

Mitteilungen der deutschen Materialprüfungsanstalten

Sonderheft XII:

Aus dem Staatlichen Materialprüfungsamt zu Berlin-Dahlem

Untersuchungen an Textilriemen zur Verbesserung der Leistung

Von

G. Herzog G. Fiek P. Holdt

Mit 29 Abbildungen
und 15 Tabellen



Berlin
Verlag von Julius Springer
1930

ISBN 978-3-642-98579-9

ISBN 978-3-642-99394-7 (eBook)

DOI 10.1007/ 978-3-642-99394-7

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
A. Rohstoffe und webtechnischer Aufbau der Riemen	3
B. Leistungsversuche und andere mechanische Prüfungen mit den Riemen	9
I. Beschreibung der Versuchsanlage	9
II. Meßverfahren	10
III. Erprobung der Anlage bis zur Höchstleistung	14
IV. Systematische Prüfung der Riemen	15
1. Versuchsreihe	15
α) Das Probematerial	15
β) Festigkeitsversuche	15
γ) Leistungs- und Dauerversuche	16
1. Leistungsversuche	17
Zusammenfassung der Leistungsversuche der 1. Versuchsreihe	20
2. Dauerversuche	21
δ) Reibungsversuche	22
2. Versuchsreihe	24
α) Festigkeitsversuche	24
β) Leistungsversuche	29
C. Zusammenfassung der Ergebnisse	29

Untersuchungen an Textilriemen zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit¹.

Von G. Herzog, G. Fiek und P. Holdt.

A. Rohstoffe und webtechnischer Aufbau der Riemen.

Die deutsche Textilriemen-Industrie, die vor dem Kriege ihren Absatz zu einem wesentlichen Teil im Auslande fand, hat durch den Abbruch der Handelsbeziehungen infolge des Krieges sowie durch die Abtretung früherer Reichsteile mit wichtigen Industrie- und Landwirtschaftsgebieten starke Einbuße erlitten. Die Verkleinerung des Auslandsmarktes führte notgedrungen einen Wettbewerb der Riemenfabriken um den Absatz im Auslande herbei und bewirkte eine scharfe Konkurrenz, die sich in Preisunterbietung und Qualitätsverschlechterung der Riemen auswirkte. Hinzu kam, daß die im Auslande führenden englischen Firmen für Textilriemen eine von unseren Begriffen abweichende Bezeichnungsweise gewählt hatten, welche seinerzeit von der deutschen Industrie mit Rücksicht auf das Auslandsgeschäft übernommen werden mußte. Beispielsweise wurden und werden auch heute noch von den Engländern „Kamelhaarriemen“ verkauft, bei denen die die Hauptbeanspruchung aufnehmende Kette nicht nur nicht aus Kamelhaar, sondern sogar aus minderwertigen Pflanzenfasern wie Jute besteht. In einem 1924 erschienenen Aufsatz² wurden die auf dem Gebiete der sog. Kamelhaarriemen herrschenden unklaren, für Industrie und Verbraucher gleich schädlichen Verhältnisse einer Betrachtung unterzogen und zum Schluß auf die Notwendigkeit hingewiesen, die gesamte Textilriemenfrage einer systematischen Durchprüfung zu unterziehen. Dies war um so notwendiger, als im Gegensatz zu den Ledertreibriemen, für deren Betriebseigenschaften und Beurteilung durch die Untersuchungen von Bach, Gehrckens, neuerdings von Skutsch, Kutzbach, Stiehl u. a. die erforderlichen Grundlagen geschaffen waren, für die Textilriemen solche Grundlagen noch völlig fehlten; fast jede Erzeugerfirma legte daher für die Leistung ihrer Riemen andere Werte zugrunde. Es ist das Verdienst des Verbandes Deutscher Textilriemen-Fabrikanten, diese Anregung aufgegriffen und mit erheblichen finanziellen Opfern in die Tat umgesetzt zu haben. In Zusammenarbeit mit dem Amt wurde ein Arbeitsplan für umfangreiche Untersuchungen aufgestellt mit dem Ziel, durch Wahl eines geeigneten Haarmaterials und entsprechenden technologischen Aufbau Textilriemen von möglichst hoher Leistungsfähigkeit zu schaffen, Grundlagen für die Beurteilung der Betriebseigenschaften der Riemen zu gewinnen und endlich die

¹ Der Abschnitt A ist von G. Herzog, die folgenden von G. Fiek und P. Holdt bearbeitet worden.

² Herzog: Unrichtige Bezeichnung von Kamelhaar-erzeugnissen, Leipz. Monatsschr. Textilind. Nr. 2. 1924.

Zahl der Riemenqualitäten nach Möglichkeit zu verringern.

Da der Aufbau der Riemen von Grund auf untersucht werden mußte, wurden zunächst geeignete Rohmaterialien beschafft, diese dann zum Teil für sich, zum Teil in Mischung miteinander versponnen und 3 bzw. 4 fädig gewirnt. Hierbei wurden verschiedene Spinn- und Zwirndrehungen angewandt, um die geeignetsten Drehungsgrade zu ermitteln. Die fertigen Zwirne wurden hierauf eingehend auf ihre Eigenschaften untersucht. Die Ergebnisse dieser Prüfungen sind aus Tabelle 1—3 ersichtlich. Von ihnen betrifft Tabelle 1 die aus einem Kamelhaar hergestellten Zwirne, Tabelle 2 die aus einem als „Standard“ bezeichneten Material und aus Alpaka hergestellten und Tabelle 3 die aus Mischungen verschiedener Haarsorten bestehenden Zwirne. Unter den Kamelhaarzwirnen befinden sich 5 Proben (33, 31 und V. 1—3), bei denen die Haarlänge der Züge durch nochmaliges Auskämmen der kurzen Haare erheblich erhöht worden ist. Diese Zwirne haben, wie ersichtlich, eine merklich höhere Reißlänge ergeben als die gleichzeitig aus normalen Zügen gesponnenen. Da das doppelt gekämmte Material indes zu teuer wurde, kam es für die praktische Herstellung von Riemen nicht in Betracht. Die mittlere Haarlänge der Garne aus normalen Kamelhaarzügen liegt zwischen 100 und 110 mm, bei den vorhergenannten, doppelt gekämmten Zügen bei rund 150 mm. Das Standardmaterial weist demgegenüber eine mittlere Haarlänge von 125—200 mm auf. Bei den Kamelhaar- und Standardgarnen sind auch die einfachen Gespinste geprüft worden. Dabei ergab sich die technologisch interessante Tatsache, daß einige Garne durch das Zwirnen der 4 Fäden einen ungewöhnlich hohen Festigkeitszuwachs aufwiesen gegenüber dem 4fachen Wert des einfachen Garnes; bei Kamelhaar betrug dieser Zuwachs z. B. 90—140%, bei einem Standardzwirn sogar 200%. Diese außergewöhnlich hohe Zunahme der Zugfestigkeit durch die Zwirnung trat jedoch nur bei solchen Garnen auf, die eine sehr schwache Drehung besaßen; bei diesen wirkt sich also die Erhöhung der Oberflächenreibung der Fasern im Faden durch das Zwirnen verhältnismäßig am stärksten aus.

Die Abhängigkeit der Zugfestigkeit von der Drehung ist in Abb. 1 für die einfachen Garne, in Abb. 4 für die Zwirne graphisch dargestellt. Die Garne und die Zwirne aus dem Standardmaterial zeigen einen dem bekannten Drehungsgesetz von E. Müller¹ folgenden Linienzug, während bei den Kamelhaargarnen und -zwirnen der Verlauf der Linien nur eine Näherungskurve ergibt.

¹ Zivilingenieur 1880, H. 2 u. 3 bzw. Festschrift zum 70. Geburtstag von E. Müller.

Tabelle 1. Kamelhaargarne.

Hersteller	Probe Nr.	Soll-Drehung		Metrische Nr. ¹		Drehungen ² auf 1 m		Abweichung der Drehung von der Soll-Drehung		Differenz der Drehungen	Drehungs-Koeffizient α^3		Mittlere Haarlänge im Garnquerschnitt mm	Bruchlast ⁴ kg	Bruchdehnung ⁴ %	Reißlänge ⁵ km	Anzahl der Hin- und Herbiegungen bis zum Bruch ⁶	Elastizitätsgrad bei stoßweiser Zugbeanspruchung ⁷	
		Zwirn	Garn	Zwirn	Garn	Zwirn	Garn	Zwirn	Garn		Zwirn	Garn						20 × 1 kg	20 × 2 kg
H. 6 ³ / ₄	Zwirne	190	290	1,65	6,60	220	320	+16	+10	100	171	125	108	5,57	41,7	9,20	1912	0,49	0,20(3)
	D ₁	190	360	1,56	6,24	203	382	+7	+6	179	162	154	102	5,92	42,6	9,25	2636	—	—
	D ₂	250	290	1,58	6,32	247	297	-1	+2	50	196	118	99	5,69	43,4	9,00	2097	—	—
	D ₃	250	325	1,53	6,12	243	341	-3	+5	98	197	138	106	5,67	42,7	8,70	2293	0,51	0,32
V. 6 ³ / ₄	D ₄	250	360	1,59	6,35	354	366	+1	+2	112	201	145	97	5,52	43,7	8,75	2409	0,53	0,32
	33	160	160	1,71	6,84	156	150	-2	-6	6	119	57	163	5,71	37,9	9,75	—	—	—
	31	190	160	1,58	6,32	178	153	-6	-4	25	142	61	160	6,15	39,5	9,75	1851	0,53	0,34
	V ₁	190	290	1,68	6,72	179	269	-6	-7	90	138	104	161	5,67	39,6	9,55	—	—	—
	V ₂	190	360	1,68	6,72	176	325	-7	-10	149	136	125	154	5,62	40,4	9,45	—	—	—
	V ₃	220	325	1,68	6,72	197	283	-10	-13	86	152	109	154	5,62	41,9	9,45	1763	—	—
	V ₄	250	290	1,68	6,72	263	270	+5	-7	7	203	104	103	4,76	37,5	8,00	—	—	—
	V ₅	250	360	1,61	6,44	257	339	+7	-6	82	202	133	102	4,95	38,4	7,95	—	—	—
	V ₆	—	160	—	7,33	—	150	—	—	6	—	56	—	—	0,542	4,00	—	—	—
	V ₇	—	290	—	7,05	—	269	—	—	7	—	101	—	—	0,720	5,10	—	—	—
H.	A ₁ /41	—	325	—	6,70	—	283	—	-13	—	124	—	—	0,994	6,65	—	—	—	—
V.	43	—	360	—	6,71	—	339	—	6	—	131	—	—	0,871	5,85	—	—	—	—

Tabelle 2. Standardgarne und Alpakagarne.

Hersteller	Probe Nr.	Soll-Drehung		Metrische Nr. ¹		Drehungen ² auf 1 m		Abweichung der Drehung von der Soll-Drehung		Differenz der Drehungen	Drehungs-Koeffizient α^3		Mittlere Haarlänge im Garnquerschnitt mm	Bruchlast ⁴ kg	Bruchdehnung ⁴ %	Reißlänge ⁵ km	Anzahl der Hin- und Herbiegungen bis zum Bruch ⁶	Elastizitätsgrad bei stoßweiser Zugbeanspruchung ⁷	
		Zwirn	Garn	Zwirn	Garn	Zwirn	Garn	Zwirn	Garn		20 × 1 kg	20 × 2 kg							
V. 6 ³ / ₄	Zwirne	160	160	1,67	6,68	141	150	-12	-6	9	109	58	124	5,12	35,1	8,55	—	—	—
	32	190	160	1,65	6,60	181	155	-5	-3	26	141	60	126	5,37	37,4	8,85	3398	0,53	0,29(3)
	30	290	290	1,68	6,72	192	274	+1	-6	82	148	106	138	5,91	40,0	9,95	4705	0,53	0,32
	29	190	360	1,72	6,88	182	350	-4	-3	168	139	133	130	5,68	39,1	9,80	—	—	—
H. 6 ³ / ₄	A ₃	216	325	1,55	6,20	200	302	-7	-7	102	161	121	140	5,91	43,6	9,15	5254	—	—
	V ₆	220	325	1,63	6,52	201	310	-9	-5	109	158	122	206	5,99	44,5	9,75	—	—	—
V. 6 ³ / ₄	V ₄	250	290	1,62	6,48	226	267	-10	-8	41	178	105	197	5,88	44,7	9,55	—	—	—
	V ₅	250	360	1,71	6,84	218	329	-13	-11	111	167	126	212	5,83	44,8	9,95	—	—	—
	einfache Garne	—	160	—	6,89	—	155	—	—	3	—	59	—	—	0,419	2,90	—	—	—
	32	290	290	6,94	—	274	—	—	6	—	104	—	—	—	0,956	6,65	—	—	—
V. 6 ³ / ₄	V ₆	—	325	—	6,45	—	310	—	-5	—	122	—	—	1,023	6,60	—	—	—	—
	V ₅	—	360	—	7,20	—	329	—	-11	—	123	—	—	0,886	6,40	—	—	—	—
H. 6 ³ / ₄	A ₂	216	325	1,60	6,40	199	316	-8	-3	117	158	125	112	5,35	8,55	3752	—	—	—
	V ₇	220	325	1,56	6,24	220	309	—	-5	89	176	124	98	5,35	8,35	1188	—	—	—

Tabelle 3. Mischgarne.

Hersteller	Probe Nr.	Zusammensetzung des Garnes		Soll-Drehung		Metrische Nr. ¹		Drehungen ² auf 1 m		Abweichung der Drehung von der Soll-Drehung		Differenz der Drehungen	Drehungs-Koeffizient α^3		Mittlere Haarlänge im Garnquerschnitt mm	Bruchlast ⁴ kg	Bruchdehnung ⁵ %	Reißlänge ⁶ km	Anzahl der Hin- und Herbewegungen bis zum Bruch ⁷	Elastizitätsgrad bei stoffweiser Zugbeanspruchung ⁷			
		Zwirn	Garn	Zwirn	Garn	Zwirn	Garn	Zwirn	Garn	Zwirn	Garn		20 x 1 kg	20 x 2 kg									
K. 5 ¹ / ₄	B _{1a}	60% Alpaka,	40% Wolle	220	280	1,72	5,16	212	310	-4	+11	98	162	137	—	4,56	36,1	7,85	1489	0,58	0,14 (2)		
	B _{1b}	60% "	40% "	250	325	1,65	6,60	255	361	+2	+11	106	198	140	106	4,70	40,1	7,75	1250	—	—		
	B ₂	60% "	40% Kamel	250	325	1,64	6,55	240	332	-4	+2	92	188	130	96	5,18	40,3	8,45	975	—	—		
	B ₃	60% Kamel,	40% Alpaka	250	325	1,81	7,23	257	331	+3	+2	74	191	123	91	4,47	38,0	8,10	1066	—	—		
	B ₄	60% "	40% Wolle	250	325	1,53	6,12	247	315	-1	-3	68	200	128	119	5,21	42,4	7,95	2323	0,53	0,13 (2)		
	B ₅	30% Alpaka,	70% "	250	325	1,53	6,12	243	374	-3	+15	131	197	151	118	5,13	41,2	7,80	2427	—	—		
	B ₆	30% Kamel,	70% "	250	325	1,55	6,20	241	323	-4	-1	82	194	130	119	5,17	45,4	8,05	3320	—	—		
K. 6 ³ / ₄	B ₇	30% "	30% Alpaka	250	325	1,60	6,40	245	357	-2	+10	112	194	141	108	5,17	43,5	8,30	2035	—	—		
	C ₁	{60% Ziegenhaare	40% Wolle	—	—	1,91	5,73	191	344	—	—	153	138	144	106	3,44	27,5	6,55	533	0,28(3)	gerissen	—	
		{60% Frauenhaare																					
	C ₃	{40% Wolle	—	—	—	1,75	5,25	229	280	—	—	51	173	122	118	4,21	34,4	7,35	—	—	—	—	—
		{60% Frauenhaare																					
	C ₄	{40% Frauenhaare	—	—	—	1,69	5,07	218	259	—	—	41	168	115	—	4,75	37,0	8,05	—	—	—	—	—
		{60% Wolle																					
C ₄	{40% Frauenhaare	—	—	—	1,83	7,32	244	305	—	—	61	181	131	123	4,28	36,0	7,85	1912	0,47	gerissen	—	—	
	{60% Wolle																						

¹ Die Nummern sind bei 65% Luftfeuchtigkeit bestimmt; die Nummer des einfachen Garnes ist aus der Zwirnummer und der Zahl der Einzelfäden (ohne Berücksichtigung der Einzwirnung) berechnet.

² Mittel aus je 20 Versuchen mit je 10 cm Fadenlänge.

³ Berechnet nach der Formel $\alpha = t/N$; t = Anzahl Drehungen auf 1 m N = metrische Nummer.

⁴ Die Werte sind Mittel aus je 30 Versuchen. Freie Einspannlänge der Probefäden 50 mm; geprüft wurde bei 65% Luftfeuchtigkeit und 18—20° Zimmerwärme.

⁵ Der Berechnung der Reißlänge ist die bei 65% Luftfeuchtigkeit ermittelte Nummer des Zwirnes bzw. Garnes zugrunde gelegt worden.

⁶ Das Hin- und Herbiegen der Fäden erfolgte an ein und demselben Querschnitt um die abgerundete Kante eines Stahlbleches von 2,0 mm Dicke. Der Biegungswinkel in der Endstellung war etwa 60°, während der Biegebeanspruchung standen die Fäden unter einer Zugbeanspruchung von rund 1300 g. Die Zahl der Hin- und Herbewegungen betrug etwa 100 in der Minute. Die Werte sind Mittel, aus je 10 Versuchen.

⁷ Die Prüfung erfolgte in der Weise, daß die Fäden zunächst mit 2 kg belastet wurden und dann 20 mal nacheinander eine stoßweise wirkende Zusatzbelastung von 1 kg, darauf 20 mal eine solche von 2 kg erhielten. Der Elastizitätsgrad gibt das Verhältnis der nach Beendigung des Versuches vorhandenen elastischen Dehnung zur Gesamtdehnung an. Die Werte sind Mittel aus je 5 Versuchen; die in Klammern gesetzten Zahlen geben an, daß bei dem betreffenden Garn nicht alle Fäden, sondern nur die angegebene Zahl die entsprechende Belastung aushielten, die übrigen Fäden rissen vor Beendigung der Reihe.

Der Drehungsgrad $\alpha = t\sqrt{N}^1$ für die höchste Zugfestigkeit liegt bei den einfachen Garnen aus Kamelhaar und aus dem Standardmaterial bei etwa 100 bis

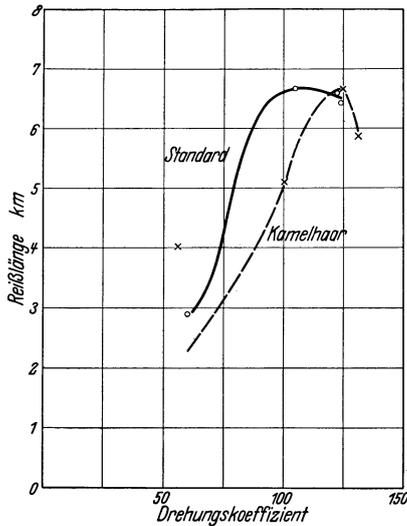


Abb. 1. Beziehung zwischen Festigkeit und Drehungsgrad der einfachen Garne.

120, bei den Kamelhaarzwirnen bei etwa 170, bei den Standardzwirnen bei etwa 150. In Abb. 2 sind die Kraftdehnungslinien eines typischen Zwirnes jeder Materialsorte dargestellt. Die Auswertung der Diagramme ergab die in Tabelle 4 zusammengestellten

Abb. 2. Kraftdehnungslinien der Zwirne.

