

PDF HB 3.6.8	Handbuch Stahldrahtseile	Handbuch /00-Inhal/
WBS-2.2.4.1	INHALTSVERZEICHNIS	08-Tecin
	Seilarten, Seilkonstruktionen, Klassifizierung, Ausführung der Seile	04/01/02-05-03.doc
8.2.3.1 & 2.3	Beschreibung des Drahtseiles 2.3 & 8.2.1.3	
3.6	Ausführung der Seile - Qualität der Seile	Seite 1 von
3.6.8	Litzenseile mit Widerstand gegen Drehen -Drehverhalten	2005-06-13
	2.3.6.8 & 8.2.1.3-18& & 8.2.1.3.4.8 & 8.4.1.2.11	Siehe
3.6.8.0	Allgemeines	2.3.6.8.0&
3.6.8.1	Drehungsfrei, Drehungsarm, Drehvermindert, Drehstabil - Definitionen	2.3.6.8.1 & 8.2.1.3.4.8.1
3.6.8.2	Seildrehmoment und Drehsteifigkeit, Drehkonstante, Drehungen	8.2.5.2.4.1 & 4.2.8
3.6.8.3	Drehstabilität und Verdrehen der Unterflasche. Zusammenschlagen der Seile. Stabilität der Unterflasche	4.2.9
3.6.8.4	Seilverdrehung	8.2.8.3.4
3.6.8.5	Gewaltsames Verdrehen (Auflegen, Ablenkwinkel, enge Seilrillen)	
3.6.8.6	Verdrehwinkel	
3.6.8.7	Eigendrehungen durch Schlaglängenverschiebungen, während des Laufens	2.3.6.8.2 & 8.2.1.3.4.8.2 2.3.6.8.5
3.6.8.8	Eigenschaften, Vorteile - Nachteile	2.3.6.8.3 & 8.2.1.3.4.8.3 8.2.5.2.4
3.6.8.9	Einsatz	2.3.6.8.4 & 8.2.1.3.4.8.4
3.6.8.10	Lebensdauer, Betriebsdauer	2.3.6.8.7 & 8.2.1.3.4.8.5
3.6.8.11	Qualität von drehungsarmen -, freien Seilen	2.3.6.8.8&8.2.1.3.4.8.6
3.6.8.12	Auswahlkriterien	2.3.6.8.9&8.2.1.3.4.8.7
3.6.8.13	Seilkonstruktionen in drehungsarmer, drehungsfreier und drehstabiler Ausführung und deren Bezeichnung. - Herstellerbezogen zu EN Bezeichnung	
3.6.8.14	Berechnungsfaktoren, Füllfaktoren und Verseilfaktoren nach Seilkonstruktionen	
3.6.8.15	Seildurchmesser d. Definition	
3.6.8.16	Literatur	
3.6.8.17	Sachwortverzeichnis	

PDF D HB	Handbuch Stahldrahtseile	
03-06-08	INHALTSVERZEICHNIS	Handbuch / 00-Inhal/
WBS-2.2.4.1	Seilarten, Seilkonstruktionen, Klassifizierung, Ausführung der Seile	08-Tecin 04/01/02-05-03.doc
8.2.3.1 & 2.3	Beschreibung des Drahtseiles 2.3 & 8.2.1.3	
3.6	Ausführung der Seile - Qualität der Seile	Seite 1 von 2
3.6.8	Litzenseile mit Widerstand gegen Drehen -Drehverhalten	2005-06-13
	2.3.6.8 & 8.2.1.3-18& & 8.2.1.3.4.8 & 8.4.1.2.11	Siehe
3.6.8.0	Allgemeines	2.3.6.8.0&
3.6.8.1	Drehungsfrei, Drehungsarm, Drehvermindert, Drehstabil - Definitionen	2.3.6.8.1 & 8.2.1.3.4.8.1
3.6.8.2	Seildrehmoment und Drehsteifigkeit, Drehkonstante, Drehungen	8.2.5.2.4.1 & 4.2.8
3.6.8.2.0	Drehmoment und Drehsteifigkeit	(Feyrer 2.4)
3.6.8.2.1	Drehmoment	
3.6.8.2.1.1	Seildrehmoment aus geometrischen Daten	(Feyrer 2.4.1)
3.6.8.2.1.2	Drehmoment und Drehsteifigkeit von Rundlitzenseilen	(Feyrer 2.4.2)
3.6.8.2.2	Drehsteifigkeit	
3.6.8.2.3	Drehkonstante	
3.6.8.2.4	Drehen - Drehung	
3.6.8.2.5	Einfluß der Belastung (Sicherheitsfaktor, Berechnungsbeiwert) auf das Drehmoment, die Drehungen.	
3.6.8.2.6	Messen von Drehmoment & Drehwinkel	
3.6.8.2.7	Drehungsfaktor, Drehmomentfaktor k	
3.6.8.3	Drehstabilität und Verdrehen der Unterflasche. Zusammenschlagen der Seile. Stabilität der Unterflasche	4.2.9
3.6.8.3.1	Drehung der Unterflasche	4.2.9.1
3.6.8.3.2	Drehstabilität der Unterflasche	4.2.9.1
3.6.8.3.3	Verdrehung der Hakenflasche	(Feyrer 2.4.3)
3.6.8.3.4	Verdrehung der Hakenflasche, Block Spinning – Turn of Hook USA WRTB	
3.6.8.3.5	Verdrehung der Hakenflasche, Block Spinning – Turn of Hook British Ropes T2/1 Calculations	4.2.9/3.6.8.2.3/3.6.8.2.3.5/ 8.2.8.3.3.5
3.6.8.4	Seilverdrehung	8.2.8.3.4
3.6.8.4.1	Seilverdrehung infolge Höhenspannung	8.2.8.3.4.1(Feyrer 2.4.4)
3.6.8.4.2	Seillängenänderung durch Seilverdrehung	8.2.8.3.4.2
3.6.8.5	Gewaltsames Verdrehen (Auflegen, Ablenkwinkel, enge Seilrillen)	
3.6.8.5.1	Seilverdrehen durch Ablenkwinkel zwischen den Seilrillen	
3.6.8.5.2	Seilverdrehen durch enge Seilrillen	
3.6.8.5.3	Seilverdrehen durch das Auflegen, Handhabung, Montage	
3.6.8.6	Verdrehwinkel	
3.6.8.7	Eigendrehungen durch Schlaglängenverschiebungen, während des Laufens	2.3.6.8.2 & 8.2.1.3.4.8.2 2.3.6.8.5
3.6.8.8	Eigenschaften, Vorteile - Nachteile	2.3.6.8.3 & 8.2.1.3.4.8.3 8.2.5.2.4
3.6.8.9	Einsatz	2.3.6.8.4 & 8.2.1.3.4.8.4
3.6.8.9.1	Einsatz von Seilen mit Widerstand gegen Drehen	8.2.1.3.4.8.4
3.6.8.9.2	Einsatz von Wirbeln	2.3.6.8.6&

3.6.8.10	Lebensdauer, Betriebsdauer	2.3.6.8.7 & 8.2.1.3.4.8.5
3.6.8.11	Qualität von drehungsarmen -, freien Seilen	2.3.6.8.8&8.2.1.3.4.8.6
3.6.8.12	Auswahlkriterien	2.3.6.8.9&8.2.1.3.4.8.7
3.6.8.12.1	Allgemein	
3.6.8.12.2	Seilauswahl nach Anwendungsgebieten, Seileinsatz.	
3.6.8.12.3	Empfehlungen der Seilhersteller für den Einsatz von Spezial-Seilkonstruktionen nach Seileinsatz	
3.6.8.12.4	Schlagart und Schlagrichtung der seile –rechtsgängig /Linksgängig – Gleichschlag/Kreuzschlag	
3.6.8.12.4.1	Schlagart	
3.6.8.12.4.2	Schlagrichtung	
3.6.8.12.5	Schlagart und Schlagrichtung zwischen Seil & Innenseil	
3.6.8.13	Seilkonstruktionen in drehungsarmer, drehungsfreier und drehstabiler Ausführung und deren Bezeichnung. - Herstellerbezogen zu EN Bezeichnung	
3.6.8.14	Berechnungsfaktoren, Füllfaktoren und Verseilfaktoren nach Seilkonstruktionen	
3.6.8.14.1	Füllfaktoren nach Seilkonstruktionen	
3.6.8.14.2	Verseilfaktoren nach Seilkonstruktionen	
3.6.8.15	Seildurchmesser d. Definition	
3.6.8.16	Literatur	
3.6.8.17	Sachwortverzeichnis	

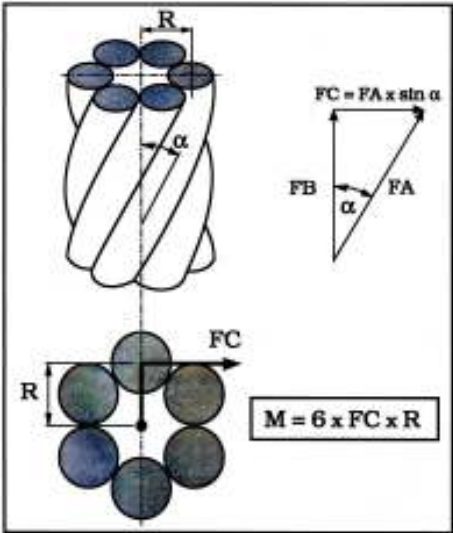
PDF D HB	Handbuch Stahldrahtseile	WBS-2.2.4.1
03-06-08	Seilarten, Seilkonstruktionen, Klassifizierung, Ausführung der Seile	Handbuch 08-Tecin 04/01/ 02-05-03.doc
WBS-2.2.4.1		
8.2.3.1 & 2.3	Beschreibung des Drahtseiles 2.3 & 8.2.1.3	
3.6	Ausführung der Seile - Qualität der Seile	
3.6.8	Litzenseile mit Widerstand gegen Drehen –Drehverhalten	2005-01-28
	Auszüge aus dem Handbuch	
	2.3.6.8 & 8.2.1.3-18& & 8.2.1.3.4.8 & 8.4.1.2.11	Siehe
3.6.8.0	<p>Allgemeines</p> <p>Wenn Seile unter Last mit einem ungeführten Seilende oder mit einem Wirbel eingesetzt werden, haben einlagige Rundlitzenseile aufgrund der schraubenlinienförmig liegenden Drahte und Litzen die Tendenz, sich aufzudrehen. Dies geschieht solange, bis die Aufdrehkräfte in den Drahten ausgeglichen sind. Die Drehrichtung des Seiles entspricht der Schlagrichtung des Seiles.</p> <p>Die Drehneigung des Seiles (Drehverhalten) ist durch die Konstruktion des Seiles bestimmt. Das im Seil unter einer Zugspannung entstehende Drehmoment bzw. die Anzahl der Drehungen, die im dem freien Seilende auftreten, wird in der Größe u. a. von der Seilkonstruktion, der Schlaglänge, der Schlagart, der Art der Einlage und der Seillänge beeinflusst.</p> <p>Bild 3.6.8.0 B1 und 3.6.8.0 B2</p> <p>Hinzu kommen noch anlagebedingte Kriterien wie Ablenkwinkel, Reibwiderstand des Rillenmaterial, Rillenform und Größe etc.</p> <p>Bild 3.6.8.2.4 B1</p> <p>Von den Rundseilen haben mehrlagige Litzenseile, bei denen sich die Drehmomente der entgegengesetzt verseilten Litzenlagen aufheben das geringste Drehmoment (drehungsfreie Seile). Einlagige Rundlitzenseile mit vielen Drähten in der Litze, in Gleichschlag mit Fasereinlage, üben dagegen ein verhältnismäßig großes Drehmoment auf die Endverbindung aus. Die Auswirkungen des Drehmomentes bzw. durch die Drehungen des Seiles sind auch beim Auflegen, Kürzen, Futterverschleiß und bei Seilführungen zu beachten.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Einlagige Rundlitzenseile in Kreuzschlag drehen sich unter Last weniger als in Gleichschlag, da beim Kreuzschlagseil wenn sich das Seil aufdreht sich die Litzen der Seile zudrehen. Beim Gleichschlagseil drehen sowohl Seil als auch Litzen auf; vorausgesetzt Seildurchmesser, Konstruktion und Bedingungen sind gleich. - Ein Seil mit Stahleinlage dreht sich unter Last weniger als ein Seil mit Fasereinlage. Die Bemessung der Fasereinlage und die Größe der Schlaglänge ändern ebenfalls das Drehverhalten. <p>3- und 4-litzige Seile drehen sich weniger als 6- oder 8-litzige Seile.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vorgeformte Seile widerstehen dem Aufdrehen durch Belastung mehr bzw. verhalten sich günstiger als nicht vorgeformte Seile. - 	<p>2.3.6.8.0 & 8.2.5.24</p> <p>8.4.3.14 8.4.3.27</p> <p>3.6.8.8</p>


<p>Falls eine Last durch 2 Seile aufgenommen wird, kann ein Seil rechts- und ein Seil Linksgängig gewählt werden um die Torsionskräfte die dann in entgegengesetzter Richtung wirken, auszugleichen. Siehe -Trommelwicklung Abschnitt 8.2.6.5 & 8.2.6.6. Hieraus ist zu ersehen, dass Seile nur unter bestimmten Belastungen drehungsfrei sind. Vollkommen drehungsfreie Seile, (Sonderkonstruktionen) gute Ergebnisse - Seilführung Abschnitt 8.2.6.7 & 8.4.3.8, gegenüber Drehungsarmen Konstruktionen</p>		
Technische Informationen, Diagramme etc.		siehe
-Ablenkwinkel Abschnitt		8.4.3.5.
-Auflegen der Seile		8.4.5.2.3.
-Einsatz von Wirbeln		8.4.5.9
-Verdrehen der Hakenflasche		8.4.3.18
-Litzenseile mit Widerstand gegen Drehen		8.2.1.3.1.8
-Gegenschlag, Seilausführung		8.2.1.3.4.3
-Litzenseile mit Widerstand gegen Drehen, Drehverhalten		8.2.1.3.4.8
-Dreheigenschaften		8.2.5.2.4
-Drehmoment		8.2.5.2.4.1
-Drehung		8.2.5.2.4.2
-Drehfaktor		8.2.5.2.4.2
-Drehverhalten, Drehwiderstand, Aufdrehmoment		8.4.1.2.11
-Seileigenschaften - Drehverhalten, Drehmoment		8.2.8.3
Literatur: K. Feyrer, 34 Draht 2/97 & Buch Drahtseile		
Einflüsse auf das Drehverhalten der Seile		
1. Seilbedingte Faktoren	2. anlagebedingte Faktoren	
1.1 Seilkonstruktion	2.1 Höhe der Seilbelastung (Seilzugspannung)	
1.2 Einlage	2.2 Größe der Schwingbreite	
1.3 Schlagart	2.3 Beschleunigung, Verzögerung	
2.7 Schlagrichtung bei mehreren Seilen und bei Ablenkwinkeln	2.3 Seilscheibendurchmesser Verhältnis D/d	
1.5 Drehmoment und Seildrehung	2.4 Seilablenkwinkel	
1.6 Schmierung	2.5 Hubhöhe	
1.7 Litzenberührung	2.6 Spreizwinkel zwischen den Seilscheiben und der Endbefestigung	
	2.7 Anzahl der Seile im System	
Bild 8.4.1.2.11 & 3.6.8.2 B2		

