	34,80	0,4	
950	35,00	0,4	
1000	35,35	0,7	
1050	35,60	0,5	
1100	36,00	0,8	
1150	Bruch in der Naht, bei 232 at durch de, ef (Fig 1, Blatt I). Die Naht verschwächt also nur um ca. 15%.		

7. Doppelriemen aus Englischem Braunleder, 32 cm lang, bestehend aus zwei gleichlangen, ihrer ganzen Länge nach aufeinander gelegten, durch Leimen und mittelst zweier gegeneinander versetzten Nietten ver-

bundenen Stücken. Die Nieten von der Form und Grösse wie eine der in Fig. 6, Blatt I abgebildeten. Breite 6,25 cm, Dicke des Doppelriemens 0,8 cm. Eingespannt mit Zahnkeilen wie alle vorigen. Abgerissen mit 1100 kg durch eine der Nieten hindurch. Zugfestigkeit 220 at. (2029. Vers. Lab. Nr. 1432.)

8a. Ein 54 cm langes Stück Riemen aus Amerikanischem Braunleder, aus zwei durch Leimen und dreifache Riemchen-Naht (Fig. 2, Blatt I) verbundenen Stücken bestehend. Breite 4,8 cm, Dicke des einfachen Riemens 0,4 cm; Querschnitt 1,92 qcm. Eingespannt und gemessen wie alle die vorigen, ergaben sich folgende, auf Blatt IV auch graphisch dargestellte Resultate:

2024. Vers. Lab. Nr. 1430.

Belastung kg	Länge des abgesteckten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	30,00		
50	31,15	2,3	680 at
100	31,70	1,1	1420 at
150	32,05	0,9	1740 at
200	32,35	0,6	} 2230 at.
250	32,70	0,7	
300	33,10	0,8	
350	33,45	0,7	
400	33,80	0,7	
450	Bruch in der Naht durch de, ef (Fig. 2, Blatt I)		

bei 234 at.

8b. Ein 100 cm langes Stück Riemen aus Amerikanischem Braunleder, aus zwei Stücken bestehend, die auf eine Länge von 57 cm aufeinander geleimt und an den Enden dieser Länge durch je 5 Nieten verbunden sind, wie Fig. 6 auf Blatt I zeigt. Breite 10,06 cm, Dicke des einfachen Riemens 0,47 cm; Querschnitt 4,73 qcm. Eingespannt wie die vorigen erfolgt der Bruch bei 1000 kg Belastung oder 211 kg pro qcm des einfachen Riemen-Querschnitts durch eine Nietreihe (durch a b in obiger Figur). (2031. Vers. Lab. Nr. 1431.)

9. Folgende sechs, 126—146 cm lange Riemenstücke aus gewalztem Bordeauxleder waren an ihren Enden mit den Bachmann'schen Patentschliessen aus schmiedbarem Guss verbunden; die fünf ersten mit Schliessen, die je nach der Breite aus 2—6 Hacken und entsprechenden Ösen bestanden, und von denen eine mit 4 Hacken in Fig. 7 auf Blatt I abgebildet ist; die Dimensionen der anderen waren, abgesehen von der Breite, die gleichen. Die 4 Nieten a waren ursprünglich nicht vorhanden; sie wurden erst hinzugefügt, als die ersten Versuche (s. u.) zeigten, dass sich die Stiften b der Schliessen schon bald, bei verhältnissmässig geringer Belastung, aus dem Leder zogen. Das sechste Stück war an den Enden mit der Bachmann'schen Riemenzange ver-

bunden, welche in Fig. 5 auf Blatt I dargestellt ist. Bei derselben sind an den Befestigungsstellen mit dem Riemen auf letzteren zwei je 14 cm lange Riemenstücke mit 3 facher Riemchen-Naht aufgenäht.

Sämmtliche Riemenstücke wurden mittelst des in Fig. 14 auf Blatt I abgebildeten Apparates geprüft, indem sie endlos über die Rollen von 15 cm Durchmesser und zwar, wo nicht ausdrücklich anders gesagt ist, so gelegt wurden, dass die Verbindungsstelle frei, mitten zwischen den beiden Rollen lag.

a) Riemen von 3,9 cm Breite, 0,45 cm Dicke, also 1,75 qcm Querschnitt, die Enden mittelst der Bachmann'schen Patentschliesse mit 2 Hacken verbunden. Bei 250 kg Belastung (70 at Riemen Spannung) springt die Schliesse vom Riemen ab; als dann der Riemen so aufgelegt wurde, dass die Schliesse an der einen Rolle anlag, wurde erst bei 350 kg Belastung (100 at Riemen Spannung) die eine Schliesse aus dem Riemen gerissen. Nach Anbringen der Nieten a endlich erfolgte der Bruch erst bei 850 kg Belastung (243 at Riemen Spannung) und zwar durch Reissen des Riemens an einer durch die Schliessenstiften geschwächten Stelle. Die Schliesse selbst blieb gut. (2184. und 2196. Vers. Lab. Nr. 1436.)

b) Riemen von 7,5 cm Breite und 0,45 cm Dicke, 3,37 qcm Querschnitt, die Enden mittelst Bachmann'scher Patentschliesse mit 3 Hacken verbunden. Bei 800 kg Belastung (118 at Riemen Spannung) springt die Schliesse einerseits vom Riemen ab. Nach Anbringung der Nieten zieht sich bei 1200 kg Belastung (178 at Riemen Spannung) auf der einen Seite die Schliesse sammt Nieten aus dem Leder. (2183. und 2196. Vers. Lab. Nr. 1437.)

c) Riemen von 9,5 cm Breite und 0,5 cm Dicke, 4,75 qcm Querschnitt, die Enden mittelst Bachmann'scher Patentschliesse mit 4 Hacken verbunden. Bei 1200 kg Belastung (126 at Riemen Spannung) springt die Schliesse vom Riemen. Nach Anbringung der Nieten zieht sich bei 1300 kg Belastung (137 at Riemen Spannung) die Schliesse ganz wie beim vorigen Versuch vom Riemen ab. (2182. und 2196. Vers. Lab. Nr. 1438.)

d) Riemen von 12,5 cm Breite, 0,5 cm Dicke, 6,25 qcm Querschnitt, die Enden mittelst Bachmann'scher Riemen-schliesse mit 5 Hacken verbunden. Bei 1600 kg Belastung (128 at Riemen Spannung) springt die Schliesse vom Riemen ab. Nach Anbringung der Nieten erfolgt bei 2400 kg Belastung (192 at Riemen Spannung) der Bruch in der Schliesse durch Abbrechen der 5 Hacken. Der Riemen bleibt mit dem Lappen der Schliesse gut verbunden. (2181. und 2196. Vers. Lab. Nr. 1439.)

e) Riemen von 14,5 cm Breite und 0,5 cm Dicke, 7,25 qcm Querschnitt, die Enden mittelst Bachmann'scher Patentschliesse mit 6 Hacken verbunden. Bei 2250 kg

Belastung (155 *at* Riemenspannung) springt der Riemenverbinder vom einen Ende des Riemens ab, indem sich die Stiftchen der Schliesse aus dem Riemen ziehen. Leder sowohl als Schliesse bleiben unbeschädigt. Es wurde hierauf ein Stück des Riemens abgeschnitten, die Schliesse von Neuem in den Riemen geschlagen und dieser so um die Rollen gelegt, dass die Schliesse an einer derselben, auf ihrer Rückseite, anlag. Nun erfolgte der Bruch ganz so wie vorhin schon bei 2000 *kg* Belastung (138 *at* Riemenspannung). Nach Anbringung der Niete *a* endlich erfolgte der Bruch erst bei 2600 *kg* Belastung (178 *at* Riemenspannung) durch Herausziehen der Stiften der Schliesse und Abreißen des Leders an einer Ecke der letzteren zugleich. Dabei zeigte sich, dass die Köpfe der Niete zu dünn waren, da sie beim Durchziehen des Leders umgefaltet wurden. (2180. und 2196. Vers. Lab. Nr. 1440.)

t) Riemen von 11,0 *cm* Breite, 0,55 *cm* Dicke, 6,05 *qcm* Querschnitt, die Enden mittelst der Bachmann'schen Riemenzange (Fig. 5, Blatt I) verbunden. Bei 2100 *kg* Belastung (173 *at* Riemenspannung) reisst der Riemen mitten durch. Die Verbindung bleibt unverletzt. (2185. Vers. Lab. Nr. 1441.)

10. a) Ein 200 *cm* langer, offener Ledertreibriemen von 7,05 *cm* Breite, 0,45 *cm* Dicke, 3,17 *qcm* Querschnitt, an beiden Enden mittelst Schnalle und Bolzen eingespannt (Fig. 12 auf Blatt I). Die Verlängerung wurde auf 50 *cm* mittelst eines in Millimeter getheilten Stahlbandmasses gemessen. Das Resultat der Prüfung ist in folgender Tabelle enthalten und graphisch auf Blatt IV dargestellt:

Belastung <i>kg</i>	Länge des abgesteckten Stücks <i>cm</i>	Diff. für 10 <i>kg</i> <i>mm</i>	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	50,00		
100	52,25	2,25	700 <i>at</i>
200	53,60	1,35	1170 „
300	54,65	1,05	1500 „
400	55,60	0,95	1660 „
500	56,80	1,20	1310 „
0	54,25		
500	56,95	0,54	2920 <i>at</i>
600	58,00	1,05	
700	58,95	0,95	
800	59,95	1,00	
900	60,60	0,65	

1000 werden nicht erreicht, der Bruch erfolgt vorher, an dem einen Ende nächst der Einspannschnalle und durch den Druck derselben beeinflusst. Nach nochmaliger Einspannung der längeren der beiden Bruchstücke erfolgt der Bruch erst bei 1350 *kg* Belastung, unbeeinflusst von beiden Schnallen. Die Zugfestigkeit des Riemens ist also 425 *at*. (Vers. auf der Nürnberger Ausstellung 1882, s. „Civilingenieur“ Bd. XXVIII S. 573.)

b) Ein 190 *cm* langes Riemenstück, von demselben grösseren Stück abgeschnitten, wie das vorige, also von gleicher Breite und Dicke und gleichem Querschnitt, die Enden mittelst der Bachmann'schen Patentschliesse mit drei Hacken und den Niete *a* (Fig. 7, Blatt I) verbunden. Der endlose Riemen wurde über die Rollen *x* der Vorrichtung in Fig. 14, Blatt I gelegt, so dass die Verbindung am unteren Riementeil frei lag; auf dem oberen wurde ein 50 *cm* langes Stück abgesteckt und bei gesteigerter Belastung mit demselben Stahlbandmass gemessen, wie vorhin; die Resultate, auf Blatt IV auch graphisch dargestellt, sind folgende:

Belastung <i>kg</i>	Länge des abgesteckten Stücks <i>cm</i>	Diff. für 10 <i>kg</i> <i>mm</i>	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	50,00		
200	51,95	1,95	810 <i>at</i>
400	52,80	0,85	} El.-Mod. im Mittel = 1890 <i>a</i>
600	53,70	0,90	
800	54,45	0,75	
0	51,75		
800	54,70	0,74	2140 <i>at</i>
1000	55,20	0,50	3150 „
1200	56,30	1,10	1430 „
1400			werden nicht mehr ganz, aber nahezu erreicht,

dann erfolgt der Bruch am Riemenverbinder durch Herausziehen der Niete (Umfalten ihrer Köpfe) und Stiften aus dem Leder, bei 220 *at* Spannung des Riemen-Querschnitts. (Vers. auf der Nürnberger Ausstellung 1882, „Civilingenieur“ Bd. XXVIII S. 587.)

11. Ein 50 *cm* langes Stück Lederriemen, einfach, ohne Naht, offen, 5,85 *cm* breit, 0,4 *cm* dick, 2,34 *qcm* Querschnitt, mittelst der Zahnkeile (Fig. 8, Blatt I) eingespannt, die Verlängerung auf 40 *cm* wie bisher gemessen, ergab folgende, auf Blatt IV auch graphisch dargestellte Resultate:

3119. Vers. Lab. Nr. 1791.

Belastung <i>kg</i>	Länge des abgesteckten Stücks <i>cm</i>	Diff. für 10 <i>kg</i> <i>mm</i>	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	40,0		
100	42,5	2,5	680 <i>at</i>
200	44,8	2,3	740 „
300	46,0	1,2	1425 „
0	42,2		
300	46,2	1,33	1280 <i>at</i>
400	47,6	2,4	
500	49,0	1,4	
600	51,0	2,0	

Bruch an einer der Einspannstellen bei 256 *at* Riemenspannung. Der hierauf in der Breite auf 3,8 *cm* (1,52 *qcm*) verschwächte Riemen riss bei 350 *kg* Belastung oder 230 *at* Spannung. Das obige Resultat ist also als das richtigere anzusehen.

12. Ein 170 cm langes, nach einem neuen (1880) patentirten Verfahren hergestelltes Lederriemenstück von 1,6 cm Breite, 0,4 cm Dicke, 0,64 qcm Querschnitt, mittelst Schnallen und Schlingen (Fig. 12 auf Blatt I) eingespannt, ergibt folgende, auf Blatt IV auch graphisch dargestellte Resultate:

3365. Vers. Lab. Nr. 1929.

Belastung kg	Länge des abgesteckten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	40,00		
20	40,50	2,5	} Mittlerer El.-Mod. = 2500 at
40	41,00	2,5	
60	41,50	2,5	
80	41,85	1,75	
100	42,20	1,75	} Mittlerer El.-Mod. = 3750 at
0	40,80		
100	42,20	1,4	4470 at
120	42,60	2,0	} Mittlerer El.-Mod. = 3120 at
140	43,00	2,0	
160	43,40	2,0	
180	43,80	2,0	
200	44,50	3,5	
0	41,75		} 4390 at
200	44,60	1,42	
220	45,40	4,0	
240	werden nicht mehr erreicht; es erfolgt der Bruch bei circa 230 kg Belastung oder 360 at Riemen- spannung.		

B. Baumwolle- und Hanf-Treibriemen.

1. Ein 50 cm langes, offenes Stück Baumwolltreibriemen, stark imprägnirt, 20,0 cm breit, 0,8 cm dick, 16,0 qcm im Querschnitt, mittelst der Zahnkeile (Fig. 8, Blatt I) eingespannt und die Verlängerung einer 40 cm langen Strecke in der Mitte der Breite gemessen, ergibt folgende, auf Blatt IV auch graphisch dargestellte Resultate:

3117. Vers. Lab. Nr. 1790a.

Belastung kg	Länge des abgesteckten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	40,0		
200	40,5	0,25	} 1000 at
400	41,2	0,35	
600	41,9	0,35	
800	42,7	0,40	
1000	43,3	0,30	
0	41,2		} 1140 at
1000	43,4	0,22	
1200	43,8	0,20	} El.-Mod. im Mittel = 1140 at
1400	44,2	0,20	
1600	44,9	0,35	
1800	45,3	0,20	
2000	45,6	0,15	

Belastung kg	Länge des abgesteckten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	42,8		} 1720 at
2000	45,7	0,145	
2200	46,2	0,25	
2400	46,7	0,25	
2600	47,0		

Bruch, sehr einseitig. Nochmal eingespannt werden 3200 kg gut gehalten, bei 3300 kg (206 at Riemen-
spannung) aber erfolgt der Bruch am einen Ende, durch die Einspannung beeinflusst, aber von beiden Seiten zugleich herein, wobei der mittlere Theil auf eine Breite von ca. 7 cm ganz bleibt und sich aus den Gebissen herauszieht, wohl in Folge davon, dass diese gewebten Riemen immer an den Rändern etwas dicker und dichter sind, als in der Mitte.

2. Ein 50 cm langes, offenes Stück Baumwolltreibriemen, aus derselben Quelle, wie der vorige, ebenso imprägnirt, 11,0 cm breit, 0,6 cm dick, 6,5 qcm Querschnitt, ebenso, wie der vorige eingespannt und die Verlängerung ebenfalls so gemessen, wie dort, ergibt folgende, auf Blatt IV auch graphisch dargestellte Resultate:

3118. Vers. Lab. Nr. 1790b.

Belastung kg	Länge des abgesteckten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	40,0		
100	41,1	1,1	} 550 at
200	42,1	1,0	
300	42,9	0,8	} 1210 at
400	43,5	0,6	
500	44,0	0,5	
0	42,0		
500	44,2	0,44	
600	44,7	0,5	} 1380 at
700	45,1	0,4	
800	45,5	0,4	
900	45,9	0,4	
1000	46,3	0,4	
0	43,7		} 2240 at
1000	46,4	0,27	
1100	46,7	0,3	} El.-Mod. im Mittel = 1515 at
1200	47,1	0,4	
1300	47,4	0,3	
1400	47,5	0,1	
1500	48,0		

Bruch an einer Einspannstelle, gleichmässig von beiden Seiten herein, aber in der Mitte etwas unvollständig, bei 227 at Spannung.

3. Ein 50 cm langes offenes Stück Baumwolle-Treibriemen, wahrscheinlich aus derselben Quelle wie die beiden vorigen und ebenso imprägnirt, 13,2 cm breit, 0,6 cm dick, 7,92 qcm Querschnitt, ebenso wie die beiden vorigen ein-

gespannt und gemessen, ergibt folgende, auf Blatt IV auch graphisch dargestellte Resultate:

3132. Vers. Lab. Nr. 1802.

Belastung <i>kg</i>	Länge des abgesteckten Stücks <i>cm</i>	Diff. für 10 <i>kg</i> <i>mm</i>	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	40,0		
100	41,8	1,8	280 at
200	42,6	0,8	} El.-Mod. im Mittel = 630 at
300	43,4	0,8	
400	44,2	0,8	
500	44,9	0,7	
600	45,5	0,6	
700	46,2	0,7	} El.-Mod. im Mittel = 1260 at
800	46,7	0,5	
900	47,1	0,4	
1000	47,5	0,4	
0	44,2		
1000	47,5	0,33	} El.-Mod. im Mittel = 1800 at
1100	47,8	0,3	
1200	48,2	0,4	
1300	48,6	0,4	
1400	49,0	0,4	
1500	49,4	0,4	
1600	49,7	0,3	
1700	50,0	0,3	
1800	50,3	0,3	
1900	50,6	0,3	
2000	50,8	0,2	
0	48,1		3740 at
2000	50,8	0,135	} El.-Mod. im Mittel = 3370 at
2200	51,1	0,15	
2400	51,4	0,15	

Bruch an der einen Einspannstelle; nochmals eingespannt erfolgt der Bruch bei derselben Belastung (303 at Riemenspannung) wieder an einer Einspannstelle.

Folgende 8 Probestücke sind Baumwolltreibriemen der „Patent Cotton Driving Company“ in London in 4 verschiedenen Breiten, je zwei von gleicher Breite, Dicke und sonstiger Beschaffenheit, aber der eine jedes solchen Paares immer doppelt so lang (10 Fuss englisch) als der andere und mit den Enden durch Kupfernieten (Fig. 5 auf Blatt II) verbunden, während der kürzere offen war und auch so geprüft wurde. Die Einspannungsweise war bei den endlosen Stücken die in Fig. 14, bei den offenen die mittelst Schnallen und Schlingen und in Fig. 12 Blatt I abgebildete. Die Verlängerungen wurden wieder mittelst des in *mm* getheilten Stahlbandmaasses gemessen. Die Resultate dieser Messungen sind in nachstehenden Tabellen enthalten und auf Blatt IV auch graphisch dargestellt.

4. Endloser Baumwolltreibriemen von 5,5 *cm* Breite, 0,4 *cm* Dicke, 2,20 *qcm* Querschnitt, schwarz imprägnirt (Carbonite), die Enden mittelst Kupfernieten so verbunden, wie es Fig. 1 auf Blatt II zeigt.

Bauschinger, Mittheilungen, XVII.

3456. Vers. Lab. Nr. 2065.

Belastung <i>kg</i>	Länge des abgesteckten Stücks <i>cm</i>	Diff. für 10 <i>kg</i> <i>mm</i>	Bemerkungen Elasticitäts-Modul	
0	100,00			
100	103,55	7,1	640 at	
200	105,32	3,54	} El.-Mod. im Mittel = 630 at	
300	106,61	2,58		
400	107,50	1,78		
500	108,40	1,80		
0	104,24			2720 at
500	108,42	1,67	} El.-Mod. im Mittel = 1260 at	
600	109,10	1,36		
700	109,75	1,30		
800	110,52	1,54		
900	111,14	1,24		
1000	111,88	1,48		
0	106,55			4250 at
1000	111,90	1,07		} El.-Mod. im Mittel = 1800 at
1100	112,38	0,96		
1200	112,74	0,72		
1300	113,21	0,94		
1400	113,72	1,02		
1500				

Die Nieten ziehen sich durch bei 341 at Riemenspannung. Bleibende Verlängerung nach dem Bruche 4,38 %.

Nachdem von diesem Riemen die Verbindungsstelle herausgeschnitten worden war, wurde er als offener Riemen (4^a) mittelst Schnallen und Schlingen eingespannt und am gleichen Tage unter Erhalt der folgenden Resultate nochmal geprüft:

3458. Vers. Lab. Nr. 2065.

Belastung <i>kg</i>	Länge des abgesteckten Stücks <i>cm</i>	Diff. für 10 <i>kg</i> <i>mm</i>	Bemerkungen Elasticitäts-Modul	
0	100,00			
100	105,47	5,47	830 at	
200	106,79	1,32	} El.-Mod. im Mittel = 630 at	
300	107,61	0,82		
400	108,38	0,77		
500	108,91	0,53		
0	105,22			5930 at
500	109,05	0,76	} El.-Mod. im Mittel = 1260 at	
600	109,52	0,47		
700	109,94	0,42		
800	110,45	0,51		
900	110,96	0,51		
1000	111,90	0,94		
0	107,33			
1000	112,30			
1100				werden nicht mehr ganz erreicht, dann erfolgt der Bruch quer durch, nahe an der hintern Einspannstelle, ausserhalb der abgesteckten 100 <i>cm</i> , bei 477 at Riemenspannung. Die bleibende Verlängerung nach dem Bruche beträgt 3,18 <i>cm</i> oder 3,18 Prozent der neu aufgetragenen Länge.

5. Offener Baumwolltreibriemen, dem vorigen ganz gleich an Breite, Dicke etc. und ebenso imprägnirt.

3462. Vers. Lab. Nr. 2061.

Belastung kg	Länge des abgesteck- ten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	25,00		
100	26,42	1,42	800 at
200	27,00	0,58	
300	27,35	0,35	
400	27,70	0,35	
500	28,00	0,30	3790 at
0	26,64		
500	28,02	0,27	4120 at
600	28,24	0,22	} El.-Mod. im Mittel = 4900 at
700	28,53	0,29	
800	28,68	0,15	
900	28,98	0,30	
1000	29,18	0,20	
0	27,65		
1000	29,19	0,154	7380 at
1100	29,32	0,13	

werden nahezu erreicht, dann erfolgt der Bruch nahe an der einen Schnalle bei 540 at Riemenspannung. Bleibende Verlängerung 9,4%.

6. Endloser Baumwolltreibriemen von 10,0 cm Breite und 0,3 cm Dicke, 3,00 qcm Querschnitt, weiss imprägnirt (Albanite), die Enden mittelst Kupfernieten so verbunden, wie Fig. 2 auf Blatt II zeigt.

3454. Vers. Lab. Nr. 2067.

Belastung kg	Länge des abgesteck- ten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	100,00		
100	104,88	9,76	340 at
200	107,30	4,84	
300	109,12	3,64	
400	110,35	2,46	
500	111,40	2,10	1590 at
0	105,90		
100	107,50	3,20	1040 at
200	108,95	2,90	
300	109,95	2,00	1670 at
400	110,75	1,60	
500	111,40	1,30	
600	112,22	1,64	} 2780 at
700	112,82	1,20	
800	113,50	1,36	
900	114,15	1,30	
1000	114,76	1,22	
0	108,92		
1000	114,90	1,196	2790 at Krachen
1100	115,86	1,92	Die Verbindung fängt an, sich zu lösen
1200	116,38	1,04	
1300	116,82	0,88	

Der Riemen zieht sich langsam aus den Nieten bei 233 at Riemenspannung; bleibende Verlängerung hier nach 10,62%.

Nach Ausschneiden der Verbindungsstelle wurde derselbe Riemen als offener behandelt (6a) und mittelst

Schnallen und Schlingen eingespannt. Die Resultate der angestellten Messungen sind in folgender Tabelle enthalten:

3457. Vers. Lab. Nr. 2067.

Belastung kg.	Länge des abgesteck- ten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	100,00		
100	104,62	4,62	720 at
200	106,11	1,49	
300	106,99	0,88	
400	107,81	0,82	
500	108,52	0,71	4690 at
0	104,34		
500	108,55	0,842	3690 at
600	109,28	0,73	
700	109,81	0,53	
800	110,42	0,61	
900	111,25	0,83	
1000	111,94	0,69	
0	106,74		
1000	112,40	0,566	5890 at
1100	113,12	0,72	

werden einige Zeit gehalten, dann erfolgt der Bruch in schiefer Richtung in der Nähe der einen Einspannstelle, ausserhalb der abgesteckten Länge von ursprünglich 100 cm, bei 400 at Riemenspannung. Bleibende Verlängerung 8,02%.