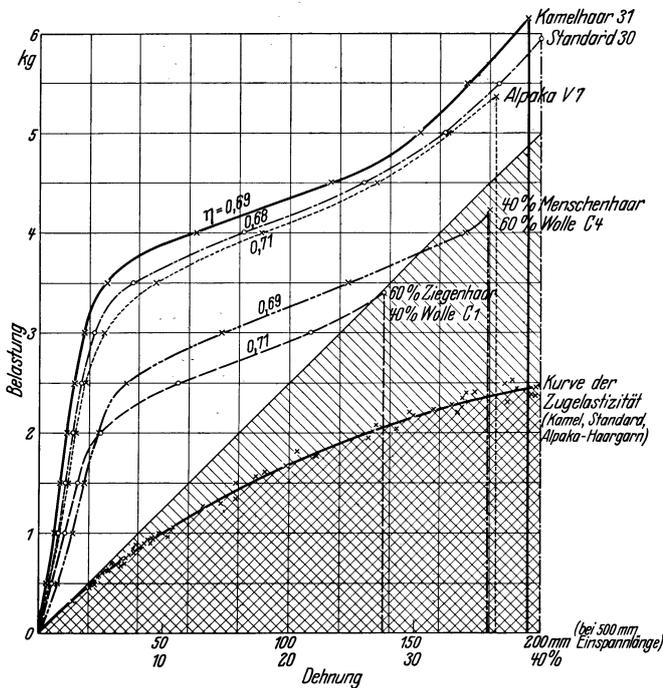


Abb. 3 (schraffierter Teil). Zugelastizität der Zwirne.

Werte. Die Tabellenwerte zeigen, daß die spezifische Zerreißarbeit des Kamelhaarzwirnes und des Standardzwirnes praktisch gleich ist. Die Zerreißarbeit des Alpaka-zwirnes ist schon merklich geringer als die der beiden vorher genannten Haarsorten. Einen noch kleineren

¹ t = Anzahl der Drehungen auf 1 m, N = metr. Nummer des Garnes bzw. Zwirnes.

Wert zeigt das Mischgarn aus Wolle und Menschenhaar; die kleinste Zahl weist, wie von vornherein zu erwarten war, der aus Ziegenhaar bestehende Zwirn auf. In Abb. 3 sind die Elastizitätswerte dargestellt; nennenswerte Unterschiede zwischen den verschiedenen Zwirnen bestehen nicht. Weiterhin sind Biegeversuche ausgeführt worden, wobei die Fäden an ein und demselben Querschnitt um die abgerundete Kante eines Stahlbleches von 2 mm Dicke so oft hin- und hergebogen wurden, bis Bruch des Fadens eintrat. Der Biegungswinkel nach jeder Seite betrug etwa 60°. Während des Biegens standen die Fäden unter einer Zugspannung von rund 1300 g. Die Zahl der Hin- und Herbiegungen betrug in der Minute etwa 100. Die hierbei erhaltenen Ergebnisse sind, obgleich Mittel aus je 10 Versuchen, doch nur als Annäherungswerte zu betrachten, weil der Biege-widerstand im wesentlichen von der Größe des beanspruchten Garnquerschnittes abhängig ist und dieser mangels einer

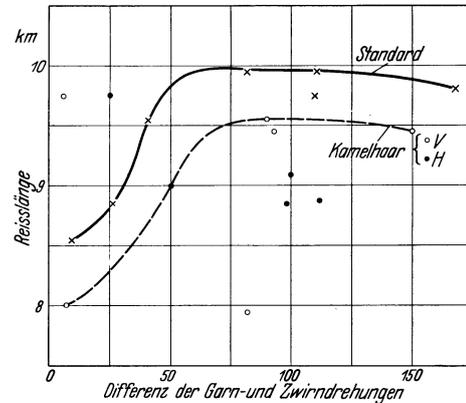


Abb. 4. Beziehung zwischen Drehung und Festigkeit der Zwirne.

geeigneten Meßvorrichtung¹ nicht genau festgestellt werden konnte. Das ungünstigste Verhalten bei der Biegeprobe zeigte wieder der Zwirn mit Ziegenhaarbeimischung. Die Biegezahlen für die reinen Kamelhaarzwirne liegen zwischen 1900 und 2600. Die beiden

Tabelle 4. Auswertung der Kraft-Dehnungslinie typischer Zwirne.

Material	Bruchlast		Bruchdehnung		Volligkeitswert des Kraftdehnungsdiagrammes ²	Zerreißarbeit	Spezifische Zerreißarbeit (für 1 g Material)
	kg	als Reißlänge ausgedrückt km	mm	%			
Kamelhaar . . .	6,15	9,75	195	39,5	0,690	0,828	2,66
Standard-Material . . .	5,95	9,95	200	40,0	0,681	0,810	2,71
Alpaka	5,35	8,35	182	38,2	0,712	0,693	2,27
Mischgarn							
Menschenhaar-							
Wolle	4,25	7,85	180	36,0	0,696	0,532	1,96
Mischgarn							
Ziegenhaar-							
Wolle	3,40	6,55	138	27,5	0,711	0,334	1,28

¹ Der Stapelmesser nach Müller, der sich hierfür sehr geeignet hätte, stand damals leider nicht zur Verfügung.

² Verhältnis der von der Kraft-Dehnungslinie und den zugehörigen Koordinatenabschnitten eingeschlossenen Fläche zu dem umschließenden Rechteck.

geprüften Alpakazwirne haben stark voneinander abweichende Werte ergeben; die Standardzwirne haben mit 3400 und 5200 den größten Biege widerstand ergeben. Der Grund für die größere Widerstandsfähigkeit dieses Materials in bezug auf Biegung dürfte vermutlich in der größeren Gleichmäßigkeit der Haardicke zu suchen sein. Bei Kamelhaar sind die vorkommenden Haardickenunterschiede erheblich größer, da neben feinen, markfreien Haaren stets gröbere, markhaltige vorkommen, die eine geringere Biegeelastizität aufweisen. Eine Gleichsinnigkeit der Biegezahlen mit den Reißlängenwerten scheint jedoch nicht durchweg vorhanden zu sein. Sehr interessante Zahlen für die Beurteilung der Materialien lieferte endlich die Prüfung der Zwirne auf Elastizität bei häufig wiederholter stoßweiser Beanspruchung. Der besseren Übersicht halber sind die betreffenden Zahlen in der Tabelle 5 noch einmal gegenübergestellt. Bei einigen Proben haben bei den 5 Parallelversuchen nicht alle Fäden die Belastung bis zum Schluß ausgehalten, vielmehr sind bei einzelnen Versuchen die Fäden vorher gerissen. Um dieses Verhalten zum Ausdruck zu bringen, sind die betreffenden Fäden in der entsprechenden Belastungsstufe mit dem Werte 0 eingesetzt worden, so daß der Mittelwert für die betreffende Probe entsprechend herabgedrückt wurde. Die Kamelhaar- und die Standardzwirne ergaben dabei annähernd den gleichen Elastizitätsgrad. Die Mischgarne aus Kamelhaar und Wolle sowie Alpaka und Wolle weisen nur etwa halb so hohe Werte an. Der Zwirn aus Menschenhaar und Wolle hat die Zusatzbelastung von 2 kg nicht mehr ausgehalten, und

noch schlechter verhielt sich das Mischgarn aus Ziegenhaar, bei dem ein Teil der Fäden sogar die Belastung mit 1 kg nicht 20mal aushielt. Die technologischen Eigenschaften eines Mischgarnes werden anscheinend nicht nur von einer gewissen Gleichmäßigkeit in der Dicke, sondern anscheinend in besonderem Maße auch von dem Zusammenpassen der Eigenschaften der Einzel-faserstoffe beeinflusst. Ein in jeder Beziehung hochwertiges Garn muß daher aus möglichst gleichmäßigem Haarmaterial aufgebaut sein. Die Versuche haben einwandfrei ergeben, daß das Standardmaterial ganz besonders alle diejenigen Eigenschaften besitzt, die ein Material für Anfertigung von Riemen aufweisen muß. Dies haben die späteren Versuche mit den aus entsprechenden Garnen hergestellten Riemen bestätigt.

Auf Grund der Ergebnisse der bisher beschriebenen Material- und Garnprüfungen wurden folgende Zwirne für die Anfertigung der in 15 cm Breite vorgesehenen Versuchsriemen ausgewählt:

- a) ein Zwirn aus reinem Kamelhaar, bester Handeszug, mittlere Haarlänge wenigstens 105 mm,
- b) ein Zwirn aus dem Standardmaterial,
- c) ein Zwirn aus einer Mischung von a und b je zur Hälfte,
- d) ein Zwirn aus Wolle.

Für den Aufbau der Riemen wurde zunächst die übliche Fertigung in Leinwandbindung, 4lagig, mit Verbindung der Lagen durch eine besondere Bindekette gewählt. Für die vierfachen Zwirne, deren einfaches Garn durchweg in Nr. 6 engl. = $6\frac{3}{4}$ metr. gesponnen war¹, wurden nach den Vorversuchen die geeigneten Drehungszahlen festgelegt, die aber, wie aus den später folgenden Tabellen 6 und 7 ersichtlich, nur mit Abweichungen bis zu 25% innegehalten worden sind. Die Riemen der Reihe a und c bzw. b und d waren mit der gleichen Gesamtkettfadenzahl gearbeitet. Die Tabelle 6 enthält die Ergebnisse der eingehenden Untersuchungen der Riemen. Die Prüfungen bezweckten einerseits die Kontrolle der Innehaltung der vorher festgelegten Fabrikationsvorschriften, andererseits die Gewinnung von Kenntnissen über die Beeinflussung der verschiedenen Haarmaterialien durch die Verarbeitungsprozesse.

Aus Spalte 3—5 ist die Veränderung zu ersehen, die das Material hinsichtlich seiner Länge durch das Verspinnen und Verweben erleidet. Gegenüber der Länge im unversponnenen Zustande beträgt der Rückgang im verwebten Garn bei Kamelhaar und dem Standardmaterial 12—13%, bei dem Mischgarn mit Kamel und bei kurzer Wolle aber etwas mehr als 20%.

Die auf die Riemen aufgebrachte Imprägniermasse betrug bei den Riemen a—d bei Verwendung der herkömmlichen Leinölmennige-Imprägnierung 26—32% (auf das Gewicht des rohen Riemens bezogen). Die Reißlänge ist einmal unter Zugrundelegung des Gewichtes des imprägnierten Riemens, daneben auch (siehe die in

Tabelle 5. Elastizität der Zwirne bei stoßweiser Zugbeanspruchung.

Material	Elastizitätsgrad bei wiederholter, stoßweiser Belastung (Zusatzbelastung)		
	20 × 1 kg	10 × 2 kg	20 × 2 kg
Kamelhaar	0,505	0,385	0,324
	0,487	0,368	0,202(3)
	0,530	0,388	0,321
	0,516	0,405	0,338
	0,530	0,393	0,341
Mittelwert	0,513	0,388	0,305
Standard-Material	0,537	0,403	0,360
	0,548	0,421	0,350
	0,531	0,390	0,319
	0,527	0,424	0,286(4)
	Mittelwert	0,536	0,410
Mischgarn Kamelhaar-Wolle	0,530	0,400	0,134(2)
Mischgarn Alpaka-Wolle	0,579	0,431	0,142(2)
Mischgarn Menschenhaar-Wolle	0,473	bereits gerissen	—
Mischgarn Ziegenhaar-Wolle	0,280(3)	bereits gerissen	—

Vom Kamelhaar sind 5, vom Standard-Material 4 Zwirnsorten geprüft worden, von den übrigen Materialien nur je eine. Die Werte sind überall die Mittel aus je 5 Einzelversuchen. Die in Klammern gesetzten Zahlen geben an, daß von den geprüften Fäden nur die angegebene Zahl die betreffenden Belastungen ausgehalten hat, während die übrigen vorher rissen.

¹ Eine Ausnahme machten nur die gröber, nämlich in Nr. $5\frac{1}{4}$ gesponnenen, dreifach gezwirnten Mischgarne mit Ziegen- und Menschenhaar (C_1 , C_3 und C_4) sowie ein Mischgarn aus Wolle und Alpaka (B_1a).

Tabelle 6. Aufbau und Eigenschaften der Riemen mit Bindekette.

Riemensorte und Haar-material	Gesamt-Kettfäden-zahl in der Riemen-breite (Doppelfäden)		Mittlere Haarlänge im Querschnitt mm		Zahl der Drehungen auf 1 m		Gewicht von 1 m Riemen g		Bruchlast des imprägnierten Riemens ¹⁾		Dehnung des imprägnierten Riemens bei 60 kg/cm ² Spannung ¹⁾		Bruchlast des Zwirnes kg		Ausnutzung der Zwirnfestigkeit im Riemen		Bruchdehnung des Zwirnes %		Reißlänge des Zwirnes m		Einarbeitung der Haargarn-Kette beim Verweben (%)		Metrische Nummer des Zwirnes (ohne Imprägnierung)					
	Zug	Zug	un-verwebter Zwirn	verwebter Zwirn	Soll	Ist	Soll	Ist	ohne Imprägnierung	mit Imprägnierung	gesamt kg	Reißlänge m	gesamt % (δ _g)	bleibend % (δ _b)	un-verwebt	verwebt, imprägniert	un-verwebt	verwebt, imprägniert	un-verwebt	verwebt, imprägniert	un-verwebt	verwebt, imprägniert						
																								6	7	8	9	10
1	2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
a rein Kamel-haar	403	107	90,4	93,6	320	408 (+27%)	210	253 (+20%)	947	1208 (28%)	3270	290	2720 (3450)	2,9	1,0	0,34	6,01	5,86 (±4,7%)	45,6	42,7	0,69	45,6	42,7	45,4	9650	9500	—	1,62
b (späteres Standard-material)	452	157	153 (-12%)	138	280	314 (+12%)	190	169 (-11%)	950	1245 (31%)	4120	361	3310 (4330)	2,2	0,8	0,36	5,92	5,44 (±3,3%)	40,2	34,1	0,84	40,2	34,1	36,5	9900	9250	10,7	1,82
c (Material a und b je zur Hälfte)	403	127	94,5	87,5 (-23%)	300	378 (+26%)	200	230 (+15%)	933	1234 (32%)	3570	311	2900 (3830)	2,9	1,2	0,41	5,71	5,49 (±6,8%)	45,3	40,4	0,78	45,3	40,4	44,5	9100	8900	—	1,60
d Wolle	460	137	123	106 (-23%)	280	300 (+7%)	190	165 (-13%)	990	1252 (27%)	3420	298	2730 (3460)	2,4	1,0	0,42	4,60	4,23 (±12%)	37,9	28,3	0,89	37,9	28,3	32,7	7900	7500	—	1,80
N.N. Wolle	568 (sechsfacher Zwirn)	—	—	124	—	—	—	—	895	1104 (23%)	3450	314	3125 (3850)	4,1	0,9	0,22	—	7,65	—	0,80	—	—	32,5	32,2	—	6750	19,7	1,01

Tabelle 7. Aufbau und Eigenschaften der durchgewebten Riemen (d. h. Riemen ohne Bindekette).

Riemensorte und Art des Materials	Gesamt-Kettfäden-zahl in der Riemen-breite (Doppelfäden)		Mittlere Haarlänge im Querschnitt mm		Zahl der Drehungen auf 1 m		Gewicht von 1 m Riemen g		Bruchlast des imprägnierten Riemens ¹⁾		Dehnung des imprägnierten Riemens bei 60 kg/cm ² Spannung ¹⁾		Bruchlast des Zwirnes kg		Ausnutzung der Zwirnfestigkeit im Riemen		Bruchdehnung des Zwirnes %		Reißlänge des Zwirnes m		Einarbeitung der Haargarn-Kette beim Verweben (%)		Metrische Nummer des Zwirnes (ohne Imprägnierung)					
	Zug	Zug	unverwebter Zwirn	verwebter Zwirn	Soll	Ist	Soll	Ist	ohne Imprägnierung	mit Imprägnierung	gesamt kg	Reißlänge m	gesamt % (δ _g)	bleibend % (δ _b)	unverwebt	verwebt, imprägniert	un-verwebt	verwebt, imprägniert	un-verwebt	verwebt, imprägniert	un-verwebt	verwebt, imprägniert						
																								6	7	8	9	10
1	2	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
Standard 7	305 (vierfacher Zwirn)	157	—	138	280	320	190	183	—	772	2850	402	3690	2,8	0,5	0,18	—	5,57	5,27	0,84	—	—	32,2	33,1	—	10050	20,0	1,81
Standard 7 d ₄	400 (vierfacher Zwirn)	157	—	138	280	320	190	183	852	1150 (35%)	3290	335	2870	4,6	2,0	0,43	—	5,34	5,31	0,77	—	—	21,9	31,6	—	9850	19,7	1,84
Standard 7 d ₂	553 (sechsfacher Zwirn)	119	—	106	30	398	—	378	—	1270	3710	347	2930	5,5	3,0	0,55	—	2,48	2,46	0,90	—	—	18,7	26,0	—	8950	22,1	3,61
Riemen S _r roh 8 mm	880 (sechsfacher Zwirn)	—	—	115	—	—	—	—	843	—	5430	452	6440	6,6	3,9	0,59	—	—	5,45	0,57	—	—	—	21,9	—	21650	26,9	3,97
Riemen S _i imprägniert 8 mm	880 (sechsfacher Zwirn)	—	—	115	—	—	—	—	843	1040 (23,4)	5670	485	5450 (6720)	6,0	3,0	0,50	—	5,14	5,32	0,63	—	—	22,1	22,1	—	21800	26,9	4,10

¹⁾ Siehe Teil B der Abhandlung.

Klammern gesetzten Werte) unter Zugrundelegung des Gewichtes des rohen Riemens berechnet worden. Als Dehnungswerte sind angegeben einmal die Gesamtdehnung (bleibende + elastische Dehnung), ferner noch die bleibende Dehnung allein, beide für die Spannung von 60 kg/qcm.

Die Werte für die Zwirnfestigkeit zeigen, daß durch das Verweben ein kleiner Rückgang derselben um etwa 3—6% erfolgt; bei dem Zwirn Reihe d beträgt dieser Rückgang allerdings schon 12%.

Die Prüfung der Riemen a—d hinsichtlich ihrer Betriebseigenschaften auf der weiter unten beschriebenen Leistungsanlage ergab zunächst, daß der Riemen b sich deutlich besser verhielt, als die übrigen und zwar sowohl was geringen Schlupf als auch was geringe Dehnung anbetraf. Gleichzeitig zeigte sich aber auch, daß mit Riemen dieser Konstruktion eine wesentliche Verbesserung der Betriebsleistungen nicht zu erzielen war. Die Steifigkeit der Riemen in der bisherigen Ausführung war verhältnismäßig groß, was besonders im Vergleich mit den Ergebnissen eines Sondertextilriemens deutlich zum Ausdruck kam (s. auch unter B, V, S. 31). Es wurde daher der Aufbau mit Bindekette verlassen und eine andere webtechnische Zusammensetzung gewählt. Diese Überlegungen führten zur Konstruktion des Standardriemens. In ihm ist das Haarmaterial verarbeitet, welches bei den Versuchen mit der ersten Riemenreihe die besten Ergebnisse geliefert hatte. Um den Einfluß der Riemendicke kennenzulernen, wurde ein Riemen von 4,7 mm Dicke und ein weiterer aus Garnen gleicher Art in 7 mm Dicke hergestellt. Der dünnere Riemen ergab nun nicht nur eine bessere Ausnutzungsziffer in der Festigkeit, sondern auch kleinere, also günstigere Zahlen für die bleibende Dehnung; allerdings war dieser Riemen vorgerechnet worden, worauf die günstigeren Dehnungswerte wohl zurückzuführen sein dürften. Während nämlich bei den Riemen des neuen Aufbaues infolge der andersartigen Fadenverkreuzung die bleibende Dehnung im allgemeinen etwas höher ist als bei den Riemen mit Bindekette (was nach den Zahlen für die Einarbeitung des Kettgarnes — 20% bei den Standardriemen gegen rund 10% bei den Riemen mit Bindekette — erklärlich ist) hat der dünne Riemen eine ebenso niedrige bleibende Dehnung ergeben wie die Riemen mit Bindekette. Es ist ferner noch ein Riemen in 7 mm Dicke aus feinfädigem Zwirn gleicher Art hergestellt worden, der gegenüber dem aus dickeren Zwirn hergestellten zwar eine bessere Festigkeitsausnutzung ergab, jedoch auch etwas höhere bleibende Dehnung, so daß dieser Riemen keinen weiteren Fortschritt mehr brachte.

Außer den neuen Riemen ist zum Vergleich noch ein Sondertextilriemen aus besonderen Spinnstoffen in roher (*Sr*) und imprägnierter (*Si*) Ausführung eingehend, wie vorher beschrieben, geprüft worden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind gleichfalls in Tabelle 7 enthalten.