<p>3.6.8.1</p>	<p>Definitionen: Drehungsarme, Drehungsfrei, Drehstabil Die EN/DIN 12385 kennt nur noch den Begriff Drehungsarm. Abs. 3.6.1.3 drehungsarmes Seil, Litzenseil, das so ausgelegt ist, dass es unter Belastung ein vermindertes Drehmoment und eine verminderte Drehung erzeugt. Anmerkung 1 Drehungsarme Seile bestehen im Allgemeinen aus einer Konstruktion von mindestens zwei Litzenlagen, die schraubenförmig um einen Kern verseilt werden. Dabei ist die Schlagrichtung der Außenlitzen der Schlagrichtung der darunter liegenden Litzenlage entgegengesetzt. Anmerkung 2 Seile mit drei oder vier Litzen können ebenfalls so ausgelegt sein, dass sie drehungsarme Eigenschaften aufweisen. Anmerkung 3 Drehungsarme Seile würden bisher auch als drehungsfreie Seile bezeichnet. In EN12385-3 werden unter B.1.5 Drehungseigenschaften und Verwendung eines Wirbels die Dreheigenschaften unterteilt bei einer Last von 20 % F_{min} in a) geringer oder gleich 1 Drehung/1000 d b) größer 1 Drehung aber nicht größer als 4 Drehungen/1000d c) größer als 4 Drehungen/1000 d siehe: 3.6.8.9.2 Eine Unterteilung wie früher zwischen Drehungsarm und Drehungsfrei ist nicht mehr gegeben. Die nachstehenden Definitionen sind keine Normbegriffe Drehungsarm, Drehungsfrei und Drehstabil ist ein Seil durch seine besondere Konstruktion und die Art der Verseilung (nicht durch Vorformung oder Nachformung) Die Drehmomente der Seillagen mit entgegengesetzter Schlagrichtung sind so aufeinander abgestimmt, das sie sich möglichst gegeneinander aufheben. Es handelt sich meist um mehrlagige Seile, die in Gegenschlag, d.h. in denen mindestens eine Litzenlage eine andere Schlagrichtung hat, verseilt sind. Definition Feyrer Buch Drahtseile 1.2.1 Die zwei- und dreilagigen Rundlitzenseile werden Spiral-Rundlitzenseile genannt. Bei diesen Seilen wird die äußere Litzenlage entgegengesetzt zu den darunter liegenden Litzen geschlagen. Dadurch sind die Seile drehungsarm. Die rechts- und linksdrehenden Momente aus den Komponenten der Litzenkräfte senkrecht zur Seilachse, die unter der Wirkung einer Seilkraft auftreten, heben sich weitgehend auf. Die dreilagigen Seile können sehr viel drehungsärmer ausgeführt werden als die zweilagigen Rundlitzenseile. Wenn sich das Seil unter einer Zugbelastung nur sehr wenig dreht, darf es als drehungsfrei bezeichnet werden. Ein Vorschlag für die Definition drehungsfreier Seile ist in Abschnitt 2.4.2 zu finden. Die nach dieser Definition gestellten Anforderungen werden bei guter Konstruktion und Fertigung von dreilagigen Spiral-Rundlitzenseilen Aber auch von Seilen in Sonderkonstruktion erfüllt. Zum einsträngigen Tragen von ungeführten Lasten sind nur diese „drehungsfreien Seile“ geeignet. Die Definition der 1. Auflage lautete: Als Spiral-Rundlitzenseile gelten Seile mit mehreren Litzenlagen (Mehrlagige Litzenseile) bei mindestens 10 Litzen in der</p>	<p>2.3.6.8.1 & 8.2.1.3.4.8.1</p>
-----------------------	--	--

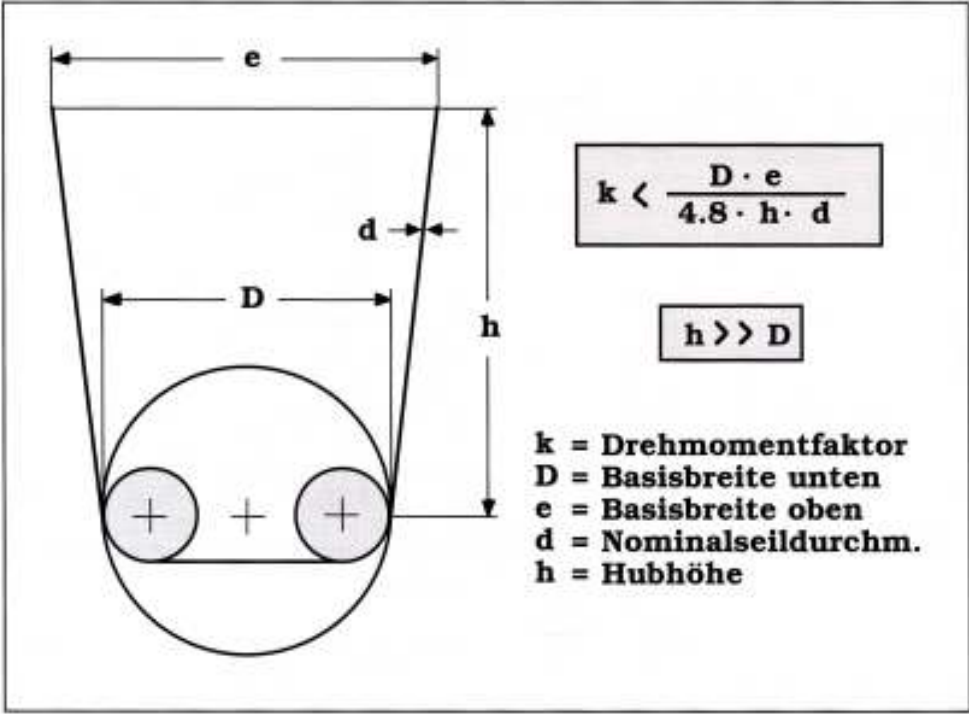
	<p>Litzenaußenlage, deren Schlagrichtung der der inneren Litzen entgegengesetzt ist.</p> <p>Nach den geltenden Normen DIN 3069 und DIN 3071 bestehen die Spiral-Rundlitzenseile aus 7-drähtigen Litzen, die mit zwei Litzenlagen als drehungsarm und mit drei Litzenlagen als drehungsfrei bezeichnet werden. Seile, die diesen Normen nach Litzenzahl und Aufbau streng entsprechen, werden nur bei den drehungsarmen, aber bei den drehungsfreien Spiralrundlitzenseilen praktisch nicht mehr hergestellt. Die neuen drehungsfreien Spiral-Rundlitzenseile haben zum größten Teil eine parallel geschlagene Lage und/oder Lagen entgegengesetzt sind.</p> <p>Einlage (Innenseil) unterschiedlicher Durchmesser. Die Außenlitzen sind wie bei den genormten Spiral-Rundlitzenseilen entgegen der Schlagrichtung der Litzen in der Seileinlage verseilt. Wie bei den Litzenseilen üblich, wird hier und im Folgenden das Seil unter den Außenlitzen als Seileinlage (Innenseil) bezeichnet.</p> <p>Wegen der Vielfalt der Seilkonstruktionen ist eine allgemein anwendbare Definition für die Drehungsfreiheit von Seilen erforderlich, die sich an der Eigenschaft selbst und nicht an der Seilkonstruktion orientiert.</p>	
3.6.8.1.1	<p>Drehungsarm</p> <p>Ein Drahtseil ist drehungsarm, wenn es sich unter Einwirkung einer ungeführten Last nur wenig um seine Längsachse dreht, bzw. wenn es bei geführten Seilenden nur ein kleines Drehmoment auf die Endbefestigung ausübt. (TAS Nr. 6.2.8). Drehungsarm sind Spiral-Rundlitzenseile, die den Anforderungen der drehungsfreien Seile nicht entsprechen.</p> <p>EN 12385-2 Abs. 4.3.3. Konstruktion: Drehungsarmes Seil: 10 oder mehr Außenlitzen. Tabelle 6: Beispiele für Klassen von drehungsarmen Seilen (Hier sind aber auch Seile mit 8 und 9 Außenlitzen aufgeführt siehe 4.3.3)</p> <p>Definition nach EN siehe Einsatz von Wirbeln 3.6.8.9.2</p>	
3.6.8.1.2	<p>Drehungsfrei</p> <p>Seile der Konstruktionsklasse 35 x7 sind lt. Definition so hergestellt dass die entgegengesetzt wirkenden Drehmoment der entgegengesetzt verseilten Lagen sich untereinander ausgleichen. Dadurch dass keines der entgegengesetzt wirkenden Elemente bedeutend hoher bzw. überbeansprucht wird ist die Lebensdauer <u>drehungsfreier Seile</u> bedeutend größer als <u>drehungsarme</u> Seilkonstruktionen. Auch kann ein plötzliches Versagen z. B. Seilriss ohne vorherige Anzeichen normalerweise nicht eintreten. Diese Seile können bzw. sollten bei bestimmten anlagebedingten Kriterien mit <u>funktionierendem</u> Wirbel eingesetzt werden.</p> <p>EN 12385-2 Abs. 3.6.1.3 drehungsarmes Seil, Litzenseil, das so ausgelegt ist, dass es unter Belastung ein vermindertes Drehmoment und eine verminderte Drehung erzeugt.</p> <p>Anmerkung 3 Drehungsarme Seile wurden bisher auch als drehungsfreie Seile bezeichnet.</p>	

	<p>Drehungsfrei (Low Rotation) Drehungsfrei ist ein Drahtseil, wenn es sich unter Einwirkung einer ungeführten Last nicht um eine Langsachse dreht, bzw. wenn es bei geführten Seilenden kein Drehmoment auf die Endbefestigung ausübt. Absolut drehungsfreie Seile sind nicht herstellbar, ausgenommen Flechtseile. In den einzelnen Belastungsstufen ergeben sich unterschiedliche Verhältnisse. Daher wird ein Seil als drehungsfrei bezeichnet, wenn es sich unter einer Zugkraft von</p> <p>Definition K. Feyrer. Buch Drahtseile Seite 115</p> $\frac{S}{d^2} = 0 \text{ bis } \frac{S}{d^2} = 150 \text{ N/mm}^2$ <p>der Verdrehwinkel je Seillänge kleiner bleibt als</p> $\frac{\varphi}{L} = \frac{360^\circ}{1000d}$ <p>Literatur: Drahtseile Bemessung, Betrieb, Sicherheit. K. Feyrer, Abschn.2.4.2</p>	8.4.1.11 6.5.1.5.2.4
3.6.8.1.3	<p>Drehstabil Drehstabile Konstruktionen. 8 bis 10-litzige Konstruktionen bei denen die Stahleinlage in entgegengesetzter Schlagrichtung verseilt ist, fallen unter diese Kategorie. Diese Seile sind nur geringfügig drehungsarm, da nur ein kleiner Querschnittsanteil ein entgegengesetztes Drehmoment aufweist und so ein überwiegend starkes Aufdrehmoment in den Außenlitzen des Seiles vorhanden ist. Seile mit kunststoffumhüllter Stahleinlage werden teilweise mit entgegengesetzter Schlagrichtung hergestellt. Falls diese Seile mit umhüllter Stahleinlage gefertigt werden ist keine schädliche Überschneidungen der Drahte zwischen Einlage und Drahte der Außenlitzen geben. Diese Seile wirken nur bei geringer Belastung gegen das Aufdrehen. Es besteht immer die Gefahr, dass bei größeren spezifischen Belastungen die Einlage versagt, d.h. reißt, abgedreht wird, oder durch Drahtbrüche nicht mehr als Stützelement dienen kann. Beim Einsatz solcher Seile müssen diese Eigenschaften berücksichtigt werden.</p>	
3.6.8.1.3.2	<p>3- und 4-litzige einlagige Litzenseile haben aufgrund ihrer Konstruktion und gewählten Schlaglängenverhältnissen ein geringeres Drehmoment als einlagige Litzenseile mit mehr als 4 Litzen. EN 12385-2 Tabelle 5 Anmerkung 3 Seilklassen mit 3 oder 4 Litzen können auch drehungsarm ausgelegt und konstruiert werden.</p>	

	<p>3- und 4-litzige Konstruktionen. Diese Seile sind aufgrund der Konstruktion und durch gute Abstimmung der Schlagwinkel zwischen Litzen und Seil auch als drehungsarm zu bezeichnen. Bei robusten Anwendungen, großen Ablenkwinkeln, Seilüberkreuzungen, Lagenwicklung, großen freien Seillängen, Einsatz wobei aufgrund der Seilführung einseitige Schlaglängenmassierungen auftreten, bei plötzlichen Be- und Entlastungen der Seile, können sich diese Seilkonstruktionen bewahren. Beachtet werden muss aber dass an den Litzenberührungsstellen und im nicht sichtbaren Bereich Drahtbrüche auftreten und zum Seilriss führen können da die Drahtbrüche oft nur schwer zu erkennen sind.</p>	
<p>3.6.8.2.3</p>	<p>Drehsteifigkeit siehe Feyrer, K. Buch Drahtseile Abs. 2.4.2</p>	
<p>3.6.8.2.4</p>	<p>Drehkonstante</p>	
<p>3.6.8.2.5</p>	<p>Drehen – Drehung (siehe Verdrehwinkel) EN 12385-2 Abs. 3.11.2 Drehung: Merkmal, ausgedrückt in Grad oder Umdrehung je Längeneinheit, dessen Wert üblicherweise bei einer festgelegten Zugbelastung durch Prüfung an einem Seil mit einem frei drehenden Seilende bestimmt wird. Siehe z. B. Feyrer, K. Buch Drahtseile Seite 106-116. Abs. 2.4.2 Drehmoment und Drehsteifigkeit von Rundlitzenseilen</p>	
<p>Einlagige Rundlitzenseile (diese sind nicht drehungsfrei) werden immer versuchen unter Last, die Drehspannungen abzubauen. Der Seiler nennt dies „aufdrehen der Seile“. In einem nicht vorgeformten Seil versuchen die Litzen und auch die Drähte in der Litze sich, z. B. beim Entfernen des Bündels, die Aufdrehrichtung entspricht der Schlagrichtung (Drähte wie Litzenschlagrichtung) aufzudrehen.</p>	 <p>Bild: 8.2.8.3.2.4 Casar B01 FA = Zugkräfte in den Litzen FC = Seilzugkraft ($FC = FA \cdot \sin \alpha$) R = Hebelarm (Teilkreisradius) α = Schlagwinkel Seil</p>	