7. Offener Baumwolltreibriemen, dem vorigen an Breite und Dicke nahezu gleich (9,9 cm breit, 0,315 cm dick, 3,12 qcm Querschnitt) und ebenso imprägnirt, wie jener.

3460. Vers. Lab. Nr. 2063.

Belastung t	Länge des abgesteck- ten Stücks cm	Diff. mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	25,00		
100	27,55	2,55	280 at
200	28,17	0,82	
300	28,56	0,39	
400	28,93	0,37	
500	29,23	0,30	2670 at
0	27,53		
500	29,25	0,344	2330 at
600	29,47	0,22	} El.-Mod. im Mittel = 3740 at
700	29,68	0,21	
800	29,90	0,22	
900	30,14	0,24	
1000	30,32	0,18	
0	28,60		
1000	30,38	0,178	4510 at
1100	30,59		
1200	30,80		

werden nicht erreicht; Bruch im vollen Querschnitt bei 400 at Riemenspannung nahe an der einen Einspannstelle. Bleibende Verlängerung nach dem Bruche 13,6%.

8. Endloser Baumwolltreibriemen von 15,0 cm Breite und 0,3 cm Dicke, 4,5 qcm Querschnitt, weiss imprägnirt,

die Enden durch Kupfernieten verbunden, wie Fig. 3 auf Blatt II zeigt.

3455. Vers. Lab. Nr. 2068.

Belastung kg	Länge des abgesteckten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	100,00		
100	104,62	3,24	240 at
200	106,55	3,86	
300	108,18	3,26	
400	109,32	2,28	
500	110,34	2,04	1090 at
0	105,48		
500	110,45	1,988	1120 at
600	111,14	1,42	
700	111,94	1,60	
800	112,55	1,22	
900	113,16	1,22	
1000	113,74	1,16	
0	107,48		
1000	114,00	1,304	1700 at
1100	114,59	1,18	Verbindung beginnt sich zu lösen
1200	115,00	0,82	
1300	115,41	0,82	
1400	115,95	1,08	
1500	116,45	1,00	
0	110,05		
1500	116,60	0,874	2550 at
1600	116,93	0,66	} 3370 at
1700	117,28	0,70	
1800	117,56	0,56	
1900	117,91	0,70	
2000	118,25	0,68	
0	112,18		
2000	118,51	0,632	3510 at
2100	118,80	0,58	
2200	119,15	0,70	
2300			werden nicht erreicht, die Niete der Verbindungs-

stelle ziehen sich durch, bei 250 at Riemenspannung. Bleibende Verlängerung nach dem Bruche 7,63 %.

Nach Ausschneiden der Verbindungsstelle wurde derselbe Riemen mittelst Schnallen und Schlingen als offener eingespannt (8a) und folgendes Resultat damit erhalten:

3459. Vers. Lab. Nr. 2068.

Belastung kg	Länge des abgesteckten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	100,00		
100	103,50	3,50	640 at
200	104,95	1,45	
300	105,78	0,83	
400	106,61	0,83	
500	107,04	0,43	5170 at
0	102,18		
500	107,11	0,986	2290 at
600	107,47	0,36	
700	107,89	0,42	
800	108,24	0,35	
900	108,72	0,48	
1000	109,02	0,30	

Belastung kg	Länge des abgesteckten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	103,90		
1000	109,17	0,527	4220 at
1100	109,52	0,35	
1200	109,79	0,27	
1300	110,11	0,32	
1400	110,67	0,56	
1500	111,07	0,40	
0	105,70		
1500	111,38	0,379	
1600	111,91	0,53	
1700	112,28	0,37	

Bruch unmittelbar nach dem Messen, in schiefer Richtung, hart am Ende der abgesteckten Länge, bei 378 at Riemenspannung.

9. Offener Baumwolltreibriemen von nahezu gleicher Breite und Dicke wie der vorige (14,95 cm breit, 0,30 cm dick, 4,48 qcm Querschnitt) und von derselben Beschaffenheit, ebenfalls weiss imprägnirt. Mit Schnallen und Schlingen eingespannt, kamen jene so nahe zusammen, dass für die Messung der Verlängerung keine genügende Länge mehr blieb. Der Riemen wurde deshalb nur abgerissen, was bei 1900 kg Belastung oder 425 at Spannung geschah, und zwar nahe an der einen Schnalle. (346. Vers. Lab. Nr. 2064.)

10. Endloser Baumwolltreibriemen, 30,3 cm breit, 0,52 cm dick, 15,76 qcm Querschnitt, schwarz imprägnirt, wie die unter Nr. 4 und 5, die Enden mittelst Kupfernieten und einem Deckstück so verbunden, wie es Fig. 4 auf Blatt II zeigt.

3464. Vers. Lab. Nr. 2066.

Belastung kg	Länge des abgesteckten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	100,00		
200	104,66	4,66	136 at
400	106,58	1,92	
600	107,81	1,23	
800	108,83	1,02	
1000	109,45	0,62	1020 at
0	104,80		
1000	109,46	0,932	680 at
1200	110,04	0,58	
1400	110,48	0,44	} 1490 at
1600	110,90	0,42	
1800	111,30	0,40	
2000	111,74	0,44	
0	106,52		
2000	111,70	0,518	1225 at
2200	112,02	0,32	
2300			werden gehalten, 2400 kg aber nicht ganz erreicht,

dann ziehen sich die Niete durch, bei 75 at Riemenspannung. Bleibende Verlängerung 7,38 %.

Nach Ausschneiden der Verbindungsstelle wird derselbe Riemen als offener (10a) behandelt und mittelst Schnallen und Schlingen eingespannt. Dabei ergaben sich folgende Resultate:

3465. Vers. Lab. Nr. 2066.

Belastung kg	Länge des abgesteckten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	65,00		
200	67,73	1,365	317 at
400	68,60	0,435	
600	69,23	0,318	
800	69,62	0,195	
1000	69,98	0,18	2290 at
0	67,38		
1000	69,99	0,261	1580 at
1200	70,27	0,14	
1400	70,58	0,15	} El.-Mod. im Mittel = 2870 at
1600	70,83	0,125	
1800	71,14	0,155	
2000	71,43	0,145	
0	68,42		
2000	71,49	0,153	2690 at
2200	71,71	0,11	
2400	71,90	0,095	} El.-Mod. im Mittel = 4000 at
2600	72,11	0,105	
2800	72,36	0,125	
3000	72,52	0,08	
0	69,30		
3000	72,57	0,109	3780 at
3200	72,70	0,065	
3400	72,88	0,09	
3600	73,01	0,115	
3800	73,12	0,055	
4000	73,40	0,14	
0	70,01		

4000 werden nicht wieder erreicht, dann beginnt der Bruch an der einen Einspannstelle von rechts herein und bald darauf auch an der andern von links herein. Die Schnallenspangen haben sich ziemlich stark krumm gebogen, daher wohl das einseitige Reissen von den Rändern herein und die verhältnissmässig kleine Zugfestigkeit von 254 at.

11. Offener Baumwolltreibriemen von derselben Breite und Dicke und der gleichen Beschaffenheit, wie der vorige, und ebenso imprägnirt. Mit Schnallen und Schlingen eingespannt, konnte aus denselben Gründen wie bei Nr. 9 keine Verlängerung gemessen, der Riemen nur abgerissen werden. Diess geschah bei 3100 kg Belastung, also 197 at Riemen Spannung, wobei wieder der Bruch beiderseits von den Rändern herein begann. Die Spangen der Schnallen waren wieder ziemlich stark verbogen, wodurch wohl der Riemen an den Rändern mehr belastet war, als in der Mitte.

12. Ein 150 cm langes, 12,0 cm breites und 0,5 cm dickes, also 6,00 qcm im Querschnitt haltendes Riemenstück aus Prima-Kernhanf von J. Staudt in Bayreuth, mit

Schnalle und Schlinge eingespannt, ergibt folgende Resultate, welche auf Blatt IV auch graphisch dargestellt sind:

3551. Vers. Lab. Nr. 2221.

Belastung kg	Länge des abgesteckten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	25,00		
100	25,50	0,5	833 at
200	25,95	0,45	
300	26,15	0,20	
400	26,40	0,25	
500	26,65	0,25	1670 at
0	26,00		
500	26,65	0,13	3200 at
600	26,85	0,20	
700	27,00	0,15	
800	27,15	0,15	
900	27,25	0,1	
1000	27,40	0,15	2780 at
0	26,85		
1000	27,45	0,06	6940 at
1100	27,55	0,1	
1200	27,65	0,1	
1300	27,70	0,05	
1400	27,75	0,05	
1500	27,85	0,1	4170 at
0	27,10		
1500	27,90	0,053	7810 at
1600	27,95	0,05	
1700	28,00	0,05	
1800	—		Bügel der Schnalle öffnet sich an der Schweissstelle
0	27,25		
1700	28,00	0,044	
1800	28,05	0,05	
1900	28,15	0,1	
2000	28,20	0,05	
0	27,40		
2000	28,20	0,04	10420 at
2100	28,25	0,05	
2200	28,30	0,05	} El.-Mod. im Mittel = 8330 at
2300	28,35	0,05	
2400	28,40	0,05	
2500	28,45	0,05	
0	27,55		
2500	28,45	0,036	11570 at
2600	28,50	0,05	
2700	28,55	0,05	
2800	28,60	0,05	
2900	28,65	0,05	
3000	28,65	0	
0	27,70		
3000	28,65	0,032	13160 at
3100	28,70	0,05	
3200	28,70	0	} El.-Mod. im Mittel = 13890 at
3300	28,75	0,05	
3400	28,75	0	
3500	28,80	0,05	
0	27,90		
3500	nicht vollständig		Reissen einzelne Fäden

aber nahezu wieder erreicht, dann Bruch bei 583 at Spannung.

13. Ein 100 cm langes, 10,0 cm breites und 0,6 cm dickes, also 6,00 qcm im Querschnitt haltendes Stück Hanfurte, unbekanntes Ursprunges und von anderer Webeart, wie die vorige, von einem Maschinenfabrikanten ein-

gesandt, mit Schnalle und Schlinge eingespannt, ergab folgende, auf Blatt IV auch graphisch dargestellte Resultate:

4291. Vers. Lab. Nr. 2685.

Belastung <i>kg</i>	Länge des abgesteckten Stücks <i>cm</i>	Diff. für 10 <i>kg</i> <i>mm</i>	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	10,00		
100	10,20	0,2	833 <i>at</i>
200	10,40	0,2	
300	10,50	0,1	
400	10,55	0,05	3333 <i>at</i>
0	10,20		
400	10,55	0,087	1900 <i>at</i>
500	10,60	0,05	
600	10,65	0,05	
700	10,70	0,05	
800	10,75	0,05	
0	10,35		
800	10,75	0,05	El.-Mod. im Mittel = 3333 <i>at</i>
900	10,80	0,05	
1000	10,85	0,05	
1100	10,90	0,05	
1200	10,95	0,05	
0	10,50		
1200	10,95	0,037	4444 <i>at</i>
1300	11,00	0,05	
1400	11,05	0,05	
1500	11,10	0,05	
1600	11,10	0	
0	10,55		
1600	11,10	0,05	
1700	11,10	0	
1800	11,15	0,05	El.-Mod. im Mittel = 6666 <i>at</i>
1900	11,15	0	
2000	11,20	0,05	
0	10,60		
2000	11,20	0,03	5555 <i>at</i>
2100	11,20	0	
2200	11,20	0	
2300	11,20	0	
2400	11,25	0,05	
0	10,70		
2400	11,25	0,19	7272 <i>at</i>
2500	11,25		
2600	11,25		
2700	11,25		
2800	11,30		Bruch gleichmässig und unbeeinflusst

durch die Einspannung, bei 467 *at* Spannung.

14. Ein 110 *cm* langes, 9,0 *cm* breites und 0,7 *cm* dickes, also 6,3 *qcm* im Querschnitt haltendes, offenes Treibriemenstück aus Kameelhaar ergab, mit Schnallen und Schlinge eingespannt, folgende auf Blatt IV auch graphisch dargestellte Resultate:

4664. Vers. Lab. Nr. 2962a.

Belastung <i>kg</i>	Länge des abgesteckten Stücks <i>cm</i>	Diff. für 10 <i>kg</i> <i>mm</i>	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	20,00		
200	20,15	0,075	4230 <i>at</i>
400	20,35	0,1	3175 „

Belastung <i>kg</i>	Länge des abgesteckten Stücks <i>cm</i>	Diff. für 10 <i>kg</i> <i>mm</i>	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
600	20,50	0,075	
800	20,60	0,05	
0	20,25		
800	20,65	0,05	El.-Mod. im Mittel = 6350 <i>at</i>
1000	20,75	0,05	
1200	20,85	0,05	
1400	21,00	0,075	
1600	21,15	0,075	
0	20,40		
1600	21,15	0,047	6770 <i>at</i>
1800	21,40	0,125	
2000	21,70	0,15	
2200	22,10	0,2	
2400	23,00	0,45	710 <i>at</i>
0	21,15		
2400	23,15	0,083	3810 <i>at</i>
2600	24,30	0,575	

2800 | Bruch der einen Schnalle bei 444 *at* Riemenspannung, wonach sich eine bleibende Verlängerung des Riemens um 6,0% ergab. Derselbe Riemen, mit stärkeren Schnallen eingespannt, riss schon bei 2400 *kg* Belastung an seiner Anlagestelle an der einen Schnalle. Die Zugfestigkeit ist also etwas, aber gewiss nicht viel grösser als 444 *at*

14a. Ein 120,8 *cm* langes, ebenso breites und dickes Treibriemenstück aus Kameelhaar von der gleichen Beschaffenheit, wie das vorige, sollte im wassergesättigten Zustande geprüft werden und wurde deshalb 13 Tage in Wasser gelegt. Es wog im trockenen Zustande bei obiger Länge 804,7 *gr*, im nassen Zustande 960,0 *gr* und hatte sich dabei seine Länge bis auf 118,2 *cm* verringert. Mit Schnallen und Schlinge eingespannt, ergab es folgende Resultate (s. auch Blatt IV):

4672. Vers. Lab. Nr. 2962b.

Belastung <i>kg</i>	Länge des abgesteckten Stücks <i>cm</i>	Diff. für 10 <i>kg</i> <i>mm</i>	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	20,00		
200	20,15	0,075	4230 <i>at</i>
400	20,60	0,225	
600	21,50	0,45	
800	23,55	1,025	310 <i>at</i>
0	20,55		
800	23,90	0,42	760 <i>at</i>
1000	26,90	1,5	210 <i>at</i>
1200	28,50	0,8	
1400	29,20	0,35	
1600	29,70	0,25	1270 <i>at</i>
0	21,60		
1600	29,80	0,51	620 <i>at</i>
1800	30,30	0,25	
2000	30,80	0,25	
2200			plötzlicher Bruch nahe der einen Schnalle, wahrscheinlich etwas durch dieselbe beeinflusst, bei 350 <i>at</i> Riemenspannung.

Die folgenden Hanf-Treibriemen und Hanfgurten sind alle von J. A. Huber's Söhne in Rosenheim. Die unter Nr. 15—17 wurden im Jahre 1880, Nr. 18 und 19 im Jahre 1882, die übrigen in der neuesten Zeit, Ende 1887 und Anfangs 1888 geprüft.

15. Ein endloses, 300 cm langes Stück Doppelkernhanfriemen, 7,0 cm breit, 0,5 cm dick, 3,5 qcm Querschnitt, die Enden mittelst einer zweifachen Lederriemchen-Naht mit einander verbunden. Mittelst der Rollen in Fig. 14, Blatt I eingespannt, rissen die Nähriemchen bei 1300 kg Belastung (185 at Riemenspannung), der Riemen selbst blieb unverletzt.

Derselbe Riemen wurde alsdann als offener mittelst Schnallen und Schlingen eingespannt und dabei folgendes, in Blatt IV auch graphisch dargestelltes Resultat erhalten:

3370. Vers. Lab. Nr. 1931a.

Belastung kg	Länge des abgesteckten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	150,00		10710 at
100	150,40	0,4	
200	150,75	0,35	
300	151,00	0,25	
400	151,25	0,25	
500	151,50	0,25	} El.-Mod. im Mittel = 17150 at
0	150,20		
500	151,55	0,27	15880 at
600	151,75	0,20	Krachen
700	151,90	0,15	
800	152,40	0,50	
900	152,70	0,30	
1000	Bruch, ganz allmählich, in der Mitte, bei 285 at Riemenspannung.		

16. Ein, dem vorigen genau gleiches Stück Hanftreibriemen riss, über die Rollen gespannt, bei derselben Belastung von 1300 kg (185 at Riemenspannung) in der gleichen Weise in den Nähriemchen. Mittelst Schnallen und Schlingen als offener Riemen eingespannt, ergab er folgende, auf Blatt IV auch graphisch dargestellte Resultate:

3371. Vers. Lab. Nr. 1931b.

Belastung kg	Länge des abgesteckten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	150,00		7130 at
100	150,60	0,60	
200	151,00	0,40	} 17150 at
300	151,30	0,30	
400	151,55	0,25	
500	151,80	0,25	} 14780 at
0	150,30		
500	151,75	0,29	
600	152,00	0,25	

Belastung kg	Länge des abgesteckten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
700	152,20	0,20	Krachen.
800	152,90	0,70	
900	153,60	0,70	
1000	Bruch allmählich, in der Mitte, bei 285 at Riemenspannung.		

17. Ein 150 cm langes, offenes Stück Doppelkernhanfriemen, an Breite, Dicke und sonstiger Beschaffenheit den beiden vorigen anscheinend ganz gleich, ergab, mit Schnallen und Schlingen eingespannt, folgende, auf Blatt IV auch wieder graphisch dargestellte Resultate:

3369. Vers. Lab. Nr. 1930b.

Belastung kg	Länge des abgesteckten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	25,0		} El. Mod. im Mittel = 14290 at
100	25,05	0,05	
200	25,10	0,05	
300	25,15	0,05	
400	25,20	0,05	
500	25,25	0,05	} 23800 at
0	25,10		
500	25,25	0,03	} El.-Mod. im Mittel = 23800 at
600	25,25	0	
700	25,30	0,05	
800	25,35	0,05	
900	25,35	0	
1000	25,40	0,05	} 23800 at
0	25,10		
1000	25,40	0,03	} 23800 at
1100	25,40	0	
1200	erst Abreißen einzelner Fäden, dann bei derselben Belastung (343 at Riemenspannung) vollständiger Bruch in der Mitte.		

Ein zweites, genau ebensolches Stück, ebenso eingespannt, ergab nahezu die gleichen Resultate für die Verlängerungen, doch brach bei 1000 kg die Schnalle. Nochmals mit stärkerer Schnalle eingespannt, riss es bei 1250 kg Belastung oder 357 at Spannung ebenfalls allmählich und gleichmässig.

18. Ein 151 cm langes Stück einer Aufzug-Gurte aus Hanf, 12,0 cm breit, 0,6 cm dick, 7,20 qcm Querschnitt, ergab, mit Schnalle und Schlinge eingespannt, folgende, auf Blatt IV auch graphisch dargestellte Resultate:

3593. Vers. Lab. Nr. 2250.

Belastung kg	Länge des abgesteckten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	25,00		1390 at
200	25,50	0,25	

Belastung kg	Länge des abgesteckten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
400	25,80	0,15	
600	25,90	0,05	
800	26,00	0,05	
1000	26,10	0,05	6940 at
0	25,40		
1000	26,15	0,075	4630 at
1200	26,30	0,07	
1400	26,40	0,05	
1600	26,50	0,05	
1800	26,60	0,05	
2000	26,70	0,05	
0	25,90		
2000	26,70	0,04	8680 at
2200	26,80	0,05	
2400	26,85	0,025	
2600	27,00	0,075	
2800	27,10	0,05	
3000	27,30	0,1	
0	26,2		
3000	werden nicht ganz vollständig wieder erreicht,		

dann erfolgt der Bruch. Zugfestigkeit 417 at.

19. Ein 200 cm langes Stück eines offenen Hanftreibriemens, 6,80 cm breit, 0,50 cm dick, 3,40 qcm Querschnitt, der laufende Meter 0,314 kg wiegend, ergab, mit Schnallen und Schlingen (Fig. 12, Blatt I) eingespannt, folgende, auf Blatt IV auch graphisch dargestellte Resultate:

Belastung kg	Länge des abgesteckten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	40,00		
100	40,15	0,15	} 7840 at
200	40,30	0,15	
300	40,45	0,15	
400	40,55	0,10	11770 at
500	40,70	0,15	
0	40,40		
500	40,70	0,06	19610 at
600	40,80	0,10	
700	40,90	0,10	
800	40,95	0,05	
900	41,05	0,10	
1000	41,15	0,10	
0	40,65		
1000	41,15	0,05	23530 at
1100	41,25	0,10	
1200	41,30	0,05	
1300	41,40	0,10	
1400	41,45	0,05	
1500	41,55	0,10	
1600	41,60	0,05	
1700	41,65	0,05	
1800	41,70	0,05	
1900	Bruch, bei 560 at Spannung (Reisslänge 6,05 km).		

(Versuche auf der Nürnberger Ausstellung 1882, „Civilingenieur, XXVIII. Bd. S. 611).

20. Ein 288 cm langes Stück einer schon im Ge-

brauche gewesenen Aufzug-Gurte aus Hanf, 9,0 cm breit, 0,5 cm dick, 4,5 qcm Querschnitt, ergab, mittelst Schellen und Schlingen (Fig. 11 auf Blatt I) eingespannt, folgende Resultate:

5198. Vers. Lab. Nr. 3295.

Belastung kg	Länge des abgesteckten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	100,00		
100	100,10	0,10	22220 at
200	100,25	0,15	} 14810 at
300	100,40	0,15	
400	100,55	0,15	
500	100,70	0,15	
0	100,15		
500	100,70	0,11	17100 at
600	100,80	0,10	
700	100,90	0,10	
800	101,05	0,15	
900	101,15	0,10	
1000	101,25	0,10	
0	100,40		
1000	101,25	0,085	26150 at
1100	101,35	0,10	
1200	101,45	0,10	
1300	101,55	0,10	
1400	101,65	0,10	
1500	101,80	0,15	
1600	101,90	0,10	
1700	102,00	0,10	
1800	102,10	0,10	
1900	102,30	0,20	
2000	werden nicht mehr ganz erreicht, dann erfolgt		

der Bruch bei 430 at Spannung, etwas schief verlaufend, aber fast gleichzeitig durch den ganzen Querschnitt. Mit ihm entstehen auf einer Seite zwei Einrisse.

21. Ein 400 cm langes, endloses Stück Doppelkernhanfriemen, gew. Marke 87, 7,9 cm breit, 0,5 cm dick, 3,95 qcm Querschnitt, der laufende Meter 294,5 gr wiegend, die Enden mittelst des Riemenverbinder Patent Koch, Fig. 8 auf Blatt II, verbunden. Dasselbe wurde zuerst über die Rollen des Einspannapparates Fig. 14 auf Blatt I gelegt, wobei sich schon bei nicht ganz 600 kg Gesamtbelastung oder nicht ganz 76 at Riemenspannung die Enden aus dem Riemenverbinder zogen, auch dann wieder, als sie ein zweitesmal, nach Abschneiden der beschädigten Stelle, im Schloss befestigt und die Schrauben stärker angezogen worden waren. Ein 150 cm langes Stück dieses Riemens wurde dann als offener Riemen mittelst der gewellten, in Fig. 9, Blatt I dargestellten Keile eingespannt und bei Messung der Verlängerung die schon ursprünglich aufgetragene Länge von 100 cm, die sich durch die vorausgegangene Belastung auf 100,15 cm erhöht hatte, benutzt. Die so erhaltenen Resultate sind in folgender Tabelle enthalten und auf Blatt V auch graphisch dargestellt:

5282. und 5285. Vers. Lab. Nr. 3360.

Belastg. des einf. Riemens	Länge des abgesteck- ten Stücks	Diff. für 10 kg	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
kg	cm	mm	
0	100,00		Als endloser Riemen eingespannt
100	100,55	0,55	4600 at
200	100,85	0,30	
300	—		Riemen zieht sich aus dem Schloss
0	100,15		Von hier an als offener Riemen
100	100,60	0,45	5630 at
200	100,90	0,30	8440 at
300	101,10	0,20	
400	101,20	0,10	25320 al
0	100,30		11260 at
400	101,20	0,225	
500	101,40	0,20	
600	101,55	0,15	
700	101,65	0,10	
800	101,90	0,25	
0	100,80		18410 at
800	101,90	0,14	
900	102,05	0,15	
1000	102,2		
1100	werden nicht vollständig erreicht, dann reisst der		

Riemen fast genau in der Mitte unter starkem Nachgeben von einer Seite herein durch den ganzen Querschnitt. Zugfestigkeit 270 at. Jener Riemenverbinder vermindert die letztere also um 72%.