Interessante Zahlen ergeben sich für die Ausnutzung der Festigkeit des Zwirnes im Vergleich zu der im fertigen Riemen erreichten Festigkeit, d. h. in dem Quotienten:

$$\frac{\text{effektive Riemenfestigkeit}}{\text{theoretische Riemenfestigkeit}}$$

wobei die theoretische Riemenfestigkeit die aus der Gesamtzahl der Kettfäden und deren mittlerer Zugfestigkeit errechnete darstellt. Die Bindekette ist bei dieser Berechnung außer Betracht gelassen worden, weil sie wegen ihrer etwa 15mal so großen Einarbeitung beim Bruch des Riemens kaum mit belastet sein dürfte.

Die Ausnutzung der Zwirnfestigkeit im Riemen beträgt im besten Falle rund 90% und zwar ist dies auffallenderweise bei Riemen d, wo man wegen der Ungleichmäßigkeit des Garnes einen weniger günstigen Wert erwarten würde, der Fall. Mit etwas niedrigeren Werten folgen die Riemen b und N.N., dann c und a, welche letzterer nur noch von dem Riemen *Si* unterschritten wird, der nur 63% ergeben hat. Der geringe Ausnutzungswert des Riemens a kann bei der guten Gleichmäßigkeit seines Zwirnes nur ein Ausnahmewert sein, der nicht als normal angesehen werden kann und in der Herstellung des Riemens begründet sein muß. Auch die gefundene Bruchspannung von 290 kg/qcm ist für einen reinen Kamelhaarriemen (extra prima Qualität) bei so guter Festigkeit des Zwirnes zu niedrig; derartige Riemen haben erfahrungsgemäß Bruchspannungen von wenigstens 350 kg. Legt man diesen Wert zugrunde, so ergibt sich auch bei a eine Ausnutzungsziffer von 84%. Werte dieser Höhe sind als recht gut zu bezeichnen und dürften als Mittelwert das praktisch Erreichbare darstellen. Die Ausnutzungsziffer stellt einen wertvollen Maßstab für die Güte der Verarbeitung des Materials dar. Interessant ist, daß der feinfädige Riemen γd_2 eine bessere Ausnutzung ergeben hat als der grobfädige γd_4 . Es kann dies seinen Grund nur in gleichmäßigerer Spannung des feinen Zwirnes im Riemen bei der Verarbeitung haben, denn die Zwirnreißlänge ist bei ihm an sich niedriger als die des größeren vierfachen Zwirnes.

In dem folgenden Teil B des Berichtes über die Ergebnisse der Leistungsprüfung wird aufgezeigt werden, wie die Betriebseigenschaften der besprochenen Riemen durch die Wahl geeigneten Spinnmaterials, den neuen Aufbau und entsprechende Imprägnierung allmählich so verbessert worden sind, daß sie nunmehr gleich günstige Ergebnisse liefern, wie Lederriemen ausgesuchter Qualität. Über die Faktoren, die für die Leistungseigenschaften eines Riemens wichtig sind, wird auf Grund der bei den gesamten bisherigen Versuchen gemachten Erfahrungen am Schlusse des Berichtes einiges gesagt werden.

B. Leistungsversuche und andere mechanische Prüfungen mit den Riemen.

I. Beschreibung der Versuchsanlage.

Auf Grund der Erfahrungen, die während des Krieges bei der Prüfung von Papier- und Lederriemen auf einer in den Mitteilungen des Amtes 1921, Heft 2 beschriebenen Einrichtung für 10 PS Höchstleistung gewonnen wurden, ist in Zusammenarbeit mit der Berlin-Anhaltischen Maschinenbau-A.-G. in Dessau in der Abteilung für Maschinen- und Eisenbau des Staatlichen Materialprüfungsamtes eine Versuchsanlage entworfen und gebaut worden, mit der Leistungsprüfungen an Treibriemen bis zu einer Höchstleistung von 100 PS und bis

zu 30 m/sec Riemengeschwindigkeit ausgeführt werden können.

Die Anlage sieht nach Abb. 5, 6 und 7 in horizontaler Anordnung einen elektrisch betriebenen Riemenzug vor zwischen einem von dem Gleichstromnetz des

wird durch das Zugband Z mit Wägeeinrichtung W verbunden. Der Versuchsriemen läuft über Riemenscheiben I und II, die fliegend auf der treibenden und getriebenen Welle sitzen. In diese Wellen sind die Torsionsdynamometer TD 34 und 35 eingebaut, mit denen die in beiden Wellen

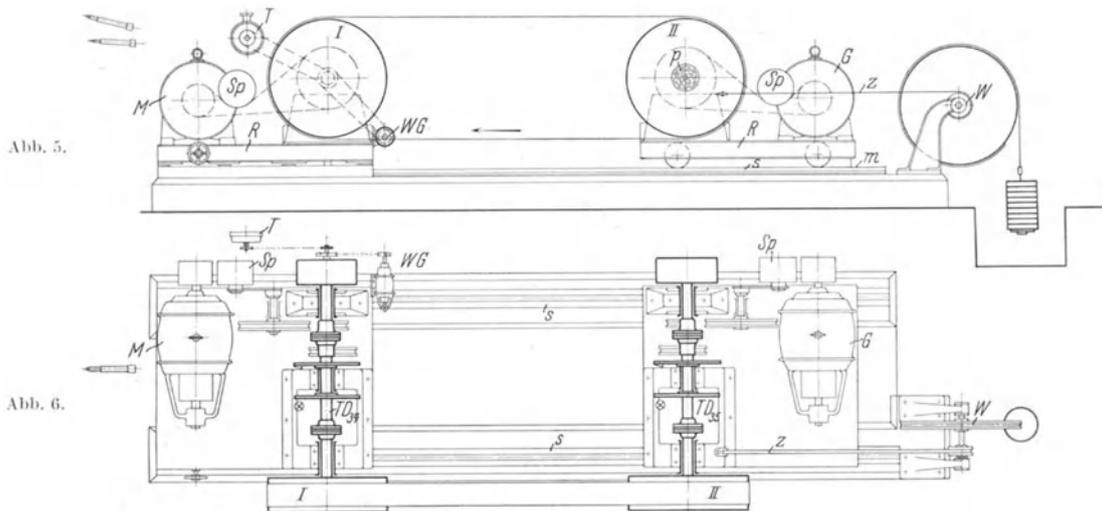


Abb. 5 und 6. Schematische Darstellung der Riemenprüfanlage.

Amtes betriebenen Elektromotor *M* und einem Generator *G*, der mit dem Motor in Kreisschaltung arbeitet, so daß nur die Verluste in beiden Maschinen durch ein besonderes ebenfalls an das Amtsnetz angeschlossenes Zusatzaggregat zu decken sind. Der Motor ist mit dem Spannrollen-Riemenvorgelege *Sp* und mit der treibenden

auf tretenden Drehmomente gemessen werden. Von der treibenden Welle wird ferner das Tachometer *T* durch Schnurzug und der kleine Wechselstrom-Generator *WG* durch Kettentrieb angetrieben. Letzterer bedient eine sog. Glimmlampe, die zur stroboskopischen Bestimmung des Riemen schlupfes benutzt wird.

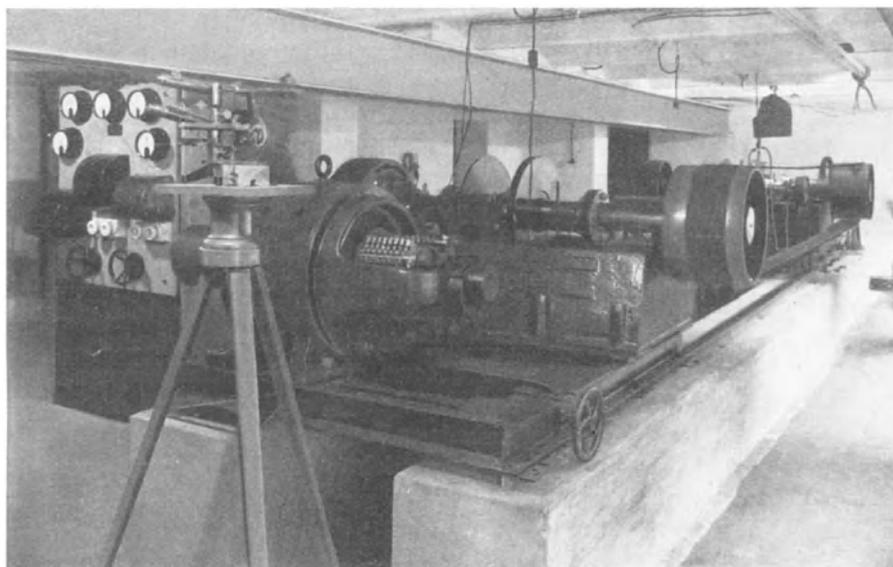


Abb. 7. Ansicht der Riemenprüfanlage.

Der Achsabstand zwischen beiden Wellen kann zwischen 1 und 5 m verändert werden.

Die beim Versuch auftretende Verlängerung des Riemen wird durch die Verschiebung des beweglichen Rahmens auf den Schienen bestimmt, die durch zwei beiderseits am Rahmen befestigte Marken an 2 an den Schienen angebrachten Maßstäben gemessen wird.

II. Meßverfahren.

Mit Hilfe von 3 Paar Riemenscheiben sind folgende Geschwindigkeiten und bei etwa 16 kg/cm Riemenbelastung folgende Leistungen mit einem 15 cm breiten Textilriemen rechnerisch festgelegt.

Tabelle 8.

Leistung in PS für 15 cm Riemenbreite	9,6	16,2	32,4	48,0	65,0	79,5	96,0	Umfangskraft für 1 cm Breite in kg	
Riemen geschwindigkeit <i>V</i> in m/sk	3	5	10	15	20	25	30		
Drehzahlen <i>n</i> bei den vorgeschriebenen Scheibendurchm. in m	0,3	191	318	636	954	1272	1590		1908
	0,5	115	191	382	573	763	954	1145	} 16,1
	1,0	—	95,4	191	286	382	477	573	

Welle auf einem gemeinsamen Rahmen *R* montiert, der auf den Schienen *S* des Fundamentes feststellbar ist und zur Regelung des Riemenlaufes um eine zur Zugrichtung senkrechte Achse etwas geschwenkt werden kann. Ebenso steht der Generator mit der getriebenen Welle und einem gleichen Vorgelege auf einem Rahmen, der mittels Rollen auf den Fundamentschienen läuft und seitlich ebenfalls durch Rollen abgestützt ist. Dieser Rahmen kann entweder an bestimmten Stellen festgestellt werden oder er

Bei jedem Riemenscheibenpaar werden die verschiedenen Geschwindigkeitsstufen durch Regulierung des Feldes des Antriebsmotors geändert; die Änderung der Leistung wird durch Belastung des Generators und gleichzeitige Regelung des Motors erzielt. Die tatsächlichen Leistungen des Motors und Generators werden mit Hilfe der Torsionsdynamometer gemessen. Diese sind als dünner elastischer Stab aus hochwertigem Federstahl in die getriebene und angetriebene Welle eingeschaltet, so daß sich die in den Wellenenden festgelagerten Köpfe des Stabes je nach dem übertragenen Drehmoment gegeneinander verdrehen. Diese Verdrehung wird optisch (s. Abb. 8) wie folgt gemessen. Der Torsionsstab trägt an beiden Enden senkrecht zur Stabachse stehende Scheiben, die eine (Nr. 1) mit einer beleuchteten Kreisskala am Rande, die andere (Nr. 2) mit einem unter 45° zur Ebene der Scheiben geneigten Spiegel; Scheibe Nr. 2 ist durch Hohlwelle mit einer weiteren Scheibe (Nr. 3) verbunden, die unmittelbar neben der Scheibe (Nr. 1) angeordnet ist und gegenüber der Skala auf Scheibe Nr. 1 einen Ausschnitt mit Fadenkreuz besitzt. Mit Hilfe des Fernrohres *F* ist bei umlaufender Welle in dem Spiegel (Scheibe Nr. 2) die Verschiebung des Fadenkreuzes (Scheibe Nr. 3) auf der Skala (Scheibe Nr. 1), d. h. die Verdrehung der Welle zu beobachten. Die Beziehung zwischen der Verdrehung und dem ausgeübten Drehmoment ist durch Eichung des Torsionsstabes festgelegt, s. Abb. 9. Die Drehzahl der treibenden Welle wird unmittelbar nach der Anzeige des Tachometers *T* eingestellt; der Schlupf zwischen der treibenden und der getriebenen Welle wird nach dem von Linckh und Vieweg angegebenen stroboskopischen Meßverfahren und zwar nach dem Einscheibenverfahren mit intermittierender Lichtquelle bestimmt. Als Lichtquelle dient die Glimmlampe, deren Licht entsprechend der Frequenz des Wechselstromgenerators *WG* pulsiert. Dieser Generator kann durch Auswechseln der Kettenräder mit den Übersetzungen 1:2, 1:1 und 2:1 von der getriebenen Welle der Versuchsanlage unmittelbar angetrieben werden, so daß seine Frequenz ohne weiteres aus der Drehzahl der treibenden Welle abzuleiten ist. Mit dieser synchron zur treibenden Welle pulsierenden Glimmlampe wird eine in Sektoren geteilte Scheibe auf der Stirnseite der getriebenen Welle beleuchtet. Bei gleicher Drehzahl beider Wellen erscheint das Bild der Sektorscheibe stillstehend, während bei Schlupf je nach dem Unterschied der Drehzahlen das Bild der Scheibe sich rascher oder langsamer dreht. Aus der Geschwindigkeit der Drehung des Bildes, die durch verschieden große Unterteilung der Kreissringe deutlich und meßbar gemacht wird, berechnet sich der Schlupf unmittelbar in % der Drehzahl der treibenden Welle.

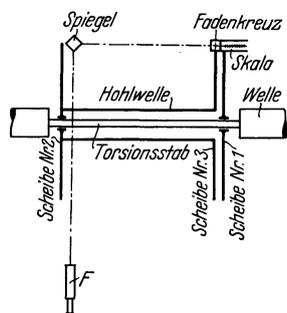


Abb. 8. Schematische Darstellung des Torsionsdynamometers.

Bei den nach Tabelle 10 ausgeführten Schlupfmessungen wurde an der Sektorenscheibe die Anzahl *Z* der Vorübergänge eines Bildpunktes an einer festen

Marke mit der Stoppuhr ausgezählt, wobei die Zahl der Vorübergänge *Z* in *t* Sekunden und in der Minute $z \cdot 60/t$ ist.

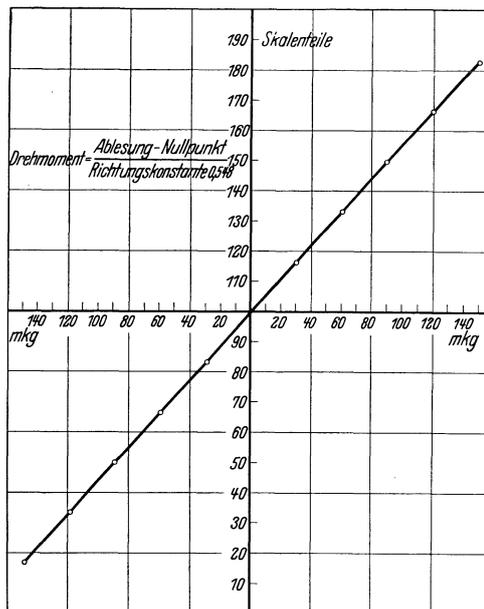


Abb. 9. Eichkurve des Torsionsstabes.

Für die der Berechnung zugrunde gelegten Werte sei:

- n* = minutl. Drehzahl der Riemenscheibe I an der Motorseite,
- n*₁ = minutl. Drehzahl der Riemenscheibe II an der Generatorseite,
- n*₂ = minutl. Blitzzahl der Glimmlampe, je Polwechsel 1 Blitz,
- n*'₂ = minutl. Drehzahl des Einphasengenerators,
- l*₁ = Anzahl der Merkzeichen auf der Sektorenscheibe an der getriebenen Riemenscheibe und
- A* = Zahl der stroboskopischen Bilder der Merkzeichen. Dann ist der Schlupf in % bezogen auf die am Tachometer abgelesene Ausgangsdrehzahl *n*

$$s = \frac{6000 \cdot Z}{A \cdot n \cdot t} \cdot 100$$

Die zur Berechnung des Riemenschlupfes bei drei verschiedenen Übersetzungsverhältnissen benutzten Formeln mit den Grenzwerten für die Schlupfmessung enthält Tabelle 9.

Tabelle 9. Schlupfungsformeln und Meßbereich für die stroboskopischen Messungen.

$\frac{n}{n'_2}$	$\frac{n}{n_2}$	<i>l</i> ₁	<i>A</i>	Schlupfungsformel <i>s</i> in %	Meßbar für $(\frac{z}{t})_{\max} = 3$	
					bei <i>n</i>	<i>s</i> %
2:1	1:1	1	1	$\frac{6000}{n} \cdot \frac{z}{t}$	2000	9
					1000	18
1:1	1:2	2	2	$\frac{3000}{n} \cdot \frac{z}{t}$	1500	6
					1000	18
1:2	1:4	4	4	$\frac{1500}{n} \cdot \frac{z}{t}$	1000	4,5
					200	22,5

Gleichzeitig mit den stroboskopischen Messungen der Drehzahlunterschiede an der getriebenen Scheibe II

nach Tabelle 10 wurden für die vergleichende Gegenüberstellung der Schlupfzahlen außerdem noch Drehzahlmessungen an der treibenden und getriebenen Versuchsriemenscheibe mit einem sog. Jaquetindikator ausgeführt. Die Versuche wurden bei annähernd gleichbleibender Drehzahl und stufenweiser Steigerung des Drehmoments durchgeführt und im allgemeinen dann abgebrochen, wenn großer Schlupf auftrat.

Aus den Schlupfzahlen der Tabelle 10 ist zu erkennen, daß die mit dem Indikator gemessenen Werte bei Schlüpfungen bis zu etwa 8% sehr erheblich von den nach dem stroboskopischen Meßverfahren ermittelten Schlupfzahlen abweichen. Bei größerem Schlupf werden die Abweichungen kleiner. Zuverlässige und genaue Schlupfwerte lassen sich nach den vorstehenden Ergebnissen insbesondere bei kleinem Schlupf nur mit dem stroboskopischen Meßverfahren erzielen, weil die Indikatoranzeige zu grob ist.

III. Erprobung der Anlage bis zur Höchstleistung.

Die Erprobung der Riemenprüfvorrichtung erstreckte sich zunächst darauf, ob mit den elektrischen Maschinen und den eingebauten Spannrollentrieben (s. Abb. 5 bis 7), die in Tabelle 8 für 15 cm breite Textilriemen angegeben und errechneten Leistungen erreicht werden.

Zum Antrieb des Generators durch den Elektromotor wurde als Versuchsriemen ein etwa 11 m langer, 20 cm breiter und 0,8 cm dicker durch Schienenverbinder endlos gemachter Textilriemen verwendet, der über die fliegend angeordneten Riemenscheiben I und II (Abb. 5 und 6) von 500 mm Durchmesser lief. Die Versuchs-

scheibe auf der treibenden Welle war glatt, die Scheibe auf der getriebenen Welle ballig gedreht. Gemessen wurde bei 10 bis 30 m/sec Riemengeschwindigkeit und konstanter Riemen Spannung von rund 15 kg/cm die aus der Vergrößerung des Achsabstandes errechnete Riemenlängung in % und die mit den Maschinen erzielten Leistungen bei stufenweiser Steigerung der Drehmomente. Bei jeder Stufe der Belastung lief die Anlage etwa 10 Minuten bei den verschiedenen Geschwindigkeiten etwa je 1/2 Stunde. Die Ergebnisse der Messungen sind in Tabelle 11 zusammengestellt.

Vergleicht man die ermittelten Leistungen in PS nach Tabelle 11 mit den errechneten Leistungen in Tabelle 8, so ergibt sich, daß die auf der Prüfanlage erzielte Arbeitsleistung nicht nur erreicht, sondern durchweg noch höher gesteigert werden konnte. Bei späteren Prüfungen wurden Leistungen der Maschine bis 110 PS erreicht.

Ferner wurden bei festem Achsabstand der Anlage einige Versuchsreihen ausgeführt, um die Wirkungsweise der Anlage hierbei zu erproben.

In der folgenden Tabelle 12 werden Einzelergebnisse dieser Leistungsversuche bei konstantem Achsabstand mit dem gleichen 20 cm breiten Riemen bei 5 und 10 m/sk Riemengeschwindigkeit mitgeteilt.