	<p>Siehe Verdrehwinkel 3.6.8.6</p> <p>Einlagige Litzenseile drehen unter axialer Belastung, dies ist auch das Eigengewicht (Eigengewicht, Totlast, Arbeitslast) aufgrund der schraubenlinienförmigen Anordnung der Litzen (Drähte)</p> <p>Je größer der Schlagwinkel, je größer ist die Kraftkomponente, die das „Aufdrehen“ (Drehmoment) des Seiles (Litzen) bewirkt.</p>	 <p><i>Seil Z = rechtsgängig</i></p> <p><i>Litze dreht nach rechts aus den Seilverband</i></p> <p>Litzendrehungen nach rechts Bild: 3.6.8.2.6</p>	<p>Schlagrichtung Z Rechtsgängig</p>	
<p>3.6.8.2.6</p>	<p>Einfluss der Belastung (Berechnungsbeiwert, Sicherheitsfaktor) auf das Drehmoment und das Drehen der Seile. Drehverhalten</p>		<p>Die Litzendrehung Immer von vor der Schnittstelle aus bestimmen. Vom Seil aus betrachtet drehen die Litzen nach links auf</p>	
	<p>Die Drehungsneigung des Seiles (Drehverhalten) ist durch die Konstruktion des Seiles und die Art der Belastung bestimmt. Das im Seil unter einer Zugbeanspruchung entstehende Drehmoment bzw. die Anzahl der Drehungen, wird in der Größe u. a. (Seilbedingten Einflussgrößen) von Seilkonstruktion, der Schlaglänge, der Schlagart, der Art der Einlage und der Seillänge beeinflusst. (Bild 6.6.8-0B1/2) Spez. Drehmoment bei einem Mehrlagigen Formlitzenseil und einem einlagigen Rundlitzenseil.</p> <p>Bei Rundlitzenseilen haben mehrlagige Litzenseile, bei denen sich die Drehmomente der entgegengesetzt verseilten Litzenlagen ausgleichen (drehungsfrei, das geringste Drehmoment. Einlagige Rundlitzenseile mit einer großen Anzahl Drähte in den Litzen, in Gleichschlag mit Fasereinlage und großen Verseilwinkeln (kurzer Schlaglänge), üben dagegen ein sehr großes Drehmoment auf die Endverbindung aus. Die Auswirkung durch das Drehmoment bzw. durch die Drehung des Seiles ist auch beim Auflegen, Kürzen, Futterverschleiß und bei der Seilführung zu beachten.</p> <p>Durch die Konstruktion des Seiles werden auch die relativen „Eigendrehungen“ beeinflusst. Eigendrehungen sind die Drehungen, die während eines Förderzuges (auf Treibscheibenförderanlagen durch den „Strichversuch“, festgestellt) entstehen. Durch die Schlaglängenveränderungen während eines Förderzuges dreht sich das Seil, trotz fest angeschlagener Endverbindungen. Von der Gesamtdrehung drehen sich normalerweise die Hälfte (bis zur Hälfte der Förderstrecke –Seillänge- unterhalb der Treib-Seilscheibe gezählt) rechts und die andere Hälfte links um die</p>			

	Seilachse. Die Anzahl dieser Drehungen können je Förderzug von 0 bis 150 rechts und links betragen. Die Schlaglängenänderung kann bei bzw. bis zu $\pm 30\%$ liegen						
	Trommelförderseile siehe OIPEEC, Bulletin 74, Rebel, G. The torsional behaviour of triangular strand ropes for drum winders Treibscheibenförderseile. Voigt: 1983. Bergbaumuseum Bochum, Förderseile. Eigendrehungen (Drehungen der Seile auf Treibscheibenförderanlagen, Beide Seilenden fest eingespannt.						
3.6.8.2.7	Einfluss der Belastung (Berechnungsbeiwert, Sicherheitsfaktor) auf das Drehmoment und das Drehen der Seile						
	Drehmoment Rundlitzenseile bei konstanten „Sicherheitsfaktoren“ und gleichen metallischen Querschnitt aber verschiedenen Seilbruchkräften durch unterschiedliche Nennfestigkeiten. Konstruktion: 6x29NW -FC					8.4.3-14 8.4.3-27 3.6.8-0	
Metallischer Querschnitt des Seiles: 923,17 mm ² , Anzahl Litzen: 6, Schlaglänge 245 mm Schlagrichtung Z							
1	1,61	FW = 00,00		SL = 00,00		Kerndraht	
-5	2,24	FW = 09,41		SL = 73,00		Schlagrichtung: S	
5+5	2,62+2,00	FW = 17,82 + 19,20		SL = 73,00		Schlagrichtung: S	
13/	2,96	FW = 17,01		SL = 134,00		Schlagrichtung: S	
Spezifisches Drehmoment: 38,26 NM/T, „Sicherheitsfaktor“ (S): 6,5							
Nennfestigkeit N/mm ²	Rechnerische Bruchkraft F _c in kN	Belastung F _c /S T	Drehmoment MD NM	Drehmoment Erhöhung %			
1570	1449	22,7	979				
1670	1542	24,2	1041	6			
1770	1634	25,6	1103	13			
1860	1717	26,9	1160	19			
1960	1809	28,4	1222	25			
Bild: 6.6.8-0B1							
8.4.3-14 8.4.3-27 3.6.8-0	Drehmoment Rundlitzenseile bei konstanten „Sicherheitsfaktoren“ und gleichen metallischen Querschnitt aber verschiedenen Seilbruchkräften durch unterschiedliche Nennfestigkeiten Konstruktion: Dreilagiges Flachlitzenseil					c:\Handuch 03-Seilar 3-6/3-6-08 0B1.doc	
Litzen-lage	Anz. Litzen	Anz. Drähte	Draht-Ø	FW	SL Litze	SL Seil	Schlag- richtung
1	5	9	1,48	15,21	52 S	129	S
2	6	10 14	1,50 1,71	13,95 13,97	64 S 102 S	243	S
3	8	11 15	1,72 2,00	14,41 15,17	78 Z 117 Z	393	Z
Spezifisches Drehmoment: 27,47 NM/T. Sicherheitsfaktor: 6,5							
Nennfestigkeit N/mm ²	Rechnerische Bruchkraft F _c in kN	Belastung F _c /S T	Drehmoment MD NM	Drehmoment Erhöhung %			
1570	1504	23,6	980				
1670	1600	25,1	1043	6			
1770	1695	26,6	1105	13			
1860	1782	27,9	1162	19			
1960	1877	29,4	1224	25			
Bild: 6.6.8-0B2							

<p>3.6.8.2.8</p>	<p>Messen von Drehmoment & Drehwinkel Siehe z. B. Feyrer, K. Buch Drahtseile Seite106-116. Abs. 2.4.2 Drehmoment und Drehsteifigkeit von Rundlitzenseilen EN 12385-2 Abs. 3.11.1 Drehmoment, Merkmal, ausgedrückt in N/m, dessen Wert üblicherweise bei einer festgelegten Zugbelastung durch Prüfung an einem Seil dessen Enden sich nicht drehen können, bestimmt wird. Anmerkung: Das Merkmal kann auch durch Berechnung ermittelt werden. Siehe z. B. Feyrer, K. Buch Drahtseile Seite106-116. Abs. 2.4.2 Drehmoment und Drehsteifigkeit von Rundlitzenseilen</p>	
<p>3.6.8.2.9</p>	<p>Drehmomentfaktor k</p>	
	<p>Berechnung K = $\frac{M}{F_w \cdot d_0}$</p>	<p>K = Drehmomentfaktor (-) F_w = Belastung (N) d₀ = Seilnenndurchmesser (m) M = Drehmoment (Nm)</p>
	<p>Beispiel: k =0,08; d=19(mm); F_w = 20000 (N) M = k*F_w*d₀ = 0,08*20000*0,019 M=30,4 Nm</p>	
<p>3.6.8.2.9.1</p>	<p>Drehmomentfaktor k (Casar)</p>	
	<p>Casar hat für die in den Katalogen angegebenen Seile die Drehmomentfaktoren k ermittelt. Der Drehmomentfaktor k ist abhängig von der Seilkonstruktion und der axialen Belastung. Drehkräfte, die von außen auf das Seil wirken, beeinflussen diesen Faktor stark. Mit diesem Faktor kann die Stabilität der Unterflasche berechnet werden. Maximal zulässiger Wert für k bei dem noch kein Zusammenschlagen der Seile - Verdrehen der Unterflasche – erfolgt.</p>	
	 <p style="text-align: center;">Bild 8.2.8.3.2.6 Casar B02-01 Die Stabilität der Unterflasche von Drahtseilen</p>	

3.6.8.3	Drehstabilität und Verdrehen der Unterflasche. Zusammenschlagen der Seile. Stabilität der Unterflasche	4.2.9 & 8.2.8.3.3 & 3.6.8.2.3
3.6.8.3.1	Drehung der Unterflasche	4.2.9.1 & 8.2.8.3.3 .6.8.2.3.1
3.6.8.3.2	Drehstabilität der Unterflasche	4.2.9.1 & 8.2.8.3.3.2
3.6.8.3.3	Verdrehen der Hakenflasche (Feyrer 2.4.3)	8.2.8.3.3.3
3.6.8.3.4	Verdrehung der Hakenflasche. Block Spinning – Turn of Hook USA, Wire Rope Users Manuel, Page 150.154	8.2.8.3.3.4
3.6.8.3.5	Drehstabilität und Verdrehen der Unterflasche. Zusammenschlagen der Seile. Stabilität der Unterflasche	4.2.9 & 3.6.8.2.3
3.6.8.3.5	Verdrehung der Hakenflasche. Block Spinning – Turn of Hook Britisch Ropes T2/1 Calculations	3.6.8.2.3.5 8.2.8.3.3.5
	Literatur	
	Das Verdrillen der Seilstränge bei Kranen mit großen Hakenwegen. Dr. Ing. Hans Werner Unterberg, Wetter, Ruhr	
	Wire Rope Rotational Properties and Block Spinning. Wire Rope Technical Board/Power Crane and Shovel Association. 1981	
3.6.8.4	Seilverdrehung	8.2.8.3.4.
3.6.8.4.1	Seilverdrehung infolge Höhenspannung (Feyrer 2.4.4)	8.2.8.3.4.1
3.6.8.4	Seilverdrehung	8.2.8.3.4.
3.6.8.4.2	Seillängenänderung durch Seilverdrehung	8.2.8.3.4.2
3.6.8.5	Gewaltsames Verdrehen (Auflegen, Ablenkwinkel, enge Seilrillen)	
3.6.8.5.1	Seilverdrehen durch Ablenkwinkel zwischen den Seilrillen	
	<p>Feyrer: Wie aus Messungen von Häberle (Feyrer Abschn. 3.1.7) insbesondere Bild 3.23) zu ersehen ist, laufen Seile seitlich etwas in die Scheibenrinne ein und zwar rechtsgängige Seile nach rechts und linksgängige Seile nach links versetzt. Um dieser Tendenz entgegenzuwirken, sollten auf linksgängige Trommeln rechtsgängige Seile und auf rechtsgängige Trommeln linksgängige Seile aufgelegt werden. Siehe Bild 6.4a. (siehe auch 3.6.1.5B1). siehe 3.6.8.12.4.2</p> <p>Aus demselben Grund sollte bei Treibscheibenantrieben mit doppelter Umschlingung ein linksgängiges Seil von der ersten Scheibe in die um die halbe Teilung nach links verschobene Seilrinne der nächsten Scheibe und entsprechend ein rechts-gängiges Seil in die nach rechts verschobene Seilrinne der nächsten Scheibe geführt werden. In Bild 6.4 b ist die empfohlene Anordnung für Treibscheibenantriebe mit doppelter Umschlingung dargestellt. Die Erfahrung hat gezeigt, dass Seilschäden am ehesten bei Nichtbefolgung dieser Regel auftreten.</p> <p>Anmerkung: Bei entsprechend geschränkten Scheiben kann der Seilverlauf so gestaltet werden, dass die Seile jeweils in die Mitte der Rinne der nächsten Scheibe einlaufen. Somit wird ein zwangsweises Drehen, abrutschen von der Rillenflanke, vermieden.</p>	<p>Bild Anwendungsgebiete Schwingen der Seilscheibe entsprechend dem Zugwinkel des Drahtseiles Bild 3.6.8.5.1</p>

Bei großen Draglines neigen sich die Seilscheiben mit dem Verlauf der Seile. Die Seilscheiben und Trommeln sind so auszurichten, dass ein Schrägzug Bild 3.6.8.5.1 soweit wie möglich vermieden wird.

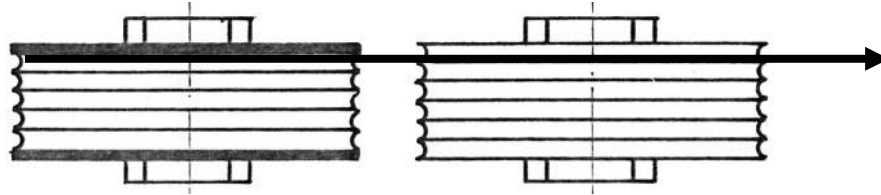


Bild 5.2.9-2.9.2B1.1

Ungeschränkte Seilscheiben. Nur die Scheiben um $\frac{1}{2}$ Rillenbreite versetzt. Seil läuft von der Rillemitte (Rillengrund der ersten Seilscheibe gegen die Rillenflanke der zweiten Scheibe. Das Seil rollt zum Rillengrund ab. Hierbei wird das Seil zwangsweise gedreht. Die Drehspannungen bauen sich im Seil auf.