22. Ein 400 cm langes endloses Stück Doppelkornhanfriemen, gew. Marke 87, 9,80 cm breit, 0,55 cm dick, 5,39 qcm Querschnitt, der laufende Meter 394,4 gr wiegend, die Enden mittelst des in Fig. 7 auf Blatt II abgebildeten Riemenverbinders Patent Scholtz miteinander vereinigt. Ueber die Rollen des Einspannapparates Fig. 14 auf Blatt I gelegt, werden 1200 kg (102 at Riemenspannung) Gesamtbelastung nicht ganz erreicht, dann ziehen sich die Enden aus dem Schloss. Hierauf wird ein 150 cm langes Stück desselben Riemens als offener mit den gewellten Keilen Fig. 9 auf Blatt I eingespannt und bei Messung der Verlängerung wieder die ursprünglich abgesteckte, nun aber auf 100,66 cm ausgedehnte Länge benützt. Folgendes sind die so erhaltenen, auf Blatt V auch graphisch dargestellten Resultate:

5283. und 5286. Vers. Lab. Nr. 3361.

Belastg. des einf. Riemens	Länge des abgesteck- ten Stücks	Diff. für 10 kg	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
kg	cm	mm	
0	100,00		Als endloser Riemen
100	101,10	1,10	1680 at
200	101,45	0,35	5300 at
300	101,65	0,20	9280 at
400	101,90	0,25	

Belastg. des einf. Riemens	Länge des abgesteck- ten Stücks	Diff. für 10 kg	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
kg	cm	mm	
0	100,65		5980 at
400	101,90	0,31	
500	102,00	0,10	
600	—		Riemen zieht sich aus dem Schloss
0	100,65		Als offener Riemen
100	101,35	0,70	2650 at
200	101,60	0,25	7240 at
300	101,75	0,15	12380 at
400	101,85	0,10	18560 at
0	100,80		7140 at
400	101,85	0,26	
500	101,90	0,05	
600	102,00	0,10	
700	102,10	0,10	
800	102,20		
0	101,00		11600 at
800	102,28	0,16	
0	101,10		
800	102,30		
0	101,10		12380 at
800	102,30	0,15	
900	102,40	0,10	
1000	102,50	0,10	
1100	102,60	0,10	
1200	102,80	0,20	Knistern
0	101,40		14840 at
1200	102,90	0,125	
0	101,45		

1200 Bruch, nahe an der einen Einspannstelle. Nochmal eingespannt, nachdem man das zerrissene Ende, welches sichtlich an den äusseren Kanten fester gehalten worden war, als in der Mitte, abgeschnitten hatte, wurden 1400 kg Belastung erreicht, worauf plötzlich stärkeres Nachgeben und Einreißen von einer Seite herein erfolgte. Nun wurde ein ca. 1 m langes Stück desselben Hanfriemens wiederholt eingespannt und abgerissen, ohne dass ein ganz gleichmässiger Bruch erreicht werden konnte. Derselbe erfolgte entweder dicht an der Einspannstelle oder von einer Seite herein, immer zwischen 1400 und 1550 kg Belastung oder 260 und 288 at Riemenspannung. Die Schwächung des Riemens durch obige Riemenverbindung beträgt ca. 59%.

23. Ein 400 cm langes, endloses Stück Doppelkornhanfriemen, gew. Marke 87, 12,2 cm breit, 0,57 cm dick, 6,95 qcm Querschnitt, pro laufenden Meter 484,1 gr wiegend, die Enden mittelst 5 Riemenschrauben so verbunden, wie es Fig. 6 auf Blatt II zeigt. Der Riemen wurde ebenso behandelt, wie die beiden vorigen, zuerst über die Rollen des Einspann-Apparates Fig. 14, Blatt I gelegt und dann, nach Abreißen der Verbindungsstelle, ein 150 cm langes Stück mittelst der gewellten Zahnkeile Fig. 9, Blatt I als offener Riemen eingespannt. Folgendes sind die erhaltenen Resultate:

5284 und 5287. Vers. Lab. Nr. 3362.

Belastg. des einf. Riemens	Länge des abgesteck- ten Stücks	Diff. für 10 kg	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
kg	cm	mm	
0	100,00		
100	100,50	0,50	2880 at
200	100,80	0,30	
300	101,00	0,20	
400	101,15	0,15	9590 at
0	100,40		
400	101,15	0,19	7680 at
500	101,28	0,13	
600	101,40	0,12	
700	101,52	0,12	
800	101,65	0,13	
0	100,70		
800	101,65	0,12	12120 at
900	101,78	0,13	
1000	101,90	0,12	
1100	102,05	0,15	
1200	102,20	0,15	
0	101,10		
1200	102,30	0,10	14390 at
0	101,18		
1200	102,30	0,09	starkes Nachgeben an der Ver- bindungsstelle nicht ganz erreicht, dann ziehen sich die Enden aus den Schrauben Als offener Riemen
1250	—		
0	101,15		
100	101,25	0,10	
200	101,40	0,15	
300	101,50	0,10	
400	101,60	0,10	
0	101,15		
400	101,60	0,11	
500	101,70	0,10	
600	101,75	0,05	
700	101,80	0,05	
800	101,85	0,05	
0	101,15		
800	101,85	0,09	
900	101,90	0,05	
1000	101,95	0,05	
1100	102,05	0,10	
1200	102,15	0,10	
0	101,15		
1200	102,15	0,08	
1300	102,20	0,05	
1400	102,30		

Knistern, dann plötzliches stärkeres Nachgeben und Bruch unter starkem Nachgeben bei gesunkener Waagschale der Prüfungsmaschine nahezu in der Mitte des Riemens ziemlich gleichmässig durch den ganzen Querschnitt, aber doch an einer Seite etwas früher beginnend. Zugfestigkeit 200 at, welche durch obige Riemenverbindung um ca. 14% geschwächt wird.

24. Ein 200 cm langer, endloser Doppelkernhanfriemen, sog. schwere Qualität, 10,2 cm breit, 0,72 cm dick, 7,34 g/cm Querschnitt, pro laufenden Meter 536,5 gr wiegend, die Enden mit Deckleder und Unterlag-Lederplatte durch eine doppelte Leder-Nähriemennaht verbunden, wie es Fig. 9 auf Blatt II zeigt. Auch dieser Riemen wurde so, wie die vorigen behandelt, also zuerst

Bauschinger, Mittheilungen, XVII.

über die Rollen der Einspannvorrichtung in Fig. 14, Blatt I gelegt und dann, nachdem die Verbindungsstelle gerissen war, als offener Riemen in die gewellten Zahnkeile Fig. 10, Blatt I eingespannt. Dieselben unterscheiden sich von den bisher gebrauchten dadurch, dass die Länge der Wellen kleiner, nur halb so gross, als bei diesen ist und dass die Wellen nach vorn zu seichter verlaufen. Folgendes sind die, auf diese Weise erhaltenen Resultate:

5291. und 5296. Vers. Lab. Nr. 3371.

Belastg. des einf. Riemens	Länge des abgesteck- ten Stücks	Diff. für 10 kg	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
kg	cm	mm	
0	75,00		
100	75,90	0,90	1140 at
200	76,20	0,30	3405 at
300	76,35	0,15	} 6810 at
400	76,50	0,15	
0	75,95		
400	76,50	0,14	7430 at
500	76,65	0,15	
600	76,80	0,15	
700	76,90	0,10	10220 at
800	77,05	0,15	
0	76,40		
800	77,05	0,08	12580 at
900	77,15	0,10	
1000	77,20	0,05	
1100	77,30	0,10	
1200	77,40	0,10	Der Riemen klafft am Stoss um 35 mm Zwischenraum am Stoss 15 mm
0	76,55		
1200	77,40	0,07	14430 at
1300	77,50	0,10	
1400	77,55	0,05	
1450	—		Reissen der Nähriemchen (bei ca. 200 at)
0	76,70		Nun als offener Riemen wie oben eingespannt.
200	76,90	0,10	} 10220 at
400	77,10	0,10	
600	77,30	0,10	
800	77,40	0,05	20450 at
0	76,70		
800	77,40	0,09	11680 at
1000	77,50	0,05	
1200	77,55	0,025	
1400	77,60	0,025	40900 at
1600	—		Der Riemen zieht sich aus den Zahnkeilen heraus, ohne abzureissen. Das Gleiche war bei derselben Belastung der Fall, als er, nach Abschneiden der beschädigten Enden, nochmals eingespannt wurde. Auch die früher gebrauchten grosswelligen Zahnkeile (Fig. 9 auf Blatt I) ergaben das gleiche Resultat. So habe ich auch einen sehr steifen Lederriemen, ein Stück desjenigen, der auf der Nürnberger Ausstellung geprüft worden war und oben unter A. 10 a (S. 7) aufgeführt ist, mit diesen Keilen nicht ab- reissen können, weder mit den gross- noch mit den klein- welligen, er zog sich immer heraus, auch wenn, wie diess

bei jenem Hanfriemen ebenfalls geschah, gut mit Kolophonium eingerieben wurde. Dagegen kam ich in beiden Fällen mit der in Fig. 11 auf Blatt I abgebildeten Einspann-Vorrichtung zurecht, die aus stumpf gezahnten Schellen besteht, hier zwei Schellen jederseits angebracht, während manchmal auch wohl eine ausreicht. Der Lederriemen riss, nebenbei gesagt, bei derselben Belastung, wie vor 5 Jahren. Der obige Hanftreibriemen bei 2600 *kg* Belastung oder 354 *at* Spannung gut in der Mitte. Die oben beschriebene Verbindungsweise mittelst Nähriemchen schwächt also den Riemen um $43\frac{1}{2}\%$.

25. Ein 200 *cm* langes offenes Stück Hanf-Spagat-Gurte, mittelstark, Sorte dd, 14,0 *cm* breit, 0,35 *cm* dick, 4,90 *qcm* Querschnitt, der laufende Meter 353,7 *gr* wiegend, wurde mittelst der grossgewellten Keile (Fig. 9 auf Blatt I) eingespannt und ergab folgende Resultate:

5288. Vers. Lab. Nr. 3363.

Belastung <i>kg</i>	Länge des abgesteckten Stücks <i>cm</i>	Diff. für 10 <i>kg</i> <i>mm</i>	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	100,0		
100	102,7	2,7	756 <i>at</i>
200	103,9	1,2	
300	104,7	0,8	
400	105,3	0,6	3400 <i>at</i>
0	101,9		
400	105,3	0,85	2400 <i>at</i>
500	105,9	0,6	
600	106,4	0,5	
700	106,9	0,5	
800	107,35	0,45	4540 <i>at</i>
0	103,6		
800	107,5	0,49	4190 <i>at</i>
0	104,0		
800	107,6		
0	104,1		
800	107,6	0,44	4670 <i>at</i>
900	107,8	0,2	
1000	108,0	0,2	
1100	108,3	0,3	
1200	108,8	0,5	Knistern
0	105,3		
1200	109,0	0,31	6620 <i>at</i>
0	105,5		
1200	109,0	0,29	7000 <i>at</i>
1300	109,4	0,4	
1400	109,6	0,2	
1500	109,7	0,1	
1600	109,9	0,4	Knistern nach einigem Warten
1600	110,1		
0	106,5		
1600	110,2	0,23	8830 <i>at</i>
0	106,8		
1600	110,2	0,21	9600 <i>at</i>
1700	Bruch, gleichmässig, in der Mitte, bei 347 <i>at</i> Spannung.		

C. Gummi-Treibriemen.

Die folgenden fünf, je 50 *cm* langen, offenen Gummi-treibriemenstücke, aus ein und derselben Fabrik stammend, wurden zu Ende des Jahres 1878 und Anfangs 1879 geprüft, indem sie mittelst der Zahnkeile Fig. 8 auf Blatt I eingespannt und ihre Verlängerungen auf ursprünglich 25 *cm* Länge mittelst des in Millimeter getheilten Stahlbandes gemessen wurden.

Nr. 1 hatte eine Breite von 12,5 *cm*, eine Dicke von 0,70 *cm*, also einen Querschnitt von 8,75 *qcm* und ein schlauchartiges Gewebe als Einlage, innerhalb deren noch eine Lage Gummi sich befand.

Nr. 2 hatte eine Breite von 13,8 *cm*, eine Dicke von 0,95 *cm*, also einen Querschnitt von 13,11 *qcm* und ein ähnliches, nur dickeres, schlauchartiges Gewebe wie das vorige als Einlage.

Nr. 3 hatte eine Breite von 12,5 *cm*, eine Dicke von 1,0 *cm*, also einen Querschnitt von 12,5 *qcm*, und zwei in einander gesteckte schlauchartige Gewebe als Einlage, zwischen denen sowohl, wie auch innerhalb des inneren Schlauches Gummimasse enthalten war.

Nr. 4 hatte eine Breite von 12,0 *cm*, eine Dicke von 0,75 *cm*, also 9,0 *qcm* Querschnitt und ein Gewebe als Einlage, das so zusammengelegt war, wie Figur 10 auf Blatt II im Querschnitt zeigt, und zwischen dessen Falten Gummi enthalten war.

Nr. 5 hatte eine Breite von 13,0 *cm*, eine Dicke von 1,1 *cm*, also 14,3 *qcm* Querschnitt und einen einfachen Schlauch als Einlage, wie Nr. 1 und 2.

Die mit diesen 5 Stücken erhaltenen Resultate sind in folgender Tabelle zusammen- und auf Blatt V auch graphisch dargestellt in derselben Weise und denselben Maassstäben, wie es für die Leder-, Baumwolle- und Hanftreibriemen geschehen.

Zu bemerken ist noch, dass bis heute, also nach ca. 9 Jahren, während welcher Zeit die Bruchstücke in einem trockenen Zimmer aufbewahrt worden sind, der Gummi an allen, mit Ausnahme dessen von Nr. 3, brüchig geworden ist.

2956, 2955, 2962, 2977 und 2995. Vers. Lab. Nr. 1670, 1671, 1680, 1684 und 1711.

Be- last- ung kg	Nr. 1 12,5 × 0,70 = 8,75 qcm Querschnitt			Nr. 2 13,8 × 0,95 = 13,11 qcm Querschnitt			Nr. 3 12,5 × 1,0 = 12,5 qcm Querschnitt			Nr. 4 12,0 × 0,75 = 9,0 qcm Querschnitt			Nr. 5 13,0 × 1,1 = 14,3 qcm Querschnitt		
	Länge des abge- steckten Stücks cm	Diff. für 20 kg mm	Bemerk- ungen Elasticit.- Modul	Länge des abge- steckten Stücks cm	Diff. für 20 kg mm	Bemerk- ungen Elasticit.- Modul	Länge des abge- steckten Stücks cm	Diff. für 20 kg mm	Bemerk- ungen Elasticit.- Modul	Länge des abge- steckten Stücks cm	Diff. für 20 kg mm	Bemerk- ungen Elasticit.- Mod.	Länge des abge- steckten Stücks cm	Diff. für 20 kg mm	Bemerk- ungen Elasticit.- Modul
0	25,00		570 at	25,00			25,00		800 at	25,00		285 at	25,00		437 at
200	26,00	1,00		25,80	0,80	} 480 at	25,50	0,50		26,90	1,90		25,80	0,80	320 at
400	26,85	0,85		26,60	0,80			25,75	0,25		28,20	1,30		26,90	1,10
0	25,20		690 at	25,10		510 at	25,10		1140 at	25,70		383 at	25,20		388 at
400	26,85	0,825		26,60	0,75		25,80	0,35		28,60	1,45		27,00	0,90	
600	27,35	0,50		27,20	0,60		26,10	0,30		29,30	0,70		27,70	0,70	
800	27,75	0,40		27,60	0,40		26,35	0,25		30,00	0,70		28,30	0,60	
0	25,40		970 at	25,20		635 at	25,40		1600 at	26,30		585 at	25,45		474 at
800	27,75	0,59		27,60	0,60		26,40	0,25		30,10	0,95		28,40	0,74	
1000	27,90	0,15		27,90	0,30		26,65	0,25		30,55	0,45		28,75	0,35	
1200	28,10	0,20		28,20	0,30		26,85	0,20		31,10	0,55		29,20	0,45	
0	25,60		1340 at	25,50		850 at	25,60		1850 at	27,10		820 at	25,65		580 at
1200	28,15	0,425		28,20	0,45		26,90	0,22		31,15	0,675		29,25	0,60	
1400	28,30	0,15	} 3810 at	28,35	0,15	} 2540 at	27,10	0,20	} 2000 at	31,35	0,20	} 1850 at	29,50	0,25	} 1750 at
1600	28,45	0,15			28,50		0,15			27,30	0,20			31,75	
1800	28,60	0,15		28,65	0,15		27,50	0,20		32,05	0,30		29,90	0,20	
2000	28,80	0,20		28,80	0,15		27,65			werden nicht erreicht;			30,10	0,20	
0	25,80		1905 at	25,75		1000 at	25,80		2105 at	dann erfolgt plötzlich			25,90		823 at
2000	28,80	0,30		28,80	0,305		27,70	0,19		der Bruch, also bei			30,15	0,425	
2200	28,95	0,15		werden nicht erreicht,			27,90	0,20		Verlängerung nach dem			30,35	0,20	
2400	29,10	0,15		dann Bruch von seit-			werden nicht erreicht;			Bruch beträgt ca. 7,2%.			30,60	0,25	
2600	29,20	0,10		wärts herein, bei 160 at			das Probestück beginnt			Bruch; bei 182 at.			30,70	0,10	
2800	29,35	0,15					sich plötzlich sehr stark								
2900	Bruch; bei 330 at						zu strecken und reisst								
							dann bei 184 at; die an-								
							nähernd bis zum Bruch								
							beobachtete Streckung								
							beträgt 16,8 %.								

II. Seile.

A. Hanf- und Baumwolle-Seile.

Seile dieser Art habe ich immer in der Weise eingespannt, dass an beiden Enden Schlingen gebildet wurden, und zwar so, dass man daselbst das Seil in seine Litzen und Fäden auflöste, hinreichend lange Enden derselben in das Seil verflocht und diese Stellen mit starken und stark angezogenen Schnüren umwand. Durch die Schlingen wurden Bolzen gesteckt. Die Verlängerung wurde in der Mitte auf eine Länge gemessen, deren Enden hinreichend weit von den gespleissten Stellen entfernt waren und zwar auf die gleiche Weise und mit demselben Stahlbandmaass wie bei den Treibriemen.

Die folgenden Hanfseile sind von J. A. Huber's Söhne in Rosenheim gemacht und die beiden ersten im Jahre 1880, die unter Nr. 3 aufgeführten im Jahre 1882 geprüft worden.

1. Hanfseil von 2,0 cm Durchmesser*), also 3,14 qcm

*) Darunter ist hier immer die Entfernung zweier Parallelebenen zu verstehen, welche beiderseits das Seil berühren.

Querschnitt, bestehend aus 3 Litzen von je 1,0 cm Durchmesser, so gewunden, dass auf 1 m Länge 50 Windungen kommen. Folgende Tabelle enthält die Resultate der angestellten Messungen, welche auf Blatt V auch graphisch dargestellt sind in derselben Weise und unter Benützung derselben Maassstäbe, wie bei den Treibriemen. Zu bemerken ist noch, dass bei diesem Seile die Schlingen an den Enden nicht durch Einflechten etc., wie oben gesagt, gebildet wurden, sondern mittelst Knoten.

3372. Vers. Lab. Nr. 1932.

Belast- ung kg	Länge des abgesteck- ten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	100,0		3980 at
100	100,8	0,8	} 1770 at
200	102,6	1,8	
300	104,4	1,8	
400	106,2	1,8	
500	107,8	1,6	
0	103,5		3460 at
500	108,1	0,92	
550	108,8	1,4	

Belastung kg	Länge des abgesteckten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul	
600	109,4	1,2	} 2650 at	
650	110,0	1,2		
700	110,7	1,4		
750	111,5	1,6		
800	112,4	1,8		
850	113,2	1,6		
900	113,6	0,8		
950	114,0	0,8		
1000	114,4	0,8		
0	107,4			} 4360 at
1000	114,7	0,73		
1050	115,4	1,4		
1100	115,9	1,0		
1150	116,4	1,0		
1200	116,8	0,8		
1250	Bruch durch Abreißen zweier Litzen dicht am Knopf auf der einen Seite und durch diesen beeinflusst. Nochmal eingespannt reißt das Seil am andern Ende in derselben Weise bei derselben Belastung. Zugfestigkeit etwas grösser als 400 at.			

2. Hanfseil von 3,0 cm Durchmesser, also 7,07 qcm Querschnitt, bestehend aus 4 Litzen von je 1,2 cm Durchmesser, so gewunden, dass auf 1 m Länge 48 Windungen kommen. Resultate in folgender Tabelle und auf Blatt V graphisch.

3380. Vers. Lab. Nr. 1934.

Belastung kg	Länge des abgesteckten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	100,0		} 525 at
100	102,7	2,7	
200	104,4	1,7	
300	105,5	1,1	} 1180 at
400	106,7	1,2	
500	107,9	1,2	
0	103,8		} 1645 at
500	108,1	0,86	
600	109,0	0,9	
700	110,0	1,0	} 1410 at
800	111,0	1,0	
900	111,8	0,8	
1000	112,6	0,8	} 1770 at
0	106,8		
1000	112,9	0,61	
1100	113,7	0,8	} 2320 at
1200	114,3	0,6	
1300	114,7	0,4	
1400	115,2	0,5	} 2360 at
1500	115,6	0,4	
0	110,1		
1500	116,1	0,40	} 3540 at
1600	116,6	0,5	
1700	117,0	0,4	
1800	117,4	0,4	} 3540 at
1900	117,8	0,4	
2000	118,3	0,5	

Belastg. des einf. Riemens kg	Länge des abgesteckten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul	
0	112,3		} 4420 at	
2000	118,7	0,32		
2100	119,0	0,3		
2200	119,2	0,2		} 7070 at
2300	119,4	0,2		
2400	119,7	0,3		
2500	119,9	0,2		
0	114,1			} 5525 at
2500	120,5	0,256		
2600	120,7	0,2		
2700	120,9	0,2		
2800	121,1	0,2		
2900	121,3	0,2		
3000	121,5	0,2		
0	115,2		} 6530 at	
3000	121,7	0,22		
3100	121,9	0,2		
3200	122,3	0,4		
3300	122,5	0,2		
3400	122,7	0,2		
3500	122,9	0,2		
0	116,4			} 7280 at
3500	123,2	0,194		
3600	123,5	0,3		
3700	werden nicht ganz erreicht, dann erfolgt der Bruch in der Mitte zunächst durch Abreißen einer Litze. Zugfestigkeit = 516 at.			

3. Um zu sehen, welche Haltbarkeit das Spleissen gewährt, wurde folgender Versuch gemacht. Von zwei ganz gleichen und gleich langen (ca. 160 cm) sog. Patent-Hanfseilen mit 3,5 cm Durchmesser (9,62 qcm Querschnitt), bestehend aus 3 Litzen mit je 1,7 cm Durchmesser und je 57 Fäden, war das eine, a, aus einem Stück, also im ursprünglichen Zustande, das andere, b, aus zwei Hälften in der Mitte gespleisst. Ersteres riss bei einer Belastung von 5350 kg (556 at Spannung), letzteres bei einer Belastung von 3500 kg (364 at Spannung). Durch das Spleissen gingen also ca. 34 Prozent der Festigkeit verloren.

Die folgenden Seile, Nr. 4—10, sind von einem hiesigen Seiler angefertigt und wurden, das erste im Jahre 1881, die übrigen im Jahre 1887 geprüft.

4. Hanfzugtau für Militärfahrzeuge aus italienischem Hanf, 2,0 cm Durchmesser (3,14 qcm Querschnitt), bestehend aus 4 Litzen, jede zu 7 Fäden, die Litze 0,8 cm stark (s. auch Blatt V).

3481. Vers. Lab. Nr. 2171b.

3481. Vers. Lab. Nr. 2171b.

Belastung kg	Länge des abgesteckten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	100,00		} 625 at
250	112,75	5,1	
500	119,80	2,82	

Belastung <i>kg</i>	Länge des abgesteckten Stücks <i>cm</i>	Diff. für 10 <i>kg</i> <i>mm</i>	Bemerkungen Elastizitäts-Modul
750	123,65	1,54	2080 <i>at</i>
1000	126,45	1,12	2845 „
0	120,25		
1000	126,65	0,64	4975 <i>at</i>
1100	127,20	0,55	5790 „
1200	127,75	0,55	
1300	128,25	0,5	
1400	128,85	0,6	
1500	129,40	0,55	
0	123,90		
1500	129,75	0,39	
1600	130,25	0,5	6370 <i>at</i>
1700	130,75	0,5	
1800	Bruch, in der Mitte, bei 573 <i>at</i> Spannung.		

5. Seil aus italienischem Hanf, 0,9 *cm* dick (0,635 *gcm* Querschnitt), bestehend aus 4 Litzen zu je 4 Fäden, jede Litze 0,3 *cm* dick; 150 Windungen auf 1 *m* Länge; abgebrüht (s. auch Blatt V).

5105. Vers. Lab. Nr. 3187.

Belastung <i>kg</i>	Länge des abgesteckten Stücks <i>cm</i>	Diff. für 10 <i>kg</i> <i>mm</i>	Bemerkungen Elastizitäts-Modul
0	80,0		
50	83,5	7,0	1790 <i>at</i>
100	85,1	3,2	3910 „
150	86,2	2,2	5680 „
200	87,1	1,8	6940 „
0	84,1		
200	87,2	1,55	8070 <i>at</i>
250	87,9	1,4	
300	88,7	1,6	
350	89,3	1,2	
400	89,7	0,8	15620 <i>at</i>
0	86,15		
400	89,9	0,94	13330 <i>at</i>
450	90,3	0,8	
500	90,8	1,0	
540	Bruch, ziemlich nahe am eingespleissten Ende, aber noch unbeeinflusst davon, bei 850 <i>at</i> Spannung.		