Zu den Versuchen wurde bei wagerechtem offenem Triebe ebenfalls das Versuchsscheibenpaar von 500 mm Durchmesser verwendet. Der Achszug (Riemenlast) von 280 kg wurde bei losen Wagen im Stillstand ausgewogen und dieser dann festgestellt, so daß der Riemen beim Beginn jeder Versuchsreihe ≈ 7 kg/cm Vorspannung hatte und der Achsabstand fest war.

Tabelle 11. Leistungen der Versuchsanlage bei Verwendung eines Versuchsscheibenpaars von 500 mm Durchmesser und konstantem Achsdruck.

Versuchsreihe	Zugbeanspruchung des Riemens		Riemen- geschwin- digkeit v ca	Achsabstand im Betriebe		Dehnung des Riemens im Betriebe $\%$ ¹	Ermittlung der Arbeitsleistung									
	Achszug S_a kg	Vorspannung $S_a/2 \cdot b$ kg/cm		Mittlere Verschiebung des Wagens mm	Gesamt m		Versuchsscheibe I (Motor)					Versuchsscheibe II (Generator)				
			Torsionsdynamometer Nr. 33			Drehmoment Md mkg	Leistung PS	Umfangskraft für 1 cm Riemenbreite kg	Torsionsdynamometer Nr. 34			Drehmoment Md mkg				
	Ablesung Skit	Zunahme	Gesamt Skit	Ablesung Skit	Zunahme				Gesamt Skit							
1	600	15,0	10	0	4,760	—	100,0	—	—	—	—	—	89,9	—	—	—
				—	—	—	98,0	2,0	2,0	3,6	2,0	0,7	100,2	1,3	1,3	2,4
				5	4,765	0,1	83,5	14,5	16,5	30,1	16,4	6,0	115,0	14,8	16,1	29,4
2	600	15,0	15	21	4,781	0,4	64,0	19,5	36,0	65,7	35,7	13,1	134,4	19,4	35,5	64,8
				—	—	—	97,8	33,8	2,2	4,0	3,2	0,8	100,5	33,9	1,6	2,9
				—	—	—	82,0	15,8	18,0	32,8	26,3	6,6	116,5	16,0	17,6	32,1
3	600	15,0	20	30	4,790	0,5	65,0	17,0	35,0	63,9	51,3	12,8	133,0	16,5	34,1	62,2
				—	—	—	97,2	32,2	2,8	5,1	5,5	1,1	100,5	32,5	1,6	2,9
				—	—	—	81,6	15,6	18,4	33,6	36,4	6,7	116,0	15,5	17,1	31,2
4	600	15,0	25	82	4,842	1,5	66,0	15,6	34,0	62,0	67,1	12,4	132,5	16,5	33,6	61,3
				—	—	—	97,2	32,2	2,8	5,1	5,5	1,1	100,5	32,5	1,6	2,9
				84	4,844	1,5	96,5	30,5	3,5	6,4	8,5	1,3	101,0	31,5	2,1	3,8
5	600	15,0	30	—	—	—	81,0	15,5	19,0	34,7	46,0	6,9	117,0	16,0	18,1	33,0
				86	4,846	1,7	64,8	16,2	35,2	64,2	85,1	12,8	132,5	15,5	33,6	61,3
				106	4,866	1,9	97,5	32,7	2,5	4,6	7,4	0,9	101,0	31,5	2,1	3,8
5	600	15,0	30	112	4,872	2,0	82,5	15,0	17,5	31,9	51,1	6,4	115,0	14,0	16,1	29,4
				128	4,888	2,0	66,3	16,2	33,7	61,5	98,6	12,3	131,5	16,5	32,6	59,5

¹ Beim erstmaligen Auswiegen der Riemen Spannung wurde die Dehnung des Riemens = 0 gesetzt.

Tabelle 12. Leistungsversuche mit Einzelergebnissen bei konstantem Achsabstand.

Versuchsreihe	Zugbeanspruchung des Riemens		Riemengeschwindigkeit v m/sk	Schlupf in % gemessen		Aus den gemessenen Drehmomenten errechnete Leistung und Umfangskraft an der			
	Achszug S_a kg	Vorspannung $S_{a/2 \cdot b}$ kg/cm		mit dem Indikator ca.	nach dem stroboskopischen Meßverfahren	treib. Scheibe I		getrieb. Sch. II	
						Kraftübertragung PS	Umfangskraft auf 1 cm Breite kg	Leistung in PS	Umfangskraft auf 1 cm Breite kg
1	280	7,0	5	0,5	—	0,92	0,69	0,81	0,61
				0,4	0,21	2,79	2,09	2,65	1,99
				0,5	0,22	2,29	1,72	2,15	1,61
				—	—	6,11	4,58	5,97	4,48
				0,5	0,48	6,37	4,78	6,22	4,67
				—	—	5,70	4,28	5,67	4,25
				2,7	2,42	10,69	8,02	10,43	7,82
				14,0	—	12,73	9,55	11,93	8,95
				16,0	15,4	12,23	9,17	10,15	7,61
				—	16,3	11,98	8,99	9,72	7,29
2	280	7,0	5	—	—	1,01	0,76	0,75	0,56
				—	—	2,65	1,99	—	—
				—	—	2,96	2,22	2,65	1,99
				0	0,21	2,65	1,99	2,45	1,84
				0,8	0,57	5,61	4,21	5,58	4,19
				—	—	9,16	6,87	9,08	6,81
				1,1	0,87	9,38	7,04	9,30	6,98
				1,1	0,99	9,16	6,87	8,98	6,74
				—	—	13,23	9,92	12,47	9,35
				5,6	5,77	12,98	9,74	12,00	9,00
3	280	7,0	10	15,4	13,6	13,51	10,13	11,58	8,69
				15,2	15,3	12,98	9,74	10,88	8,16
				0	0,10	0,75	0,56	0,61	—
				1,1	0,11	1,84	0,69	1,23	0,46
				2,0	0,17	4,91	1,84	4,905	1,84
				0,5	—	3,24	1,22	3,23	1,21
				0,8	0,85	17,53	6,57	17,00	6,38
				14,6	9,37	25,46	9,55	23,08	8,66
				—	15,0	23,45	8,79	19,51	7,32
				—	14,0	23,45	8,79	19,51	7,32
1,3	0,11	1,73	0,65	1,34	0,50				

IV. Systematische Prüfung der Riemen.

1. Versuchsreihe.

α) Das Probematerial.

Nach dem Arbeitsplan unter Abschnitt A, S. 7 wurden zunächst vier Sorten Riemen (a, b, c, d) normaler Fertigung mit roter Imprägnierung hergestellt. Für vergleichende Versuche wurden drei Sondertextilriemen S_i und S_r (s. S. 9), zwei davon imprägniert und ein Riemen in rohem Zustande, sowie ein von der Acla-A.-G., Köln, für diese Untersuchung gelieferter Lederriemen von Sonderqualität und außerdem ein Geweberiemen NN aus dem Handel beschafft. Die Breite war bei allen Riemen die gleiche (15 cm). Die Riemendicke betrug bei dem einen Sondertextilriemen 3,5 mm bei den übrigen 6—8 mm. Der 3,5 mm dicke Sondertextilriemen war normale Anfertigung, während

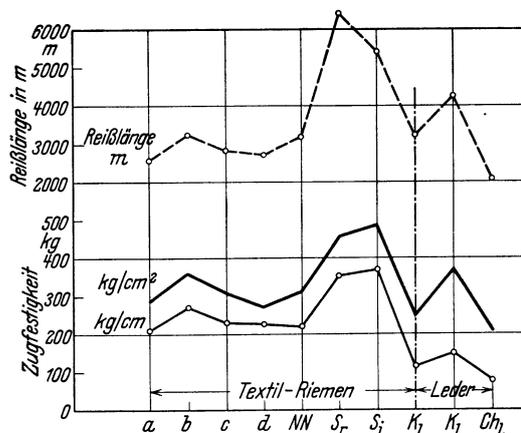


Abb. 10. Festigkeitseigenschaften der Riemen. Zeichenerklärung siehe Abb. 11.

die beiden dickeren Sondertextilriemen roh und imprägniert nur für Versuchszwecke in der angegebenen Dicke angefertigt worden waren.

Tabelle 13. Zugfestigkeit der Geweberiemen- und Lederriemenproben.

Die Festigkeit der Textilriemen wurde an Proben von der ursprünglichen Breite, die der Lederriemen an herausgeschnittenen Lederstreifen ermittelt.

Bedeutung der Werte	Textilriemen					S Sondertextilriemen		Lederriemen ²			
	a	b	c	d	N. N.	roh	impragn.	Marke Ideal	aus dem Handel beschafft	Chromleder	
Abmessungen	Dicke cm	0,75	0,75	0,76	0,77	0,70	0,78	0,77	0,45	0,41	0,37
	Breite cm	15,2	15,3	15,1	15,2	15,6	15,4	15,5	5,11	3,97	4,07
	Versuchslänge cm	122	122	122	121	116	55	55	110	17	17
Metergewicht kg	1,274	1,275	1,274	1,240	1,104	0,843	1,039	0,182	0,144	0,158	
Zugfestigkeit ¹	Bruchlast kg	3270	4120	3570	3420	3450	5430	5670	585	594	318
	Spannung kg/cm	216	270	237	226	221	352	367	115	149	78
	Spannung kg/cm ²	289	361	311	295	314	452	384	250	366	211
Reißlänge m	2570	3240	2810	2760	3130	6440	5455	—	—	—	

¹ Die Festigkeitseigenschaften der Textilriemen a bis d und der Lederriemenproben wurden aus je zwei Parallelversuchen, die des Geweberiemens NN und Sondertextilriemens aus Einzelversuchen ermittelt.

² Die Festigkeitswerte der Lederriemen stammen von anderen Untersuchungen mit Lederriemen, die im Amt ausgeführt worden sind, weil von dem endlosen Acla-Riemen keine Proben entnommen werden konnten, ohne den Riemen für weitere Versuche unbrauchbar zu machen.

β) Festigkeitsversuche.

Diese Versuche umfaßten die Bestimmung des Gewichtes für die Längeneinheit, die Ermittlung der Beziehung zwischen Belastung und Dehnung sowie der Zugfestigkeit und Reißlänge.

Auf Abb. 10 ist die Zugfestigkeit in kg für 1 cm Breite und in kg/cm² sowie die Reißlänge graphisch dargestellt,

während auf Abb. 11 die Gesamt- und die bleibende Dehnung in % in Beziehung zur Riemen­spannung in kg/cm² aufgetragen ist.

anderen Riemen. Im Vergleich zu den übrigen Riemen, war die Gesamtdehnung beim Geweberiemen *NN* am größten, bei Leder, Riemen *b* und *d* am kleinsten. Dazwischen lagen die nahezu übereinstimmenden Dehnungswerte für Riemen *a* und *c*.

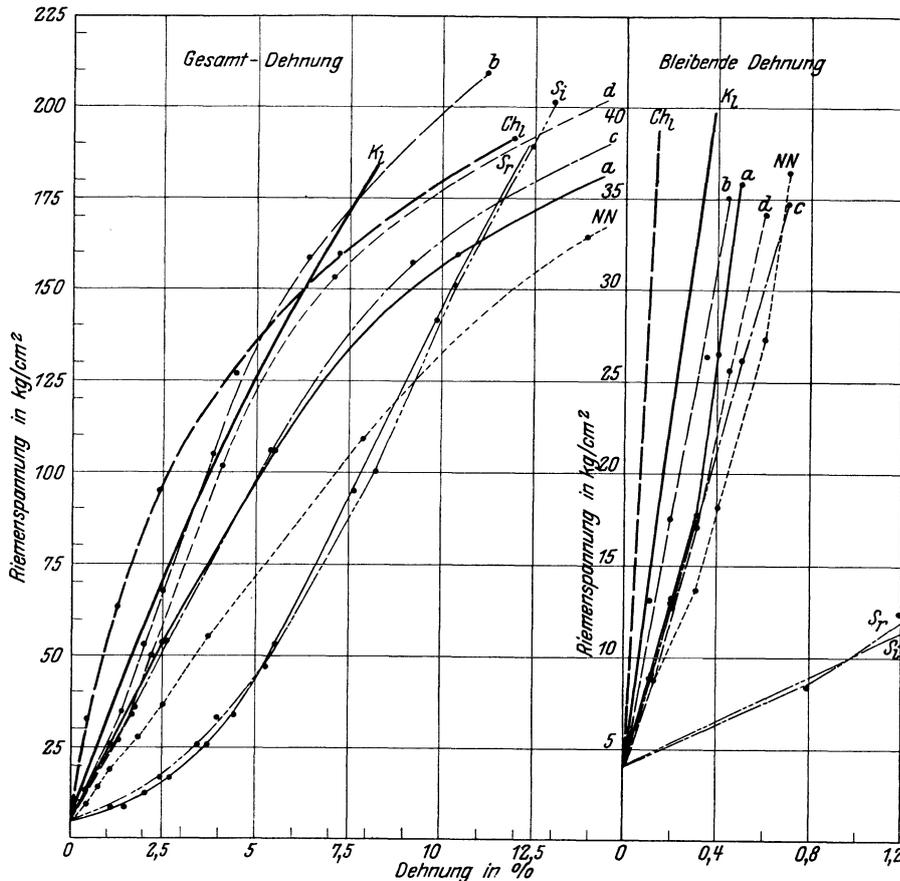


Abb. 11. Beziehung zwischen Riemen­spannung und Dehnung.
a–*d* rot impr. Riemen ursprüngl. Fertigung, *NN* Geweberiemen aus dem Handel bezogen, *S_r* und *S_i* Sondertextilriemen 7,5 mm, besondere Fertigung für Versuchszwecke, *K_i* Kernlederriemen und *Ch_i* Chromlederriemen.

Nach den Werten der Tabelle 13 und aus der Gegenüberstellung der Festigkeitseigenschaften in Abb. 10 hatten die Sondertextilriemen *S_i* und *S_r* bis auf das Metergewicht die größten Werte und „Kamelhaar“ *a* die kleinsten bis auf Metergewicht und Dicke. Die Lederproben — die dem auf Leistung geprüften Vergleichsriemen „Acla“ (Sonderqualität) nicht entstammen — hatten zum Teil kleinere Festigkeitswerte. Von den übrigen Textilriemen hatte der Riemen *b* die größten Werte, während sich die übrigen Riemen dazwischen einordnen und zwar in fallender Reihenfolge: Geweberiemen *NN*, Riemen *c* und *d*. Aus dem Schaubild Abb. 11 für den Dehnungsverlauf geht hervor, daß bis zu 200 kg Belastung (≈ 18 kg/cm²) bei den Riemen *a*, *c* und *d* sich die Werte für die bleibende Dehnung decken. Bei Leder und den Riemen *b* war die bleibende Dehnung am kleinsten, beim Geweberiemen *NN* etwas größer als bei *a*, *c* und *d*, am größten war sie jedoch bei den beiden Sondertextilriemen. Bei den höheren Belastungen bis zu 400 kg (≈ 35 kg/cm²) zeigen sich etwas größere Unterschiede, diese sind aber, abgesehen von den größeren Dehnungswerten der beiden Sondertextilriemen, nicht nennenswert. Die Gesamtdehnung bis zu 1200 kg Belastung (≈ 110 kg/cm²) war bei den Sondertextilriemen am größten, nahm jedoch bei Steigerung der Belastung bis 2400 kg (≈ 210 kg/cm²) nicht so stark zu wie bei den

γ) Leistungs- und Dauerversuche.

Die Untersuchung erstreckte sich auf die Bestimmung der Verluste, die beim Übertragen von Leistung durch Textilriemen auftreten.

Untersucht wurden die unter α genannten Riemen­sorten nach zwei verschiedenen Prüfungsverfahren und zwar 1. auf Ermittlung des Schlupfes und Durchzugsgrades bei konstantem Achsdruck (7, 10, 12,5 und 20 kg/cm Riemen­spannung¹), 5, 10, 20 und 25 m/sec Riemen­geschwindigkeit und stufenweiser Steigerung der Umfangskraft *S_n* bis zum Gleiten bzw. bis zu der mit den elektrischen Maschinen der Prüfvorrichtung erreichbaren Höchstleistung und 2. auf Ermittlung des Schlupfes beim Laufen (Dauerversuch) mit konstantem Achs­abstand und der Achsdruckverminderung bei 10 m/sec Riemen­geschwindigkeit und zwei verschiedenen Umfangskräften.

Mit den zu prüfenden Riemen wurde die Versuchsanlage (Abb. 5–7) unter Verwendung von Riemen­scheiben von 500 mm Dmr. betrieben. Der Achs­abstand betrug etwa 5 m. Alle Textilriemen wurden mit Schienen­verbinder verbunden, während der Lederriemen endlos geliefert war.

Gemessen wurden die Leistung, der Schlupf, die Riemen­dehnung und der Durchhang an den beiden Trums, die Änderung des Achs­druckes bzw. des Achs­abstandes sowie die Lufttemperatur und Luftfeuchtigkeit im Versuchsraum. Außerdem wurde das Riemen­gewicht und die Riemen­länge im Anlieferungszustande und nach Beendigung des Versuches festgestellt.

Der Gang der Versuche war folgender:

Nachdem der endlose Riemen auf die beiden Versuch­scheiben aufgelegt war, wurde der Riemen bei langsamen Drehen der Scheiben unter der jeweiligen Riemen­last *S_a* so lange angespannt, bis die Belastung an der Waage bei etwa 2 Minuten Belastungsdauer nicht mehr absank, d. h. unmittelbares Nachrecken des Riemens nicht mehr erfolgte. Hierauf wurden bei den Versuchen

zu 1, nach dem die gewünschte Geschwindigkeit *V₁* erreicht war, der Versuch bei losem Rahmen *R* begonnen

¹ In Kurventafeln Werte bei 20 kg/cm Spannung nicht aufgenommen, da die Schaulinien für alle Riemen fast zusammenfallen.

und die Leistung in kurzen Zeitabständen bei konstantem Achsdruck stufenweise gesteigert;

zu 2, der Achsabstand durch Festschrauben des fahrbaren Rahmens R (s. Abb. 5 und 6) mit der getriebenen Welle und der Scheibe II unveränderlich festgelegt und dann der Versuch bei 10 m/sek begonnen. Anfangs wurde in kurzen Zeitabständen von 10 und 15 Minuten, später alle 30 bzw. 60 Minuten die Maschine angehalten und an der Waage die Riemenlast S_a , die der noch vorhandenen Riemen Spannung entsprach, ausgewogen sowie gleichzeitig die vorgesehenen Messungen ausgeführt. Nach jedem Stillstellen wurde der alte Achsabstand wieder hergestellt, der fahrbare Rahmen mit der getriebenen Welle festgestellt und der Versuch fortgesetzt, bis aus dem Verlauf der Versuchsergebnisse zu erkennen war, daß der Riemen hinreichend lange Zeit mit unverändertem Achsdruck betrieben werden kann oder bis daraus, daß dieser Zustand trotz wiederholten Nachspannens nicht erreicht werden konnte, zu schließen war, daß der Riemen die gewählte Beanspruchung nicht mehr zu ertragen vermochte.

1. Leistungsversuche: Die Leistung wird vermindert durch Verluste an Kraft und Geschwindigkeit. Erstere werden gemessen als Unterschied der Anzeiger der Torsionsdynamometer der Riemenprüfanlage, letztere durch stroboskopische Schlupfmessungen.