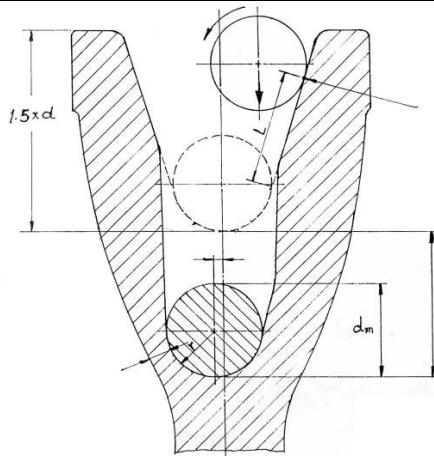
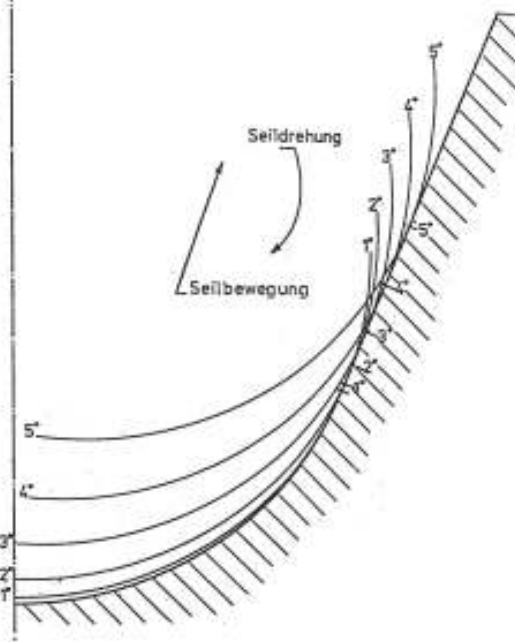


Bild: 8.4.3-2.2.2.5B01

Auflaufen des Seiles auf der Rollenflanke
Eingelaufene Seilrille



3.6.8.5.1B01-01

Auflaufen des Seiles auf der Rollenflanke
bei seitlicher Ablenkung bis 5°
Rillradius 10,5 mm

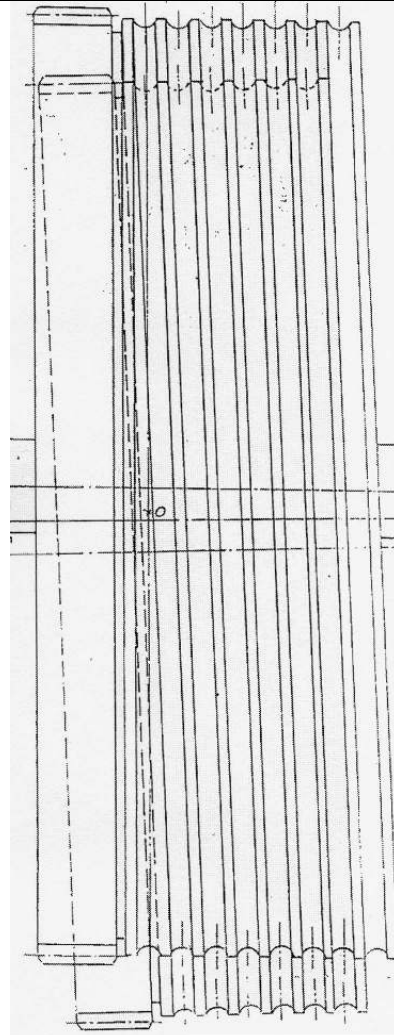
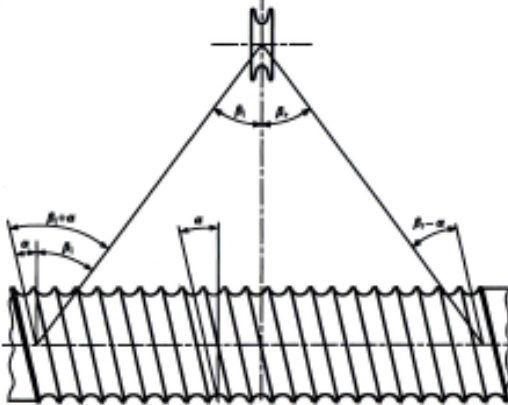
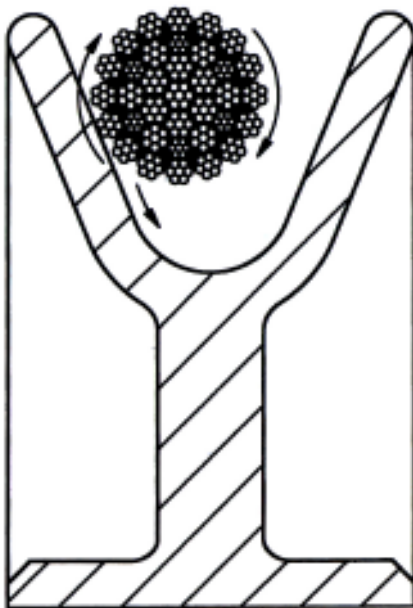
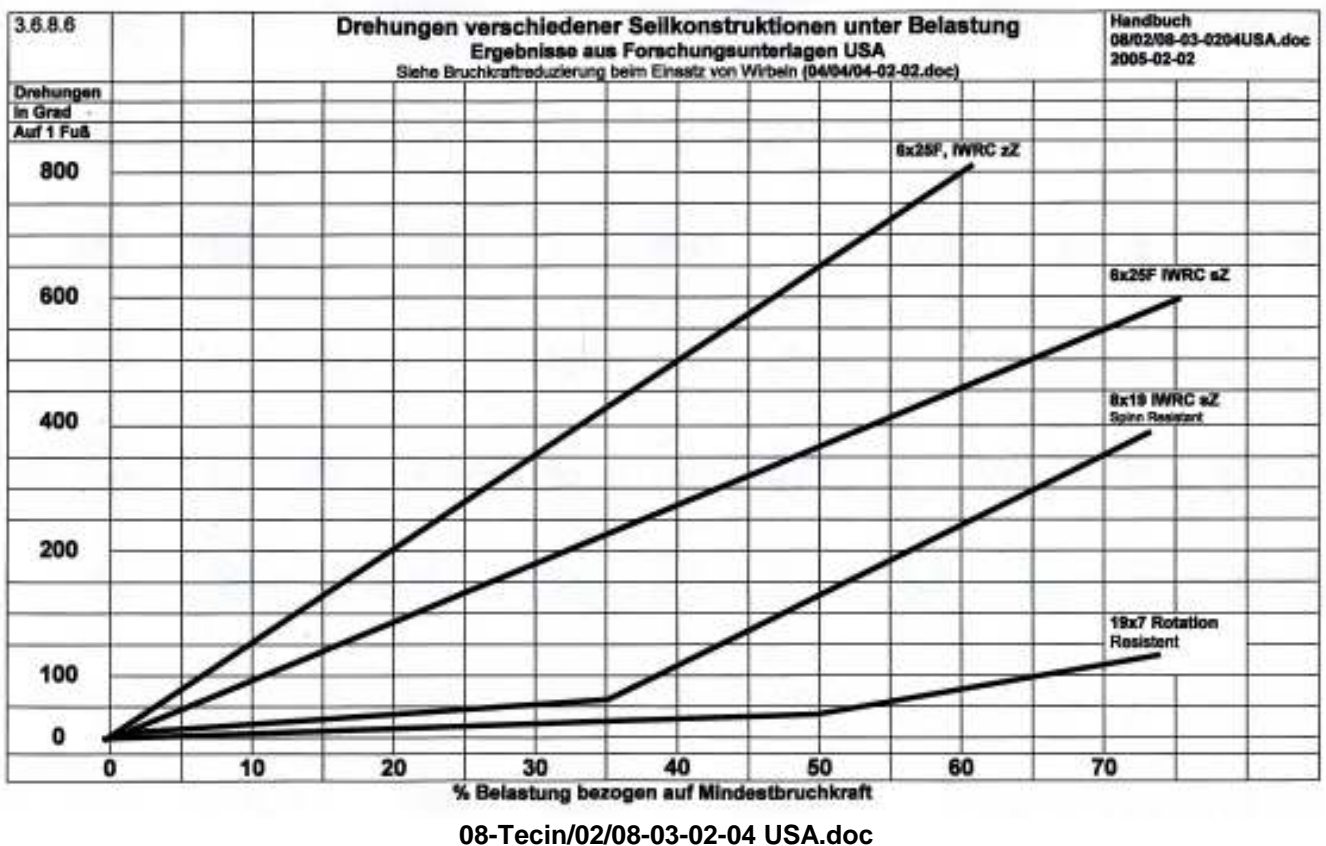


Bild 5.2.9-2.9.1B1.1.A

Geschränkte Seilscheiben.
Scheiben um eine Rillenbreite
versetzt. Scheiben gegeneinander
geschränkt. Das Seil läuft gerade in
den Rillengrund der zweiten
Scheibe.

	<p>Seilablenkungswinkel nach EN 12385-3;2004 B.1.6. Seilablenkungswinkel Bild B2 zeigt eine breite Trommel mit einer Rille in Form einer Schraubenlinie mit einem Steigungswinkel α und einer Umlenkrolle. Wenn das Seil sich in Richtung der Trommelflansche auf – oder abwickelt, entsteht an der Umlenkrolle ein seitlicher Ablenkungswinkel β_{links} oder β_{rechts}. An der Trommel entsteht ein Ablenkungswinkel $(\beta_{\text{links}} + \alpha)$ oder $(\beta_{\text{rechts}} - \alpha)$.</p>		
	<p>Ist beim Auflaufen des Seiles auf eine Seilrolle ein Ablenkwinkel vorhanden, so entsteht zuerst eine Berührung der Flanke der Seilrille. Während das Seil weiter über die Seilrolle läuft, bewegt es sich an der Flanke nach unten, bis es am Rillengrund in der Seilrolle aufliegt. Dabei rollt und gleitet das Seil gleichzeitig, siehe Bild B.3. Infolge der Rollbewegung dreht sich das Seil um Seine Achse, wobei das Seil entweder zu- oder aufgedreht wird und dadurch der Seilschlag verkürzt oder verlängert wird. Dies führt zu einer Verminderung der</p>	 <p>Bild B2 – Ablenkungs- und Rillenwinkel Legende Index l: links, Index r: rechts</p>	
	<p>Ermüdungsbeständigkeit und im schlimmsten Fall zur Beschädigung der Seilkonstruktion durch Korbbildung oder durch Heraustreten der Einlage. Mit zunehmendem Seilablenkungswinkel steigt auch der Betrag der Verdrehung.</p>		
	<p>Der Seilablenkungswinkel sollte bei drehungsarmen Seilen höchstens 2° bei einlagigen Seilen höchstens 4° betragen Anmerkung: In der Praxis ist es jedoch beim Einsatz auf bestimmten Kränen und Hebezeugen nicht immer möglich diese empfohlenen Werte einzuhalten, wodurch die Lebensdauer des Seiles beeinträchtigt werden kann. Der Seilablenkungswinkel kann verkleinert werden z, B. durch:</p> <ol style="list-style-type: none"> Verringerung der Trommelbreite und/oder Vergrößerung des – Trommeldurchmessers; oder Vergrößerung des Abstandes zwischen Seilrolle und Seiltrommel 	 <p>Bild B.3 – Drehung des Seiles aufgrund des Seilablenkungswinkels</p>	

	<p>Beim Aufwickeln des Seiles auf eine Trommel wird allgemein empfohlen, den Seilablenkungswinkel auf 0,5° bis 2,5° zu begrenzen . Ist der Winkel zu klein, d. h. kleiner als 0,5° wird sich das Seil am Trommelflansch übereinander wickeln und nicht mehr in Gegenrichtung über die Trommel zurücklaufen. Dieses Problem kann durch das Anbringen eines „Kickers“ oder durch Vergrößerung des Ablenkungswinkels mit Hilfe einer Seilscheibe oder einer Wickelvorrichtung behoben werden.</p> <p>Wird zugelassen, dass sich das Seil am Flansch übereinander wickelt, so wird es plötzlich vom Flansch wegrollen und dadurch eine Stoßbelastung im Seil bewirken.</p> <p>Übermäßige große Ablenkungswinkel bewirken einen vorzeitigen Rücklauf des Seiles auf der Trommel, wodurch zwischen den Seilwicklungen an den Trommelenden Zwischenräume entstehen und an den Überkreuzungsstellen der Druck auf das Seil ansteigt.</p> <p>Selbst bei einer schraubenlinienförmigen Laufrille führen große Ablenkungswinkel unvermeidlich zu örtlich begrenzten mechanischen Schädigungen, wenn sich Drähte ineinander verhaken. Dies wird häufig als Seilverzahnung bezeichnet, jedoch kann deren Ausmaß durch die Wahl eines Gleichschlagseiles, wenn der Seiltrieb dies zulässt, oder eines Seiles mit verdichteten Litzen vermindert werden.</p>	
<p>3.6.8.6</p>	<p>Verdrehwinkel</p>	
	<p>Durch Belastung des Seiles, bei dem ein Ende fest eingespannt und das andere Ende frei drehen kann (z. B. mittels Wirbel) wird der Drehwinkel ermittelt.</p> <p>Casar Katalog: Einige Betrachtungen zum Drehverhalten von Drahtseilen</p>	



Drehungsfrei ist ein Drahtseil wenn sich die Drehkräfte (Drehmoment) des Innenseiles und der entgegengesetzt verseilten Außenlage gegenseitig annähernd aufheben. Diese Drehungsfreiheit ist nicht in allen Belastungsstufen, begründet auch mit dem Setzen des Seiles, gleich Null. Prof. Feyrer definiert, siehe Abschnitt 3.6.8.1.2, wann ein Seil drehungsfrei ist.

Bei Drehungsarmen Seilen überwiegen die Drehkräfte der Außenlagen und drehen das Seil bei freidrehbaren Seilenden auf bzw. das Seil „dreht in sich selbst“. Das bedeutet, das Seil dreht von einer Stelle aus außen zu und zur anderen Seite Außen auf. Die Schlaglängen ändern sich entsprechend. Dabei dreht das entgegengesetzt verseilte Innenseil so sich als Außenseil aufdreht zu und wo es sich zudreht auf. Das Zwangsweise drehen des Innenseiles führt oft zu dessen Zerstörung und damit zu Seilrissen die ohne vorherige Ankündigung, durch äußere Schäden, eintreten können.