6. Seil aus Manilla-Hanf, 1,0 *cm* dick (0,785 *gcm* Querschnitt), bestehend aus 4 Litzen zu je 4 Fäden, jede Litze 0,4 *cm* dick, 120 Windungen auf 1 *m* Länge; abgebrüht (s. auch Blatt V).

5103. Vers. Lab. Nr. 3185.

Belastung <i>kg</i>	Länge des abgesteckten Stücks <i>cm</i>	Diff. für 10 <i>kg</i> <i>mm</i>	Bemerkungen Elastizitäts-Modul
0	80,0		
50	83,2	6,4	1590 <i>at</i>
100	86,4	6,4	
150	88,4	4,0	2550 <i>at</i>
200	90,0	3,2	3185 „

Belastung <i>kg</i>	Länge des abgesteckten Stücks <i>cm</i>	Diff. für 10 <i>kg</i> <i>mm</i>	Bemerkungen Elastizitäts-Modul
0	87,2		
200	90,2	1,5	6800 <i>at</i>
250	91,2	2,0	5090 „
300	92,2	2,0	
350	93,1	1,8	
400	93,7	1,2	8490 <i>at</i>
0	90,9		
400	93,8	0,72	14060 <i>at</i>
450	94,2	0,8	
500	94,7	1,0	
550	werden nicht ganz erreicht, dann Bruch einer Litze und sofort darnach der einer zweiten. Zugfestigkeit = 675 <i>at</i> .		

7. Seil aus Manilla-Hanf, 1,2 *cm* dick (1,13 *gcm* Querschnitt), bestehend aus 4 Litzen zu je 7 Fäden, jede Litze 0,5 *cm* dick; 110 Windungen auf 1 *m* Länge; abgebrüht (s. auch Blatt V).

5102. Vers. Lab. Nr. 3184.

Belastung <i>kg</i>	Länge des abgesteckten Stücks <i>cm</i>	Diff. für 10 <i>kg</i> <i>mm</i>	Bemerkungen Elastizitäts-Modul
0	80,0		
100	85,2	5,2	1360 <i>at</i>
200	88,3	3,1	2285 „
300	90,6	2,3	3080 „
400	92,3	1,7	4165 „
0	88,5		
400	92,3	0,95	7460 <i>at</i>
450	92,9	1,2	5900 „
500	93,5	1,2	
550	94,0	1,0	
600	94,5	1,0	7080 <i>at</i>
650	94,8	0,6	11800 „
700	95,8	1,0	
750	werden nicht ganz erreicht, dann Bruch einer Litze in der Mitte. Zugfestigkeit 645 <i>at</i> .		

8. Seil aus Manilla-Hanf, 4,0 *cm* dick (12,57 *gcm* Querschnitt), bestehend aus 3 Litzen mit je 65 Fäden, jede Litze 2,0 *cm* stark; 30 Windungen auf 1 *m* Länge (s. auch Blatt V).

5107. Vers. Lab. Nr. 3182.

Belastung <i>kg</i>	Länge des abgesteckten Stücks <i>cm</i>	Diff. für 10 <i>kg</i> <i>mm</i>	Bemerkungen Elastizitäts-Modul
0	30,00		
250	31,10	0,44	540 <i>at</i>
500	31,70	0,24	995 „
750	32,10	0,16	1490 „
1000	32,45	0,14	1705 „
0	31,00		
1000	32,45	0,145	1645 <i>at</i>

Belastung kg	Länge des abgesteck- ten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
1250	32,75	0,12	1990 at
1500	33,00	0,10	2390 „
1750	33,20	0,08	2980 „
2000	33,40	0,08	
0	31,45		
2000	33,50	0,102	2330 at
2250	33,70	0,08	
2500	33,85	0,06	3980 at
2750	34,05	0,08	
3000	34,20	0,06	
0	31,80		
3000	34,20	0,08	
3250	34,40	0,08	
3500	34,55	0,06	
3750	34,70	0,06	
4000	34,85	0,06	
0	32,10		
4000	34,85	0,07	
4250	35,05	0,08	
4500	35,15	0,04	5970 at
4750	35,25	0,04	
5000	35,45	0,08	
0	32,70		

5000 werden gut wieder erreicht, wobei jedoch das Seil langsam mehr und mehr nachgibt, bis endlich der Bruch plötzlich eintritt, bei 400 at Spannung.

9. Seil aus Garn, 0,9 cm dick (0,635 qcm Querschnitt), bestehend aus vier Litzen zu je 96 Fäden, jede Litze 0,4 cm stark; 120 Windungen auf 1 m Länge; abgestuckt; sehr biegsam (s. auch Blatt V).

5104. Vers. Lab. Nr. 3186.

Belastung kg	Länge des abgesteck- ten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	80,0		
50	84,3	8,6	1470 at
100	86,6	4,6	2740 „
150	88,4	3,6	3500 „
200	89,9	3,0	4200 „
0	85,7		
200	90,1	2,2	6150 at
250	91,1	2,0	6300 „
300	92,4	2,6	
350	93,0	1,2	
400	93,7	1,4	
0	89,1		
400	94,0	1,22	10280 at
450	94,7	1,4	
500	95,4	1,4	Krachen
510	Bruch in 2 Litzen zugleich, bei 800 at Spannung.		

10. Baumwolle-Seil, 2,0 cm dick (3,14 qcm Querschnitt), bestehend aus 3 Litzen zu je 39 Fäden, jede Litze 1,1 cm dick; 50 Windungen auf 1 m Länge (siehe auch Blatt V).

5106. Vers. Lab. Nr. 3183.

Belastung kg	Länge des abgesteck- ten Stücks cm	Diff. für 10 kg mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	50,0		
200	52,5	1,25	1275 at
400	53,7	0,6	2650 „
600	54,6	0,45	3540 „
800	55,3	0,35	4550 „
0	52,5		
800	55,4	0,36	4390 at
1000	56,0	0,3	5310 „
1200	56,6	0,3	
1400	57,1	0,25	6370 at
1600	57,7	0,3	
0	54,1		
1600	57,9	0,24	6710 at
1800	58,3	0,2	7960 „
2000	58,7	0,2	
2200	59,15	0,22	
2400	59,65	0,25	
0	56,0		
2400	werden eben wieder erreicht, dann plötzlich Bruch einer Litze nahe an einem der verspleissten Enden. Zugfestigkeit 765 at.		

B. Drahtseile und Seilschlösser.

Folgende drei Drahtseile wurden im Jahre 1873 geprüft:

1. Drahtseil von 63 cm Länge und 1,85 cm Durchmesser (Entfernung zweier paralleler Tangentialebenen an dasselbe), also 2,96 qcm Querschnitt, bestehend aus 6 Litzen und einer Seele, jede (Litze wie Seele) aus 7 Drähten mit je 2 mm Durchmesser gebildet und jene so gewunden, dass die Ganghöhe einer Windung 11 cm beträgt. Beide Enden des Seilstückes wurden rothglühend gemacht und breit gehämmert und dann mittelst der Einbeisskeile der Werder'schen Maschine eingespannt. Bei ungefähr 3000 kg Belastung wurde die Streckgrenze erreicht und bei gerade 4000 kg riss das Seil an einer der Einspannstellen, wobei 10 Fäden unversehrt blieben. Diese letzteren wurden abgewickelt und auf der anderen Seite ein entsprechendes Stück des Seiles abgesägt und nun das Seil an beiden Enden ohne weitere Zubereitung mittelst der Einbeisskeile wieder eingespannt. Nun wurden 4000 kg getragen, 4250 kg aber nicht mehr, dann rissen die schon vorher schadhafte gewesenene Zähne des Keils auf der einen Seite aus, wobei von den 49 Drähten des Seiles 35 abrissen und 14 stehen blieben.

Ein anderes Stück desselben Drahtseiles wurde an beiden Enden mit Schlingen versehen, indem die Enden umgebogen und, ohne sie mit dem Seil zu verspleissen, an dieses mit Binddraht befestigt wurden. Durch die so gebildeten Schlingen wurden Bolzen mit 2,8 cm Durchmesser gesteckt und die Enden so festgehalten. Nun wurde

wieder eine Belastung von 4000 *kg* getragen, aber 4250 *kg* nicht mehr erreicht, dann rissen zuerst einzelne und gleich darauf immer mehr Fäden in der einen der beiden Schlingen, da, wo sie seitwärts am Bolzen anlag. Das Seil hatte also bei allen diesen Versuchen nicht mehr als 1525 *at* getragen, auf den, dem Durchmesser von 1,85 *cm* entsprechenden Querschnitt bezogen. (520. Vers. Lab. Nr. 480.)

Da das letzterhaltene Resultat mit den beiden ersten nahezu und bezw. ganz übereinstimmte, so wurden die beiden folgenden Drahtseile ohne weitere Zubereitung der Enden mit den Einbeisskeilen eingespannt.

2. Ein Stück Drahtseil von 62 *cm* Länge und gleichem Durchmesser wie das vorige, bestehend aus 6 um eine Hanfseele gewundenen Drahtlitzen mit je 7 Drähten von 2 *mm* Durchmesser, wie beim vorigen, der Drall der Litzen ebenfalls derselbe wie vorhin. Das Seil hält 3500 *kg*, 3750 *kg*, aber nicht mehr, dann reisst es an einer der Einspannstellen, wobei nur einige wenige Drähte stehen bleiben. Der Bruch erfolgte also bei ca. 1340 *at* (520. Vers. Lab. Nr. 481.)

3. Ein Stück Drahtseil von 60 *cm* Länge und 3,25 *cm* Durchmesser (8,30 *qcm* Querschnitt), bestehend aus 6 Drahtlitzen, die um eine siebente solche Seellitze so gewunden sind, dass die Ganghöhe einer Windung 28 *cm* beträgt. Die Seellitze und noch zwei der andern enthalten 6 Drähte von je 3,5 *mm* Durchmesser, welche um eine Seele gewunden sind, die selber aus 6 Drähten von 1 *mm* Durchmesser besteht, die um einen gleich dicken Draht als Seele gewunden wurden. Die übrigen Litzen bestehen aus je 7 gleichdicken Drähten mit 3,5 *mm* Durchmesser. — Das Seil riss bei 10000 *kg* Belastung (1200 *at*) in der einen Einspannstelle, wobei aber viele einzelne Fäden, ja ganze Litzen stehen blieben. (520. Vers. Lab. Nr. 482.)

Das folgende Drahtseil wurde im Jahre 1883 geprüft.

4. Drahtseil von 1,25 *cm* Durchmesser (1,23 *qcm* Querschnitt), bestehend aus 6 um eine dreilitzige Hanfseele von 5 *mm* Dicke gewundenen Drahtlitzen, deren jede 13 Drähte von 0,7 *mm* Durchmesser enthält, die um eine 2,5 *mm* dicke Hanfseele gelegt sind. Der Durchmesser jeder Drahtlitze beträgt 0,42 *cm* und ihre Windungen haben 5,5 *cm* Ganghöhe; die Windungen der Drähte in den Litzen 5,0 *cm* Ganghöhe. Das Seil ist sehr biegsam. An seinen beiden Enden waren Schlingen gebildet, indem diese Enden umgebogen, in das Seil verspleisst und mit Binddraht fest an dasselbe gebunden worden waren. — Das Seil riss bei 1570 *kg* Belastung oder 1275 *at* nahezu in der Mitte, bei 32% der Zugfestigkeit der Drähte.

Dem gerissenen Seile wurden drei Drähte entnommen, deren Durchmesser, an mehreren Stellen mittelst eines Millimetertasters von Glashütte gemessen, im Mittel

0,777	0,767	0,759 <i>mm</i>
deren Querschnitte also		
0,474	0,462	0,452 <i>qmm</i>
betragen. Dieselben rissen bei einer Belastung von		
19,5	18,6	17,0 <i>kg</i>
also mit		
4110	4030	3760 <i>at</i> .

Die Querschnitts-Contraaktion an den Bruchstellen betrug:

37	35	48 %
(3859. und 3860. Vers. Lab. Nr. 2349.)		

Das folgende Drahtseil wurde im vorigen Jahre (1887) geprüft.

5. Ein Stück Drahtseil von 85 *cm* Länge und 1,2 *cm* Durchmesser (1,13 *qcm* Querschnitt), bestehend aus 8 Litzen mit je 7 Drähten von 0,9 *mm* Dicke; diese Litzen um eine Hanfseele von 5,5 *mm* Durchmesser so gewunden, dass eine Windung ca. 9 *cm* Ganghöhe hatte. Da das Seil für die Einspannung gar nicht vorbereitet war, so versuchte ich es mit konischen Büchsen, wie sie früher zum Einspannen von Rundstäben mit konischen Endköpfen gebraucht worden sind. In dieselben wurden je zwei passende, aussen und innen konische Halbbüchsen gelegt, deren Innenflächen geraucht waren und welche das Seil aufnahmen, das durch Keile, die vom Ende herein eingeschlagen wurden, fest an jene gerauchten Innenflächen angepresst wurde. So eingespannt, trug das Seil eine Belastung von 1000 *kg*, wobei es sich regelmässig für je 250 *kg* Belastungszunahme auf 50 *cm* Länge um 0,1 *cm* dehnte, entsprechend einen, auf jenen Querschnitt bezogenen Elasticitätsmodul von 110000 *at*; die elastische Dehnung zwischen 0 und 1000 *kg* Belastung betrug jedoch nur 0,2 *cm* auf 50 *cm* Länge, entsprechend einem Elasticitätsmodul von 220000 *at*. Bei versuchter weiterer Steigerung der Belastung auf 1250 *kg* Belastung zog sich das Seil auf der einen Seite aus der konischen Hülse heraus. Nachdem durch Aenderungen in der Rauhung der Innenflächen dieser Hülsen und selbst durch Anbringung von Verzahnungen in denselben kein besseres Resultat erzielt werden konnte, wurden an den Enden des Seiles Schellen, wie die in Fig. 11, Blatt I abgebildet, um das Seil, welches von Bleibeilagen umgeben war, gelegt und das Seil an diesen Schellen gepackt. Damit konnte nun die Belastung auf 1500 *kg* erhöht werden, wobei die Dehnung auf 40 *cm* Länge zwischen 0 und 500 *kg* 0,12 *cm*, zwischen 500 und 1000 *kg* 0,07 *cm*, zwischen 1000 und 1250 *kg* 0,05 *cm*, zwischen 1250 und 1500 *kg* aber schon 0,5 *cm* betrug, letztere Dehnung einem, bis auf 17700 *at* herabgesunkenen Elasticitäts-Modul entsprechend. Aber 1750 *kg* Belastung konnten nicht mehr

erreicht werden, die Seilenden zogen sich aus den Schellen heraus.

Nun wurden die Enden des Seiles in Kortüm'sche Seilschlösser für „schwere Belastung“, welche von Herrn C. Kortüm in Berlin direkt bezogen waren, befestigt und mittelst derselben gefasst. Dabei riss nun das Seil mit 1750 kg Belastung (1550 at) in dem einen der Schlösser, so dass ein Stück in diesem stecken blieb, wobei sichtlich einzelne der aussenliegenden Drähte zuerst abgeschnitten, die anderen, innen liegenden dann abgerissen wurden. (5101, 5109 und 5127. Vers. Lab. Nr. 3177.)

Mit diesem Seile waren zwei Probestücke des Drahtes eingesandt worden, aus dem es angefertigt worden war. Dieselben ergaben übereinstimmend eine Festigkeit von 4800 at und eine Querschnitts-Contraaktion von 61%. (5127. Vers. Lab. Nr. 3178.)

In neuester Zeit habe ich zwei Drahtseile auf die Weise geprüft, dass ich sie nach der von Tetmajer im 3. Hefte seiner „Mittheilungen der Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien am Eidg. Polytechnikum“ auf S. 75 und 76 beschriebenen Methode einspannte. Zu dem Zwecke wurden in einer Entfernung von je 30 cm von beiden Enden herein Bunde aus verzinnem Eisendraht um das Seil gelegt und alsdann die Enden bis zu diesen Bunden aufgedreht und nach Entfernung der Hanfseele und gehöriger Reinigung bis auf den Bund herein verzinnt. Als dann wurden die so vorbereiteten Seilenden in die Oeffnungen der Büchsen oder Einspannköpfe A (Figur 16 auf Blatt III) gesteckt, die Drähte in den Höhlungen der letzteren umgebogen und diese Höhlungen mit Composition ausgegossen.

Die Verlängerungen wurden in der Mitte der Seile auf eine Länge von 1 m mittelst eines passend angebrachten, in mm getheilten und mit Nonius versehenen Maassstabes gemessen, und zwar bis auf 0,05 mm genau (vgl. weiter unten, bei den Transmissionsketten und Fig. 10 auf Blatt III).

6. Ein Stück Drahtseil von 2,5 m Länge und 1,8 cm Durchmesser, also 2,54 qcm Querschnitt, bestehend aus 6 Litzen von je 6,3 mm Durchmesser und einer Hanfseele, jede Litze aus 7 Drähten von 2 mm Durchmesser zusammengesetzt. Das Seil wurde bei einer früheren Gelegenheit schon einmal mit 4000 kg belastet. Die nun angestellten Messungen ergaben folgende Resultate:

5379. Vers. Lab. Nr. 3239.

Belastung kg	Verläng. von urspr. 1 m mm	Diff. für 250 kg 1/10 mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	0		
250	0,05	0,5	
500	0,1	0,5	

Belastung kg	Verläng. von urspr. 1 m mm	Diff. für 250 kg 1/10 mm	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
750	0,1	0	
1000	0,2	1	
0	0		
1000	0,2	0,5	1'970000 at
1250	0,3	1	} 984000 at
1500	0,4	1	
1750	0,55	1,5	} 656000 at
2000	0,7	1,5	
0	0,15		
2000	0,7	0,69	1'430000 at
2250	0,8	1	
2500	0,95	1,5	
2750	1,1	1,5	
3000	1,2	1	
0	0,15		1'074000 at
3000	1,25	0,92	
3250	1,35	1	
3500	1,5	1,5	
3750	1,7	2	} 492000 at
4000	1,9	2	
0	0,2		
4000	1,95	1,09	900000 at
0	0,3		20 Min. Pause
0	0,3		
4000	2,0	1,06	926000 at
4250	2,15	1,5	
4500	2,3	1,5	leises Knistern
4750	2,55	2,5	394000 at
5000	2,9	3,5	282000 „
0	0,75		
5000	3,0	1,125	
0	1,0		
5000	3,0	1,00	
0	1,05		
5000	3,05	1,00	984000 at
5250	3,35	3	
5500	3,7	3,5	
5750	4,15	4,5	Krachen, Reissen einer Litze

und noch mehrerer anderer einzelner Drähte, dann einer zweiten und einer dritten Litze, jedesmal mit starkem Krach und ungefähr in der Mitte zwischen den Einspannköpfen. Zugfestigkeit 2265 at.

Dem gerissenen Seile wurden 3 Drähte entnommen und deren Zugfestigkeit einzeln bestimmt; sie fand sich zu

6020—5670—5700 at

im Mittel: 5800 at. Die Zugfestigkeit des Seiles beträgt also 39% von derjenigen der Drähte, aus denen es besteht.

7. Ein ca. 3 m langes Drahtseil von Felten & Guillaume in Mühlheim a/Rh. mit 3,0 cm Durchmesser, 7,07 qcm Querschnitt, aus Prima-Patent-Tiegel-Gussstahldraht von 2 mm Durchmesser, bestehend aus 6 Litzen von 1,0 cm Durchmesser mit je 19 Drähten und aus einer Hanfseele. Dasselbe wurde vorher wiederholt mit 4 und je einmal mit 7 und 8 Tonnen belastet und ergab dann folgende Resultate:

5381. Vers. Lab. Nr. 3429.

Belastung <i>t</i>	Verläng. von urspr. 1 <i>m</i> <i>mm</i>	Diff. für 1 <i>t</i> $\frac{1}{10}$ <i>mm</i>	Bemerkungen Elasticitäts-Modul
0	0		
1	0,2	2	} Mittl. Elast.-Mod. = 603000 <i>at</i>
2	0,5	3	
3	0,75	2,5	
4	0,9	1,5	
0	0,35		
4	1,1		
0	0,5	1,5	
4	1,1		943000 <i>at</i>
0	0,5	1,5	
4	1,1		} Mittl. Elast.-Mod. = 596000 <i>at</i>
5	1,3	2	
6	1,55	2,5	
7	1,8	2,5	
8	2,05	2,5	
0	1,25		
8	2,45		
0	1,25		943000 <i>at</i>
8	2,45	1,5	
9	2,7	2,5	
10	3,0	3	} Mittl. Elast.-Mod. = 539000 <i>at</i>
11	3,2	2	
12	3,5	3	
0	1,9		
12	3,6		
0	1,9		998000 <i>at</i>
12	3,6	1,42	
13	3,9	3	
14	4,15	2,5	} Mittl. Elast.-Mod. = 566000 <i>at</i>
15	4,4	2,5	
16	4,6	2	
0	2,35		
16	4,6		
0	2,4		1'030000 <i>at</i>
16	4,6	1,375	
17	4,8	2	
18	5,0	2	} Mittl. Elast.-Mod. = 707000 <i>at</i>
19	5,2	2	
20	5,4	2	
0	2,8		
20	5,45		
0	2,9	1,275	1'110000 <i>at</i>
20	5,45		

Von 40 *t* an stärkeres Nachgeben, bei 51 *t* mehrmaliges Krachen; 52 *t* werden nicht mehr erreicht, dann starker Krach und plötzliches Reißen von 3 Litzen zugleich im hinteren Einspannkopf zimlich in der Mitte des dort gemachten Bundes. Die noch übrigen drei Litzen werden wieder allmählich belastet und dabei 24 *t* eben erreicht, als nach einigen vorher gegangenen Krachen die 4. Litze mit starkem Krach an gleicher Stelle wie die anderen reisst. — Die zwei noch übrigen Litzen werden nun ebenfalls wieder allmählich belastet und reisst dabei die eine davon nach einigen schwachen Krachen bei 15,5 *t* Belastung mit starkem Krach. — Die letzte Litze endlich reisst mit 8,75 *t*, nachdem schon bei 5 *t* einiges leise Knistern gehört worden war. Nach erreichter Belastung

Bauschinger, Mittheilungen, XVII.

von 8,75 *t* sinkt die Waage der Prüfungsmaschine plötzlich, dann erfolgen mit einigen starken Krachen die Brüche einzelner Drähte und endlich der der ganzen Litze. Die Bruchfläche sämtlicher Drähte ist feinschnig, matt, mit hochaufgezogenem Rande und starker Einschnürung des Querschnittes. — Die Zugfestigkeit des Seiles, bezogen auf den, dem Durchmesser von 3,0 *cm* entsprechenden Querschnitt von 7,07 *qcm*, ist 7300 *at*.

Nach Mittheilung dieser Resultate schrieben mir die Herren Felten & Guilleaume, dass sie bei einem gleichen Seile eine Bruchbelastung von 62800 *kg* erreicht hätten, und dass es nach ihrem Dafürhalten nicht ausgeschlossen sein dürfte, dass die Drähte beim Eingiessen in ihrer Festigkeit beeinträchtigt worden seien. Auch ich musste diess bei so harten Drähten, wie die vorliegenden, für möglich halten, während es bei Eisen- und weichen Stahl- drähten nicht vorkommen wird, wie der vorige Versuch zeigt. Um mich davon zu überzeugen, liess ich der Mitte des Seiles vier Drahtstücke entnehmen und einzeln abreissen. Ihr Bruch erfolgte bei 575—590—580—565 *kg*, im Mittel bei 577 *kg* Belastung oder 18400 *at*. Dann liess ich den Einguss auf der Seite, wo der Bruch des Seiles nicht erfolgt war, öffnen und aus dem Bunde daselbst, also von der Stelle, wo auf der andern Seite der Bruch stattgefunden hatte, drei Drähte nehmen, welche einzeln bei 350—425—415 *kg*, im Mittel bei 397 *kg* Belastung oder 12500 *at* rissen. (Ein bei schwacher Rothgluth ausgeglühter Draht aus der Mitte des Seils riss bei 320 *kg* Belastung oder 10200 *at*.) In der That ist also durch das Eingiessen die Zugfestigkeit der Drähte um ca. 32% verringert worden.

Die Einspannmethode, bei welcher die Herren Felten & Guilleaume das oben angegebene Resultat erhielten, war die mittelst dreitheiliger Keile aus Hartmetall. Diese Keile werden auf einem, zum Zerreißen selbst nicht benutzten Stücke des Seils abgegossen.