Bei den Versuchen mit konstantem Achsdruck S_a , die etwa einem Spannrollenrieb entsprechen, wurde bei steigender Leistung des Motors als Vergleichsmaßstab der Durchzugsgrad nach Kutzbach¹ und der Schlupf der Riemen bestimmt. Unter dem Durchzugsgrad φ wird verstanden das Verhältnis der Umfangskraft S_n zum Achsdruck S_a also $\varphi = \frac{S_n}{S_a}$. Aus der Messung der Drehmomente ergibt sich S_n , S_a ist an der Maschine eingestellt; zwischen den Riementrumkräften S_1 und S_2 und den beiden Kräften S_n und S_a besteht ferner die Beziehung $S_a = S_1 + S_2$ und $S_n = S_1 - S_2$. Der Schlupf ist der Geschwindigkeitsunterschied zwischen der treibenden und der getriebenen Scheibe $s = \frac{V_1 - V_2}{V_1} \cdot 100$ in %. Die tatsächliche Leistung erhält man aus Durchzugsgrad φ und Schlupf s : $N = \frac{\varphi \cdot S_a \cdot V_1 (1 - s)}{75}$ in PS; die Leistung wächst also bei gegebenem Achsdruck mit dem Durchzugsgrad und umgekehrt wie s . Gleichzeitig stellt der Durchzugsgrad einen Maßstab dar, für den GrößtWert der Nutzkraft S_n der bei gegebenem Achsdruck vom Riemen übertragen werden könnte. Bei Stillstand sind die Trumkräfte gleich und je gleich dem halben Achsdruck $S_1 = S_2 = \frac{1}{2} S_a$; der Durchzugsgrad ist also $\varphi = \frac{S_n}{S_a} = \frac{S_1 - S_2}{S_a} = \frac{0}{S_a} = 0$. Der Höchstwert von φ wird erreicht, wenn $S_2 = 0$ also $S_1 = S_a$ würde,

d. h. wenn der gesamte Achsdruck vom führenden Trum aufgenommen und übertragen würde, dann wäre $\varphi = \frac{S_n}{S_a} = \frac{S_a}{S_a} = 1$. Dieser Wert kann natürlich bei Riementrieben nicht wie bei Kettenradtrieben erreicht werden, weil das Verhältnis der Trumkräfte nach Eitelwein $\frac{S_1}{S_2} = e^{\mu \alpha}$ ist und μ der Reibungskoeffizient zwischen Riemen und Scheibe nicht > 1 werden kann. Je größer aber die Haftfähigkeit des Riemens an der Scheibe ist, um so mehr wird sich φ dem Wert 1 nähern und um so besser wird der Riemen in bezug auf seine Übertragungsfähigkeit sein. Demnach ist der Durchzugsgrad ein geeignetes Vergleichsmaß für die Beurteilung der Riemen auf Übertragungsfähigkeit. Über die Beziehungen zwischen den einzelnen Kräften gibt Abb. 12 ein klares Bild. Als

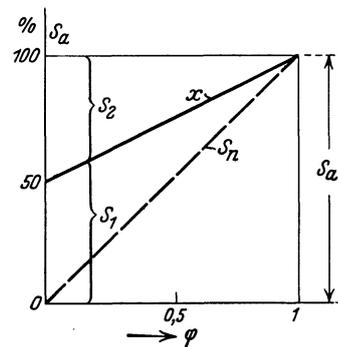


Abb. 12. Beziehung zwischen den Kräften beim Riementrieb.

Abszisse ist der Durchzugsgrad 0—1 aufgetragen und als Ordinate 0—100% des Achsdruckes. Dann stellt die Linie x die Anteile S_1 und S_2 von S_a für beliebige Werte von φ dar. Die Nutzkraft S_n steigt für $\varphi = 0 \div 1$ geradlinig von $0 \div 100\%$ S_a . Zu jedem Werte von φ gehört also ein bestimmter Wert von S_1 , S_2 und S_n .

Aus den in Kurvenform aufgetragenen Ergebnissen (Abb. 13, 14 und 15) ist zu ersehen, daß bei allen Riemen der Schlupf zunächst gradlinig mit dem Durchzugsgrad ansteigt (elastischer Schlupf), dann aber — insbesondere bei den Riemensorten a und c — bei bestimmtem Durchzugsgrade plötzlich so stark anwächst, daß die Übertragung versagt. Bei höheren Achsdrücken und Geschwindigkeiten geht der Schlupf auch bei diesen Riemen, ähnlich wie bei den Sondertextilriemen, allmählich zu höheren Werten über, so daß hierbei eine Überlastung des Riementriebes ohne plötzliches Versagen möglich wird. Einen weiteren günstigen Einfluß auf den Durchzugsgrad übt die Steigerung der Riementgeschwindigkeit aus, allerdings nur bis zu einer Geschwindigkeit, die bei etwa 20 m/sek liegt. Vermutlich rührt diese Erscheinung daher, daß der Reibungskoeffizient mit der Rutschgeschwindigkeit zunächst wächst, aber von einer bestimmten Rutschgeschwindigkeit an wieder abnimmt. Beim Leder-, Sondertextil- und Geweberiemen NN waren die Ergebnisse zum Teil wesentlich günstiger als bei den anderen Riemen. Die Ursache für den kleinen Durchzugsgrad bei kleinen Achsdrücken und Geschwindigkeiten wird bei den Textilriemen handelsüblicher Fertigung a bis d in der geringeren Anschmiegun an die Scheibenfläche gesucht, weil sie härter und steifer waren als die übrigen Riemen. Vergleicht man den elastischen

¹ Siehe Sonderheft 7, vom 29. Juni 1925 in „Die deutsche Ledertreibriemen-Industrie“, Berlin SW 19 und „Neuere Treibriemenversuche“ H. 7 und 8, 1928 in Zeitschrift „Ledertreibriemen und Technische Lederartikel“ Berlin. — Skutsch: Was muß man vom Ledertreibriemen wissen? Sonderheft des Verbandes der Ledertreibriemen-Fabrikanten Deutschlands E. V. 1928. — Stiel: „Theorie des Riementriebs“. Berlin: Julius Springer 1918. — Schulze-Pillot: „Neuere Riementheorie“. Berlin: Julius Springer 1926.

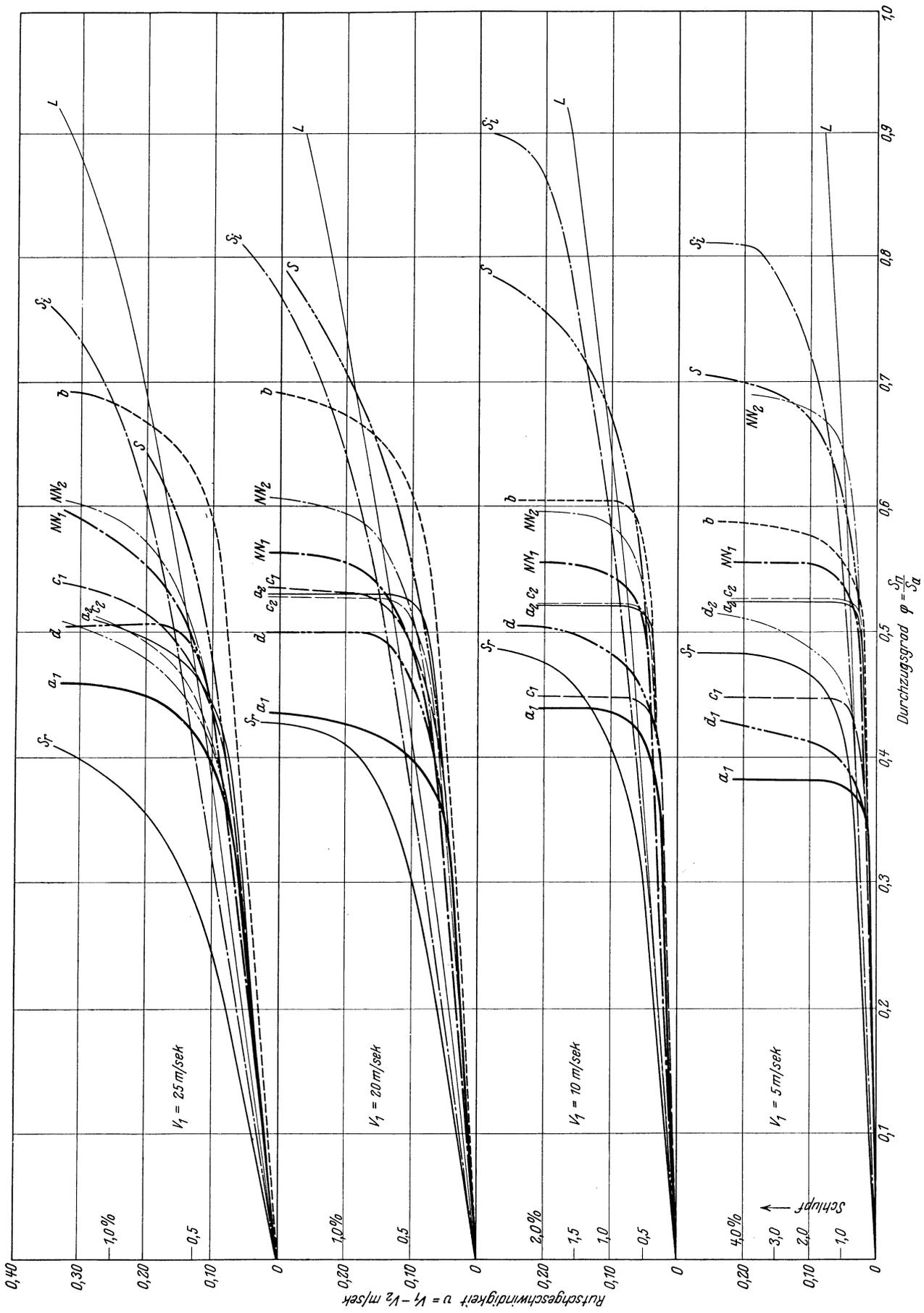


Abb. 13. Abhängigkeit der Rutschgeschwindigkeit in m/sek vom Durchzugsgrad φ bei 7,0 kg/cm Spannung und 4 verschiedenen Riementgeschwindigkeiten. a — d rot impr. Riemen ursprl. Fertigung; S und S_i impr. Sondertextilriemen, davon S_r und S_i 7,5 mm dick, besondere Fertigung, $S = 3,5$ mm dick, normale Fertigung. L Lederriemen.

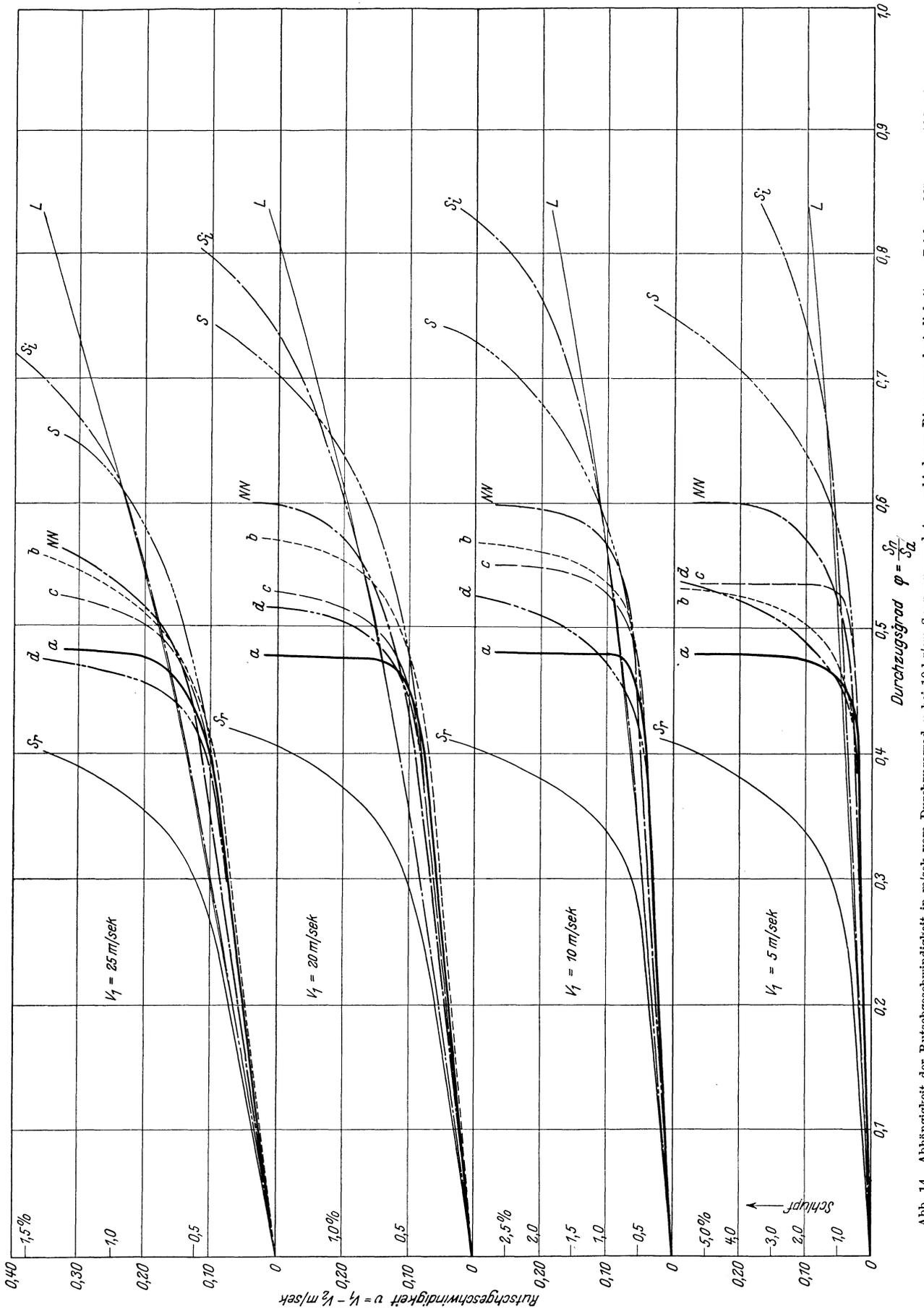


Abb. 14. Abhängigkeit der Rutschgeschwindigkeit in m/sek vom Durchzugsgrad φ bei 10 kg/cm Spannung und 4 verschiedenen Riemen-
geschwindigkeiten. Zeichenerklärung s. Abb. 13.

Schlupf für bestimmte Durchzugsgrade¹, so ist derselbe fast unabhängig von der Geschwindigkeit¹, nimmt aber mit dem Achsdruck zu.

Zusammenfassung der Leistungsversuche der 1. Versuchsreihe.

Die Leistung des Lederriemens in PS war bei allen Riemenspannungen und Riemengeschwindigkeiten bis an

Riemensorten a bis d angefertigt wurden, erwies sich der rohe, nicht imprägnierte Riemen wegen großen Schlupfes und geringen Durchzugsgrades allen anderen Riemen unterlegen; aber durch die Imprägnierung näherte sich sein Verhalten fast dem des Lederriemens „Sonderqualität“. Der Schlupf war zwar höher als bei den anderen Textilriemen, und zum Teil auch höher als bei dem Lederriemen, aber in bezug auf Durchzugsgrad und Über-

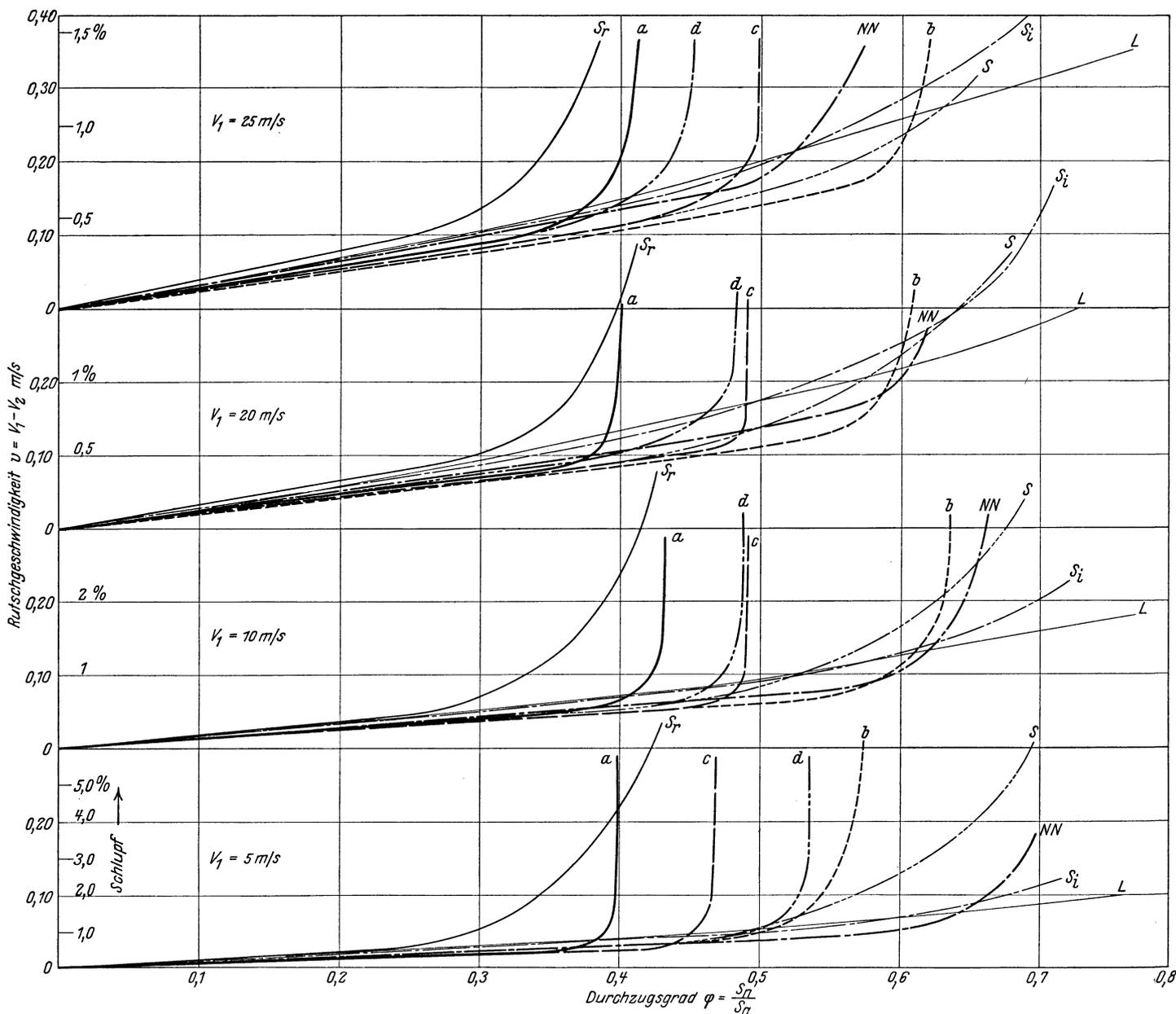


Abb. 15. Abhängigkeit der Rutschgeschwindigkeit in m/sek vom Durchzugsgrad φ bei 12,5 kg/cm Spannung und 4 verschiedenen Riemengeschwindigkeiten. Zeichenerklärung siehe Abb. 13.

den Punkt, wo die Linie L alle anderen der imprägnierten Textilriemen schneidet, infolge größeren Schlupfes kleiner, die Überlastungsfähigkeit und Grenzleistung dagegen größer.

Von den zuletzt geprüften beiden $\sim 7,5$ mm dicken Sondertextilriemen, die nur für vergleichende Leistungsversuche in etwa der gleichen Riemendicke wie die

¹ Vgl. G. Sachs, Versuche über die Reibung fester Körper Z. f. angew. Mathematik u. Mechanik. Bd. 4, S. 1—32. 1924.

leistungsfähigkeit war er den anderen Textilriemen überlegen. Der handelsübliche 3,5 mm dicke Sondertextilriemen hatte bis zur Überschneidung seiner Kurve mit der des 7,5 mm dicken Riemens kleineren Schlupf, dann aber geringere Überlastungsfähigkeit. Beim rohen Sondertextilriemen wurde besonders bei den höheren Geschwindigkeiten ein merklicher Verschleiß durch Ablagerung von Fäden und Flocken auf den Maschinenteilen wahrgenommen.

Tabelle 14. Einzelwerte vor dem Nachspannen bis zum Dauerzustand.

