

Bändern kann man die Verbindung neben der Scheibe herstellen und dann das Ganze über eine schlank kegelige Fläche von etwa halber Bandbreite aufschieben. Bei größeren Breiten macht man von Spannvorrichtungen Gebrauch, ähnlich den bei der Herstellung von Riemenverbindungen üblichen, Abb. 2020. Die Bandlänge wird nach einem besonderen, in der Z. V. d. I. 1911, S. 1771, näher beschriebenen Verfahren ermittelt. In gewissem Maße läßt sich die Spannung durch die Belagstärke regeln.

Die Scheiben müssen in Rücksicht auf die großen Achsdrücke und den Umstand, daß die durch Stahlbänder übertragenen Kräfte viel bedeutender als in Riemen gleicher Breite sind, steifer und kräftiger durchgebildet und sehr sorgfältig gelagert werden. Die Lauffläche ist genau zylindrisch abzdrehen, weil sonst das Band in der Nähe des Schlosses leidet, da sich der Schlag beim Auflaufen auf balligen Flächen nicht über die ganze Bandbreite verteilt, sondern örtlich zerstörend wirkt und zu Brüchen führt.

Bei Versuchen fand Kammerer an einem Stahlband von 0,3 mm Stärke und 30 mm Breite auf Scheiben von je 1250 mm Durchmesser bei der üblichen Nutzspannung die Reibungsziffer $\mu = 0,27$. Bei hohen Spannungen stieg sie bis auf 0,75 und war unabhängig von der Umfangsgeschwindigkeit. Der Schlupf betrug bei dem Verhältnis 1:1 zwischen Nutz- und Vorspannung nicht mehr als 0,1%, nahm aber bei Steigerung der Nutzspannung über die Vorspannung hinaus plötzlich zu.

Stahlbänder kommen hauptsächlich für größere Kraftübertragungen in Frage und können vielfach Seil- und Riementreibe vorteilhaft ersetzen. Infolge der hohen zulässigen Beanspruchungen erhalten die Bänder kleine Abmessungen, verlangen aber der sehr geringen Dehnungsfähigkeit wegen größte Sorgfalt in bezug auf Bearbeitung und Aufstellung der Scheiben sowie sichere Aufnahme der hohen Achsdrücke. Die Scheiben müssen zur Schonung der hoch beanspruchten Bänder genau rund laufen, ihre Achsen genau parallel zueinander liegen. Wegen der Gefahr eines Bruches, der unvermittelt und plötzlich eintritt, sind an begangenen Stellen, die vom Bande getroffen werden können, Schutzvorrichtungen anzubringen; das Bereithalten eines zweiten Bandes ist zu empfehlen. Die Urteile über den Betrieb der Stahlbänder lauten verschieden; während einige Anlagen seit langem ohne jede Störung arbeiten, haben andere wiederholt Brüche gehabt.

III. Seiltriebe.

Seiltriebe finden Anwendung beim Übertragen beträchtlicher Leistungen, die ungewöhnlich breite Riemen erfordern würden, sind vorteilhaft bei mäßigen Umfangsgeschwindigkeiten, bei sehr großen Achsabständen und in Fällen, wo die Energie gleichzeitig auf mehrere Wellen verteilt werden soll. Bei Entfernungen bis zu 25 m benutzt man Hanf- und Baumwollseile, bei noch größeren Drahtseile.

A. Hanf- und Baumwollseiltriebe.

1. Die verwandten Seile.

Hanfseile bestehen aus badischem Schleißhanf oder dem weniger guten russischen Reinhanf oder dem steiferen, aber gegen Witterungseinflüsse widerstandsfähigeren Manilahanf. Seltener benutzt man die bezüglich der mechanischen Eigenschaften ungünstigere Jute. Weich und biegsam, deshalb für kleinere Scheiben geeignet sind Baumwollseile. Die Fäden der Rohstoffe werden schraubenförmig zu Litzen und diese meist zu dreien zu einem Rundseil zusammengedreht, das im Querschnitt, Abb. 2145, drei elliptische Flächen zeigt, weil die Litzen schräg getroffen werden. Gegenüber dem umschriebenen Kreis kann man bei festgedrehten Seilen auf etwa 0,67, bei lose gedrehten auf 0,58 wirklichen Seilquerschnitt rechnen, wie aus dem durchschnittlichen Verhältnis des Einheitsgewichts der Seile in Zusammenstellung 161 zu dem der lufttrockenen Hanffaser