Im Juni v. J. (1887) wurden mir vom Gericht ein Paar Kortüm'sche Seilschlösser übergeben, die zur Verbindung eines 18 *mm* Durchmesser haltenden Drahtseiles in einem Kohlenbergwerke gedient hatten, und aus deren einem sich das Seilende unter einer ruhenden Belastung von 1500 *kg*, dem Gewichte des geladenen Förderkorbes, herausgezogen hatte, während das andere noch das Ende eines ca. 10 *cm* langen Seilstückes, das vom Förderseil abgeschnitten worden war, enthielt. Die Büchse jenes ersteren Seilschlösses war sichtlich ausgeweitet und fast cylindrisch geworden. Am andern konnte ersehen werden, dass das Seil so ziemlich nach Vorschrift darin befestigt war, doch war 1) die Theerschicht von dem in das Schloss gesteckten Seilende nicht entfernt worden,

2) ragten die Seitenkeile schon etwas zu tief in das Schloss hinein, 3) waren die in die Seele getriebenen mittleren Keile, als welche, wie es die Vorschriften gestatten, Nagelspitzen genommen worden waren, zu klein. Doch würden diese Umstände sicher nicht ausgereicht haben, das Herausziehen des Seilendes aus dem anderen Schloss zu veranlassen, wenn dieses in seinem vorderen, konischen Theil nicht zu schwach, zu dehnbar gewesen und seiner Aufgabe, das Seilende, nachdem es begonnen hatte sich heraus zu ziehen, doch noch zu halten, gewachsen gewesen wäre.

Die Seilschlösser waren dem äusseren Ansehen nach durch Guss hergestellt worden, also aus sog. schmiedbarem Guss, und diess bestätigte sich auch nachher durch das Aussehen des Bruches an dem einen derselben (s. u.). Die Lösung des Schlosses war erfolgt, bevor das geflickte Förderseil wieder in Gebrauch genommen war, als der geladene Förderkorb, an dem ein Arbeiter noch etwas zu machen hatte, ruhig daran hing. Durch den erfolgten Sturz des Korbes wurde der Arbeiter so verletzt, dass er einige Zeit darnach starb.

Um das intakt gebliebene Seilschloss zu prüfen, befestigte ich das freie Ende des darin steckenden Seilstückes in einem neuen Seilschloss, das mir mit dem alten Paare vom Gerichte übergeben worden war, ganz nach Vorschrift. Das in das Schloss gesteckte Ende war zuvor von der Theerschichte befreit worden; zu seiner Befestigung wurden ein Paar gezahnte Seitenkeile gebraucht, wahrscheinlich dieselben, die in dem Schloss gewesen waren, aus dem sich das Seil herausgezogen hatte, und ein neu angefertigter Mittelkeil, ein Spitzkeil von ca. 20 mm Länge und 6 mm Breite am Rücken. Nachdem letzterer stark eingetrieben worden war, ragten die Seitenkeile noch etwa 5 mm über den hinteren Rand der Schlosshülse hervor und die Enden der Drähte wieder etwa ebensoviel über die Rücken der Seitenkeile, über welche sie nach auswärts gebogen wurden. Das so vorbereitete Seilstück wurde nun einem allmählig gesteigerten, an den Ösen der beiden Seilschlösser wirkenden Zug ausgesetzt. Schon bei 1000 kg Belastung begann sich das Seilende aus dem alten Schlosse stärker heraus zu ziehen, um etwa 1,5 mm, und bei weiterer Steigerung der Belastung auf 1500 kg zog es sich um nahezu 10 mm heraus. Bei noch weiterer Steigerung um nicht ganz 100 kg, also bei fast derselben Belastung, unter welcher der Unfall im Bergwerk stattgefunden hatte, und unter welcher sich das Drahtseil beim Gebrauche wirklich befand, zersprang die Hülse des alten Schlosses, die hier zu spröde war, um sich so weit zu dehnen, dass das Seilende mit den Keilen hätte durchschlüpfen können, aber doch zu schwach, um den Seitendruck der Keile auszuhalten.

Das andere, wie oben beschrieben im Laboratorium in das neue Schloss befestigte Seilende (A) hielt vollständig fest; es hatte sich kaum um 0,25 mm aus der Hülse gezogen. Ich befestigte nun das entgegengesetzte Ende (B), das sich eben aus dem alten, zersprungenen Schloss herausgezogen, in ein zweites, mir ebenfalls vom Gerichte übergebenes Seilschloss ganz wie das andere in das erste: nach Befreiung von der Theerschichte, mit den schon im Gebrauche gewesenem seitlichen Zahnkeilen, mit einem gleichen Mittelkeil, wie dort, nur ragten die Seitenkeile etwas tiefer in die Hülse des Schlosses hinein, so dass sie ohngefähr bündig mit dem hinteren Rande der Hülse waren, ebenso der Mittelkeil; auch war die Hanfseele des Seiles an diesem Ende beschädigt und deshalb entfernt worden, was übrigens nach den „Vorschriften“ des Fabrikanten zulässig ist. — Das so vorbereitete Seilstück wurde nun wieder einem allmählich gesteigerten Zuge ausgesetzt. Bei 1500 kg hatte sich das Ende A noch nicht um 0,1 mm gerührt, dagegen das B schon um 7,7 mm aus der Hülse gezogen. Bei 2750 kg zog sich das Ende A nur um 0,15 mm aus seiner Hülse, das Ende B aber schon um 15,8 mm, und bei nicht ganz 3000 kg zerplatzte die Hülse am letzteren Ende und zog sich dieses widerstandslos heraus.

Ich habe diese Versuche hier angeführt, um zu zeigen, wie sehr es auf die Befestigungsweise der Seilenden in den Hülsen der Kortüm'schen Seilschlösser ankommt, und dass die hiefür vom Erfinder und Fabrikanten gegebenen Vorschriften nur dann ausreichend sind, wenn die Schlosshülsen in ihrem vorderen konischen Theile genügende Widerstandsfähigkeit besitzen, d. h. wenn sie genügend stark (dickwandig) sind, und aus festem, zuverlässigen Material, aus Stahl, nicht aus sog. Stahlguss bestehen, wie es, dem äusseren Ansehen und den Bruchflächen nach zu schliessen, bei allen obigen Seilschlössern der Fall war. Dieselben waren übrigens, wie bemerkt werden muss, nicht von C. Kortüm in Berlin selbst, sondern von anderen Firmen bezogen.

Von der Direktion desselben Bergwerkes, in dem der oben beschriebene Unfall passirt war, wurde mir einige Tage nach Anstellung jener Versuche ein ca 5 m langes, aus zwei gleichen Theilen bestehendes Drahtseil von gleichem Durchmesser von 18 mm, wie das obige, dessen Theile durch ein Paar Kortüm'sche Seilschlösser verbunden waren, zugesandt mit dem Ersuchen, zu prüfen, unter welcher Belastung sich die Enden des Seiles aus den Hülsen ziehen würden. Diese Enden waren, meiner Ansicht nach und obigen Versuchsergebnissen entsprechend, sehr gut in den Schlössern befestigt: die Rücken der seitlichen Zahnkeile ragten 4—5 mm über den hinteren Rand der Hülsen heraus und waren breiter, als die der oben gebrauchten Zahnkeile, in der Seele steckten

je drei Stück eigens aus Draht gemachte Spitzkeile von 25 mm Länge und 5—6 mm Rückenbreite. — Die freien Enden des Seiles wurden mittelst Schellen und beigelegten Bleistücken gefasst. Auf jede Schlosshülse wurde ein feiner Körner geschlagen und um je 10 cm davon entfernt auf das Drahtseil ein entsprechender. Die Entfernung der zusammengehörenden Körner wurde bei allmählich gesteigerter Belastung mittelst eines feinen, mit Mikrometerbewegung versehenen Zirkels und eines Transversalmaassstabes bis auf 0,1 mm genau gemessen. Bis zur Belastung 1600 kg zogen sich die Drahtenden aus ihren Schlosshülsen um noch nicht 0,1 mm. Von 1700 kg an wurde ihre Bewegung merklich; bei 2500 kg hatten sich beide Enden um gleich viel, um 0,4 mm, herausgezogen; von da an wurde die Bewegung des einen Endes, A, grösser, als die des anderen, B; bei 3500 kg hatte sich jenes um 2,4, dieses nur um 1,2 mm herausgezogen; bei 3750 kg jenes um 3,6, dieses um 1,8 mm. Bei eben erreichter Belastung von 4000 kg zog sich das Seilende A aus der Hülse, während das B sich im Ganzen nur um 2 mm bewegt hatte.

Die Prüfung einer der beiden, durch die Seilschlösser

verbundenen Seilhälften wurde oben, unter Nr. 6 dieses Abschnittes, mitgetheilt.

III. Ketten.

A. Gelenk- oder Galle'sche Ketten.

Die acht Ketten dieser Art, welche ich zu prüfen Gelegenheit hatte, waren von drei verschiedenen Constructionen, die in Fig. 1 bis 3 auf Blatt III abgebildet sind. Bei vieren, Nr. 1—3 und 7, waren die Bolzen einerseits mit Köpfen, andererseits mit Schraubenmuttern versehen (Fig. 1) und in der Mitte Hülsen auf dieselben geschoben; bei dreien, Nr. 4—6, waren die Bolzen beiderseits vernietet (Fig. 2) und bei einer, Nr. 8, auf beiden Seiten mit Splinten versehen (Fig. 3). Die Platten der Ketten Nr. 2, 6, 7 und 8 waren aus Stahl-, die der anderen aus Eisenblech (Bandeisen). Die Bolzen waren bei den Ketten Nr. 4—6 aus gewöhnlichem Rundeseisen, bei den übrigen aus Stahl. Die Hauptdimensionen der 8 Ketten sind in folgender Tabelle zusammengestellt. (Bezüglich der Bedeutung der Buchstaben vgl. die obigen Figuren.)

Kette Nr.	Laborat. Nr.	Construction wie in	Baulänge	Länge des mittl. Bolzens (oder der Hülse)			Zapfen-Durchmesser	Der Platten			Gewicht eines laufend. Meters der Kette	Material der Platten	Material der Bolzen	Bruchbelast. der Bolzen bei d. Anordg.		Bruchbelastung der Platten	Zugfestigkeit der Platten	Bruchbel. einer Platte	Güte-Verhältnis der Kette	Bemerkungen
				l	h	d ₁		a	z	b				l'	a					
			mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg			t	t	t	kg pro qcm	t		
1	529	Fig. 1	50	36	20	12,5	4	3	33	89	8,02	Eisen	Stahl	7,25 ¹⁾	—	4,4	—	1,6	0,69	¹⁾ Schon bei 6,9t reisst ein Auge einer Platte, dann, bevor 7,3 t ganz erreicht werden, noch mehrere, bis endlich nach starkem Verbiegen beider Bolzen das Gewinde des einen abgesprengt wird.
2	530	Fig. 1	51	36	20	12,5	4	2,5	33	88,5	6,69	Stahl	Stahl	> 7,0 ²⁾	—	4,3+3,3=7,6	7750	2,9	0,66	²⁾ Bei dieser Belastung reisst der eiserne Halter des letzten Bolzens; aber beide Endbolzen sind schon stark verbogen.
3	531	Fig. 1	97,5	51,5	36,5	19	6	3	41	148	13,37	Eisen	Stahl	> 7,9 ³⁾	> 8,2 ⁴⁾	8,0*	3450	2,15	0,62	³⁾ Bei dieser Belastung reißen die Augen der Platten aus, doch sind beide Endbolzen schon stark verbogen. ⁴⁾ Bei dieser Belastung erfolgte der Bruch der Platten wie vorhin. Die Endbolzen blieben ziemlich gerade.
4	532	Fig. 2	50	36	20	11,5	4	3	31	83,5	7,08	Eisen	Eisen	3,5 ⁵⁾	4,45 ⁵⁾	2,9	3850	1,15	0,63	⁵⁾ Das Ausreißen der Augen der Platten und der Bruch der Zapfen treten zugleich ein. Das geprüfte Kettenstück besteht überhaupt nur aus 2 Bolzen mit zwischenbefindlichen Platten.
5	533	Fig. 2	50	36	20	11,5	6	3	31	84	8,67	Eisen	Eisen	3,9 ⁶⁾	4,1 ⁶⁾	4,4	3800	1,4	0,52	⁶⁾ Alles ebenso wie vorhin.
6	592	Fig. 2	47	25	16	10	4	2,5	27	77	4,28	Stahl	Eisen	5,2	—	4,25+3,9=8,15	8300	2,8	0,73	
7	594	Fig. 1	96	51,5	36,5	19	6	2,5	44	150	13,11	Stahl	Stahl	s. Kette Nr. 3	—	14+13=27	6460	5,15	0,87	Diese Kette bestand nur aus 3 Gliedern.
8	1010	Fig. 3	40	28	13,5	11,4	4	2,2	29	78,5	4,56	Stahl	Stahl	6,0	7,2	3,6+3,65=7,25	7300	2,55	0,71	

Die Beanspruchung der Bolzen der Gelenkketten bei ihrem Gebrauch ist eine verschiedene, je nachdem ein Bolzen sich gerade im Eingriff mit dem ihn fassenden

Zahn des Kettenrades befindet, oder in dem gezogenen Theil der Kette zwischen den beiden Kettenrädern. Im ersteren Fall werden jederseits die Zapfen der Bolzen

mit je der halben Kraft, mit der die Kette gespannt ist, auf Abscheeren und Abbiegen beansprucht, im letzteren Falle nur auf Abscheeren durch dicht neben einander, an den Angriffsstellen der Platten wirkende Kräfte von einer Grösse gleich dem sovielten Theile der Gesamtspannung, als Platten in einem Gliede vorhanden sind. Ist also die Zahl derselben grösser als 2, etwa 4 oder 6, wie bei vorliegenden Ketten, so ist die erste Beanspruchung der Bolzen die grössere und massgebende. Um die Ketten in dieser Weise zu prüfen, wurden die Endbolzen des zur Verfügung stehenden Kettenstückes mittelst Schleifen aus zusammengebogenem Flacheisen von der Breite gleich der Länge des mittleren Theils des Bolzens gefasst und die aufeinander gelegten und aussen gefrästen Enden dieser Schleife in die Köpfe der Prüfungsmaschine mittelst gefräster Keile festgehalten. Die Bruchbelastungen sind in der 14. Columne obiger Tabelle enthalten. Um die Ketten auch auf Beanspruchung der mittleren Bolzen und der Platten zu prüfen, wurden entweder die Endbolzen, wenn nöthig, durch stärkere, aus besseren Material, Stahl statt Eisen, ersetzt (bei Kette Nr. 1, 3 und 5) oder es wurden die sämtlichen Bolzen durchschnitten und die so gebildeten beiden Hälften der Kette, jede für sich, geprüft, indem die zwei oder drei Endplatten jederseits, zwischen welche gleichdicke Blechstücke gelegt waren, auf ihren flachen Seiten von den Zahnkeilen gefasst wurden (bei den Ketten 2, 6, 7 und 8). Bei dieser Beanspruchung rissen allemal die Platten an ihren Augen und zeigen die Figuren 4—8 auf Blatt III einige charakteristische Bruchformen. Die Figuren 4—6 ergaben sich in der Regel bei den Platten aus Eisen (Bandeisen) und zwar trat gewöhnlich zuerst der Längsriss am Scheitel auf und dann erst die Querrisse. Bei den grossen Platten der Kette Nr. 3 aus Stahl dagegen blieben jene Längsrisse auch ganz aus (Fig. 7 und 8), vielleicht weil dieselben, wie ich vermüthe, quer zur Walzrichtung des Bleches herausgeschnitten worden waren.

Die auf diese Weise erhaltene Bruchbelastung der ganzen Kette (also, bei der zweiten der oben angegebenen Einspannungsweisen, die Summè der Bruchbelastungen beider Hälften) ist in Col. 15 der obigen Tabelle eingetragen.

Um die Qualität des Materials der Platten festzustellen, wurden von jeder Kette einige derselben abgerissen, nachdem sie in der Mitte so weit, der Breite nach, geschwächt waren, dass sie, obgleich an den Augen gefasst, doch dort reissen mussten. Von den Ketten Nr. 3, 6 und 7 waren längere Streifen aus demselben Bandeisen bzw. Stahlblech vorhanden, aus dem die Platten geschnitten waren, und konnten zu dem gleichen Zwecke verwendet werden. Die so erhaltenen Resultate über

Zugfestigkeit sind in Col. 16 der obigen Tabelle niedergelegt. Ausserdem wurden von jeder Kette mehrere Platten einzeln abgerissen, indem sie, im Querschnitte unverändert gelassen, an den Augen mittelst passender Bolzen gefasst wurden. Sie lagen dabei an beiden Enden zwischen je 2 Platten gleicher Art, die an ihren äusseren Augen unter sich mittelst eines Zwischenstückes verbunden waren und von den Zahnkeilen der Werder'schen Prüfungsmaschine festgehalten wurden (s. Fig. 9 auf Blatt III). Die (mittlere) Belastung, bei welcher der Bruch (natürlich durch Ausreissen der Augen) erfolgte, ist in Columne 17 der obigen Tabelle enthalten. Diese Belastung, multiplicirt mit der Anzahl ν der Platten in einem Gliede, müsste eigentlich die in Col. 15 enthaltene „Bruchbelastung der Platten“ geben. Aber letztere ist immer kleiner. Der Grund davon ist leicht einzusehen. Jene Uebereinstimmung kann nämlich nur dann stattfinden, wenn die Platten in der Kette wirklich alle gleichstark angegriffen würden, was aber eine mathematische Vollkommenheit in der Herstellung der Kette bedingen würde, die praktisch nie zu erreichen ist. Der Quotient aus Col. 14 und dem ν -fachen der Columne 17, welcher immer kleiner als 1 sein wird, kann daher als Maassstab für die mehr oder minder gute Ausführung der Kette betrachtet werden (Col. 18).

Bei Treibketten ist bekanntlich von grösster Wichtigkeit, dass die Dehnung, besonders die bleibende, welche dieselben durch die an ihnen wirkende Belastung erfahren, ein gewisses Maass nicht überschreitet, weil andernfalls die Glieder nicht mehr über die Zähne (oder in die Kerben) der Kettenräder passen würden und dadurch ein Abrutschen der Ketten erfolgen müsste. Deshalb ist es nothwendig, solche Ketten nicht blos auf ihre Festigkeit zu prüfen, sondern auch die gesammte und die bleibende Dehnung zu messen, welche sie durch allmählich ansteigende Belastung erfahren. Das ist bei den Ketten Nr. 1—5 und 8 geschehen, und zwar bei Nr. 1—3, die nur kurz waren, mit Hülfe meines Spiegelapparates auf bezw. 5, 5 und 4 Kettenglieder; bei Nr. 4 und 5 auf je 17 Kettenglieder mit Hülfe eines ähnlichen, aber nur einfach angeordneten Apparates, der statt der Spiegel einen Zeiger mit Nonius hatte, an dem bei 10facher Uebersetzung 0,01 mm abgelesen werden konnten; und bei der letzten Kette, Nr. 8, endlich auf 20 Glieder mittelst des mit Nonius versehenen Maassstabes eines Stangenzirkels, der mittelst Klemmen und Spitzenschrauben so, wie Fig. 10 auf Blatt III zeigt, an der Kette befestigt wurde, und mit dem, ohne Uebersetzung, bis auf 0,1 mm gemessen wurde. Die Enden der gemessenen Länge lagen allemal in der Mittellinie von Bolzen.

Die Resultate dieser Messungen sind auf Blatt VI graphisch dargestellt, indem als Abscissen die Belastungen,

bezogen auf die Einheit des Querschnittes vbs aufgetragen wurden, wo v die Anzahl der Platten in einem Glied, b die Breite, s die Dicke der Platten bedeutet (s. obige Tabelle); und als Ordinaten die Verlängerungen in Zehntausendtheilen der ursprünglichen Längen. Die dabei angewandten Maassstäbe sind für die Abscissen $1\text{ cm} = 20\text{ at}$ und für die Ordinaten $1\text{ cm} = 2$ Zehntausendtel. (Vers. Nr. 538, 541—544, 867, 864 und 1856.)

Bei den Messungen an den Ketten Nr. 1—5 wurde immer erst bei 1000 kg Belastung begonnen und nicht auf Null, sondern auf diese Belastung zurückgegangen. Indem dann angenommen wurde, dass die verhältnissmässigen Verlängerungen für gleiche Belastungsintervalle unterhalb einer Tonne ebenso gross seien, als in dem ersten Intervall oder in den ersten Intervallen über einer Tonne, konnten die Nullpunkte oder vielmehr die Höhenlagen der Curven über der Abscissenaxe und die bleibenden Verlängerungen (bei der Belastung Null) annähernd gefunden werden.

Die Gestalt der auf Blatt VI gezeichneten Curven (oder besser: gebrochenen Linien) kann auch zum Anhalt für die Beurtheilung der Güte der Ausführung und der Konstruktion der Kette dienen. Je regelmässiger und näher an einer Geraden diese Linien verlaufen und je geringer ihre Neigung gegen die Abscissenaxe, besonders am Anfang, je grösser also der Elasticitätsmodul ϵ ist, desto besser ist die Kette ausgeführt und construirt.

B. Zerlegbare Treibketten aus schmiedbarem Guss.

Die Glieder dieser Ketten, welche zuerst auf der Weltausstellung in Philadelphia (1876) auftraten, bestehen aus viereckigen einfachen oder Doppel-Rahmen von schmiedbarem Guss (s. Fig. 11—15 auf Blatt III), die aneinander gesteckt werden, so dass damit also auch sofort eine endlose Kette gebildet werden kann. Dabei sind die Oeffnungen a (Fig. 11, 13 und 14) der einfachen oder doppelten Haken etwas enger als die Durchmesser der Querstege b , so dass diese nur von seitwärts in die Haken geschoben werden können und auch das nur, wenn die zwei zusammen zu steckenden Kettenglieder einen bestimmten spitzen Winkel miteinander bilden (vgl. Fig. 15^a), bei dem die Enden der Längsstege c vermöge der an ihnen angebrachten Einkerbungen d in die Hakenöffnung eindringen können. Auf diese einfache Weise ist es unmöglich gemacht, dass sich die Kettenglieder von selber während des Gebrauchs der Ketten aushängen.

Vier solche Ketten, Fig. 11—14 auf Blatt III, brachte Herr Fabrikant A. Stotz in Stuttgart aus Philadelphia mit und übergab sie mir zur Prüfung (Nr. 1a—4a). Später überschickte er mir zu gleichem Zwecke vier ganz gleiche, aber von ihm selbst angefertigte (Nr. 1 bis 4) und eine fünfte (Nr. 5, Fig. 15 auf Blatt III), die der Nr. 2 und 2a ganz ähnlich ist, aber nur aus einfachen Rahmen besteht. Nähere Angaben über Dimensionen, Gewichte etc. dieser Ketten finden sich in der folgenden Tabelle.

1	2	3	4	5	6	7	8
Kette Nr.	Construction wie auf Blatt III	Bau-länge 1	Gesamt-Querschn. der Längsarme in der Mitte eines Gliedes	Gewicht pro laufenden Meter	Belastung mit der die Kette riss	Bruchbelastung pro qcm des Querschn. der Arme	Bemerkungen
		cm	qcm	kg	kg	at	
1a	Fig. 11	15,0	4,00	6,51	4500	1125	Bruch erfolgt durch Abreissen eines Doppelhakens; die Bruchfläche zeigt fehlerhaften Guss. Dasselbe zeigt sich auch noch bei mehreren andern, abgeschlagenen Haken, in der Höhlung derselben.
1	„	15,0	3,60	6,39	6000 } 6500 }	1660 } 1800 }	Bruch erfolgt das erstemal in der Uebergangsstelle des Mittelarmes zum Haken, das zweitemal an gleicher Stelle, nur wurde auch ein Haken mit abgerissen. Beidemale zeigen die Bruchflächen bronzefarbene Stellen.
2a	Fig. 12	5,65	1,20	2,54	1200 } 1550 }	1000 } 1290 }	Beidemale erfolgt der Bruch zunächst an der Einkerbung eines mittleren Längsarmes (Fig. 12 ^a). An beiden Bruchstellen Gussfehler.
2	„	5,65	1,20	2,61	1900 } 2400 }	1580 } 2000 }	Bruch erfolgt das erstemal an der Einkerbung des Mittelarmes, gleich darauf reissen auch die beiden äusseren desselben Gliedes. Die Bruchfläche des Mittelarmes zeigt einen grossen dunkelblauen Kern; eine ebensolche nur etwas kleinere Stelle zeigt die Bruchfläche eines der äusseren Arme. Das zweitemal erfolgt der Bruch in der gleichen Weise. Auch diesmal zeigt die Bruchfläche des Mittelarmes einen abweichend gefärbten, hier mattgrauen Kern.
3a	Fig. 13	5,55	0,83	1,24	675 } 750 }	810 } 900 }	Beidemale erfolgt der Bruch durch Reissen eines Hakens, beide Bruchflächen zeigen ähnliche Gussfehler wie die bei Kette Nr. 1a.
3	„	5,55	0,82	1,22	875 } 875 }	1070 }	Beidemale erfolgt der Bruch durch Abreissen eines Hakens und zeigt die Bruchfläche einen Gussfehler.
4a	Fig. 14	4,75	0,34	0,54	280 } 300 }	825 } 880 }	Beidemale erfolgt der Bruch an den Enden der Längsarme durch die Einkerbung und zeigt die Bruchfläche Gussfehler.
4	„	4,75	0,36	0,52	450 } 480 }	1250 } 1330 }	Beidemale erfolgt der Bruch wie vorhin; das erstemal ist die Bruchfläche krystallinisch, glänzend, mit einer mattgrauen, einige bronzefarbige Krystalle enthaltenden Stelle, das zweitemal rein, krystallinisch, gleichmässig, ohne jeden Fehler.
5	Fig. 15	5,65	0,71	1,60	1350	1900	Bruch erfolgt durch Trennung des Hakens von den Armen (Fig. 15). Bruchfläche ohne Fehler.