Bei Feststellung der Seilbruchkraft im Ganzerreiversuch bei der ein Seilende mittels Wirbel frei drehen kann, erreichen drehungsarme Seile oft nur 40bis 70%, verglichen mit der gemessenen Bruchkraft bei fest eingespannten Seilenden. Auch muss beachtet werden, dass Drehungsarme Seile schon bei ca. 50-60% der Belastung (verglichen mit F_{min} , einen stärkeren Anstieg der Drehung erhalten (Spin Resistent Seile schon bei ca. 30-35%). Dies bedeutet, dass drehungsarme Seile nur mit einem großen Berechnungsbeiwert (Sicherheitsfaktor) arbeiten sollte.

Drehungsfreie Seile erreichen meist mit Wirbel die gleichen Bruchkräfte wie Seile mit fest eingespannten Seilenden. Beim Einsatz von Kunststoffrollen können die Probleme der Zerstörung des Innenseiles, ohne äußerlich sichtbare Schäden .noch verstärken.

Siehe Abschnitt 3.6.8.10

Die Norm gibt Rillenmae für Seilrollen und für Seiltrommeln an.

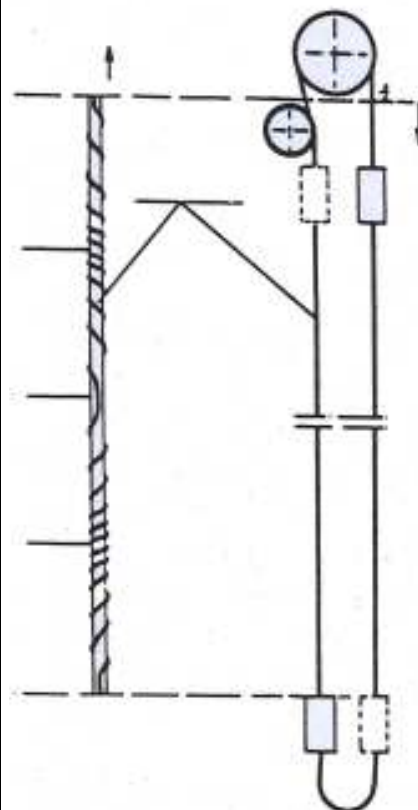
Als Einlaufwinkel, besonders wenn Seilablenkungen vorhanden sind, sollte der Winkel 60° statt 45° betragen-

3.6.8.7 Eigendrehungen durch Schlaglängenverschiebungen, während des Laufens

2.3.6.8.2 &
8.2.1.3.4.8.2
2.3.6.8.5
8.2.1.3.4.8.2

Durch die Konstruktion des Seiles werden auch die relativen "Eigendrehungen" beeinflusst. Eigendrehungen sind die Drehungen, die z.B. bei Treibscheiben-förderanlagen während eines Förderzuges oder Treibens entstehen. Die Anzahl Drehungen können mit dem so genannten Strichversuch festgestellt werden. Eigendrehungen treten z.B. bei großen Hubhöhen (Teufen) verbunden mit großen Flächenpressungen, durch enge Rillen, hohen Reibwerten in den Rillen, sowie bei Querverformungen des Seiles und ungünstige Ablenkwinkel ein. Stark bemessene Einlagen (mit großem Fasergewicht in g/m) bewirken mehr Drehungen im Seil als bei Seilen mit dünner bemessener Einlagen (die dadurch eine geringere Litzenstörung aufweisen).

Die Einlage kann deshalb aber nicht extrem dünn gewählt werden, da dann - bei einer zu dünn bemessenen Einlage- vorzeitig Drahtbrüche durch Litzenberührung entstehen können. Seile mit einer stabilen Einlage (z.B. Stahleinlage CWR oder einer umhüllten



Eigendrehungen - Messung - Strichversuch

Bild Nr.: 3.6.8.2 B1

Zählen der Drehungen

Stahleinlage) haben geringere Eigendrehungen als Seile mit weicheren Einlagen z.B. Fasereinlagen. Während eines Förderzuges/Hubes ändert sich die Seil-lange zwischen Quasifestpunkt Treibscheibe bis zur Seilbefestigung. Von den gesamten Drehungen drehen normalerweise die Hälfte rechts und die andere Hälfte links um die Seilachse. Die Anzahl der Drehungen können von 0 bis mehr als 150 je Förderzug betragen.

Drehungsarme Konstruktionen haben entsprechend nur wenige bzw. keine Eigendrehungen. Andererseits dürfen sie auch keine großen Eigendrehungen aufweisen, da sonst die Gefahr besteht, dass z.B. durch das größere Drehmoment der Außenlitztenlage die Innenlitztenlage zwangsgedreht (Zudrehung) wird, da die Außenlage aufdreht. Zusammen mit der Längsdrehung kann eine Art Scherenbewegung zwischen der Innen/Mittellitzenlage und der Außenlitztenlage (Überkreuzung in X-Form) entstehen, wobei innere, von außen nicht sichtbare Drahtbrüche auftreten können Bild 30. Bei Treibscheibenanlagen, bei denen beide Seilenden fest eingespannt und geführt sind kann sich das Seil während des Hubes, bedingt durch Schlaglängenverschiebungen, auf- und zudrehen.

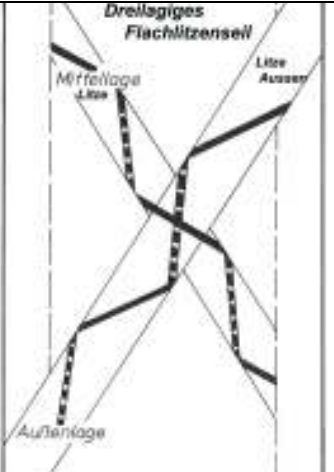
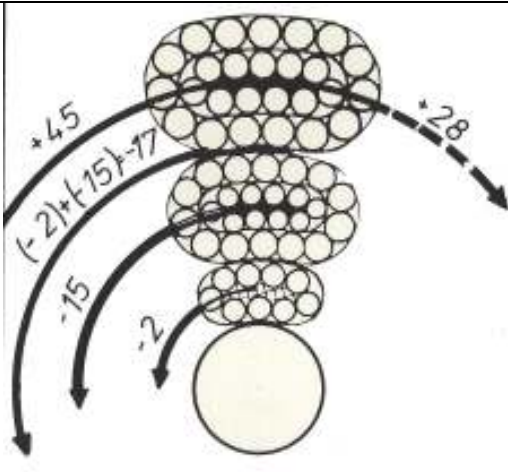
Durch die Konstruktion des Seiles werden auch die relativen „Eigendrehungen“ beeinflusst. Eigendrehungen sind die Drehungen, die während eines Förderzuges (auf Treibscheibenförderanlagen durch den „Strichversuch“, festgestellt) entstehen. Durch die Schlaglängenveränderungen während eines Förderzuges dreht sich das Seil, trotz fest angeschlagener Endverbindungen. Von der Gesamtdrehung drehen sich normalerweise die Hälfte (bis zur Hälfte der Förderstrecke –Seillänge- unterhalb der Treib-Seilscheibe gezählt) rechts und die andere Hälfte links um die Seilachse. Die Anzahl dieser Drehungen können je Förderzug von 0 bis 150 rechts und links betragen. Die Schlaglängenänderung kann bei bzw. bis zu $\pm 30\%$ liegen.

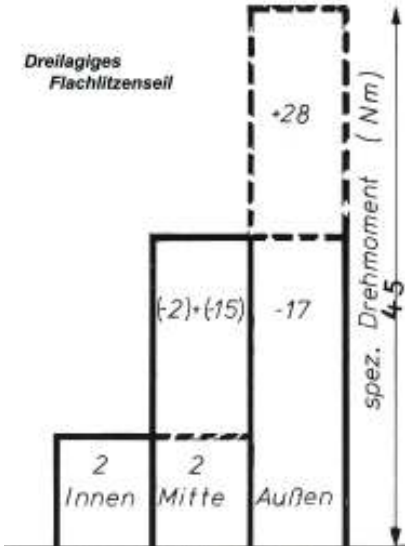
Durch dieses Drehen der Seile, drehen auch die Drähte im Litztenverband. Die Drähte reiben gegeneinander, es erfolgt ein stetiger Abrieb an der Drahtoberfläche. Bei Anlagen bei mit z. B. aggressiven Wässern sind die Drähte auch noch der Korrosion ausgesetzt. Durch das stetige Drehen wird die Zinkschicht abgerieben und es kommt schneller Korrosion und Drahtbrüchen (bedingt durch Korrosion).

Trommelförderseile siehe OIPEEC, Bulletin 74, Rebell, G. Tue torsional behaviour of triangular strand ropes for drum winders

Treibscheibenförderseile. Voigt: 1983. Bergbaumuseum Bochum, Förderseile. Eigendrehungen (Drehungen der Seile auf Treibscheibenförderanlagen, Beide Seilenden fest eingespannt).

3.6.8.7	Das Drehen der Seile ist abhängig von:	
	Seilbedingte Faktoren	Anlagebedingte Faktoren
	Seilkonstruktion	Seilzugspannung
	Einlage	Höhe der Zugbeanspruchung
	Schlagart	Größe der Schwingbreite
	Schlagrichtung	Hubhöhe (freie Seillänge)
	Drehmoment	Scherung
	Seildrehung	Rollendurchmesser (D/d)
	Schmierung	Rillendurchmesser und
	Litzenberührung	Rillenform
	Seilgefüge	Spreizwinkel der Seile
	Querdruckstabilität	Seilablenkwinkel
	Bild 3.6.8.2.4. B1	

<p>3.6.8.8</p>	<p>Eigenschaften, Vorteile - Nachteile</p>	<p>8.2.1.3. & 4.8.3 2.3.6.8.3 & 8.2.1.3.4.8.3 8.2.5.2.4</p>
<p>Drehungsarme Seilkonstruktionen z. B. der Klasse 18 x 7 sind nur bedingt drehungsarm (siehe Definition 3.6.8.1.1), da durch den größeren Querschnittsanteil und durch den größeren Teilkreisdurchmesser der Außenlitzenlage ein größeres Drehmoment wirkt als in dem entgegengesetzt verseiltem Innenseil.</p> <p>Diese Seile dürfen nicht mit Wirbel eingesetzt werden, da sie sich unter Last aufdrehen, wobei das Innenseil mit dem kleineren Drehmoment zuge dreht wird.</p> <p>Durch die Relativbewegungen der entgegengesetzten Elemente gegeneinander und die großen Torsionskräfte und Pressungen auf das Innenseil, können hier von außen nicht sichtbare Drahtbrüche entstehen, die zum plötzlichen Versagen ohne vorherige Anzeichen führen können. Diese Seile sollten nur mit einem verhältnismäßig großen (größer 5) Berechnungsbeiwert und entsprechend großen D/d Verhältnissen.</p> <p>Drehungsarme Seile die in Gleichschlag ausgeführt sind können zu besseren Ergebnissen falls der Schaden z.B. an durch seitliches abgleiten zu starken Draht- bzw. Seilberührungen kommt. Bei Beanspruchungen die zu Quetschungen (Verformungen) führen sind meist Kreuzschlagseile.</p> <p>Drehungsarme Seile mit mehr als zwei Litzenlagen z.B. der Klasse 36x7 (34x7) und die inneren Litzenlagen die gleiche Schlagrichtung haben und nur die äußere Lage in entgegengesetzter Schlagrichtung verseilt ist, können bei richtiger Auslegung auch drehungsfrei (nach Definition) gefertigt konstruiert (berechnet) und gefertigt werden. Die Drehmomente der entgegengesetzt verseilten Elemente sind schon allein durch die günstigere Verteilung der met. Querschnitte besser abgestimmt um als drehungsfrei bezeichnet werden zu können.</p>		
 <p>Bild A:3.6.8.2.5B01-02</p>		 <p>Bild B:3.6.8.2.5B01-01</p>

	<p>Bild A zeigt die Draht- überkreuzungen die zwischen den Außen- drähten der Litzenla- gen bei gegebener Schlagrichtung entste- hen. Bild B Schlagrichtung und Drehmoment. Bild C. Drehmomente der einzelnen Litzenla- gen.</p>	 <p>Bild C: 3.6.8.2.5 B01-02 Dreilagiges Flachlitzenseil</p>	
<p>3.6.8.9</p>	<p>Seileinsatz</p>	<p>2.3.6.8.4 & 8.2.1.3.4.8.4</p>	
<p>3.6.8.9.1</p>	<p>Einsatz von Seilen mit Widerstand gegen Drehen</p>	<p>8.2.1.3.4.8.4</p>	
	<p>Diese Seile sollten nur eingesetzt werden, wenn es aufgrund des Einsatzes und Anlagebedingungen notwendig ist, also bei ungeführt einsträngigen Seilen oder bei einfach eingescherten Seilen, bei denen die Spreizwinkel so ungünstig sind, dass bei einlagigen Litzenseilen ein Drehen der Unterflasche oder Traverse erfolgen würde. Großen Seillängen (Hubhöhen) Um entsprechende Betriebszeiten zu erreichen, sollten diese Seilkonstruktionen nur bei hohen Sicherheitsbeiwerten (größer 5), d. h. bei verhältnismäßig geringen Lasten und bei großen Scheibendurchmessern (D/d Verhältnisse) eingesetzt werden. Bei plötzlicher Entlastung der Seile kann das zwangsweise Drehen (Schrägstellen der Unterflasche) zur Verformung (Korbbildung) im Seil führen. Diese Seile mit engen Seilrillen, hohen Reibwerten in der Seilrille und bei Ablenkwinkeln größer 1,5° empfindlich und können zu Verformungen führen.</p> <p>In den Sicherheitsvorschriften einiger Länder ist ein Berechnungsbeiwert von mindestens 5 vorgeschrieben. Drehungsarme Seile sollten nicht mit Wirbel eingesetzt werden. Drehungsfreie Seile sollten oder müssen bei bestimmten anlagebedingten Kriterien mit Wirbel eingesetzt werden. Beim GanzerreiBversuch des Seiles mit Wirbel nimmt die wirkliche (gemessene) Bruchkraft je nach Seilkonstruktion erheblich ab. Siehe 3.6.8.5. Einsatz von Wirbeln.</p> <p>Einsatzgebiet: Bergbau Untertage - Treibscheibenförderung Je größer die Teufe, je größer sind auch - bei gleicher Seilkonstruktion - die Eigendrehungen. Da bei hohen Eigendrehungen bestimmte Seilkonstruktionen versagen, müssen mit zunehmender Teufe Konstruktionen gewählt werden, bei denen Eigendrehungen keine Schaden, z. B. Drahtlockerungen, entstehen lassen. Die Konstruktion muss "stabiler" werden, d. h.: weniger</p>		