Versuchsreihe	Bezeichnung der Textilriemen	Nachspannungen nach dem Gleiten des Riemens	Vorspannung (Achsdruck-Riemenlast S_a) ¹			Versuchsdauer			Schlupf		Dehnung in den Trümmern ² bezogen auf 1 m Meßlänge	
			vor dem		gemessen am Ende des Versuchs nach dem Schlupf und Dehnung konst.	bis zum Nachspannen des Riemens	nach dem Schlupf und Dehnung konst.	insgesamt am Ende des Versuchs	vor dem Gleiten gemessen	am Ende des Versuchs, nach dem Schlupf und Dehnung konst.	vor dem Nachspannen	am Ende des Versuchs, nach dem Schlupf und Dehnung konst.
			Versuch	Nachspannen								
1		0	213,5	—	87,5	—	9	9	—	0,25	—	0,17
1	a	0		141,8		4 ² / ₅	—		24		0,27	
2		1	381,3	—	201,3	—	8	12 ¹ / ₅	—	0,46	—	0,53
1		0	213,5	141,0	143,5	2 ⁵ / ₁₂	—	14 ¹¹ / ₁₂	2,7	0,29	0,09	0,13
2		1		—		—	12 ¹ / ₂		—		—	
1	b	0		134,0		4 ⁵ / ₁₂	—		4,2		0,12	
2		1	381,3	153,0	226,6	8 ⁵ / ₁₂	—	16 ⁵ / ₆	16	0,44	0,27	0,33
3		2		—			—	4		—	—	
1		0	213,5	130,0	100,0	1/3	—	8 ¹ / ₂	31	0,58	0,07	0,25
2	c	1		—		—	8 ¹ / ₆		—		—	
1		0	381,3	185,8	211,3	3 ⁵ / ₆	—	9 ⁵ / ₆	21	0,50	0,26	0,47
2		1		—			—	6		—	—	
1		0	213,5	123,5	143,5	5 ¹ / ₆	—	14 ⁵ / ₆	23	0,32	0,09	0,18
2	d	1		—		—	9 ² / ₃		—		—	
1		0	381,3	130,5	170,5	4 ⁵ / ₆	—	16 ¹ / ₆	8	0,52	0,20	0,45
2		1		—		—	11 ² / ₆		—		—	
1	S	0	213,5	—	90,0	—	9	9	—	0,56	—	0,27
1		0	381,3	—	130,0	—	8	8	—	0,98	—	0,53
1	γ ⁴	0	210,0	—	139,3	—	13	13	—	0,43	—	0,11
1		0	375	—	215,0	—	13	13	—	0,70	—	0,31

Nach dem Verlauf der Schaulinien aller bei konstanter Riemen Spannung ausgeführten Versuche, s. Abb. 13 bis 15, ordnen sich die Riemen nach ihrer Güte (Durchzugsgrad) steigend etwa wie folgt ein: a, d, c, b, N. N. S imprägniert und Lederriemen L (Sonderqualität).

2. Dauerversuche. Bei den sog. Dauerversuchen mit festem Achsabstand, die einem normalen Transmissionsantrieb entsprechen, nahm der Achsdruck mit zunehmender Dehnung des Riemens ab bis evtl. der Schlupf so groß wurde, daß der Riemen nicht mehr durchzog und nachgespannt werden mußte. Die Versuche, deren Ergebnisse Tabelle 14 enthält und die auf den Abb. 16—17 durch Schaulinien dargestellt sind, wurden bei $S_a = 213,5$ bzw. $381,25$ kg Achsdruck und bei einer konstant gehaltenen Dauerleistung, die einer Nutzlast = $1/3$ des Achsdruckes entsprach, durchgeführt, um zu sehen, wie sich der Achsdruck und die Riemen dehnung ändert, bis ein Nachspannen des Riemens notwendig wird. Bis zur Erreichung eines Beharrungszustandes bei konstantem Achsdrucke wurden nach Abb. 16 und 17 bei der Riemenlast

- $S_a = 213,5$ kg, die Riemen a, S, keinmal
- " " b, c und d einmal,
- $S_a = 381,3$ kg, " " S keinmal
- " " a, c und d einmal und
- der " b zweimal.

nachgespannt. Die vor jedesmaligem Nachspannen bis zum Dauerzustand festgestellte Versuchsdauer und Achsdruckverminderung sowie der Schlupf und die Dehnung sind in der Tabelle 14 enthalten.

Bei dem kleineren Achsdruck ($S_a = 213$ kg) kam nur der Sondertextilriemen und Riemen a ohne Nachspannung zu einem Gleichgewichtszustand, während die übrigen alle nachgespannt werden mußten, bis ein Beharrungszustand in der Übertragung eintrat. Bei dem größeren Achsdruck ($S_a = 381$ kg) erreichte nur der Sondertextilriemen ohne Nachspannen den Gleichgewichtszustand bei dem aus der Tabelle ersichtlichen Versuchszustand.

Aus diesen Versuchen bei festem Achsabstand sind zwischen den einzelnen untersuchten Riemen außer dem Sondertextilriemen keine auffälligen Unterschiede festzustellen. Letzterer scheint überlegen, weil er nicht nachgespannt zu werden brauchte. Allerdings war der Schlupf im allgemeinen größer wie bei den übrigen, was einen Verlust bedeutet. Der Geweberiemen NN konnte nach diesem Verfahren nicht untersucht werden, weil kein Material zur Verfügung stand.

Die Festigkeitsuntersuchungen der 5 Riemensorten S und a bis d haben ergeben, daß nach der Festigkeit steigend die Reihenfolge etwa folgende ist: a, d, c, NN, b, S und nach der Dehnung steigend: b, d, a, c, NN und S,

¹ Die Riemen Spannung betrug:
bei $S_a = 213,5$ kg = 7,0 kg/cm,
bei $S_a = 381,3$ kg = 12,5 kg/cm.

² Letzte Messung vor dem Übergang zum Gleiten des Riemens.

³ Bei der angegebenen Riemen dehnung wurde bei der ursprünglichen Vorspannung (s. Spalte 4), die Riemenlast $S_a = 0$ gesetzt.

⁴ Die Ergebnisse des Standardriemens γ sind in Reihe 2, S. 29, gewonnen; sie sind in die Tabelle und in Abb. 16 und 17 nur zum Vergleich aufgenommen worden.

zwar sind sowohl die gesamten wie auch die bleibenden Dehnungswerte fast in der gleichen Reihenfolge verschieden.

Aus dieser Gegenüberstellung ist zunächst keine Beziehung zwischen den Festigkeits- und Dehnungswerten der Riemen und ihrem Verhalten bei den Leistungsversuchen herzuleiten.

dertextil- und Geweberiemen *NN* sowie mit zwei Lederriemen — ausgeführt.

Die Imprägnierungsmittel waren: Firnisimprägnierung mit roter Farbe gemischt wie bei den Versuchsriemen *a*—*d*, Fischtran, Leinölfirnis mit Zusatz von Trockenstoffen, 50% Wollfett und 50% Leinölfirnis gemischt, Rohleinol, Ceresin, Bienenwachs II und die

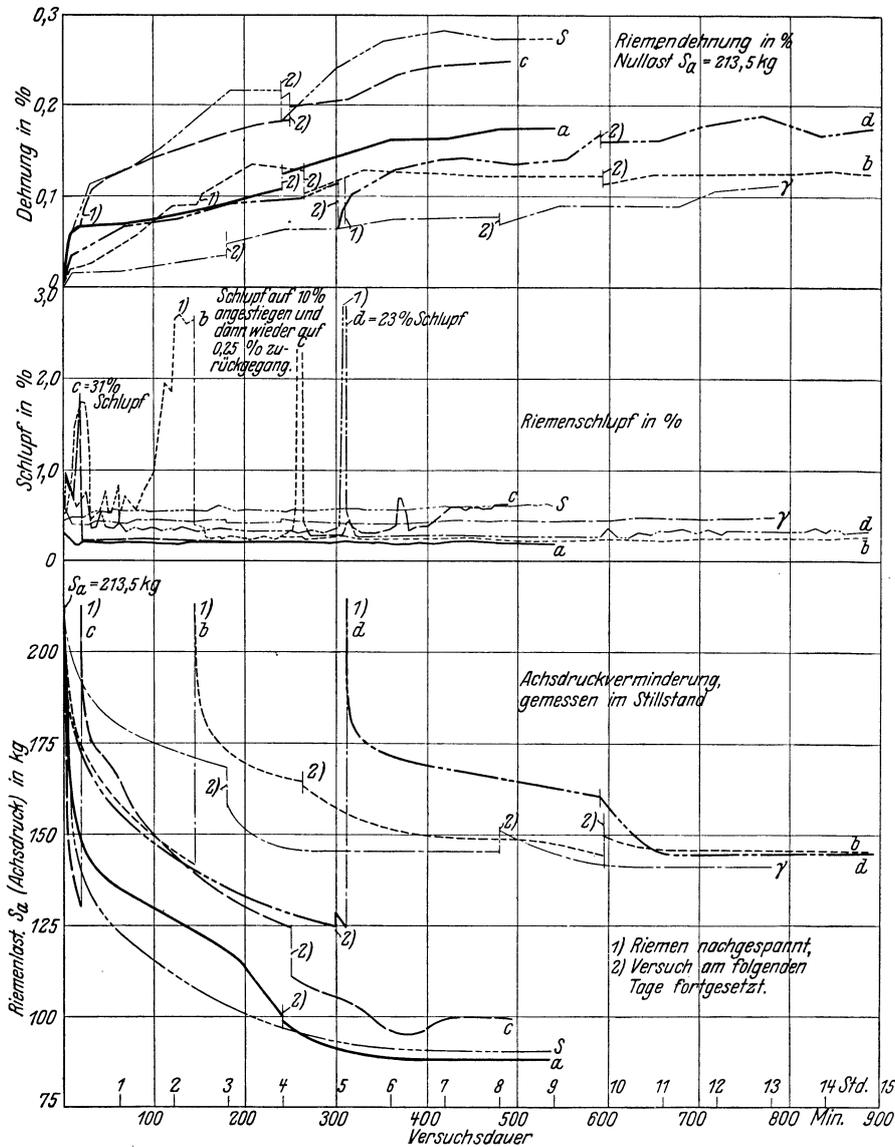


Abb. 16. Dauerversuche bei $S_n = 73$ kg konst. Nutzlast, $S_a = 213,5$ kg Riemenlast (Achsdruk) zu Anfang des Versuches und 10 m/sec Riemengeschwindigkeit.

Achsabstand = ~ 5 m; Durchmesser der Versuchsscheiben = 0,5 m.

Anmerkung: Die Ergebnisse des Standard-Riemens γ sind in Versuchsreihe 2 gewonnen. Sie sind hier nur zum Vergleich aufgetragen.

δ) Reibungsversuche.

Unter Zugrundelegung der bei den vorausgegangenen Leistungs- und Dauerversuchen gewonnenen Erkenntnis, daß für die Kraftübertragungsfähigkeit eines Riemen nicht nur die Festigkeitseigenschaften von Bedeutung sind, sondern auch andere Eigenschaften von erheblichem Einfluß sein müssen.

Es wurden daher zunächst zur Ermittlung der Reibungskoeffizienten eine Anzahl vergleichender Reibungsversuche mit fünfzehn etwa 3,5 bis 6 mm dicken Riemen — 11 gleichen Geweberiemen ohne und mit verschiedener Imprägnierung, je einem imprägnierten Son-

für den sog. Standardriemen in Aussicht genommenen Imprägnierungen α , β und γ .

Zur Durchführung der Reibungsversuche wurde die Versuchseinrichtung nach Rudeloff (s. Mitteilungen aus dem Materialprüfungsamt Berlin-Dahlem 1920, Heft 5) benutzt. Nach Maßgabe der schematischen Darstellung Abb. 18 besteht die Versuchseinrichtung aus der gußeisernen glatten Riemenscheibe *S*, auf der im Scheitelpunkt das Versuchsstück *V* aufliegt und dem Winkelhebel *H* zum Messen des Reibungswiderstandes, der bei Linksdrehung der Riemenscheibe *S* durch das Stahlband *B* als Zugkraft auf den Hebel *H* übertragen und

dann mit Hilfe der Dynamometerfeder F gemessen wird. Gleichzeitig wurde dabei die Kraftanzeige mittels eines am Hebel angebrachten Schreibstiftes als Schaulinie

Belastung P erfolgte durch Gewichte, die an einem Bügel angehängt wurden. Dieser Bügel ruhte wiederum auf einer in der Mitte des Rahmens gelagerten Kugel, um

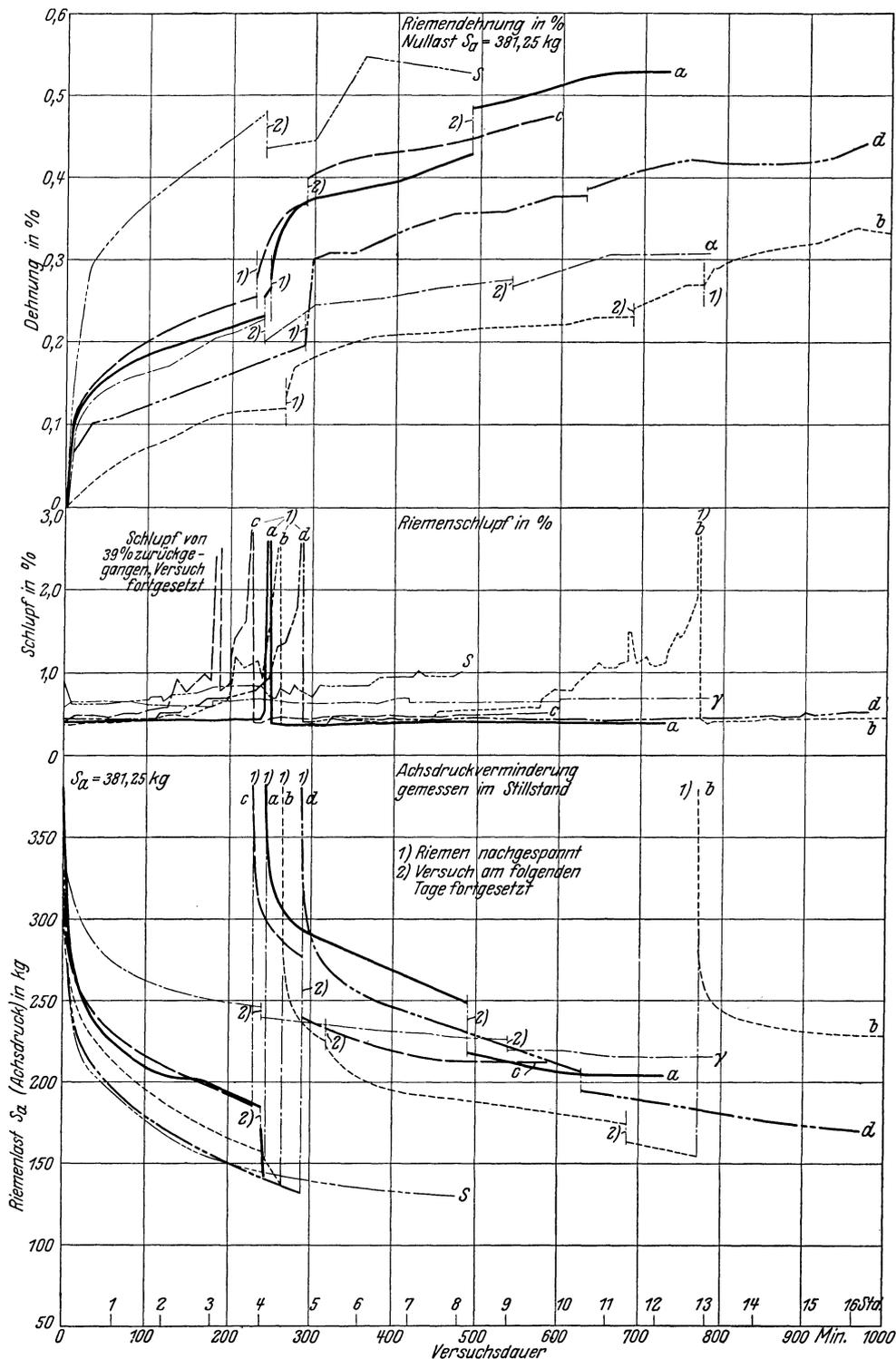


Abb. 17. Dauerversuche bei $S_n = 131,4 \text{ kg}$ konst. Nutzlast, $S_n = 381,3 \text{ kg}$ Riemenlast (Achsdruck) zu Anfang des Versuches und 10 m/sek Riemen geschwindigkeit.

Achsabstand = $\sim 5 \text{ m}$; Durchmesser der Versuchsscheiben = $0,5 \text{ m}$.

selbsttätig aufgezeichnet. Die Versuchsscheibe hatte einen Durchmesser von 600 mm und kann mit verschiedenen Geschwindigkeiten in Umlauf gesetzt werden. Beim Versuch befand sich die Riemenprobe V in einem rechteckigen Rahmen, den sie vollständig ausfüllte. Die

eine möglichst gleichmäßige Verteilung der Belastung über die reibende Fläche zu erzielen. Die Versuche wurden bei $v = 0,1$ und $0,28 \text{ m/sec}$ Geschwindigkeit und stufenweiser Steigerung der Belastung P bis zu 30 kg durchgeführt. Die Beziehungen zwischen dem Reibungswider-

stand R und der Belastung P , bei gleichbleibender Geschwindigkeit, sind in Abb. 19 und 20 durch Schaulinien dargestellt.

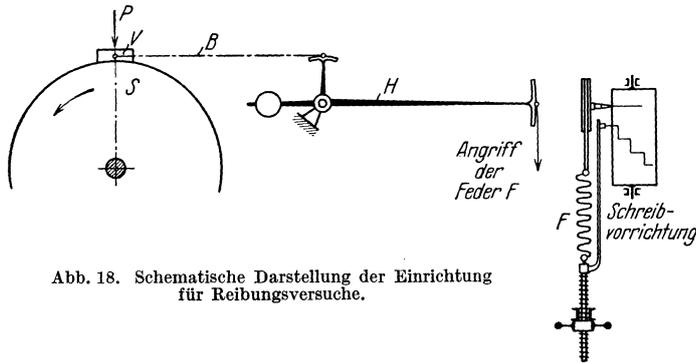


Abb. 18. Schematische Darstellung der Einrichtung für Reibungsversuche.

Da alle Ausgleichslinien — abgesehen von Abweichungen bei höheren Belastungen, die vermutlich durch Temperatureinflüsse auf die Imprägnierung hervorgerufen sind — durch den Koordinaten-Nullpunkt gelegt werden können, so gilt zur Berechnung der Reibungszahl für diese Versuche die Gleichung $\mu = R/P$.

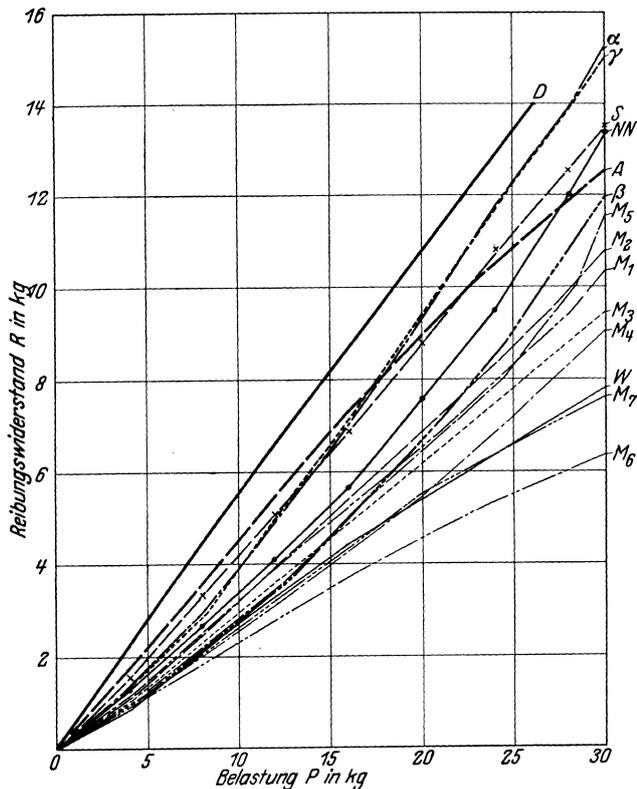


Abb. 19. Abhängigkeit des Reibungswiderstandes von der Belastung bei gleichbleibender Geschwindigkeit.

Gleitgeschwindigkeit $v = 0,1$ m/sek, Auflagefläche des Probestückes = 40 qcm.
 D^1 Leder; NN -Gewebe- } Riemen.
 A -Acla- } S -Sondertextil- }

Standardriemen: W ohne Impr.; M_1 Firnisimpr. m. roter Farbe (wie Riemen $a-d$); M_2 Fischtran; M_3 Leinölfirnis m. Trockenstoffzusatz; M_4 50% Wollfett u. 50% Leinölfirnis; M_5 Roh-Leinöl; M_6 Ceresin; M_7 Bienenwachs.
 α -Alpha- } Impr. (Reihe 2).
 β -Beta- }
 γ -Gamma- }

¹ D -Leder war bereits von Rudeloff bei Reibungsversuchen auf gußeisernen Scheiben verwendet worden. s. Mitt. a. d. Materialprüfungsamt, 4. und 5. Heft, Jahrg. 1920.

Nach dem Verlauf der Schaulinien (Abb. 19 und 20) erreicht die nicht imprägnierte Probe W und die imprägnierten Geweberiemenproben M_1 bis M_7 und β nicht den Reibungswiderstand von Leder. Am nächsten

kommen dem Leder der imprägnierte Sondertextilien und der imprägnierte Standardriemen α und γ sowie der Geweberiemen NN , deren Reibungswiderstände bei der kleineren Geschwindigkeit $V = 0,1$ m/sec bei einigen Belastungsstufen sogar etwas größer sind. Besonders auffällig sind die Unterschiede bei höheren Belastungen.