Bei der Prüfung wurden die Ketten so eingespannt, dass die Endglieder in den trapezförmigen Mäulern der Einspannköpfe der Werder'schen Maschine mittelst der

stählernen Einbeisskeile gehalten wurden. In der Regel wurde jede Kette zweimal abgerissen, das zweitemal nach Beseitigung des beim erstenmale gerissenen Gliedes. Die

Resultate sind in der obigen Tabelle (S. 29) enthalten, in den Spalten 6—8.

Die Dehnungen wurden mit Hilfe des in Fig. 10 auf Blatt III abgebildeten Armes eines Stangenzirkels gemessen, der mittelst der, um Spitzen beweglichen Bügel *aa* und *bb* an der Kette befestigt wurde. Der eine dieser Bügel, *bb*, war an dem Maassstab selbst, der andere an der, mit Nonius versehenen, verschiebbaren Hülse *cc* desselben angebracht. Die Messung erstreckte sich immer über eine ganze Anzahl von Kettenglieder und wurde allemal zweimal durchgeführt: mit der Kette im ursprünglichen Zustande und dann noch einmal, nachdem dieselbe mit einer gewissen Belastung gestreckt worden war. Natürlich waren das erste und letzte Glied der gemessenen Länge nicht die eingespannten.

Die Resultate dieser Messungen sind in der vorstehenden Tabelle (Seite 30 und 31) enthalten. Die Elasticitätsmodule sind auf den, durch die Mitte der Glieder gedachten Querschnitt (s. Spalte 4 der vorigen Tabelle) bezogen.

Es ist klar, dass beide hier mitgetheilte Tabellen wieder Schlüsse auf die Güte der Konstruktion und Ausführung der Ketten ziehen lassen, auf die hier nicht weiter eingegangen werden soll.

C. Rundeisenketten (Ringketten).

Solche Ketten habe ich bis jetzt nur vier geprüft, die sämtlich langgliedrige oder sog. deutsche Ringketten waren.

Nr. 1. Ringkette von 1 *cm* starkem Rundeisen, mit Gliedern von 3,0 *cm* lichter Länge und 1,35 *cm* lichter Breite. Dieselbe wurde an den Endgliedern mittelst der stählernen Einbeisskeile der Werder'schen Maschine gefasst und hatte zwischen den Einspannstellen eine Länge von 78 *cm* (26 Glieder, 27 im Ganzen). Sie begann sich bei einer Belastung von 1500 *kg* zu strecken und verlängerte sich von da an für eine Belastungszunahme von 100 *kg* um 5—7 *mm*. Sie trug eine Belastung von 3600 *kg*, riss aber bei 3700 *kg* an der Schweissstelle eines mittleren Gliedes. Die Zugfestigkeit betrug also 2350 *kg* pro *qcm* des durch die Mitte eines Gliedes gemachten Querschnittes. (596. Vers. Lab. Nr. 587.)

Nr. 2. Ringkette von 1,5 *cm* starkem Rundeisen mit Gliedern von 4,0 *cm* lichter Länge und 1,75 *cm* lichter Breite. Sie wurde an den Endgliedern in gleicher Weise gefasst, wie die vorige, und hatte eine Länge von 100 *cm* (25 Glieder). Mit 7100 *kg* Belastung (2000 *kg* pro *qcm* des Querschnittes durch die Mitte eines Gliedes) riss das 7. Glied, vom einen Ende herein gezählt, und zwar nicht an der Schweissstelle. Nach Entfernung des gerissenen und der 6 vorangehenden Glieder wurde die Kette in gleicher Weise wie vorhin nochmal eingespannt und riss

erst mit 8600 *kg* Belastung (2430 *kg* pro *qcm* des mittleren Querschnittes eines Gliedes) am nunmehr 2., ursprünglich 9. Glied, ebenfalls ausserhalb der Schweissstelle. Von den anderen Gliedern zeigt nur eines an der Schweissstelle einen Riss, die andern sind gut geblieben. (3423. Vers. Lab. Nr. 1981.)

Nr. 3. Eine schon im Gebrauche gewesene Krahenkette, Ringkette aus 3,25 *cm* starkem Rundeisen mit Gliedern von 8,5 *cm* lichter Länge und 3,75 *cm* lichter Breite. Die ganze Kette, aus 277 Gliedern bestehend, war ca. 23 *m* lang und musste in drei Abtheilungen geprüft werden, ohne sie auseinander zu nehmen. Dabei mussten also mittlere Glieder gefasst werden, und um diess zu können, ohne sie und die anstossenden Glieder zu schädigen, benützte ich die in Fig. 13, Blatt I abgebildete Vorrichtung, die mir von Herru L. Werder seinerzeit angegeben worden ist und einer weiteren Erläuterung nicht bedarf. Die Endglieder wurden mittelst passender Stahlbolzen festgehalten.

Die Verlängerung wurde dadurch gemessen, dass durch zwei feine, auf die Kette geschlagene Körner eine bestimmte Länge abgesteckt und ein Stahlband auf die Kette gelegt und durch leicht federnde Klemmen unter schwachem Druck an derselben festgehalten wurde. Auf dieses Band wurden in die Nähe von jenen auf der Kette ebenfalls zwei feine Marken gemacht und die Entfernungen der an den Enden befindlichen Markenpaare mittelst eines Schubmaasses mit Nonius oder eines Zirkels und Transversalstabs auf 0,1 *mm* genau gemessen am Anfang, bei der Belastung Null und dann bei steigender Belastung. Folgendes sind die Resultate der angestellten Versuche:

I. Kettentheil, 100 Glieder umfassend. Die abgesteckte Strecke betrug 800 *cm* und reichte über 94 Glieder. Bei 10 *t* Belastung war die totale

Verlängerung 3,03 *cm* = 0,35 %
und die bleibende Verlängerung 1,06 *cm* = 0,13 %

Nochmals mit 10 *t* belastet war die
totale Verlängerung 3,19 *cm* = 0,40 %
dann mit 20 *t* belastet war die totale

Verlängerung 19,97 *cm* = 2,50 %
und die bleibende Verlängerung 17,19 *cm* = 2,15 %

Bevor aber noch die Belastung von 20 *t* erreicht war, begann sich die Schweissstelle an einem Gliede, dem 80., in deutlich sichtbarer Weise zu öffnen, während alle übrigen Glieder unversehrt blieben.

Nach nothwendig gewordenem Zurückschieben des Kolbens der Maschine und erneuertem Einspannen der Kette betrug die bleibende Verlängerung der abgesteckten 800 *cm* noch 16,60 *cm* = 2,07 %
Bei 10 *t* Belastung war die totale

Verlängerung 18,32 *cm* = 2,29 %

Bei 20 t Belastung war die totale

Verlängerung 20,92 cm = 2,61 %

Die nun weiter gesteigerte Belastung veranlasste zunächst ein weiteres Öffnen der Schweissfuge jenes 80. Kettengliedes, bei 24 t begann sich die Schweissstelle des 45. Gliedes zu öffnen, an dem sich gleichzeitig ein starker Längsschiefer löste, und bevor noch 25 t erreicht waren, öffneten sich die Schweissstellen in noch 3 Gliedern, dem 13., 19. und 57. Bei 25 t Belastung betrug die totale Verlängerung von ursprünglich 800 cm 39,23 cm = 4,90 % und die bleibende 36,19 cm = 4,52 %

Nach wiederholtem Zurückschieben des Kolbens der Maschine und erneuertem Einspannen der Kette wurde die bleibende Verlängerung der abgesteckten 800 cm gemessen zu 35,80 cm = 4,47 %

Bei 10 t betrug die totale Verlängerung derselben 37,14 cm = 4,64 %

Bei 20 t betrug die totale Verlängerung derselben 38,58 cm = 4,82 %

Bei 25 t betrug die totale Verlängerung derselben 39,83 cm = 4,98 %

Bei 26 t Belastung öffnete sich die Schweissfuge des 37., bei 27 t die des 15., 24., 62., 67., 75. und 83. Gliedes. Bei 30 t betrug die totale Verlängerung 62,64 cm = 7,83 %

und die bleibende Verlängerung 59,39 cm = 7,42 %

Die zuerst aufgegangene Schweissfuge des 80. Gliedes klaffte nun nach der Entlastung um 4,5 mm; auch alle übrigen aufgegangenen Schweissfugen waren noch deutlich sichtbar offen.

II. Kettentheil, vom 97. bis 200. Glied reichend, an welchen beiden Gliedern die in Fig. 13, Blatt I abgebildeten Einspannkloben angebracht waren. Die gemessene Strecke reichte vom 101. bis 195. Glied, erstreckte sich also auf 94 Glieder und war ursprünglich 792 cm lang. Bei 10 t Belastung betrug die

totale Verlängerung dieser Strecke 2,10 cm = 0,27 %
und die bleibende 0,30 cm = 0,04 %

Bei nochmaliger Belastung mit 10 t erhielt man die totale Verlängerung von 2,13 cm = 0,27 %

Bei 20 t Belastung erhob sich dieselbe auf 13,18 cm = 1,66 %
und die bleibende betrug 10,26 cm = 1,30 %

Nochmal mit 20 t belastet war die
totale Verlängerung 13,34 cm = 1,69 %
bei 21 t betrug dieselbe 16,46 cm = 2,08 %
und die bleibende 13,52 cm = 1,71 %

Auf der ganzen Länge war nirgends eine Beschädigung der Kette (Aufgehen von Schweissfugen etc.) zu bemerken.

Bauschinger, Mittheilungen, XVII.

III. Kettentheil, vom 190. bis 277. Glied reichend. Die abgesteckte Länge erstreckte sich von der Mitte des 199. bis zur Mitte des 277. Gliedes und betrug 670 cm.

Bei einer Belastung	betrug die Dehnung auf 670 cm	
	von	total
		bleibend
10 t	1,93 cm = 0,29 %	0,40 cm = 0,06 %
20 t	10,89 cm = 1,60 %	8,45 cm = 1,25 %
zum zweitenmal 20 t	11,04 cm = 1,65 %	—
21 t	12,75 cm = 1,90 %	10,14 cm = 1,51 %

Auch in diesem Theile wurde kein Kettenglied beschädigt.

Die geringere totale sowohl als bleibende Streckung der zuletzt untersuchten beiden Kettentheile rühren vielleicht davon her, dass an diesen die Kette eigentlich im Gebrauche, während das zuerst geprüfte Ende ganz oder grösstentheils auf der Trommel des Krahn's aufgewickelt geblieben war. (3586. und 3595. Vers.)

4. Eine 25 m lange Krahnkette von 2,0 cm Ketten-eisenstärke, also 6,28 qcm Querschnitt durch die Mitte eines Gliedes. Dieselbe war für eine Maximalbelastung von 3750 kg bestimmt und sollte auf das Doppelte dieser Beanspruchung, auf 7500 kg, geprüft werden. Dies geschah wieder in 3 Theilen, wobei das eine Ende mittelst des dort befindlichen Schraubenbolzens und seiner Mutter, das andere Ende mittelst eines durch das letzte, grössere Glied gesteckten Bolzens, die Mittelglieder aber mit der, in Fig. 13 auf Blatt I abgebildeten und für sie passenden Vorrichtung festgehalten wurden. Jedesmal wurde die Belastung von 500 kg an von 500 zu 500 und zuletzt um 250 kg bis 3750 kg erhöht und dabei die hervorgebrachten Verlängerungen gemessen, um zu sehen, ob sie proportional der Belastung oder doch nicht rascher als diese wuchsen. Die Messvorrichtung dabei war eine ähnliche, wie bei der vorigen Kette, nur war das eine Ende des Stahlbandes an der Kette festgeklemmt und wurde das Band beim Messen des Abstandes der Marken am anderen Ende mit der Hand angespannt. — Nach erreichter Belastung von 3750 kg wurde auf die anfängliche von 500 kg zurückgegangen, um die bleibende Verlängerung zu messen, dann wieder mit 3750 kg belastet, wieder auf 500 kg zurückgegangen u. s. w. um zu constatiren, dass die bleibende Verlängerung sowohl, als auch die totalen schliesslich constante Werthe annehmen und behalten, was, wie die nachstehende Tabelle zeigt, auch der Fall war. Dann wurde die Belastung auf 4000, und, in Intervallen von 500 kg fortschreitend, bis 7500 kg gesteigert und wiederum jedesmal die Verlängerung gemessen. Dabei zeigte sich (vgl. die Tabelle), dass beim I. Kettentheil zwischen 5500 und 6000 kg, beim II. zwischen 5000 und 5500 kg und beim III. zwischen 5500 und 6000 kg Belastung die Elasticitätsgrenze überschritten wurde, d. h. von da an

wuchsen die Verlängerungen rascher, als die Belastungen. Trotzdem nahmen nach einigen Wechseln zwischen 7500 und 500 kg Belastung die bleibenden Ausdehnungen sowohl als auch die totalen wieder constante Werthe an und das Gleiche war der Fall, als schliesslich noch einigemal

zwischen 3750 kg und 500 kg Belastung hin- und hergegangen wurde.

Bei der hierauf vorgenommenen genauen Besichtigung aller Kettenglieder zeigte sich nirgends eine Beschädigung derselben.

5402. Vers. Lab. Nr. 3466.

Be- last- ung kg	I. Kettentheil: Vom Schraubenbolzen bis zum 138. Glied				II. Kettentheil: Vom 139. bis zum 281. Glied				III. Kettentheil: Vom 282. bis zum 413. (letzten) Glied			
	Verläng. auf das Stück vom 5. bis zum 138. Glied 784,56 cm lang			Bemerkungen Elast.-Modul	Verläng. auf das Stück vom 145. bis zum 275. Glied 786,39 cm lang			Bemerkungen Elast.-Modul	Verläng. auf das Stück vom 289. bis zum 409. Glied 717,04 cm lang			Bemerkungen Elast.-Modul
	cm	Proc.	Diff. für 500 kg		cm	Proc.	Diff. für 500 kg		cm	Proc.	Diff. für 500 kg	
500	0	0			0	0			0	0		
1000	0,23	0,029	29	Mittl. Elasti- citäts-Modul = 267000 at	0,27	0,034	34	Mittl. Elasti- citäts-Modul = 246000 at	0,20	0,028	28	Mittl. Elasti- citäts-Modul = 281000 at
1500	0,49	0,062	33		0,55	0,070	36		0,41	0,057	29	
2000	0,73	0,093	31		0,81	0,103	33		0,62	0,086	29	
2500	0,96	0,122	29		1,06	0,135	32		0,83	0,116	30	
3000	1,18	0,150	28		1,29	0,164	29		1,03	0,144	28	
3500	1,40	0,178	28		1,51	0,192	28		1,23	0,172	28	
3750	1,52	0,194	32		1,65	0,210	36		1,32	0,184	24	
500	0,21	0,027		0,17	0,022		0,14	0,020				
3750	1,50	0,191	25,2	316000 at	1,66	0,211	29,1	274000 at	1,32	0,184	25,2	316000 at
500	0,19	0,024		0,21	0,027		0,14	0,020				
3750	1,50	0,191	25,7	310000 at	1,66	0,211	28,3	281000 at	1,31	0,183	25,1	317000 at
4000	1,63	0,208	34		1,78	0,226	30		1,41	0,197	28	
4500	1,83	0,233	25		2,00	0,254	28		1,60	0,223	26	
5000	2,03	0,259	26		2,23	0,284	30		1,78	0,248	25	
5500	2,23	0,284	25		2,48	0,315	31		1,96	0,273	25	
6000	2,46	0,313	29	Elast. - Grenze bei 916 at	2,73	0,347	32	Elast. - Grenze bei 836 at	2,16	0,301	28	Elast. - Grenze bei 916 at
6500	2,72	0,347	36		3,02	0,384	37		2,39	0,333	32	
7000	3,06	0,390	43		3,41	0,434	50		2,61	0,364	31	
7500	3,47	0,442	52		3,84	0,488	54		2,91	0,406	42	
500	0,90	0,115		339000 at	1,21	0,154		316000 at	0,71	0,099		363000 at
7500	3,48	0,444	23,5		3,91	0,497	24,5		2,91	0,406	21,9	
500	0,91	0,116		340000 at	1,28	0,163		334000 at	0,73	0,102		361000 at
7500	3,48	0,444	23,4		3,91	0,497	23,9		2,95	0,411	22,1	
500	0,93	0,119			1,28	0,163			0,75	0,105		361000 at
7500									2,97	0,414	22,1	
500				310000 at				296000 at	0,77	0,107		364000 at
7500			25,7				26,9		2,96	0,413	21,9	
500									0,77	0,107		334000 at
3750	2,24	0,286			2,66	0,338			1,88	0,262	23,8	
500	0,94	0,120		312000 at	1,29	0,164		297000 at	0,77	0,107		334000 at
3750	2,24	0,286	25,5		2,66	0,338	26,8		1,88	0,262	23,8	
500	0,94	0,120			1,29	0,164			0,77	0,107		

München, im Juli 1888.

J. Bauschinger.

Fig.1. Maass 1:3.

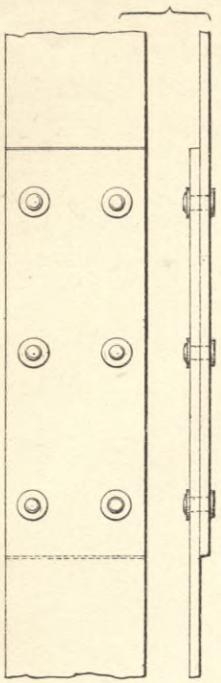


Fig.2. Maass 1:3.

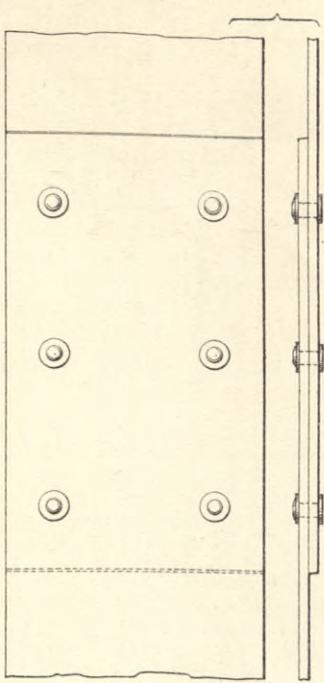


Fig.3. Maass 1:3.

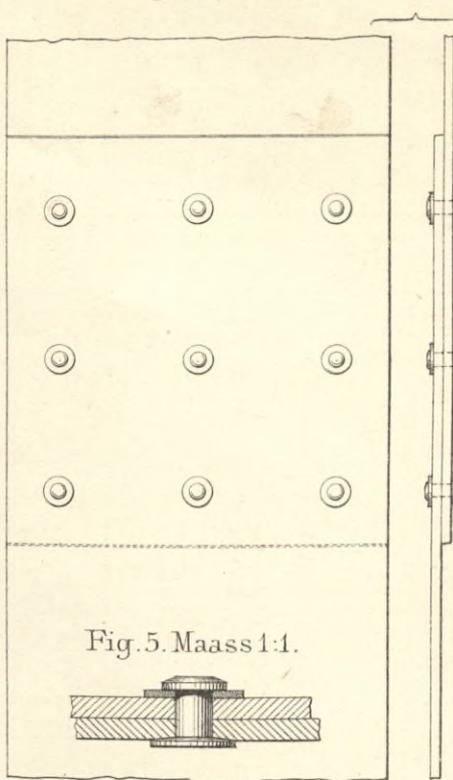


Fig.5. Maass 1:1.

Fig.6. Maass 1:3.

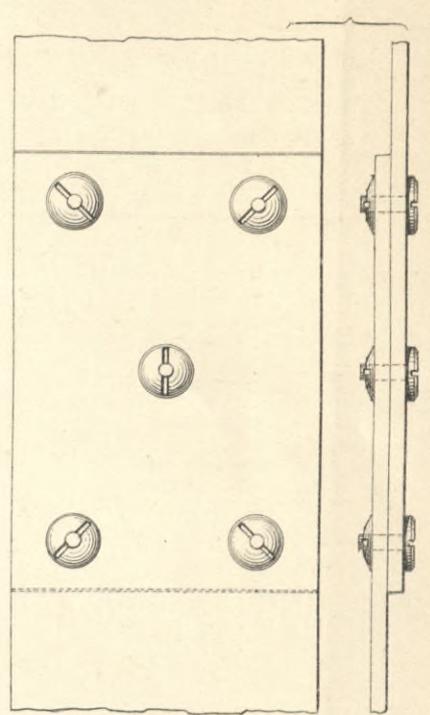


Fig.4. Maass 1:3.

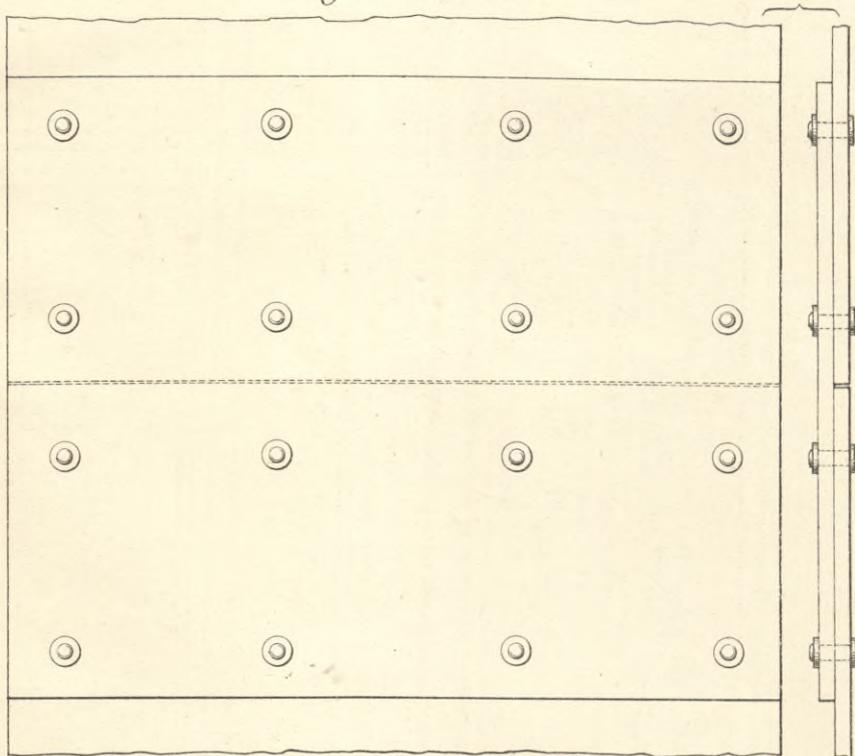


Fig.9. Maass 1:3.

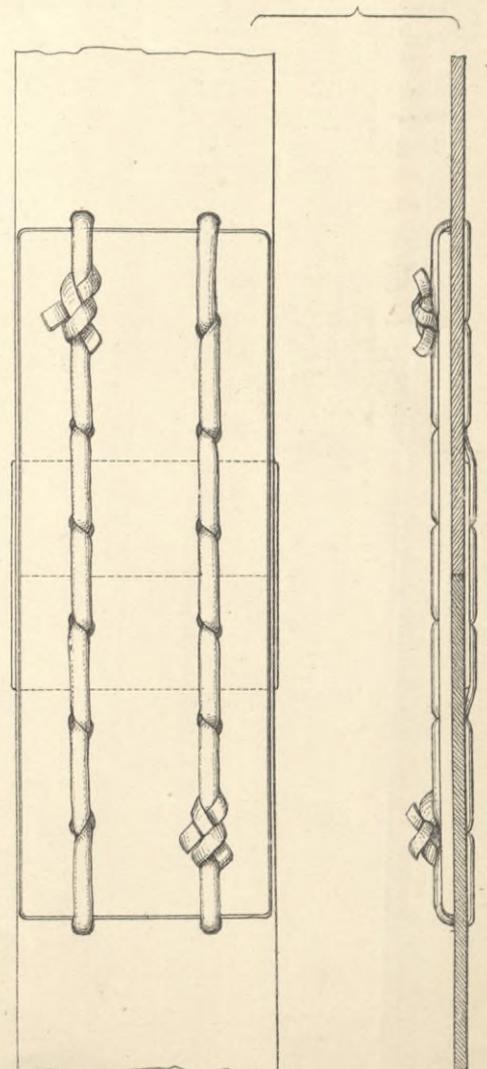


Fig.7. Maass 1:3.

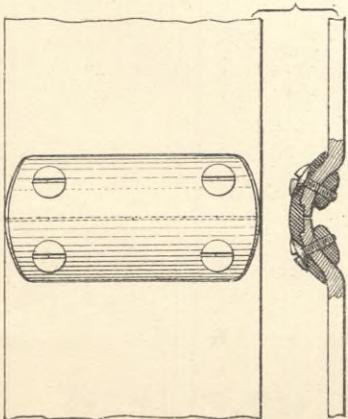


Fig.8. Maass 1:3.