	Drahtlagen in den Litzen, Verbundverseilung, Kreuzschlag, Stahleinlagen (stahlverstärkte Einlagen). Bei Teufen die über 1.200 m liegen, werden voraussichtlich mehrlagige Seilkonstruktionen (drehungsarm oder drehungsfrei) erforderlich, wobei neben der Teufe auch die Antriebsart, Turm- oder Flurforderung, Gefäß- Gestellförderung, Sohlenforderung, Anfahren der Stationen, Beschleunigung, Verzögerung etc. von Einfluss sind.	
3.6.8.9.2	Einsatz von Wirbeln	2.3.6.8.6&
	<p>Wirbel sollten eingesetzt werden, wenn anlagebedingt z. B. durch Ablenkwinkel zu einem der Festpunkte „Drall“, - normalerweise durch Schlaglängenverschiebungen oder Änderungen in der Seillänge hervorgerufen -, massiert wird. Um Verformungen im Seil zu vermeiden können Wirbel eingesetzt werden, die eventuelle Litzenlängenänderungen ausgleichen. Der Wirbel muss so angebracht sein, dass er frei drehen kann.</p> <p>Drehungsarme Seile dürfen normalerweise nicht mit Wirbel eingesetzt werden.</p> <p>Drehverminderte Seile der Klassen 8- bis 10-litzig dürfen nicht mit Wirbel eingesetzt werden.</p> <p>Drehstabile Seile der Klassen 3- und 4-litzig können je nach Art des Einsatzes mit Wirbel eingesetzt werden.</p> <p>Drehungsfreie Seile können bzw. sollen mit Wirbel eingesetzt werden.</p>	
3.6.8.9.2.1	Definition EN 12385-3:2004	
	<p>B. 1.5 Drehungseigenschaften und Verwendung eines Wirbels.</p> <p>Eine „Zopfbildung“ von Förderseilen in einer mehrsträngigen Seiltriebsanordnung kann durch Drehung der Unterflasche auftreten, wenn das ausgewählte Seil für die vorgesehene Hebehöhe, die jeweiligen Seilabstände und Belastung ungeeignete Dreheigenschaften aufweist. In solchen Fällen kann der Hubvorgang stark beeinträchtigt oder sogar zum Stillstand gebracht werden. Anwendungen mit großen Hubhöhen sind hierbei besonders empfindlich.</p> <p>Anmerkung: Zopfbildung beschreibt den Zustand in einem mehrsträngigen Seiltrieb, wenn die Seilstränge sich umeinander verdrehen.</p> <p>Unter Berücksichtigung der Dreheigenschaft des Seiles kann die Wahrscheinlichkeit der Zopfbildung für einen vorgegebenen Seiltrieb abgeschätzt werden. Der Seilhersteller oder der eigentliche Gerätehersteller ist zu befragen.</p> <p>Bei drehungsarmen Seilen, deren Außenlitzen im allgemeinen in Gegenrichtung zu den Litzen der darunter liegenden Lage geschlagen sind, ist (i) der zu erwartende Betrag des unter Belastung auftretenden Drehmomentes bei einem an beiden Enden befestigten und so am Drehen gehinderten Seil oder (ii) der zu erwartende Betrag der Drehung unter Belastung bei einem Seil, das sich an einem Ende frei drehen kann, sehr viel geringer als der, der bei einlagigen Seilen auftreten würde.</p> <p>Um die Gefährdung durch eine sich drehende Last während des Hebevorgangs zu beschränken und die Sicherheit von Personen</p>	

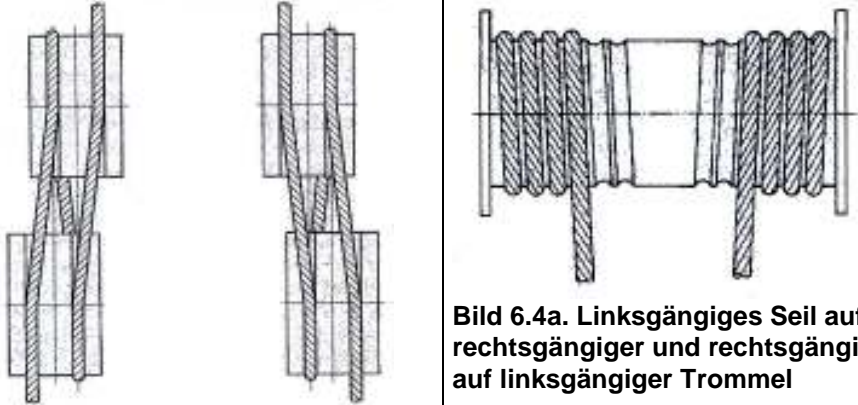
	<p>im Hebebereich sicherzustellen, ist vorzugsweise ein drehungsarmes Seil auszuwählen, das sich unter Belastung nur geringfügig dreht, siehe a) unten. Bei solchen Seilen ist ein Wirbel nützlich, um die durch seitliche Ablenkung an einer Seilrolle oder Seiltrommel verursachte Verdrehung des Seiles zu mindern.</p> <p>Andere Drehungsarme Seile, die unter Belastung einen geringeren Widerstand gegen Drehen aufweisen, siehe b) unten, können zur Verminderung des Drehrisikos die Verwendung eines Wirbels erforderlich machen. Hierbei sollte jedoch berücksichtigt werden, dass übermäßiges Drehen die Funktionsfähigkeit des Seiles nachteilig beeinflussen und auch zur Verminderung der Bruchkraft des Seiles führen kann, wobei die Verminderung von den Dreheigenschaften des ausgewählten Seiles und der Größe der gehobenen Last abhängig ist.</p> <p>Nachstehend ist eine Zusammenfassung allgemeiner Anleitungen für die Verwendung eines Wirbels auf der Grundlage der Dreheigenschaft des Seiles angegeben.</p> <p>a) Dreheigenschaft eines geringer oder gleich 1 Drehung/1000 d beim Heben einer Last entsprechend 20% F_{min} ein Wirbel kann verwendet werden</p> <p>b) Dreheigenschaft größer ist als 1 Drehung, jedoch nicht größer als 4 Drehungen/1000 d beim Heben einer Last entsprechend 20% F_{min} ein Wirbel darf unter Beachtung der Empfehlungen des Seilherstellers und/oder der Zustimmung einer Sachkundigen Person verwendet werden</p> <p>c) Dreheigenschaft größer als 4 Drehungen/1000 unter einer Belastung entsprechend 20% F_{min} ein Wirbel sollte nicht verwendet werden</p> <p>dabei sind 1 Drehung = 360°, d der Seildurchmesser F_{min} Mindestbruchkraft des Seiles</p>	
3.6.8.9.2.2	<p>Beim Einsatz von Wirbeln und wenn ein Seilende frei drehen kann muss beachtet werden, dass die gemessenen Bruchkräfte beim Einsatz von Wirbeln je nach Seilkonstruktion, erheblich unter den Werten der angegebenen Mindestbruchkraft liegen können. Die Mindestbruchkraft wird nach Norm mit zwei fest eingespannten Seilenden gemessen.</p> <p style="text-align: center;">Handbuch Drahtseile Bruchkraft in % bezogen auf die gemessene Bruchkraft F_m Ganzerreiversuch: Ein Seilende fest eingespannt, das andere Ende mit Wirbel (Aus Forschungsunterlagen USA)</p> <p>Bei der Konstruktionsklasse 18x7 Drehungsarm beginnt die verstärkte Drehung bei ca. 50% der Seilbelastung bezogen auf F_{min} und bei 8x19 Drehvermindert (Spin-Resistent) bei ca. 35 % wobei die 6-litzigen einlagigen Seile eine stetig zunehmende Drehung proportional zur Belastung zeigen.</p> <p>Ein Bruchkraftverlust bei Seilen mit einem freidrehenden Ende ist bei 3-litzigen Seilen (drehstabil) praktisch nicht gegeben</p>	<p>Handbuch 04- Berechnung/04/ 04-02-02B.doc 2005-02-02</p>

Bruchkraftverlust beim Einsatz von Wirbeln. Prüfung USA					
Konstruktion		Einlage	Schlagart	Bruchkraftverlust %	Bemerkung
1	3x19 Torque Ballanced	0	sZ	+0 bis +5	
2	6x19	FC	sZ	+0 bis +5	
3	6x25	IWRC	sZ	bis - 30	1)
4	6x25	IWRC	sZ	-3	
5	6x25	P-WRC	sZ	- 35	
6	6x31 Dreikant	FC	zZ	- 22	
7	6x36			- 3	
8	6x37 M Kreuzverseilung	IWRC	sZ	- 25	
9	8x19 Spin Resistent	IWRC J	sZ	- 20 bis -55	
19	8x25 Spin Resistent	IWRC J	sZ		
20	19x7 drehungsarm	WSC	sS/sZ	- 23 bis - 30	
	Paragon	FC	zZ	- 6 bis - 9	
	6x19 Swaged	IWRC	sZ	- 1	2)
1) Bruch der Einlage. Unkorrekter Einlagen-Ø, falsch abgestimmte Schlagwinkels zwischen IWRC und Seil					
2) Verdichtung des Seiles durch Hämmern (Swaging). Verzahnung der Drähte, daher kein Drehen. Achtung: geringe Zugschwillwerte.					
Ergebnis: Rückschlüsse: 3 litzige Seile Torque Ballanced zeigen keinen Bruchkraftverlust. Einlagige 6 litzige Seile, FC, Kreuzschlag zeigen geringe Bruchkraftverluste. Dies kann aber mit der Seil-Ø Reduzierung, Verzahnung zusammenhängen (Vorsicht Dauerbiege- und Zugschwellergebnisse) Einlagige 6-litzige Seile, IWRC, Kreuzschlag zeigen Bruchkraftverlust von Mind. 30%. Und mit P-WRC & Unit Lay von mind. 25-35% Spin Resistent 8x19-J-IWRC und 8x25F-J-IWRC in Kreuzschlag liegen bei 20-55% (abhängig von der Berechnung Ø-Verhältnis Einlage, Schlaglängen, Sperrungen) Rotation Resistent (18x7 & 19x7), Kreuzschlag = 20-35%. Paragon Seile (diese Seile in annähernd drehungsfrei = 6-9% Einlagige 6-litzige Seile, IWRC, Kreuzschlag, Swaged 0-1%. Verzahnung verhindert ein Drehen. (Vorsicht im Einsatz: geringe Festigkeit im Dauerschwingverhalten)					
Casar Angaben: (siehe Bild Bild 3.6.8.10) Stratolift, Kreuzschlag 25 % Bruchkraftverlust (erreicht 75 % der Mindestbruchkraft Stratolift, Gleichschlag 40 % Bruchkraftverlust (erreicht 75 % der Mindestbruchkraft					
Bei einlagigen Rundlitzenseilen (außer 3 und 4-litzigen Seilen) tritt bei freier Drehbarkeit ein erheblicher Verlust an Seilbruchkraft. Die drehungsarmen Seile, bei denen das Drehmoment der Außenlage größer ist als das der Innenlage, werden bei Belastung die Litzen stetig auf- und zgedreht. Dieses kann, besonders bei kleinen Berechnungsbeiwerten (Sicherheitsfaktoren) zur Zerstörung, Bruch des Innenseiles führen. So kann es vorkommen, dass trotzdem außen keine Schäden sichtbar feststellbar sind das Seil plötzlich reißt.					

3.6.8.10	Lebensdauer, Betriebsdauer, Biegewechselzahl, Ablegereife	2.3.6.8.7 & 8.2.1.3.4.8.5 8.2.1.3.4.8.5
	<p>Die Lebensdauer drehungsarmer Seile im Dauerbiegeversuch (fest eingespannte Seilenden) ist normalerweise geringer als die von einlagigen Rundlitzenseilen. Die Qualität der Herstellung dieser Seile hat einen großen Einfluss auf die Lebensdauer. Die Lebensdauer der geprüften Seile von verschiedenen Herstellern, zeigt eine sehr große Streubreite. Diese Seile dürfen nicht mit Wirbel eingesetzt werden. Bzw. wie nach EN 12385-3 beschrieben</p> <p>Drehungsfreie Seile guter Qualität erreichen eine höhere Lebensdauer als drehungsarme Seile (fest eingespannte Seilenden und auch freidrehende Seilenden) als drehungsarme Seile . Auch hier ist die Spanne bei den verschiedenen Konstruktionen und durch die Qualität der Herstellung sehr groß. Vorteil: Diese Seile können oder sollten mit Wirbel eingesetzt werden.</p> <p>Drehverminderte Seile der Konstruktionsklassen 8-, 9- und 10-litzig besonders wenn sie mit kunststoffumhüllter Stahleinlage (E-CWR) hergestellt eine höhere Lebensdauer als drehungsarme oder drehungsfreie Seile. Anmerkung: Es muss beachtet werden, dass es sich bei diesen Seilkonstruktionen in Wirklichkeit nicht um drehungsarme Konstruktionen handelt. Siehe: 3.6.8.4. & 3.6.8.1). Auch ist für das funktionieren dieser Seile ein ausreichend hoher Berechnungsbeiwert (Sicherheitsfaktor) erforderlich. Bei kleinen Sicherheitsbeiwerten kann die Stahleinlage zerstört werden und das Seil ohne Anzeichen von Drahtbrüchen reißen. Die Seile dürfen nicht mit Wirbel eingesetzt werden.</p> <p>Drehstabile Seile der Konstruktionsklassen 3- und 4-litzig sind in der Lebensdauer den anderen drehungsarmen meist unterlegen.</p> <p>Anmerkung: Lebensdauer ist der Begriff für die hohe der ertragenen Biegewechsel im Dauerbiegeversuch bis zum Bruch. Andere äußere Einflüsse sind hierbei nicht berücksichtigt. Die Betriebsdauer (Aufliegezeit), ist die Zeit, in der das im Einsatz ist und nach Vorschriften oder anderen Gründen abgelegt werden muss. Hier spielen die äußeren Einflüsse eine große Rolle. Berechnung der Lebensdauer nach Seil- und Anlegekriterien siehe Prof. Feyrer.</p> <p>Literatur: K. Feyrer, Fördern und Heben 47 (1997) 5. Buch : Drahtseile. Bemessung, Betrieb, Sicherheit. 2, Auflage, Springer Verlag.</p>	
3.6.8.11	Qualität von drehungsarmen -, freien Seilen	2.3.6.8.8&8.2.1.3.4. 8.6 & 8.2.1.3.4.8.6
	<p>Die Qualität dieser Seile ob drehungsfrei, drehungsarm oder drehstabil hängt u. a. davon ab ob sie drehneutral d.h. ohne Herstellungsdrall gefertigt worden sind. Im Schlaufendrehetest soll das Seil keine Tendenz zeigen, sich nach einer Seite zu drehen. Diese Eigenschaft muss über die gesamte Seillänge erhalten bleiben. Das Seilgefüge muss sehr fest sein d.h. die Litzen müssen fest im Seilverband und auf dem darunter liegenden</p>	