2. Versuchsreihe.

Nach Auswertung der Ergebnisse und auf Grund der bei den systematischen Riemenprüfungen der 1. Versuchsreihe gemachten Erfahrungen wurden die im Arbeitsplan unter A bereits genannten drei Standardriemen in besonderem Aufbau (s. S. 9) mit γ -Imprägnierung von $\approx 4,5$; $\approx 6,5$ und $7,5$ mm Dicke und der Bezeichnung γ , γd_2 und γd_4 angefertigt.

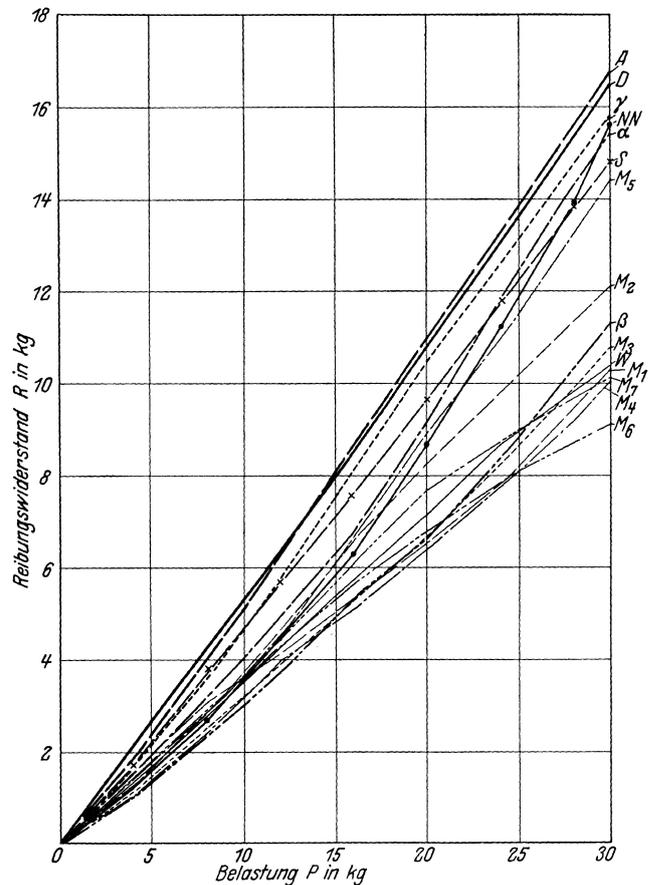


Abb. 20. Abhängigkeit des Reibungswiderstandes von der Belastung bei gleichbleibender Geschwindigkeit.

Gleitgeschwindigkeit $v = 0,28$ m/sek; Auflagefläche des Probestückes = 40 qcm.
 Zeichenerklärung s. Abb. 19.

Die Prüfung der Riemen auf Zugfestigkeit und Dehnung, Kraftübertragung sowie auf Verhalten beim Dauer Versuch, wurde unter den gleichen Versuchsbedingungen wie bei der 1. Versuchsreihe durchgeführt.

α) Festigkeitsversuche.

Zum Vergleich der Festigkeitseigenschaften der Standardriemen γ sind auf den Schaubildern der Abb. 21 und 22 außerdem einige Höchstwerte von Textil- und

Lederriemen der 1. Versuchsreihe (Tabelle 6) aufgetragen.

In den Festigkeitseigenschaften unterscheiden sich die Geweberiemen mit γ -Imprägnierung nicht wesentlich von den Textilriemen der 1. Versuchsreihe (s. Abb. 10 und 11), während nach dem Verlauf und der Größe der gesamten und bleibenden Dehnungen die dickeren γ -Riemen sich mehr dem Verhalten der Sondertextilriemen nähern. Bei diesen beiden Sorten ($\gamma d_2 - \gamma d_4$ und Sondertextilriemen) nimmt die Gesamtdehnung im Gegensatz zu den Textilriemen der 1. Reihe bis etwa 50 kg/cm² Spannung stärker zu als die Spannung und von dieser Spannung ab etwa proportional der Spannung, während bei den Textilriemen der 1. Reihe und bei den Lederriemen die Gesamtdehnung zunächst angenähert

Zur Feststellung, ob die Standardriemen hinsichtlich ihrer Schmiegsamkeit und leichteren Anlage an die Scheibe den Riemen der 1. Reihe überlegen sind und in welcher Beziehung sie zu dem Leder- und Sondertextil-

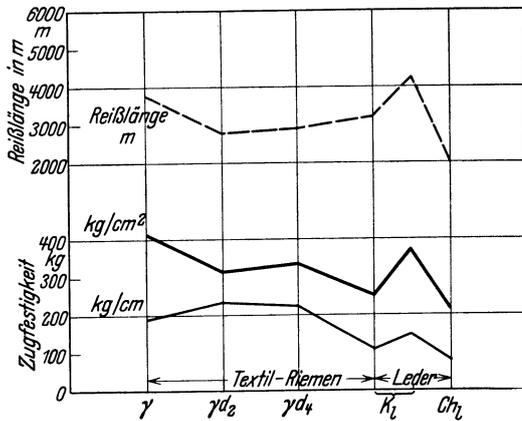


Abb. 21. Festigkeitseigenschaften der Riemen. Zeichenerklärung s. Abb. 11 u. 19.

proportional der Spannung verläuft und von höheren Spannungen ab rascher zunimmt als die Spannung. Die bleibende Dehnung ist bei den Sondertextilriemen und den γd_2 und γd_2 -Riemen bedeutend größer als bei allen anderen Riemen.

Tabelle 15. Zugfestigkeit von 3 Standardriemen.

Die Prüfungen der Riemenabschnitte erfolgt in der ursprünglichen Breite von 15 cm.

Bedeutung der Werte	Textilriemen, imprägniert			
	γ	γd_2	γd_4	
Abmessungen	Dicke cm	0,470	0,730	0,655
	Breite cm	15,09	15,17	14,97
	Versuchslänge cm	122	76	70
Metergewicht in kg	0,772	1,248	1,146	
Zugfestigkeit ¹	Bruchlast kg	2850	[3470] ²	3290
	Spannung kg/cm	189	229	220
	Spannung kg/cm ²	402	313	335
Reißlänge in m	3690	2780	2870	

¹ Die Ermittlung der Festigkeitseigenschaften erfolgte aus Einzelversuchen.

² Bei 3890 kg zog sich der Riemen aus der Einspannung. Nach dem Wiedereinspannen erfolgte der Bruch bei einer kleineren Belastung.

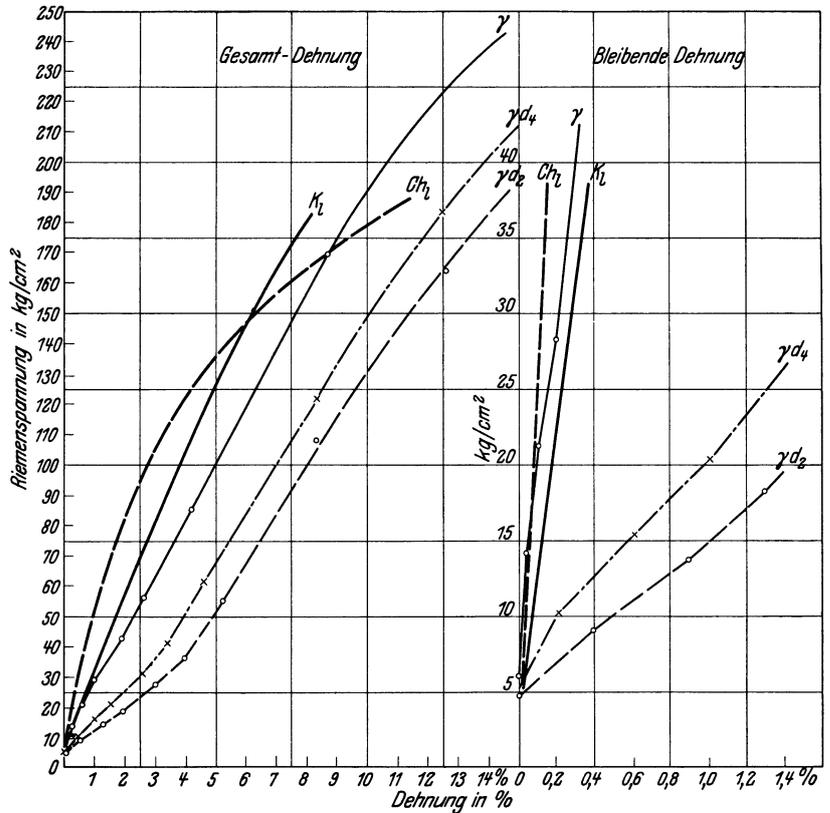


Abb. 22. Beziehung zwischen Riemen- und -dehnung. Zeichenerklärung s. Abb. 11 u. 19.

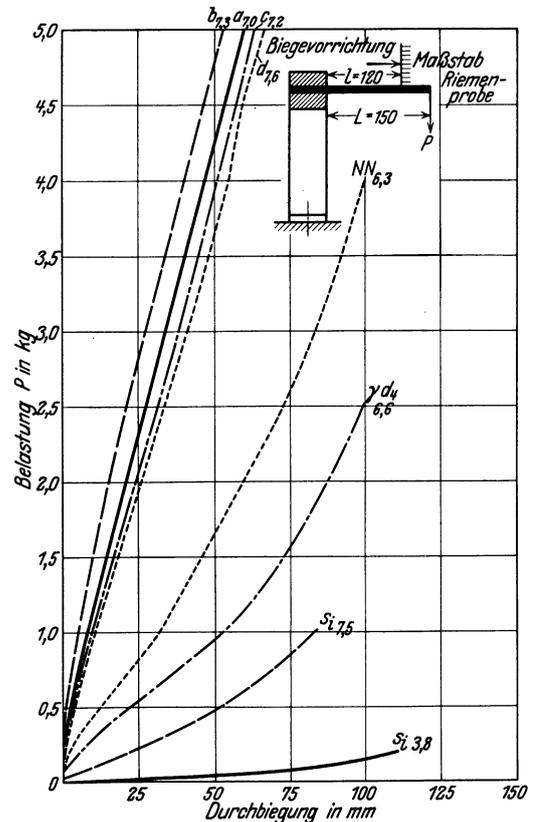


Abb. 23. Biegeversuche mit Textilriemen zur Bestimmung der Steifigkeit. Zeichenerklärung s. Abb. 13 u. 24.

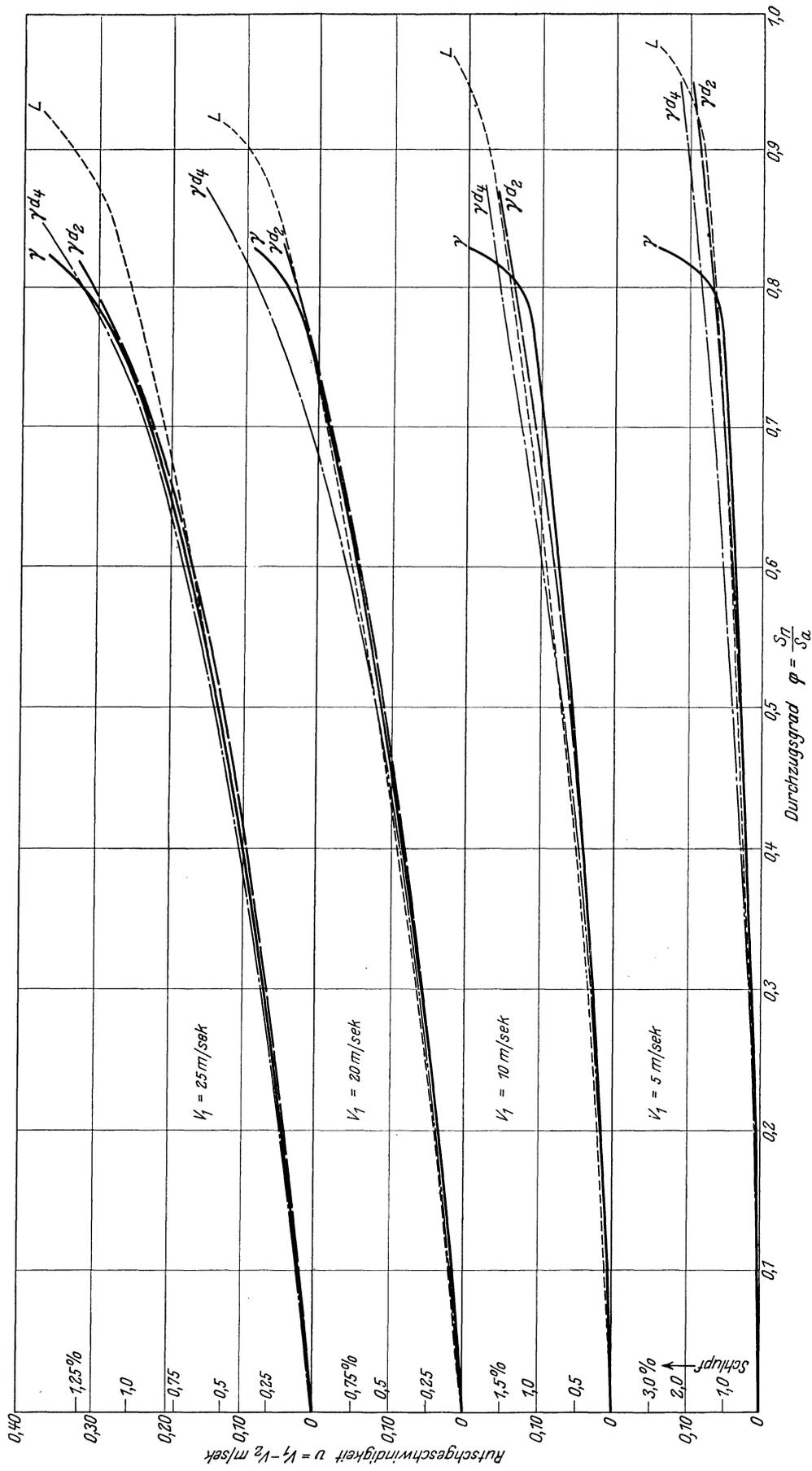


Abb. 24. Abhängigkeit der Rutschgeschwindigkeit in m/sec vom Durchzugsgrad φ bei 7,0 kg/cm Spannung und 4 verschiedenen Riemengeschwindigkeiten.
 γ ———, γd_2 — — — —, γd_3 - · - · - ·, γd_4 — — — —, L ····· Lederriemen.

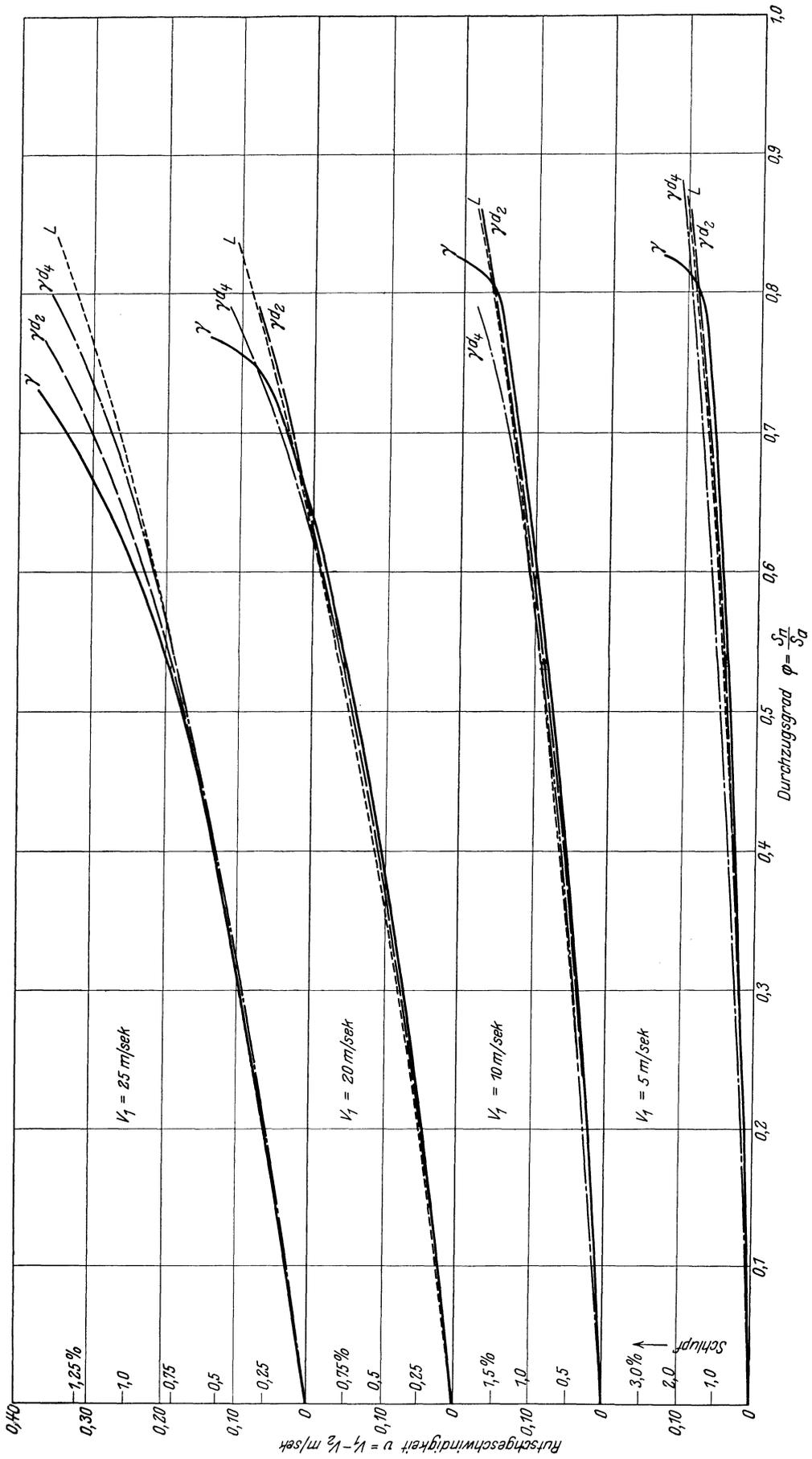


Abb. 25. Abhängigkeit der Rutschgeschwindigkeit in m/sek vom Durchzugsgrad φ bei 10 kg/cm Spannung und 4 verschiedenen Riemen Geschwindigkeiten.
Zeichenerklärung s. Abb. 24.