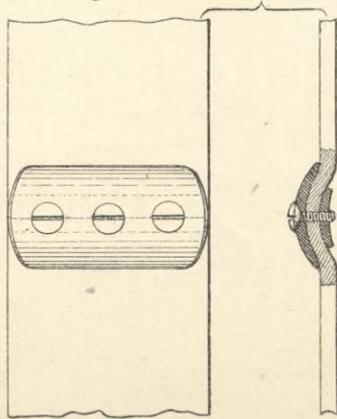
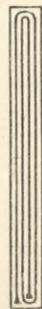
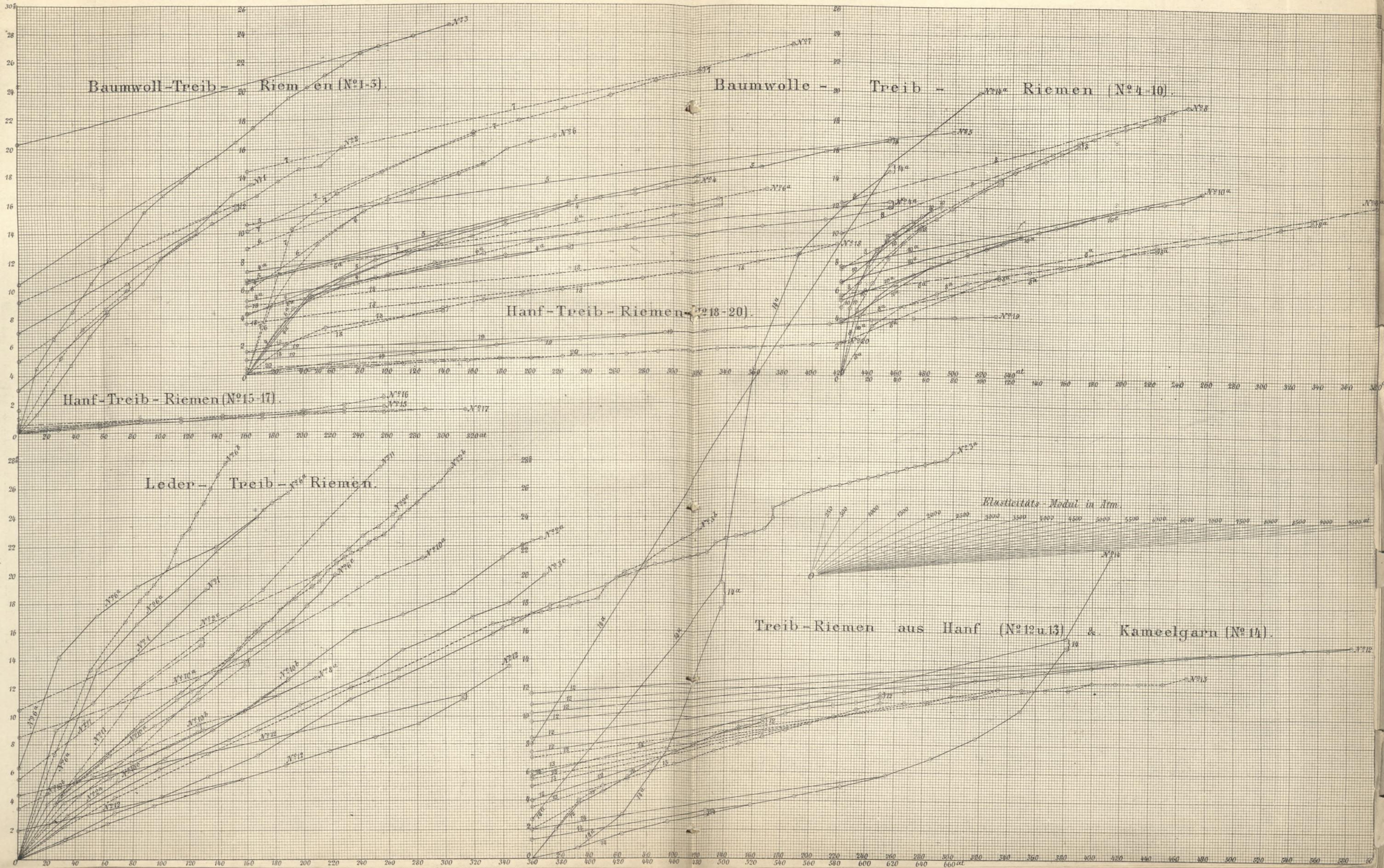
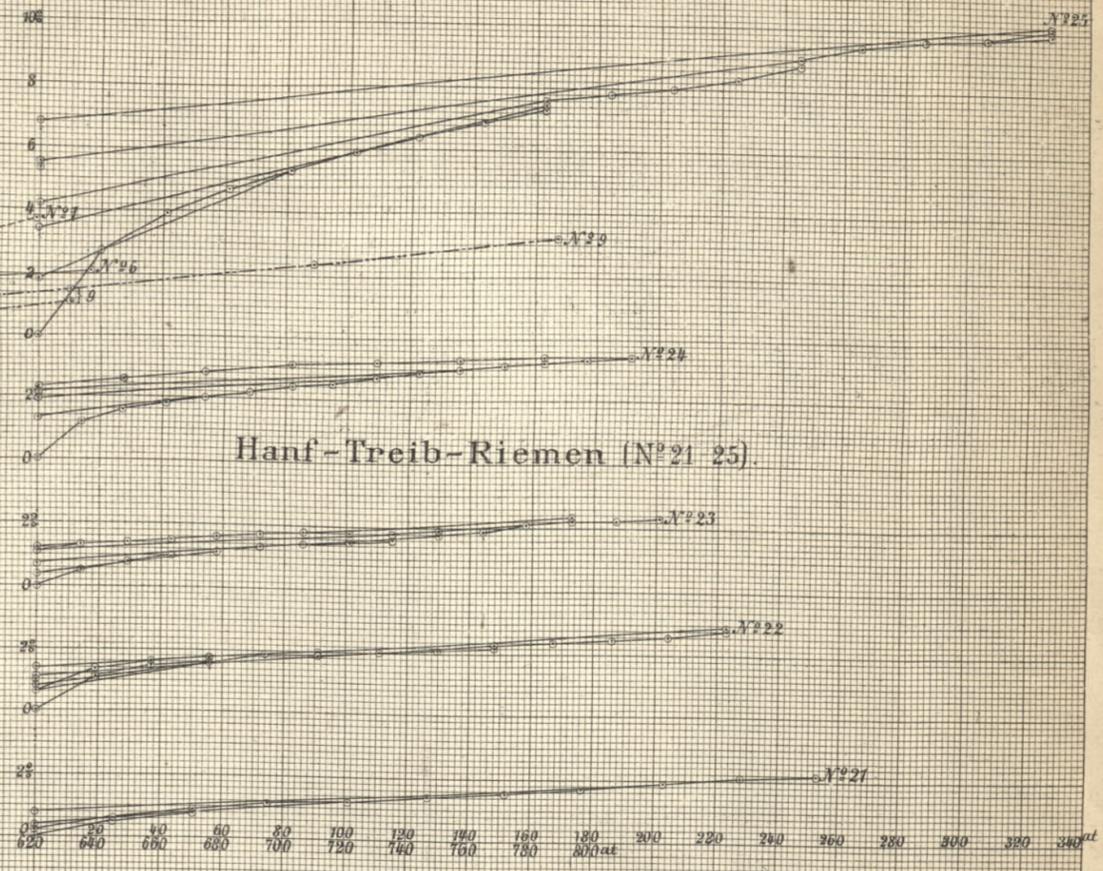
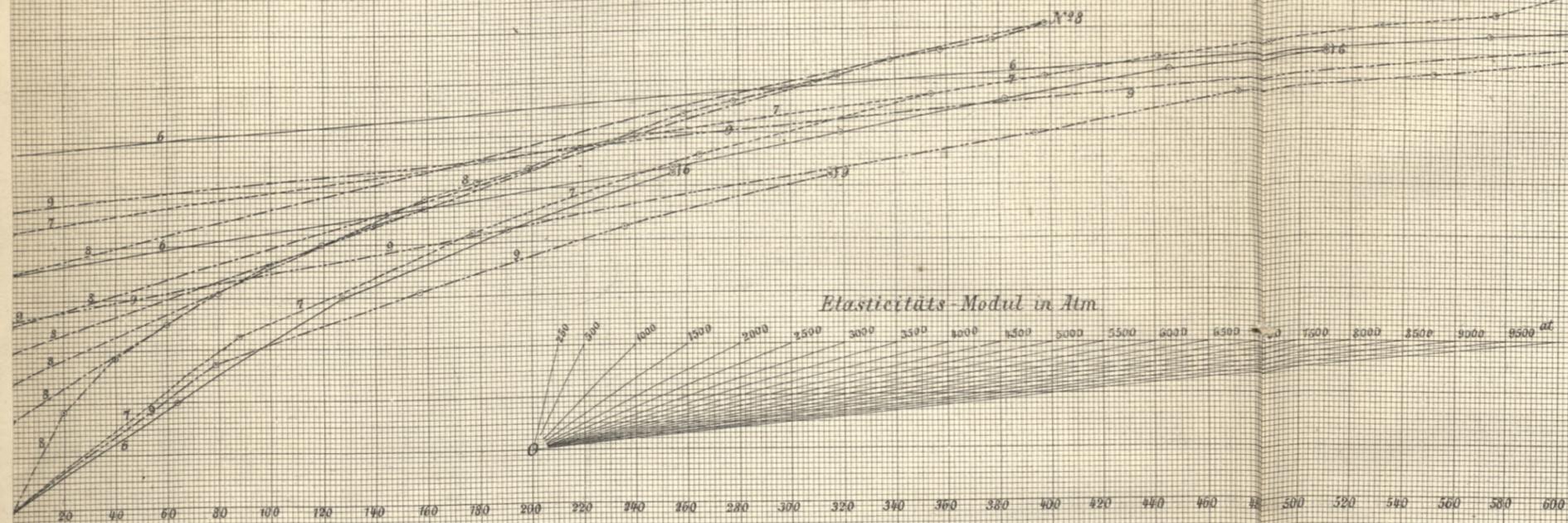


Fig.10.
Maass 1:3.

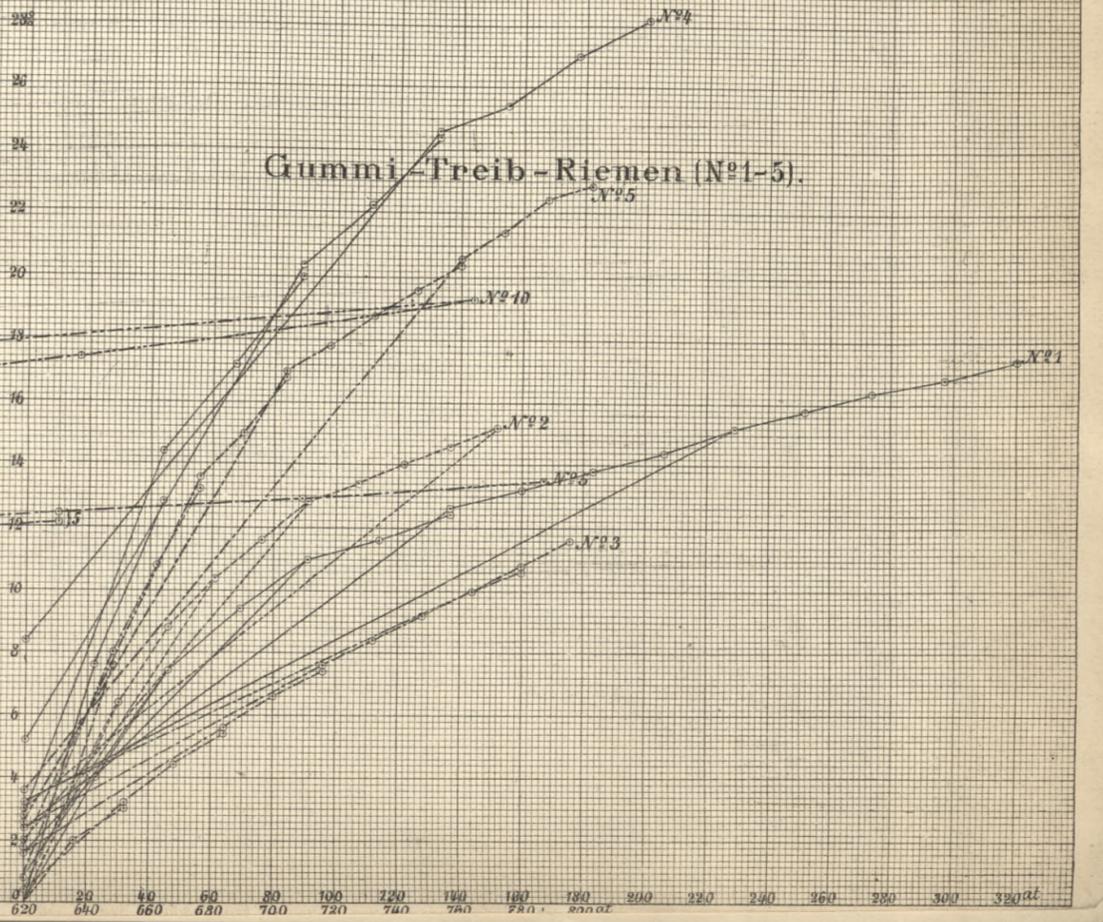
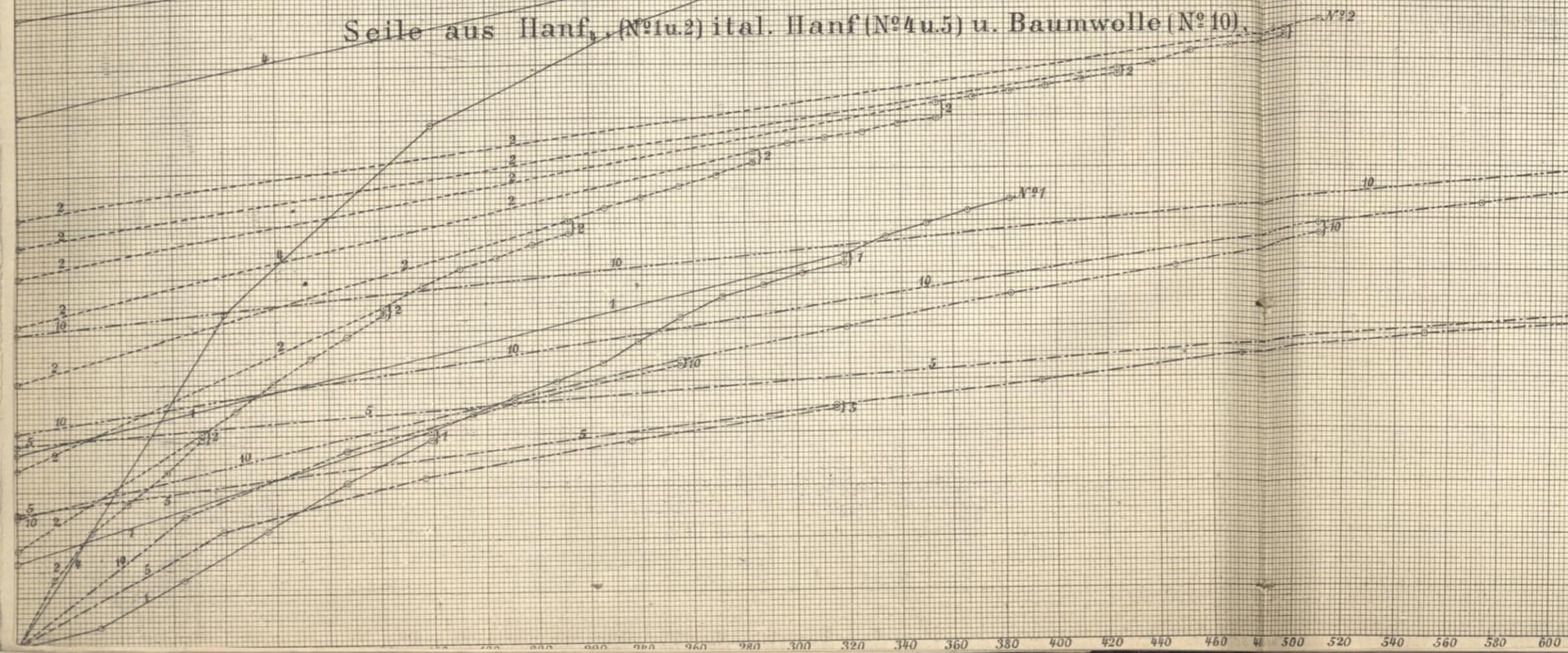


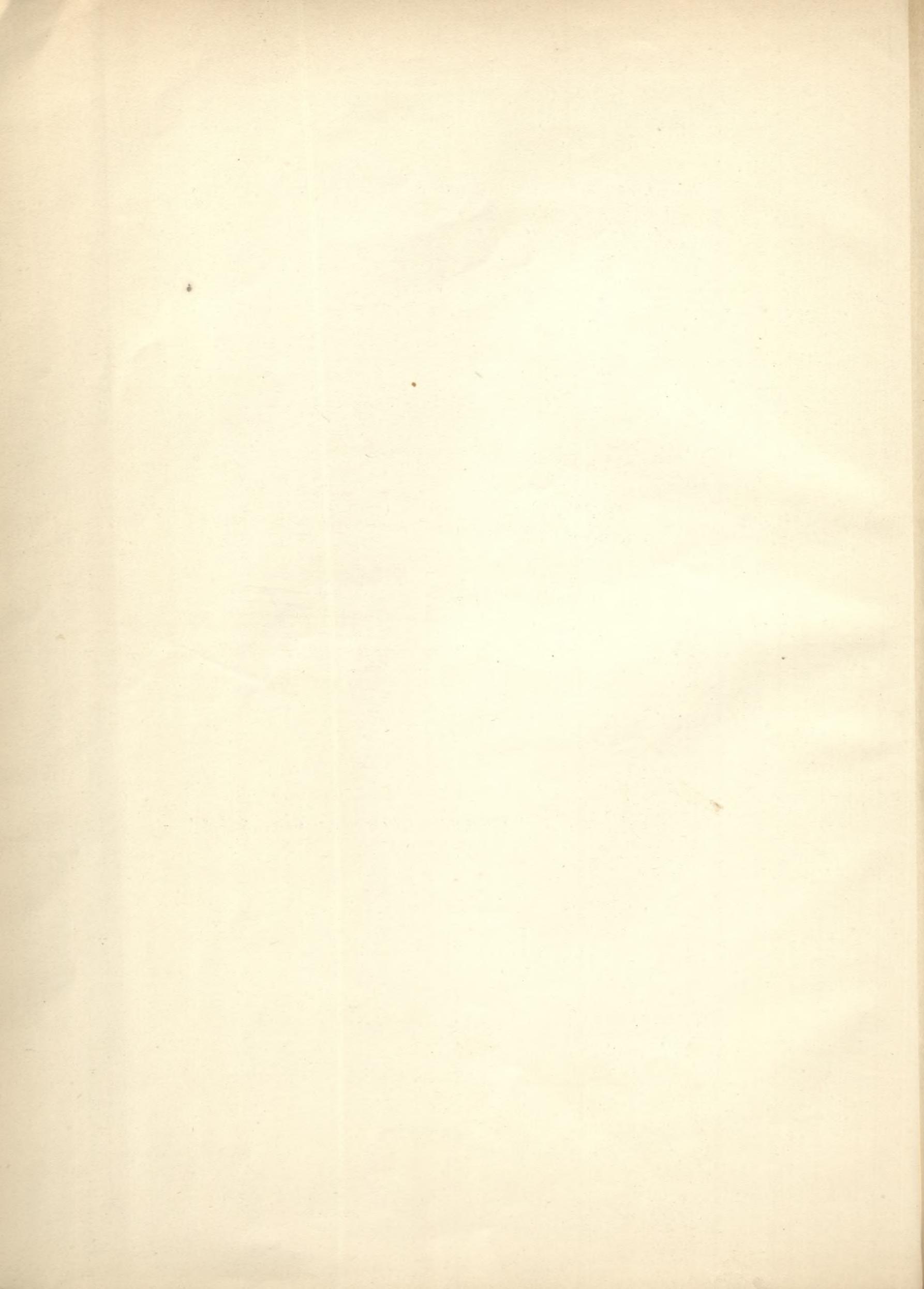


Seile aus Manilla-Hanf (N^o6,7 u.8) u. Garn (N^o9).



Seile aus Hanf, (N^o1 u.2) ital. Hanf (N^o4 u.5) u. Baumwolle (N^o10).

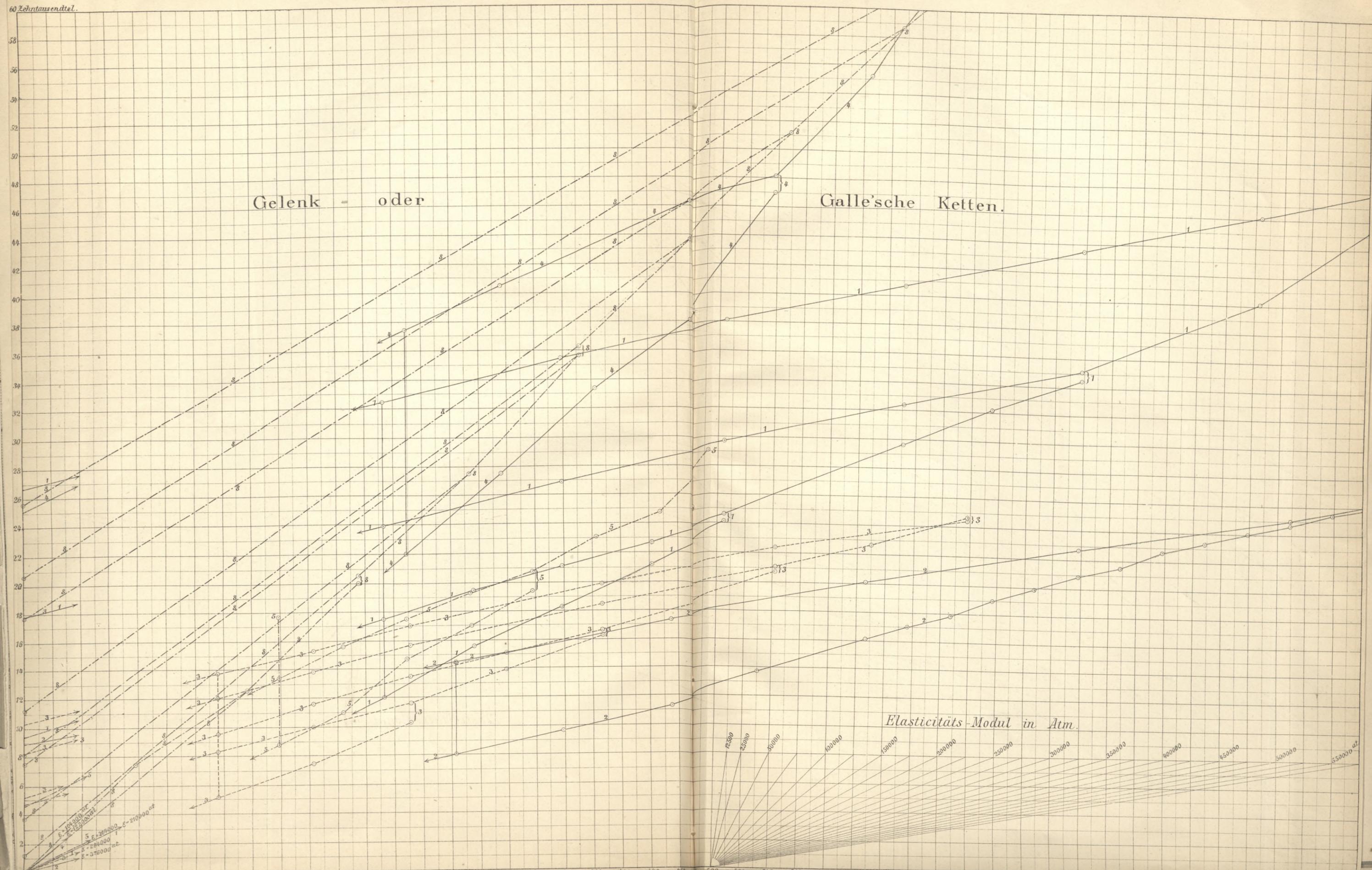




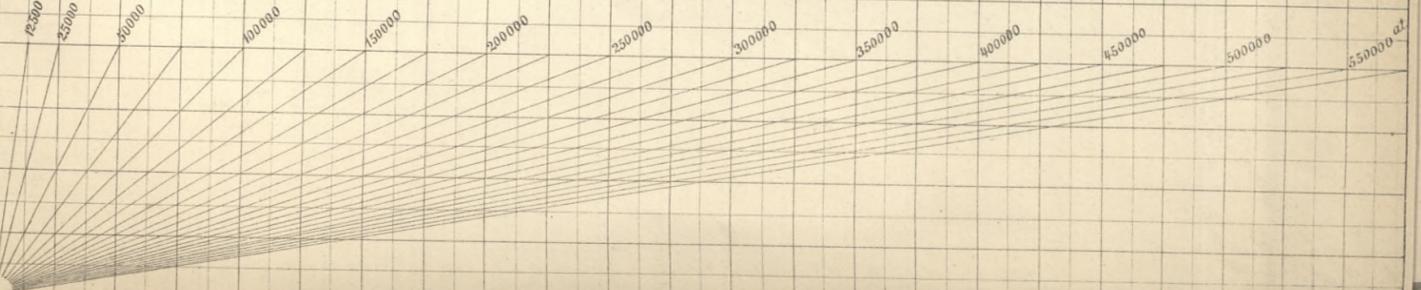
60 Zehntausendtel.