hervorgeht, das 1,5 kg/dm³ beträgt. Die der Übertragungsfähigkeit und Lebensdauer schädliche Neigung der Rundseile, sich unter der Belastung und im Betriebe aufzudrehen, vermeidet man durch Flechten der Seile. So werden in den Quadratseilen Patent Bek der A.G. für Seilindustrie, vorm. F. Wolff, Mannheim-Neckarau, vier Litzen mit Rechts-, die übrigen vier mit Linksdrall so verflochten, daß das Aufdrehen ganz ausgeschlossen ist. Solche geflochtene Seile zeichnen sich durch große Biegsamkeit aus und schmiegen sich infolge des quadratischen oder trapezförmigen Querschnitts, den sie nach Abb. 2149 und 2150 erhalten können, den Seilscheibenrillen besser an als runde. Auch Drei-, Sechs- und Achtkantseile werden hergestellt. Zum Schutz gegen Witterungseinflüsse müssen die Seile von Zeit zu Zeit mit Hanfseilfett (Nr. 28 in [XV, 19]) geschmiert werden. Bei Verwendung im Freien trinkt man sie auch mit Teer, wobei sie jedoch nicht unerheblich an Festigkeit einbüßen. Feuchtigkeit zieht die Seile stark zusammen und erhöht die Spannungen und Achsdrücke beträchtlich. Über Maße und Gewichte gibt Zusammenstellung 161 Aufschluß.

Zusammenstellung 161. Runde Treibseile.

Seildurchmesser mm		20	25	30	35	40	45	50	55	60	Einheitsgewicht
KOHLE- und GULLENBERG ROHRE 3111 REHLE:	Badischer Schleißhanf { Gewicht kg/m	0,32	0,51	0,71	1,00	1,30	1,60	1,90	2,24		1,00 kg/dm ³
	Scheiben $\Phi \geq$ mm	500	625	750	875	1000	1125	1250	1375		
	Hellster { Gewicht kg/m	0,28	0,45	0,63	0,83	1,10	1,35	1,75	2,04		0,87 ..
	Manilahanf { Scheiben $\Phi \geq$ mm	600	750	900	1050	1200	1350	1500	1650		
Baumwolle { . . . Gewicht kg/m	0,28	0,47	0,67	0,93	1,20	1,50	1,85	2,10		0,92 ..	
	Scheiben $\Phi \geq$ mm	400	500	600	700	800	900	1000	1100		
A. G. FÜR SEILINDUSTRIE VORM. F. WOLFF, MANNHEIM-NECKARAU.	Badischer Schleißhanf, fest gedreht Gewicht kg/m			0,8	1,2	1,4	1,7	2,1	2,5	2,9	1,07 ..
	Badischer Schleißhanf, lose gedreht Gewicht kg/m			0,7	0,96	1,22	1,48	1,75	2,1	2,4	0,93 ..
	Baumwolle, fest gedreht, imprägniert Gewicht kg/m			0,9	1,32	1,56	1,80	2,28	2,64	2,88	1,12 ..
	Baumwolle, lose gedreht, imprägniert Gewicht kg/m			0,7	1,08	1,32	1,56	2,04	2,28	2,52	0,98 ..
	Seilstärke mm	25	30	35	40	45	50	55			
	Gewicht kg/m	0,55	0,90	1,10	1,45	1,75	2,15	2,70			0,89 ..
Scheiben- . . . $\Phi \geq$ mm	375	450	700	800	900	1100	1400				

Quadratseile.

Am gebräuchlichsten sind Rundseile von $d = 45$ und 50 mm Durchmesser sowie bezüglich der Übertragungsfähigkeit gleichwertige Quadratseile von $s = 40$ und 45 mm Seitenlänge. Schwächere benutzt man nur bei geringen Leistungen und sehr kleinen Scheibendurchmessern D , welche letztere noch von dem Rohstoff der Seile und der Art des Schlages oder Flechtens abhängen. Möglichst ist $D = 40$ bis $50 d$ anzustreben; Mindestwerte, die auch für Leit- und Spannrollen gelten, sind für Schleißhanf $D = 25 d$, Manilahanf $D = 30 d$, Baumwolle $D = 20 d$. Unterschreitet man ausnahmsweise diese Zahlen, so muß man die Belastung herabsetzen oder mit verminderter Lebensdauer rechnen. Für Quadratseile sind die kleinsten Scheibendurchmesser in Zusammenstellung 161 enthalten.

Der Schluß und die Verbindung von Seilen wird ausschließlich durch Spleißen hergestellt. Dabei löst man die Enden der Stücke auf, die um $3 \dots 5$ m länger abgeschnitten sind, als rechnermäßig bei stumpfem Stoß nötig ist, kürzt die Litzen stufenweise und flicht sie dann derart wieder ineinander, daß der Seildurchmesser nicht wesentlich größer wird. Das Spleißen ist schwierig und erfordert geschickte und geübte Leute.