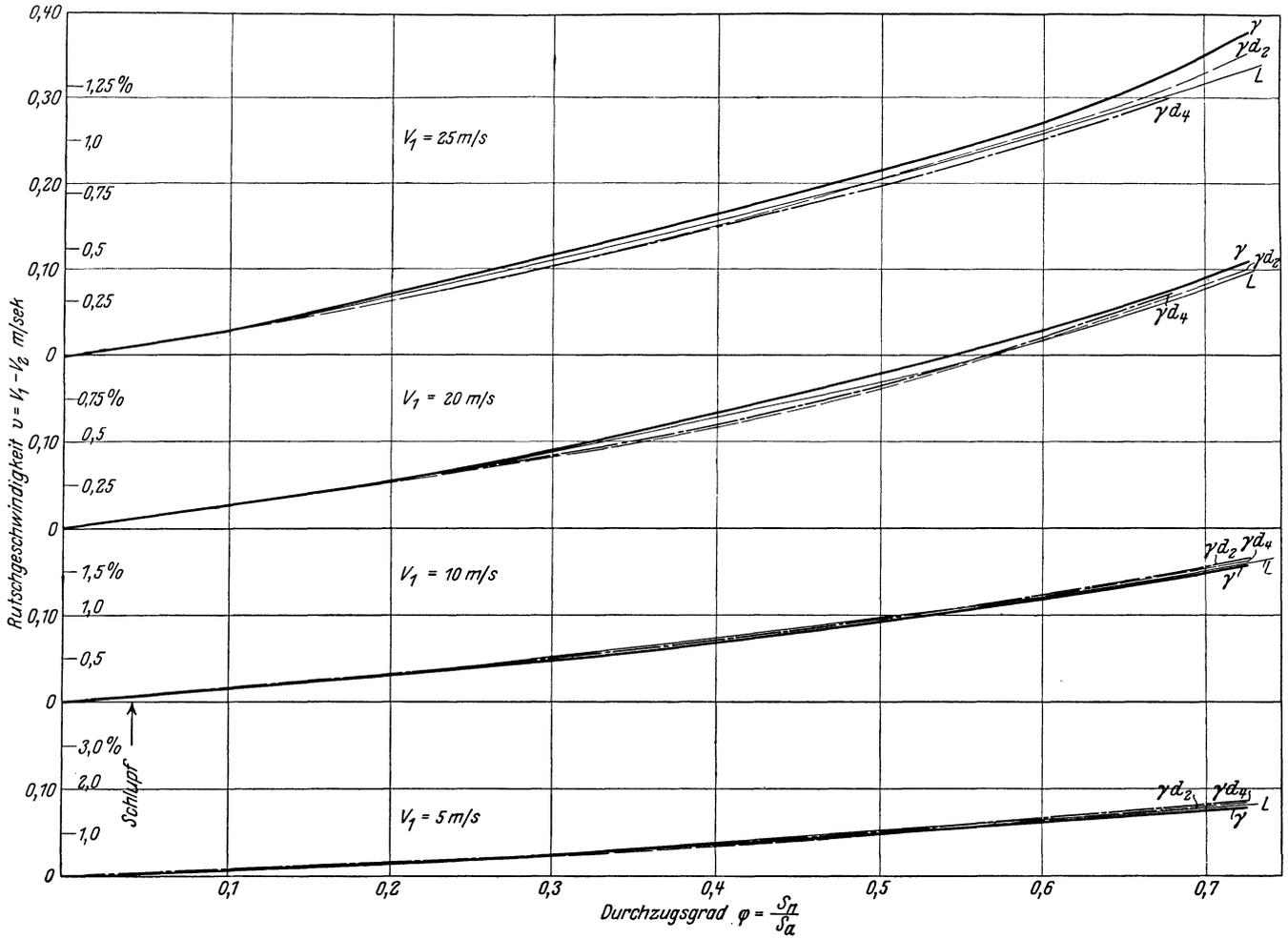


Abb. 26. Abhängigkeit der Rutschgeschwindigkeit in m/sek vom Durchzugsgrad φ bei 12,5 kg/cm Spannung und 4 verschiedenen Riemengeschwindigkeiten. Zeichenerklärung s. Abb. 24.

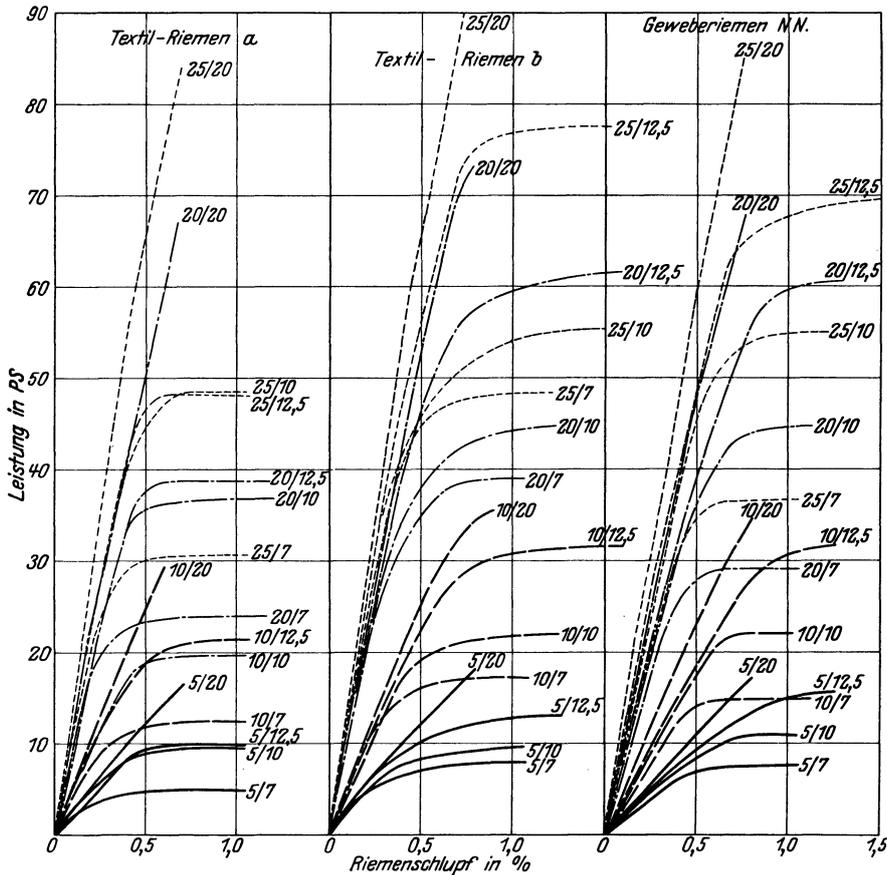


Abb. 27. Abhängigkeit der Leistung vom Riemenschlupf.

Zeichenerklärung:
 ——— $V_1 = 5$ m/sek
 - - - $V_1 = 10$ m/sek
 - - - $V_1 = 20$ m/sek
 - - - $V_1 = 25$ m/sek
 Riemenspannung
 $k = 7, 10, 12,5$ und 20 kg/cm.

riemen stehen, wurden mit kurzen Riemenabschnitten Biegeversuche ausgeführt, indem die Abschnitte einseitig eingespannt und an dem freien Ende bei 150 mm Hebelarm stufenweise belastet wurden. Die Durchbiegungen des freien Riemenendes wurden für die einzelnen Laststufen beobachtet und sind in Abb. 23 zu Schaulinien aufgetragen. Aus ihnen geht hervor, daß zwischen den Geweberiemen der 1. Reihe und den Standardriemen der 2. Reihe auffallende Unterschiede in der Steifigkeit bestehen und daß die letzteren in dieser Hinsicht sich eng an die Sondertextilriemen anschließen. Von einer Umrechnung der Biegebelastung in kg in Spannungen ist abgesehen worden, weil der Vergleich der biegenden Kräfte in kg ohne weiteres ein richtiges Bild für die Steifigkeit ergibt.

β) Leistungsversuche.

Die Versuchsbedingungen, bei denen die Leistungs- und Dauerversuche ausgeführt wurden, sind unter IV γ, Absatz 1 und 2 mit der Beschreibung des Prüfungsverfahrens, s. S. 17 und 21 angegeben.

Zum Vergleich sind auf den nachfolgenden Abb. 24 bis 26 die Ergebnisse des Lederriemens (Sonderqualität) mit aufgetragen.

Die Ergebnisse dieser Leistungsversuche zeigen, daß nach dem Verlauf der Schaulinien die Höchstleistung der 6,5 und 7,5 mm dicken Standardriemen bei 7 und 10 kg/cm Spannung größer war als die des schwächeren 4,5 mm dicken γ-Riemens. Bei 12,5 kg/cm Spannung wurde die Höchstleistung aller 3 Riemen bei 100 PS Motorleistung noch nicht erreicht. Der Schlupf des dünnen γ-Riemens war bei großen Riemengeschwindigkeiten und bei großen Spannungen etwas größer und bei kleinen Geschwindigkeiten und kleinen Spannungen kleiner als bei den beiden Standardriemen γd_2 und γd_4 , sonst war der Unterschied gering. Gegenüber den Lederriemen besteht bei den Standardriemen γ im Vergleich zu den in 1. Reihe geprüften Riemen praktisch kein großer Unterschied mehr hinsichtlich des Durchzugsgrades beim Leistungsversuch; unter den 3 Standardriemen waren die beiden γd_2 und γd_4 dem dritten Riemen etwas überlegen.

Eine Beziehung zwischen ihren Festigkeits- und Dehnungswerten und dem Verhalten der Standardriemen beim Leistungsversuch (vgl. S. 25 und Abb. 21 und 22) konnte ebensowenig wie bei den übrigen Riemen (vgl. S. 21 und 22) festgestellt werden.

Dauerversuche wurden wegen nicht ausreichenden Riemenmaterials nur mit dem 4,5 mm dicken Standardriemen γ ausgeführt. Die Ergebnisse dieses Riemens sind bei den Dauerversuchen der Versuchsreihe 1 auf Abb. 16 und 17, S. 22 als Schaulinie aufgetragen. Die ermittelten Werte enthält Tabelle 14, S. 21.

Der Riemen brauchte bei zwei verschiedenen Nutzlasten $S_n = 73$ und 131,4 kg und Vorspannungen von 210 und 375 kg nicht nachgespannt werden. Die Achsdruckverminderung und die Dehnung war geringer als bei den der anderen Riemen, der Schlupf unveränderlich etwa 0,5%.

Zur Übersicht sind in Tafel 27—29 die Hauptergebnisse der beiden Versuchsreihen 1 und 2 in der Weise zusammengestellt, daß die Größe des Schlupfes bei der jeweils übertragenen Leistung in PS zu entnehmen ist. Es sind hierzu als Vertreter der 1. Reihe die Riemen a, b und NN, der 2. Reihe die Standardriemen γ und γd_4

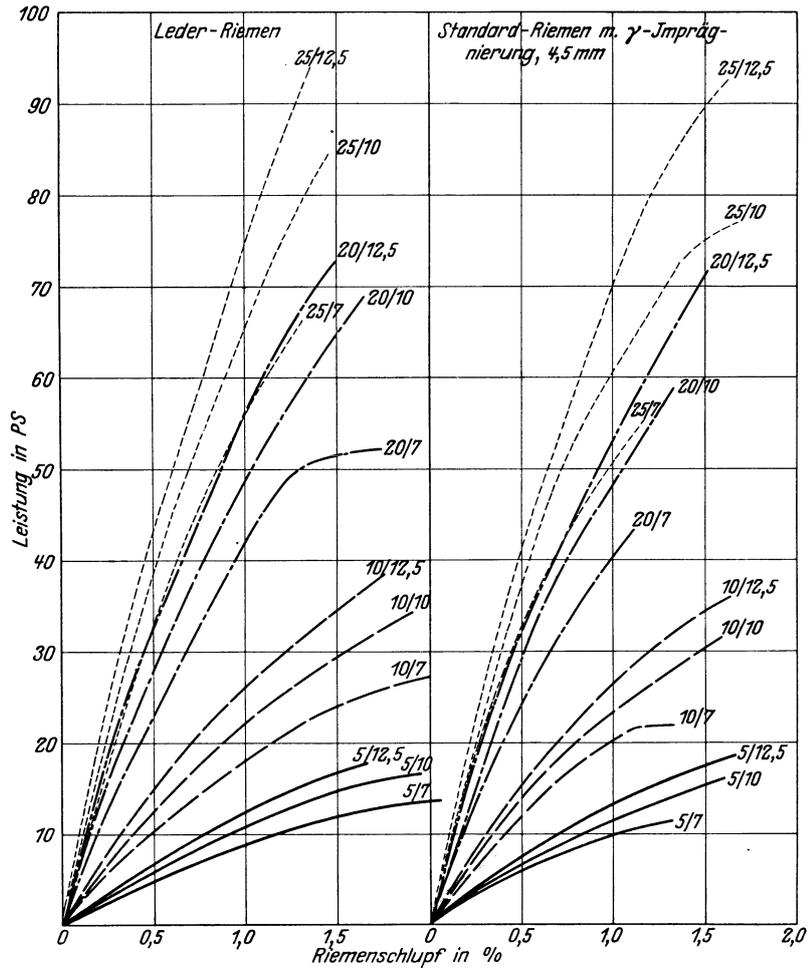


Abb. 28. Abhängigkeit der Leistung vom Riemenschlupf. Zeichenerklärung s. Abb. 27.

und als Vergleich der Sondertextilriemen $Si_{7,5}$ sowie der Lederriemen ausgewählt. Diese Schaulinien zeigen ebenfalls, daß die Standardriemen der 2. Reihe gegenüber den Textilriemen der 1. Reihe hinsichtlich Leistung und Schlupf bedeutend verbessert sind und daß besonders der γd_4 -Riemen dem Lederriemen von Sonderqualität und dem Sondertextilriemen nahezu gleichwertig ist.

C. Zusammenfassung der Ergebnisse.

Die Untersuchungen haben ergeben, daß die Geweberiemen a, b, c, d der normalen Fertigung (Versuchsreihe 1) hinsichtlich Leistung und Schlupf dem Lederriemen von Sonderqualität und dem Sondertextilriemen nicht gleich kamen. Bei konstantem Achsdruck (Riemenspannung 7, 10, 12,5 kg/cm) war die zu erreichende

Leistung wegen plötzlich einsetzenden starken Schlupfes (Rutschen) bei den Riemen a—d niedriger als bei den genannten Vergleichsriemen, bei denen der Schlupf allmählich bis zu Beträgen von 6 und mehr % zunahm, ohne daß die Riemen rutschten. Bei höherer Riemen- spannung und höherer Geschwindigkeit verhielt sich der Riemen b besser als die Riemen a, c, d. Bei konstantem Achsabstand (Dauerversuch) mußten die Riemen a bis d z. T. wiederholt nachgespannt werden, während der Vergleichsriemen S ohne Nachspannen bei nachlassendem Achsdruck durchzog. In den Festigkeitseigenschaften unterschieden sich die Riemen a—d von den Sondertextilriemen und üblichen Lederriemen dadurch besonders,

Anschmiegung des Riemens an die Riemenscheibe beruhen könnte. Die Unterschiede in der Steifigkeit wurden durch Biegeversuche festgestellt (Abb. 23). Die Reibungsversuche (Abb. 19 und 20) mit den verschiedenen Riemen zeigten außerdem, daß die Vergleichsriemen höhere Reibungszahlen hatten als Riemen mit der ursprünglichen Imprägnierung. Wenn auch die normalen Geweberiemen für die meisten Betriebszwecke ausreichen dürften, weil diese Riemen nur selten bis zur Höchstleistung ausgenutzt werden, so wurde, auf den vorstehenden Ergebnissen fußend, für besondere hohe Dauerleistungen eine neue Webart des Riemens b (s. S. 7) mit verschiedenen Imprägnierungen auf Reibung untersucht und festgestellt,

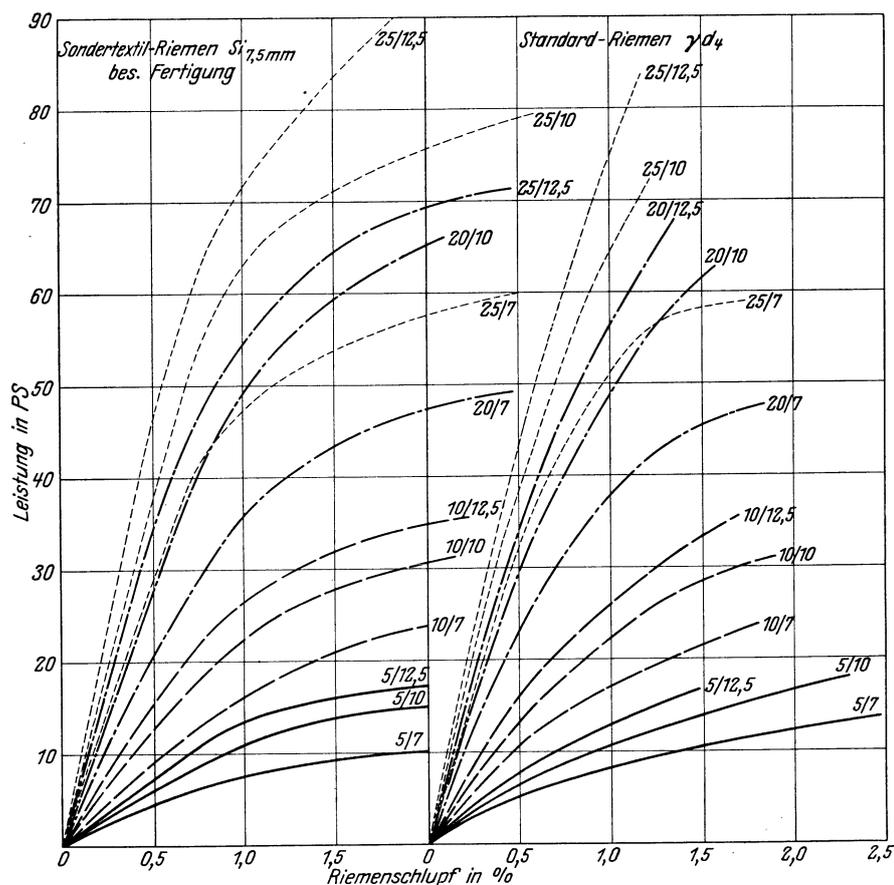


Abb. 29. Abhängigkeit der Leistung vom Riemenschlupf.
Zeichenerklärung s. Abb. 27.

daß die Gesamtdehnung bei den Riemen b, d und dem Lederriemen nahezu gleich groß und bei den Sondertextilriemen zu Anfang wesentlich größer war, aber mit wachsender Belastung nicht so stark zunahm, so daß sich die Schaulinien bei 160 kg/cm Spannung überschneiden. In der bleibenden Dehnung zeigten sich bei den Riemen a—d im Vergleich zu dem Lederriemen Sonderqualität keine größeren Unterschiede, dieselbe war jedoch bei den beiden Sondertextilriemen merklich größer, während die Festigkeitswerte etwa übereinstimmten. Ein bestimmter Zusammenhang zwischen dem Verhalten bei der Kraftübertragung und den Festigkeitseigenschaften konnte noch nicht festgestellt werden.

Aus dem vorstehend angegebenen Verhalten wurde geschlossen, daß die Überlegenheit der Vergleichsriemen in der Hauptsache auf geringerer Steifigkeit und besserer

daß dieser Riemen mit der Imprägnierung α und γ den Ergebnissen der Lederriemen sehr nahe kommt bzw. diese zum Teil übertrifft. Die nach diesen Feststellungen angefertigten Standardriemen aus dem Material des Riemens b der ersten Versuchsreihe haben die erwartete Verbesserung bei der Prüfung tatsächlich gezeigt. Die Festigkeit lag in gleicher Höhe wie bei der früheren Fertigung, etwa 350 kg/cm². Der Verlauf der Dehnung bei den dicken Standardriemen war ähnlich wie bei den Sondertextilriemen, d. h. große bleibende und elastische Dehnung. Die Steifigkeit war bedeutend kleiner als bei den früheren Textilriemen, erreichte aber noch nicht den sehr biegsamen Sondertextilriemen. Bei den Leistungsversuchen war gleichfalls die erwartete Verbesserung eingetreten, d. h. die Schlupfzahlen nahmen mit der Leistung allmählich zu, wie bei Sondertextil-

riemen und dem Lederriemen der Sonderqualität¹; die errechneten Durchzugsgrade waren fast durchweg so hoch wie bei diesem Lederriemen, besonders die etwa 6 und 7 mm dicken Standardriemen waren bei den Versuchen dem Lederriemen gleichwertig. Dasselbe Bild zeigte sich bei den Dauerversuchen; hierbei war das Verhalten des dünnen Standardriemens so günstig, daß er im Gegensatz zu den Textilriemen ursprünglicher Fertigung während der ganzen Versuchsdauer durchzog ohne nachgespannt werden zu müssen. Der Schlupf war gering und konstant, trotz nachlassender Riemen­spannung (Achsdruck), ähnlich wie beim Sondertextilriemen.

Aus der Untersuchung geht hervor, daß die nach Abschluß der 1. Reihe gewonnene Anschauung, die Be-

¹ Vorversuche haben ergeben, daß handelsübliche Lederriemen nicht gleich gute Eigenschaften aufweisen wie der hier untersuchte Lederriemen von ausgesucht guter Fertigung, insbesondere hinsichtlich des Durchzugsgrades.

wahrung eines Treibriemens bei der Kraftübertragung hinsichtlich der Größe der Leistung und des Schlupfes hänge außer von der Garnart auch von der Schmiegsamkeit des Riemens, seiner guten Anlage an der Scheibe und seinem Reibungskoeffizienten ab, richtig ist. Die nach dieser Richtung gemachten Vorschläge für die Fabrikation haben zur Schaffung eines Hochleistungsriemens geführt, die gewünschten Erfolge bei Reihe 2 gezeitigt und einen Weg gewiesen, auf dem noch weitere Verbesserungen der Gewebetreibriemen möglich sind.

Die Untersuchung wird mit anderen Riemen, darunter auch Lederriemen der Handelsqualität fortgeführt, über deren Ergebnisse später berichtet werden wird. Ferner wird einer späteren Veröffentlichung eine weitere Auswertung der hier vorliegenden Ergebnisse hinsichtlich allgemeiner Gesichtspunkte für den Riemenantrieb vorbehalten.