Gelenk = oder

Galle'sche Ketten.



Elasticitäts-Modul in Atm.



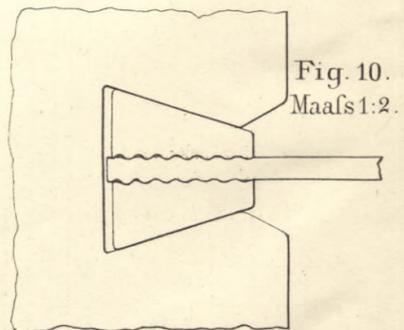
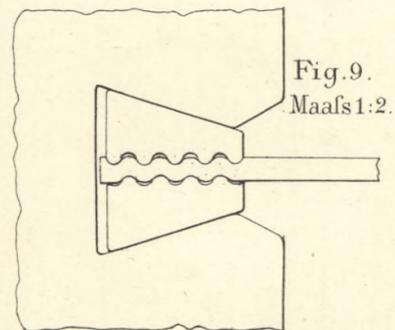
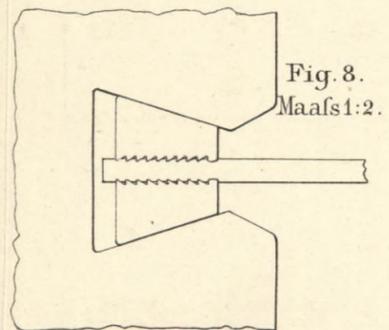
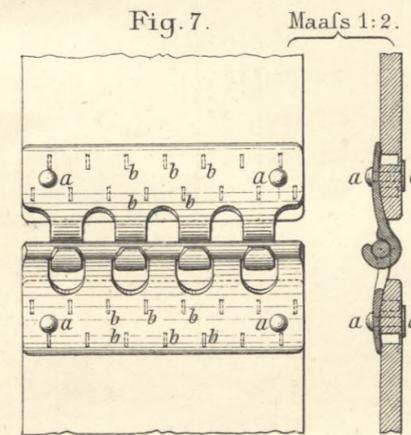
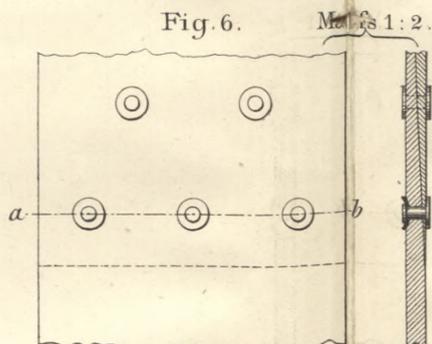
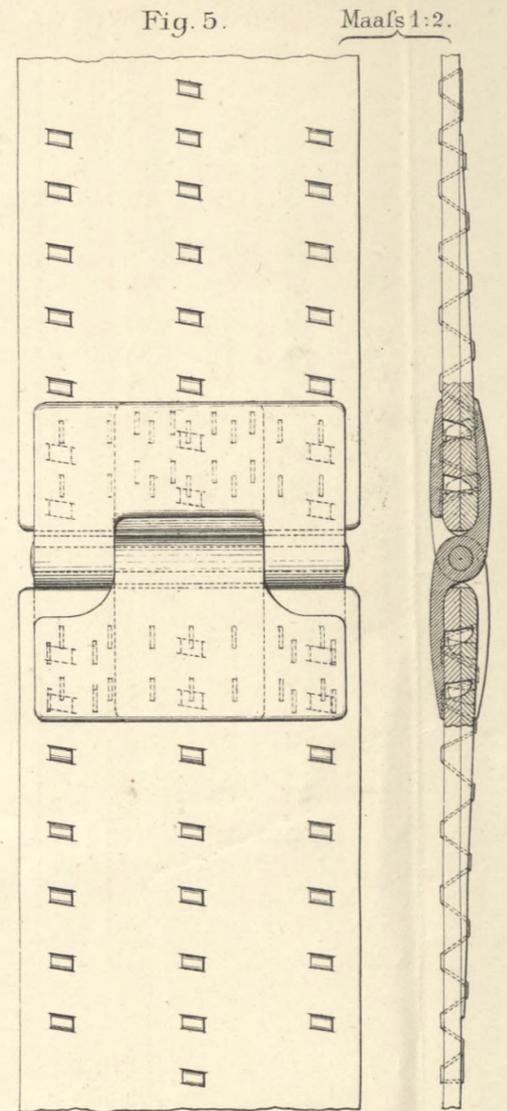
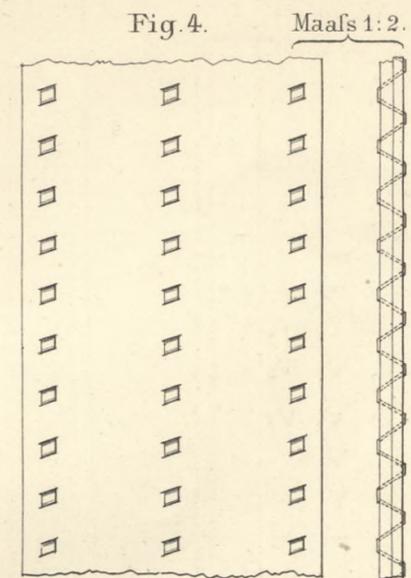
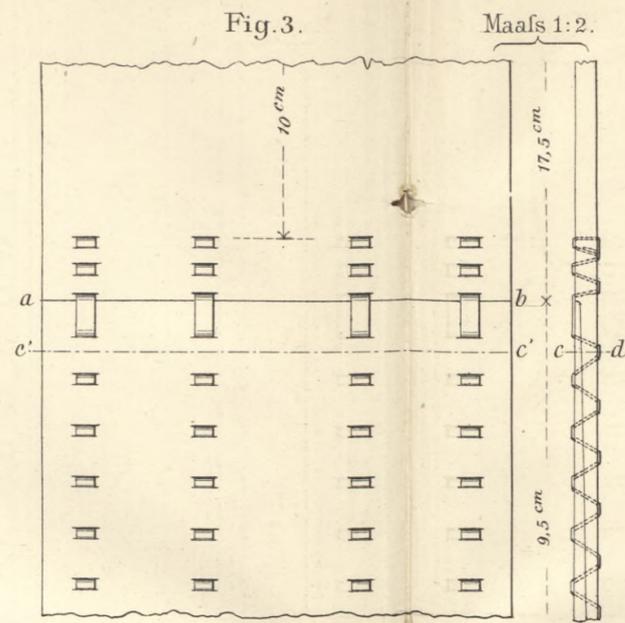
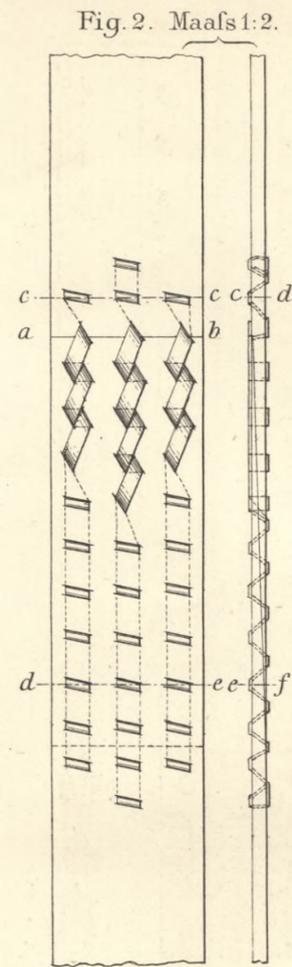
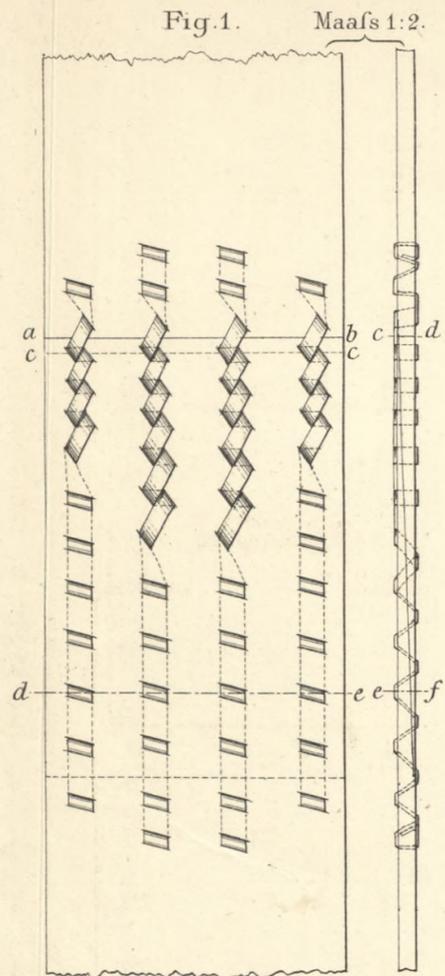


Fig. 13. Maafs 1:5.

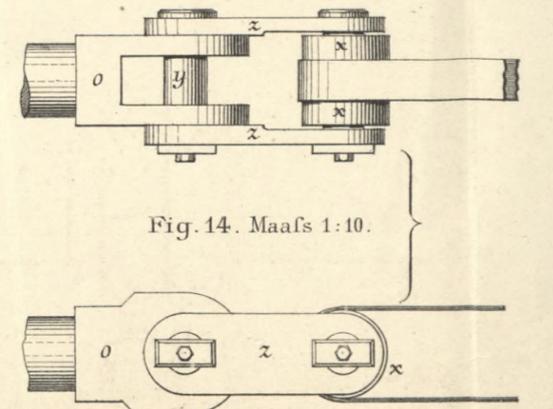
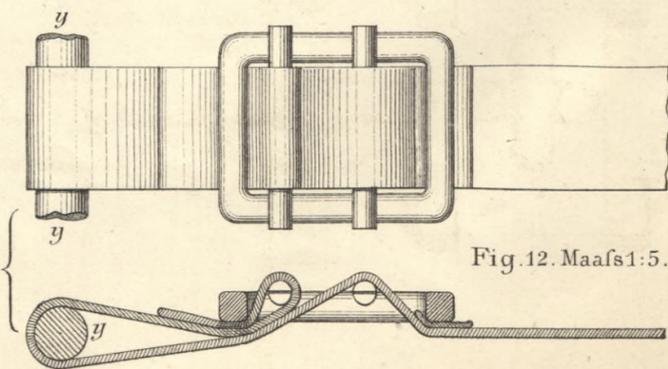
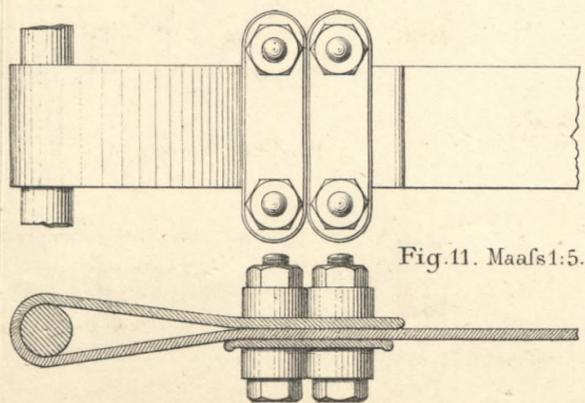
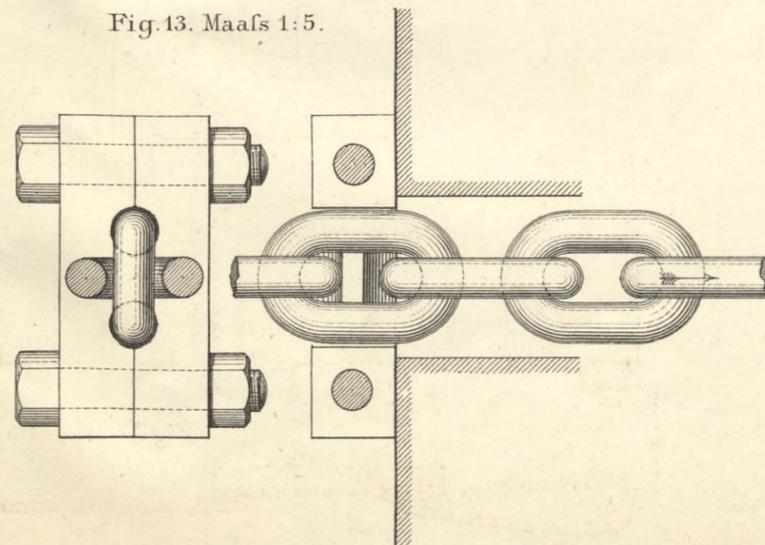


Fig. 1. Maass 1:2.

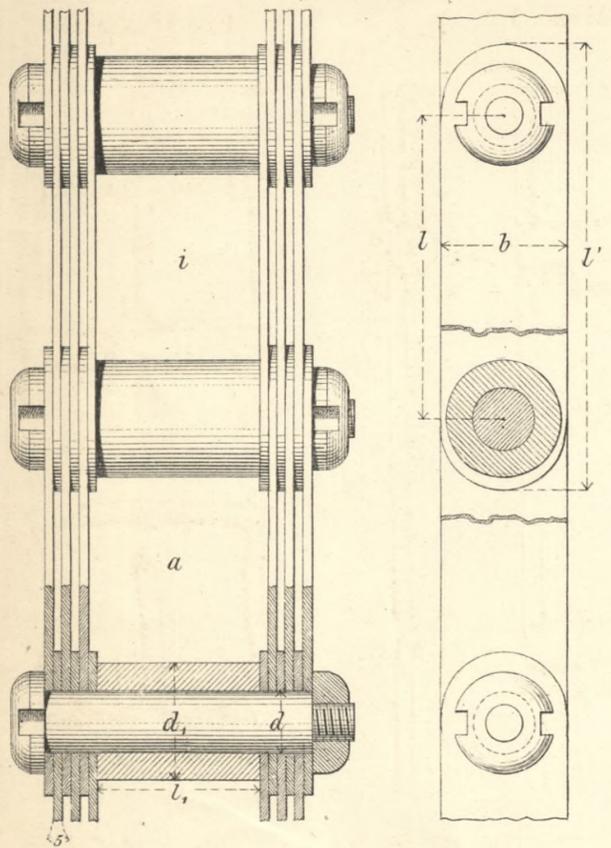


Fig. 2. Maass 1:2.

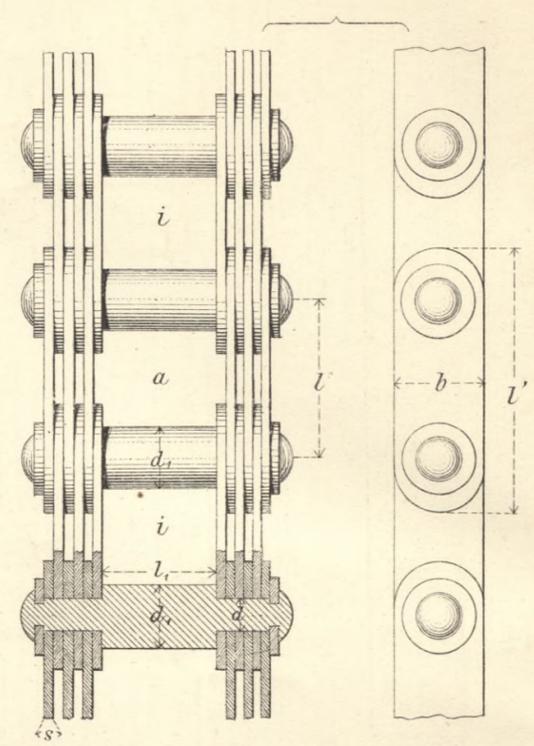


Fig. 3. Maass 1:2.

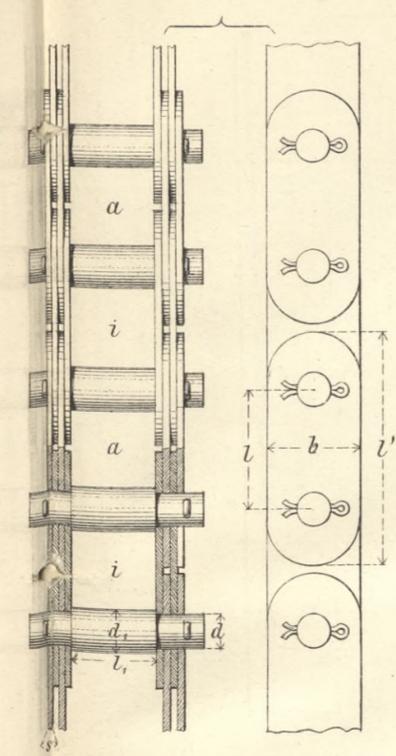


Fig. 11. Maass 1:2.

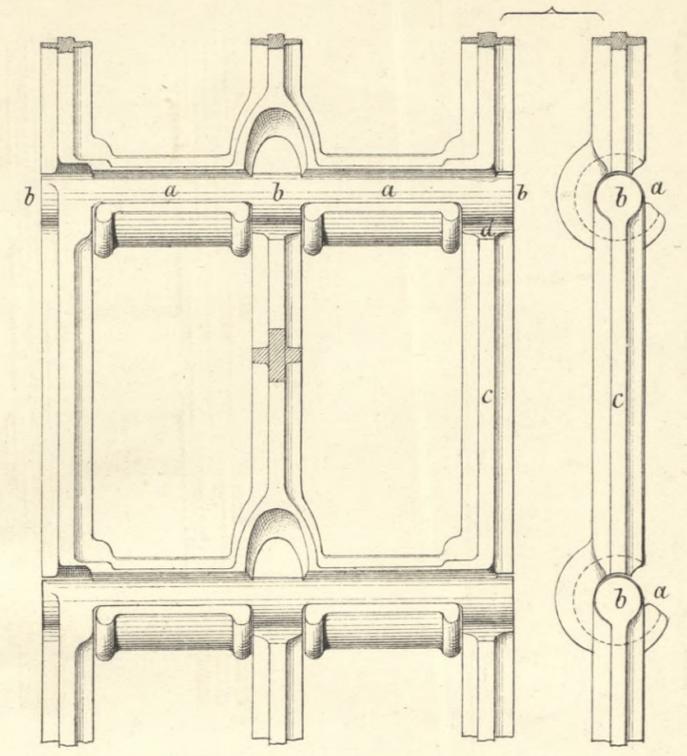


Fig. 12. Maass 1:2.

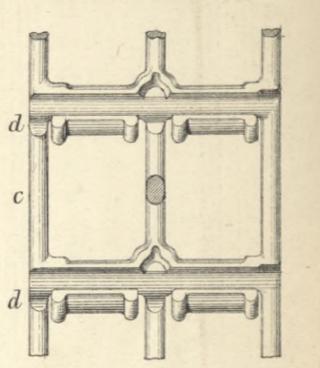


Fig. 12^a. Maass 1:2.

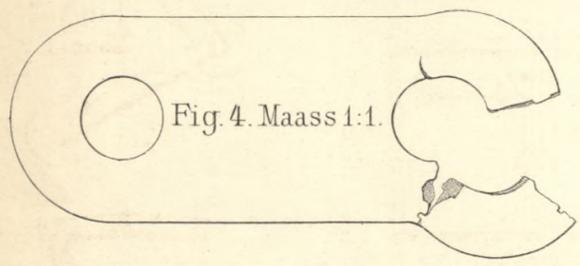
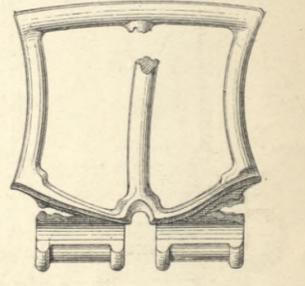


Fig. 4. Maass 1:1.

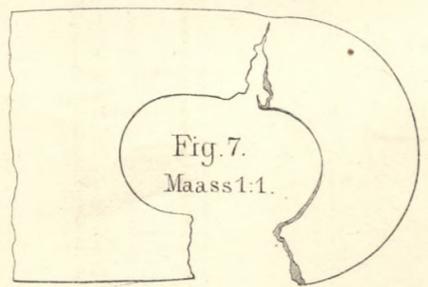


Fig. 7.
Maass 1:1.

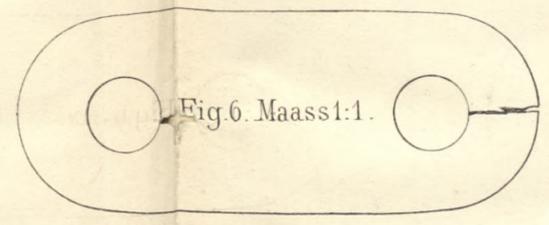


Fig. 6. Maass 1:1.

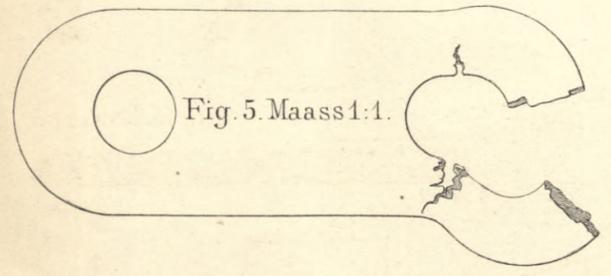


Fig. 5. Maass 1:1.

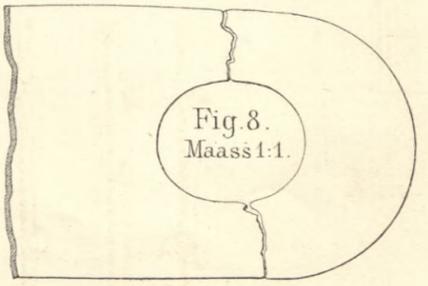


Fig. 8.
Maass 1:1.

Fig. 9. Maass 1:2.

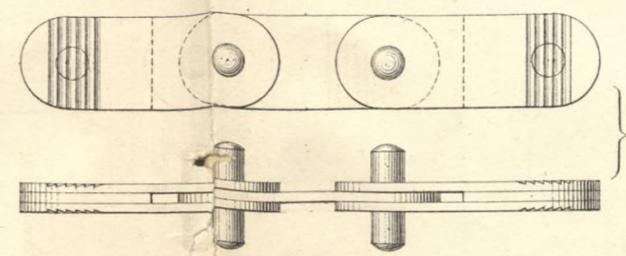


Fig. 13. Maass 1:2.

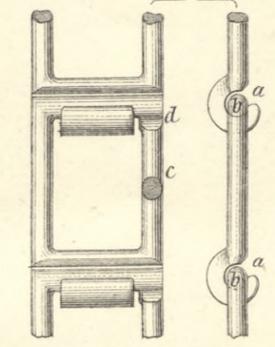


Fig. 15.
Maass 1:2.

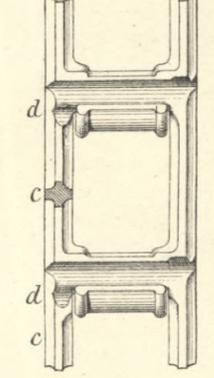


Fig. 15^a.
Maass 1:2.

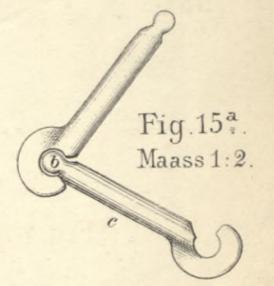


Fig. 15^b.
Maass 1:2.



Fig. 14. Maass 1:2.

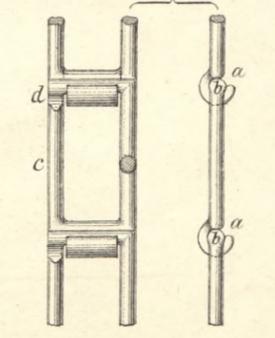


Fig. 16. Maass 1:5.

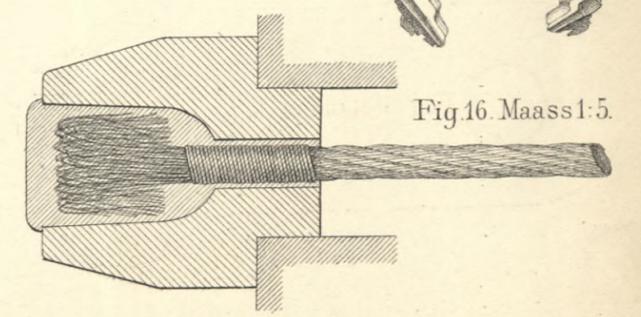
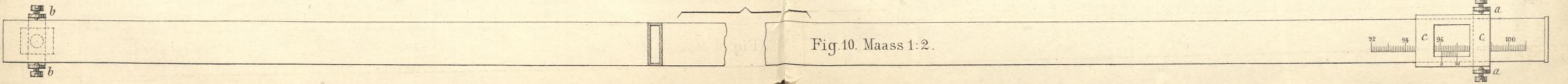


Fig. 10. Maass 1:2.



Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000315040

1884

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000315041

1885

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000315042

1886

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000315043

1887

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000315044

1888

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000315045

1889

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000315046

1891

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000315047

1892

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000300714

1883

Biblioteka PK

J.X.47

/ 1883/1892