2. Kraft- und Spannungsverhältnisse in Hanf- und Baumwollseiltrieben.

Die Eigenart der Seiltriebe ist in folgendem begründet.

1. Die Reibung wird durch die Klemmwirkung der kegeligen Rillen, Abb. 2145 und 2147, in denen die Seile auf den Scheiben laufen, vermehrt. Schräge und selbst senkrechte Antriebe bieten deshalb praktisch nicht die großen Schwierigkeiten, die bei den Riementrieben besprochen wurden. Setzt man, ähnlich wie bei Rillenreibrädern:

$$\mu' = \frac{\mu}{\sin \alpha + \mu \cdot \cos \alpha}, \quad (701)$$

so würde bei dem üblichen halben Rillenkante $\alpha = 22\frac{1}{2}^\circ$ statt:

$\mu = 0,2$	0,25	0,3	0,35
$\mu' = 0,435$	0,522	0,603	0,679

in Betracht kommen. Kammerer [XXVI, 6] fand bei seinen Versuchen mit Manilahanfseilen auf der Maschine, Abb. 2041, wiederholt, ohne daß Rutschen eintrat, $\mu' = 0,6$, einem $m = 6,5$ fachen Spannungsverhältnis entsprechend. Bonte [XXVI, 31] gibt $\mu' = 0,79$ und $m = 10,3$ bei allerdings außergewöhnlich hohen Nutzspannungen an. Die starke Zunahme der Reibungszahl bei großen Geschwindigkeiten, wie sie an Riemen nachgewiesen wurde, lassen die bisherigen Versuche nicht erkennen. Sie dürfte übrigens wegen der ganz andern Reibungsverhältnisse, die der faserige Aufbau der Seile im Gegensatz zu der zusammenhängenden, gefetteten Oberfläche der Riemen bedingt, nicht in dem gleichen Maße zu erwarten sein.

2. Infolge der niedrigeren Elastizitätszahl, die sich aus dem steileren Verlauf der Spannungsdehnungslinie Abb. 2133 im Vergleich mit 2039 ergibt, wird der Betrieb weniger elastisch, wenn auch der Durchhang infolge der größeren Achsabstände, bei denen Seile verwendet zu werden pflegen, mehr zur Wirkung kommt und mildernd wirkt.

3. Trotz höherer Festigkeit sowohl der Fasern, die z. B. bei Hanf zwischen 4000 und 5000 kg/cm² liegt, wie auch der fertigen Seile, die bei Zugversuchen 900 bis 1500 kg/cm², also 3 bis 5 fache Festigkeit des Leders zeigen, ist ihre Belastungsfähigkeit verhältnismäßig gering. Bei dem häufigen Hin- und Herbiegen und den fortwährenden Spannungswechseln läßt die Reibung zwischen den Fasern nach. Die Seile werden um so früher schlaff, müssen um so häufiger nachgespannt werden und büßen um so mehr an Lebensdauer ein, je höher sie belastet sind. Namentlich dürfte die Spleißung, wenn sie nicht richtig und aufs sorgfältigste ausgeführt ist, eine nachgiebige und schwache Stelle jedes Seiles sein.

Für das Schlaffwerden besteht noch eine zweite Ursache. In den keilförmigen Rillen werden die Seile allmählich seitlich zusammengequetscht, kommen dadurch in der Rille tiefer zu liegen und laufen auf kleineren Scheibendurchmessern. Das ist aber einer Verlängerung der Seile gleichwertig; ihre Spannung nimmt ab.

Das Wiederherstellen der Spannung nach zu starkem Längen ist bei einer größeren Zahl von Seilen viel umständlicher als das Kürzen eines Riemens.

4. Schließlich ist die gleichmäßige Verteilung der Last auf alle Seile eines Triebes niemals in dem Maße wie in einem Riemenquerschnitt zu erwarten. Praktisch sehr wichtig ist, daß die Rillen genau gleiche Form und Tiefe haben. Entsprechen z. B. zwei verschiedenen tiefen Rillen an einer Scheibe zwei gleich tiefe an der anderen, so muß das eine Seil dem anderen voreilen und wird dadurch stärker gespannt und belastet. Aber auch sonst zeigen die Seile ein und desselben Triebes meist bedeutende Durchhangunterschiede und haben dementsprechend verschiedene Spannungen. Um die Überlastung einzelner Seile zu vermeiden, darf man die durchschnittliche Beanspruchung nicht zu hoch wählen.

Bei der erstmaligen Belastung zeigt ein neues und frisch gespießtes Seil nach der Linie *OA*, Abb. 2132, die auf Grund eines Versuches Bachs [XXVI, 2] an einem lose