	<p>Innenseil aufliegen. Der Quermodul des Seiles , d. h. die Seildurchmesserreduzierung unter Last (Querkontraktion) sollte äußerst gering sein. Der wirkliche Seildurchmesser sollte den Seilnennendurchmesser (Berechnungsdurchmesser d_B) normalerweise um maximal 2 % überschreiten. Siehe hierzu Handbuch Teil 4 Berechnung..</p> <p>Es gibt aber auch Seilhersteller, die die Durchmessertoleranz zur Erreichung einer höheren Bruchkraft ausnutzen. Auch kann es nötig sein einen exakten, größeren wirklichen Seil-Ø einzusetzen z.B. bei Trommelrillen-Systemen (Lebus etc,) die aufgrund der Bemaßung der Rillen und Rillenabstände einen anderen, exakten Seil-Ø verlangen. (Lebus Oft: wirklicher Seil-Ø (d_m)+3,5 bis + 4 % bezogen auf den Seilnennendurchmesser d. Hier ist eine Abstimmung zwischen Seil- und Gerätehersteller notwendig. Siehe auch Abschnitt 3.6.8.18 Seil-Ø.</p>	
3.6.8.12	Auswahlkriterien	2.3.6.8.9&8.2.1.3.4.
3.6.8.12.1	<p>Allgemein: Es ist empfehlenswert drehungsfreie statt drehungsarme Seile einzusetzen, da bei diesen die Drehmomente der in entgegengesetzt verseilten Seilelemente so abgestimmt sind, dass sie sich ganz oder nahezu aufheben. Drehungsfreie Seile können bzw. müssen mit Wirbel arbeiten. Definition drehungsfrei siehe 3.6.8.1.2</p> <p>Werden drehungsarme Seile eingesetzt soll bzw. muss (entsprechend der jeweiligen Vorschriften) der Berechnungsbeiwert mindestens 5 betragen. Es dürfen keine Wirbel eingesetzt werden.</p> <p>Der Ablenkwinkel bei drehungsfreien, drehungsarmen Seilen darf 1,5° nicht überschreiten (siehe DIN 15020).</p> <p>Bei Ablenkwinkeln über 1° haben sich Seile mit Kunststoffummülltem Innenseil bewährt. Diese Seile sind nicht so empfindlich wie andere Seile bei denen Litzenverschiebungen, Aufdoldungen bzw. Korbbildungen entstehen können.</p> <p>Bei Anlagen, bei denen beide Seilenden fest eingespannt sind, und durch Ablenkwinkel Drallverschiebungen im Seil auftreten d. h. sich Drall z. b. zu einer Seite massiert und drehungsfreien, drehungsarmen Seile somit versagen, können eventuell 3-litzige Seile das Problem lösen (Diese Seile werden häufig in Japan, Asien, Australien eingesetzt und von dort auch z.B als Bordkranseil eingesetzt. Bei Turmdrehkränen die ein Seil sowohl zum aufrichten als auch als Hubseil arbeitet funktioniert eine 3-litzige Konstruktion auch. Zu beachten sind aber die Nachteile dieser Konstruktionen, Dauerbiegeverhalten, Ablegekriterien, Spul-, Wickelverhalten etc. In der Meeresforschung, wo sehr große freie Seillängen benötigt werden haben sich 3-litzige, Torque Balanced Seile bewährt.</p>	8.7 8.2.1.3.4.8.7

3.6.8.12.2	Drehungsarme – Drehungsfreie Seile	04-Berechnung 01/10/02- 01.doc 4.1.10-2
	Spirallitzenseile – Standardkonstruktionen 17x7, 18x7, 34x7, 36x7 nach DIN/EN Norm	
3.6.8.12.2	Entscheidungshilfe zur Auswahl der Konstruktion für die Lagerhaltung	4.1.10.2-1
	Im Grunde genommen d. h. aus Rationalisierungsgründen sollte nur eine Seilkonstruktion der Klasse 18 x7 und eine der Klasse 34x7 und nur eine Einlage gefertigt und auf Lager gehalten werden.	4.1.10-2.2.1.2
	Wahl 17x7 oder 18x7	4.1.10-2.2.1.2.1
	Die Wahl ob 17x7 oder 18x7 gefertigt wird, hängt maßgeblich von dem Kundenkreis ab. Auf Potain Cranes wird meist 17x7 eingesetzt. Hier ist zusätzlich der Durchmesser Bereich zu beachten. Die wirklichen Seildurchmesser liegen sehr nahe bei dem Seilnennendurchmesser. Siehe Vorschrift. Hierzu sollte eine Vergleichsübersicht: Vorteile – Nachteile – Marktbedarf – Kundenforderung – Kosten erstellt werden.	
	Konstruktion 17x7	4.1.10-2.2.1.2.2
	Der Gedanke, - aus Rationalisierungsgründen - nur einen Litzendurchmesser bei der Konstruktion 17x7, einzusetzen, kann aus Qualitätsgründen und oft auch durch <u>nicht</u> Erreichen der geforderten Bruchkraft, nicht realisiert werden. Eine qualitativ hochwertige Konstruktion muss mit unterschiedlichen Litzendurchmessern der 6 Innen- und der 11 Außenlitzten gefertigt werden mit einer zusätzlichen Kernlitze oder Fasereinlage., die sogar unterschiedlich in der Konstruktion, d. h. statt 7 Drähte z. B. 17 Drähte Seale oder die Kernlitze mit Fasereinlage	
	Konstruktion 18x7	4.1.10-2.2.1.2.3
	Auch die Konstruktion 18x7 muss mit zwei unterschiedlichen Litzendurchmessern – 12x7 in der Außenlage und 6x7 in der Innenlage - gefertigt werden. Andernfalls sind sowohl die Lebensdauer, das Drehverhalten und auch die wirkliche Bruchkraft nicht optimal. Natürlich ist die Konstruktion 18x7 in der Herstellung etwas aufwendiger als die Konstruktion 17x7, da u. a. eine Litze mehr gefertigt werden muss und die Drähte etwas dünner sind. Das Drehverhalten der Konstruktion 18x7 ist aber etwas günstiger, da das Innenseil etwas mehr met. Querschnitt aufweist und daher der Drehwiderstand gegenüber den Außenlitzten etwas größer ist. In Grenzbereichen kann sich dies auswirken.	

3.6.8.12.3	Seilauswahl nach Anwendungsgebieten, Seileinsatz	
	Empfehlungen der Seilhersteller für den Einsatz von Spezial-Seilkonstruktionen nach Seileinsatz	
3.6.8.12.4	<p>Schlagart und Schlagrichtung der Seile – rechtsgängig/ linksgängig - Gleichschlag/Kreuzschlag Es muss auch entschieden werden, welche Schlagarten und Schlagrichtungen das Außen- und Innenseil bekommen soll. Schlagart und Schlagrichtung von drehungsarmen, drehungsfreien Seilen Die Seile können sowohl in Kreuzschlag als auch in Gleichschlag hergestellt werden. (siehe Vorteile -Nachteile 3.6.8.3) Siehe auch Abschnitt 3.6.8.18 und 3.6.19 Schlagart und Schlagrichtung werden von der Art des Seineinsatzes bestimmt.</p>	4.1.10-2.2.1.2.1
3.6.8.12.4.1	Schlagart	
	<p>Gleichschlagseile erreichen im Dauerbiegeversuch eine längere Lebensdauer als Kreuzschlagseile, Auch ist die Bruchkraft von Gleichschlagseilen geringfügig höher. Im Einsatz haben Gleichschlagseile z. B. bei Mehrlagenwicklung auf der Trommel den Vorteil dass sich die Drähte mit den nebeneinander liegenden Seilen nicht verzahnen.</p>	
3.6.8.12.4.2	Schlagrichtung	
3.6.8.12.4.2.1	<p>In Abschnitt 3.6.8.5.1 (Prof. Feyrer) wird empfohlen bei Ablenkungen durch Rollenversatz (Zwangsdrehung der Seile) die Schlagrichtung der Seile entsprechend zu wählen: Seilverdrehen durch Ablenkwinkel zwischen den Seilrillen. Wahl der Schlagrichtung der Seile</p>	3.6.8.5.1
	<div style="display: flex; justify-content: space-around;">  </div> <p style="text-align: center;">Bild 4.b (3.6.8.5.1) Seilschrägzug (Ablenkwinkel) zwischen Seilscheiben und/oder Trommel Rechtsversatz für Rechts- und Linksversatz für linksgängiges Seil bei doppelter Umschlingung von Treibscheibenantrieben</p> <p style="text-align: center;">Bild 6.4a. Linksgängiges Seil auf rechtsgängiger und rechtsgängiges Seil auf linksgängiger Trommel</p>	
	<p>Feyrer: Wie aus Messungen von Häberle (Feyrer Abschn. 3.1.7) insbesondere Bild 3.23) zu ersehen ist, laufen Seile seitlich etwas in die Scheibenrinne ein und zwar rechtsgängige Seile nach rechts und linksgängige Seile nach links versetzt.</p>	

	<p>Um dieser Tendenz entgegenzuwirken, sollten auf linksgängige Trommeln rechtsgängige Seile und auf rechtsgängige Trommeln linksgängige Seile aufgelegt werden. Siehe Bild 6.4a. (siehe auch 3.6.1.5B1).</p> <p>Aus demselben Grund sollte bei Treibscheibenantrieben mit doppelter Umschlingung ein linksgängiges Seil von der ersten Scheibe in die um die halbe Teilung nach links verschobene Seilrille der nächsten Scheibe und entsprechend ein rechtsgängiges Seil in die nach rechts verschobene Seilrille der nächsten Scheibe geführt werden. In Bild 6.4 b ist die empfohlene Anordnung für Treibscheibenantriebe mit doppelter Umschlingung dargestellt. Die Erfahrung hat gezeigt, dass Seilschäden am ehesten bei Nichtbefolgung dieser Regel auftreten.</p> <p>Anmerkung: Bei entsprechend geschränkten Scheiben kann der Seilverlauf so gestaltet werden, dass die Seile jeweils in die Mitte der Rille der nächsten Scheibe einlaufen. Somit wird ein zwangsweises Drehen, abrutschen von der Rillenflanke, vermieden. Bei großen</p> <p>Beim Aufdrehen der Seile z. B. durch Ablenkungen (zwangsgedreht) wird das Seil je nach Schlagrichtung auf- bzw. zgedreht. Beim Aufdrehen werden im Kreuzschlagseil die Litzen zgedreht, im Gleichschlagseile drehen sich die Litzen auf wobei das Gefüge und die Drähte locker werden.</p> <p>Die Drähte heben sich in den Litzen ab, das Innenseil wird dabei zgedreht, verkürzt und kann nach Außen hervortreten.</p> <p>Wenn das Seil zu stark zudreht, kann im Seil eine korkenzieherartige Verformung entstehen und in den Litzen können die Drähte schlaufenartig heraustreten. Auch können in Kombination mit Be- und Entlastung Korbartige Verformungen auftreten. Die Art der Verformung bzw. des Schadens muss genau analysiert und dem entsprechenden Schaden zugeordnet werden. Siehe Teil 7.</p> <p>Korbartige Verformung – Abheben der Außenlitzen – Heraustreten des Innenseiles/Stahleinlage – Heraustreten von Drähten: Schlaufenartig aus den Litzen, aus der Innenlage, aus der Kernlitze. Korkenzieherartige Verformung Die Art muss in Bezug gesetzt werden zur Schlagrichtung des Seiles und zur Drehrichtung. Der Schaden ist unterschiedlich</p>	
3.6.8.12.5	<p>Schlagart und Schlagrichtung zwischen Seil und Innenseil</p> <p>Es muss auch entschieden werden, welche Schlagarten und Schlagrichtungen das Außen- und Innenseil bekommen soll.</p> <p>In den USA ist vorgeschrieben dass bei Außen Kreuzschlag das Innenseil in Gleichschlag und umgekehrt Außen Gleichschlag das Innenseil in Kreuzschlag gefertigt werden soll. Scheinbar rührt dies von der üblichen Schlagrichtung von</p>	

Stahleinlagen ab um eine Linienberührung und keine Überkreuzung der sich berührenden Drähte zu bekommen. Bei entgegengesetzt verseiltem Innenseil trifft diese Überlegung aber nicht zu.

In Großbritannien werden diese z. B. Außen in Gleichschlag und das Innenseil in Kreuzschlag gefertigt. Hierdurch ist die Bruchkraft etwas höher. Auch wird eine bessere Linienberührung zwischen den Drähten der Außenlitzen und den Drähten der Innenlitzen erreicht als bei anderen Kombinationen. Es sollte auf jeden Fall eine bildliche Darstellung der Überkreuzungen und eine Berechnung der Kreuzungswinkel gemacht werden. Durch die entgegengesetzte Schlagrichtung zwischen des Außen- und Innenseiles und die Relativbewegung gegeneinander ist diese Überkreuzung besonders zu betrachten.

Die Schlagwinkel müssen verhältnismäßig groß sein. Sie liegen bei ca. 23-25°. Der Schlagwinkel des Innenseiles sollte ca. 0,2 bis 0,5 Grad größer sein als der des Außenseiles.

Siehe hierzu Teil 4.1.10-2.2.1.2.1 und Drahtberührungen Siehe auch Abschnitt 3.6.8.18 und 3.6.19

Da nur die Schlagart und Schlagrichtung des Seiles angegeben wird, liegt es im Ermessen des Seilherstellers, die Schlagart des Innenseiles zu bestimmen. Das Innenseil kann in Kreuzschlag oder Gleichschlagschlag verseilt sein. Die Überkreuzung der Drähte der Außenlitzen mit den Außendrähten der Litzen des Innenseiles zeigt erhebliche Unterschiede. In der Tabelle 3.6.8.12.5 sind die unterschiedlichen Überkreuzungswinkel angegeben

Schlagart J Gegenschlag	Schlagwinkel Seil	Schlagwinkel Litze	Innenseil Schlagart	Schlagwinkel Innenseil	Schlagwinkel Litze Innenseil	Überschneidungs- Winkel
A1 sZ / zS	Z 25°	s +20°	I1 zS	S 25,5°	z-20,5°	50°
A2 zZ / zS	Z 25°	s +20°	I2 zS	S 25,5°	z-20,5°	≈ Linienberührung
A3 sZ / sS	Z 25°	s +20°	I3 sS	S 25,5°	s+20,5°	90°

Die Variante A1/I1 ergibt einen Überkreuzungswinkel von 50°
 Die Variante A1/I2 ergibt einen Überkreuzungswinkel von 0° d. h. ≈ **Linienberührung**
 Die Variante A3/I3 ergibt einen Überkreuzungswinkel von 91°
 Versuche der Querdruckempfindlichkeit bei Überkreuzungen ergeben deutlich niedrigere Werte bei je größer die Überkreuzung ist.

Tabelle: 3.6.8.12.5

3.6.8.13	Seilkonstruktionen in drehungsarmer, drehungsfreier und drehstabiler Ausführung und deren Bezeichnung. - Herstellerbezogen zu EN Bezeichnung				Handbuch 94-Berechnung 1.10.10.2.
	Firmenbezeichnung (Seilname) -Konstruktionsbezeichnung				2005-02-06
	Konstruktionsbezeichnung	Verdichtet	Seil Name	Hersteller	Patent
4.1.10.2.2	Drehverminderte Seile Spinn Resistent				
4.1.10.2.2-8	8 Außenlitzen				
4.1.10.2.2-9	9 Außenlitzen				
	- 9 x 1 IWRC				
4.1.10.2.2-10	10 Außenlitzen				
	- 10x 1 IWRC				
	- 10x19S-E8x7-1x19	swaged	Python 10S9K-D	VDW	
4.1.10.2.3	Spirallitenseile Mehrlagige Rundlitzen (J)				
4.1.10.2.3.1	Standard Konstruktionen				
4.1.10.2.3.1.11	11 Außenlitzen – 17x7				
	16 x 7 – 11x7/5x7-1x7	nein	R33CIS		
	17 x 7 – 11x7/6x7-1 CF	nein	DF 17	Bridon	
	17 x 7 – 11x7/6x7-1 CF	nein	Nuflex	Trefil-Europe	
	17 x 7 – 11x7/6x7-1x7	nein	17S24K	VDW	
	17 x 7 – 11x7/6x7-1x7	nein	R34xz		
	17 x 7 – 11x7/6x7-1x7	nein	Nuflex	Trefil-Europe	
	17 x 7 – 11x7/6x7-1x7	nein	Python SR		
	17 x C 7 – 11xC7/6xC7-1 CF	ja	DYF17	Bridon	
	17 x 17S – 11x17S/x17S-1x	nein			
	17 x C17S – 11xC17S/6xC17S-1x	ja			
	17 x 19S – 11x19S/6x19S-1x	nein			
	17 x C19S – 11xC19S/6xC19S-1x	ja			
4.1.10.2.3.1	Standard Konstruktionen		Seil Name	Hersteller	Patent
4.1.10.2.3.1.12	12 Außenlitzen – 18x7				
	- 18x7 – 12x7/6x7-1x7	nein	19x7	Bridon	
	- 18xC7 – 12xC7/6xC7-1x7	ja	DYF18	Bridon	
	- 18x17S – 12x17S/6x17S-1x	nein			
	- 18xC17S – 12xC17S/6xC17S-1x	ja			
	- 18x19S – 12x19S/6x19S-1x	nein			
	- 18xC19S – 12xC19S/6xC19S-1x	ja			
4.1.10.2.3.1.17	17 Außenlitzen – 34x7				
	- 34x7 - 17x7:11x7/6x7-1 CF	nein	Nuflex	Trefil Europe	
	- 34x7 – 17x7:11x7/6x7-1x	nein	17SRS	VDW	
	- 34x7 - 17x7:11x7/6x7-1x	nein	Nuflex	Trefil Europe	
	- 34x7 - 17xC7:11xC7/6xC7-1 CF	ja			
	- 34x7 - 17xC7:11xC7/6xC7-1x	ja			
	- 34x7 - 17x17:11x17/6x17-1x	nein			
	- 34x7 - 17xC17:11xC17/6xC17-1x	ja			
	- 34x7 - 17x19S:11x19S/6x19S-1x	nein			
	- 34x7 - 17xC19S:11xC19S/6xC19S-1x	ja			

4.1.10.2.3.1.18	18 Außenlitzen - 36 x 7				
	- 36x7 - 18x7:12x7/6x7-1x				
	- 36x7 - 18xC7:12xC7/6xC7-1x	ja			
	- 36x7 - 18x17:12x17/6x17-1x				
	- 36x7 - 18xC17:12xC17/6xC17-1xz	ja			
	- 36x7 - 18x19S:12x19S/6x19S-1x				
	- 36x7 - 18xC19S:12xC19S/6xC19S-1x	ja			
4.1.10.2.3.2	Parallel Verseiltes Innenseil				
4.1.10.2.3.2.12	- 12 Außenlitzen				
4.1.10.2.3.2.12:	-- 12:12P - 12x9:4x9+4x9-4x9-1x	nein	NRHD19	Trefil Europe	
4.1.10.2.3.2.14P	- 14 Außenlitzen				
	-- 14:21P - 14x5-1Alu:7x7+7x7-7x7/3x7-1x3	swaged	Phyton 405	VDW	
4.1.10.2.3.3	Drehungsfreie Konstruktionen				
	Klasse 35x7 Innenseil parallel verseilt				
4.1.10.2.3.3.15P	15 Außenlitzen				
	-15xC7:4xC7+4xC7-4xC7-1x		TK 15i	Teufelberger	
	-15x7:4x7+4x7-1x		1315	Diepa	
	-15x7:4xC7+4xC7-4xC7-1		Superfil	Teufelberger	
	-15x7:6x7+6x7-6x7-1xKern				
	-15x7:6x19F+F6x7-1xKern 1x31SW		D 1315 sZ	Diepa	
	-15xC7:6xC19F+F6xC7-1xKern 1x31SW	ja	D 1315C zZ	Diepa	
	-15x6:9x7-9x7-1x7			Diepa	
	-15xC6:9xC7-9xC7-1x7			Diepa	
	-15xC7:6x26SW-F6x7-1x31SW			Diepa	
	-15xC7:6xC7+6xC7-6xC7-1xC7		Flexpac	Redaelli	
	-15x5Alu:7x6+7x6-7x6/3x7-1x3	swaged	Python 505 Python MKS	VDW	
4.1.10.2.3.3.16P	16 Außenlitzen				
16J19W	-16x7:6x7+6x7-6x7-1xKern 26SW	Nein			
	-16x7:6x7+6x7-6x7-1xKern 7	Nein	Starlift sZ-zS z/S PC Starlift	Casar Pfeifer	
			Superflex N	Ungarn	Patent
	-16x7:6x7+6x7-6x7-1xKern 7	Nein	35 LS	Stallinor	
	-16x7:6x7+6x7-6x7-1xKern 7	Nein	Scanlift	Scanrope	
	-16x7:6x7+6x7-6x7-1xKern 7	Nein		Bridon	
	-16xC7:6xC7+6xC7-6xC7-1xKern 7	Ja	34 LRb	Bridon	
	-16xC7:6xC7+6xC7-6xC7-1xKern 7	Ja	35 LRg	Bridon	
	-16xC7:6xC7+6xC7-6xC7-1xKern	ja	34 LR	Bridon	
	-16xC7:6xC7+6xC7-6xC7-1xKern	ja	Hyflex	USHA-Martin	
	-16xC7:6xC7+6xC7-6xC7-1xKern	ja	Flexo	Verto	
	-16x7:6x7+6x7-6x7-1xKern	swaged		Scanrope	
	-16x7:6xC7+6xC7-6xC7-1xKern	ja	Eurolift zZ/sS	Casar	Patent
	-16x7:10x7+5Fx3-5x7-1xKern 7	nein	SZ 80	Seilfabrik Zwickau	
	-16x19S:6x19S+6x19S-6x19S-1x19S	nein			
	-16xC19S:6xC19S+6xC19S-6xC19S-1x19S	nein			
	-16xC7:E6xC7+6xC7-6xC7-1xKern	ja	34 LRb PL	Bridon	
	-16xC7:E6xC7+6xC7-6xC7-1xKern	ja	34 LRg PL	Bridon	
		Verdich- tet	Name	Firma	

4.1.10.2.3.3.17P	17 Außenlitzen				
17J19W	- 17x7:6x7+6x7-6x7-1x7		36 DD	Williamsport	
17J22W	- 17x7:E7x7+7x7-7x7/3x7-1x3		Python S24K	VDW	
17J6	- 17x6:6x19W-1x19W		H 235	Thyssen	
17J8F	- 17x7:4x36SW-4Fx10CF-1x		VS 35	Vornbäumen	
4.1.10.2.3.3.18P	18 Außenlitzen				
	-18xC7:6x26SW-F6x7-1x31SW			Diepa	
	-18xC7:6xC7+6xC7-6xC7-1xC7		Flexpac	Redaelli	
	-18xC7:5xC15S+5xC15S-5xC15S-1x7		Powelift	Casar	?
C18J21W	-18xC7:7xC7+7xC7-7xC7-1xC7		Powerlift sZ	Casar	
C18J21W	-18xC7:7xC7+7xC7-7xC7-1xC19S		D1918Z	Diepa	
	-18xC7:10x -5x +5x -5x -1x		2119C	Diepa	
	-18xC7:E5xC15S+5xC15S-5xC15S-1x7		Powerpalst	Casar	
	-18xC7:E5xC17S+5xC17S-5xC17S-1x7		Powerpalst	Casar	
	-18xC7:6xC7+6xC7-6xC7-1x7		1918Z	Diepa	
	-18xC7:6xC7+6xC7-6xC7-1x7		NRHD37	Trefil Europe	
	-18x7:6x7+6x7-6x7-1x7		Triflex	Siwo	
	-18x7:6x7+6x7-6x7-1x7		Iperflex	Lankhorst	
	-18x7:10x13W-F5x7-5x13W-1x7		Soloflex	Siwo	
	-18xC7:6xC7+6xC7-6xC7-1x7		Flexpac	Lankhorst	
C18J19W	-18xC7:6xC7+6xC7-6xC7-1x7				
S18J21W	-18x7:7x7+7x7-7x7-3x7		Python 410V	VDW	
4.1.10.2.3.3.20P	20 Außenlitzen				
	-20x7:12x7-F6x3-6x7-1x7		Toroflex 456	Trefil Arbed	
	-20x19S:12x19S-F6x3-6x19S-1x19S		Toroflex 456	Trefil Arbed	
4.1.10.2.4	Spezialkonstruktionen				
4.1.10.2.2.4.1	Paragon,				
	Gelis				
	CIS				
4.1.10.2.5	Verdichtete Spirallitzenseile				
4.1.10.2.6	Spirallitzenseile, Formlitzen				
4.1.10.2.6.1	Zweilagige Flachlitzenseile				
4.1.10.2.6.2	Dreilagige Flachlitzenseile				
4.1.10.2.6.2	Fishback				
4.1.10.2.7	Torque Ballanced Ropes				

3.6.8.18		Literatur		
01-Allgem/16/ 08/02.08-02-01 doc		Literatur: Seile mit Widerstand gegen Drehen, Drehverhalten		c:\ Handbuch 03-Seilarten/06 08-13doc
Nr.	Inhalt			Gebiet
1	2	Seite 1 von	4	5
01	Untersuchungen über den Einfluss von Drehverhalten und Vertikalschwingungen hochbeanspruchter Förderseile zum Vermeiden kurzfristig auftretender Versagensfälle	DMT-Seilprüfstelle Bochum, Dez. 84, Dr. Fuchs		
02	Drehmoment und Drehsteifigkeit von Drahtseilen	Feyrer, K., Schiffner G., IFT, TU Stuttgart. Draht 37-1986.		
03.01	Verdrillen der Seilstränge bei Kranen mit großen Hakenwegen	Unterberg, H.W, Wetter Ruhr. Fördern 6 Heben 29- 1979		
03.02	Wire Rope Rotational Properties and Block Spinning.	WRTB, Power Crane & shovel Committee		
04	Analyses of Wire Rope Torque,	Batelle, Phil Gibson		
04.01	Stress Analyses of Wire Rope in Tension & Torsion	Batelle. Bert,C.W., Stein R.A		
05				
06	Strain Gauge measurements at multi-strand nonspinning ropes	TH Delft, L Wiek Aug. 79		
07	Drehungsarme, drehungsfreie Seile	Teufelberger, Katalog		
08	Drehmomentmessungen an Vollverschlossenem Spiralseil 42mm	ITF Stuttgart		
09	Drehungsfreiheit an ungeführten belasteten Drahtseilen bei Hebezeugen	Franke, E		
10	Ein Beitrag über das Drehbestreben von Drahtseilen	DMT Bochum, Kanis		
11	Berechnung Drallfester Seile	Hochschulnachrichten 1962 Nr.8, Gluschko & Wolouiski		
12	Zusammenhang zwischen Torsionsmoment, Zugkraft und Verdrillung in Seilen	Kollross W. OIPEEC, Sept. 73. Berg-& Seilbahn Rundschau. Draht 26-1975		
13	Drehungsfreie Drahtseile	Franke, E. Ind. Anzeiger Essen 87 Jhrg. Jan. 1965		
14	Ursachen und Kennzeichnung von drall und Drehung bei Drahtseilen	Weber, CW, Steinbruch & Sandgrube 1964/1		
15	Der Seildrall	Baum, R. Draht Coburg Dez. 1951		
16.	Drallig, - drallarm – drallfrei – spannungsfrei - lastdrallfrei	Kintschel, P. Deutsches Seilergewerbe Nr.35 & 36, 1940		
17	Drehmomentmessung und Berechnung an Drahtseilen hochbeanspruchter Förderanlagen	Fachhochschule BWK, Diplomarbeit Balwanz, H. 8.10.75		
18	Einige Betrachtungen zum Drehverhalten von Drahtseilen	Casar. Verreet,R. Katalog Casar		
19	Ein Beitrag zur Theorie der Drehung und Spannungsverteilung bei unbelasteten Litzen und Seilen.	TU-Karlsruhe, Dissertation Dreher, F. DZ. 1933		
20	„Eigendrehungen“ bei Förderseilen mit fest eingespannten Seilenden bei Treibscheibenanlagen	Voigt, PG. Vortrag Deutsches Bergbau- museum, Bochum 1983		
21	The torsional behaviour of triangular strand ropes for drum winders. Trommelförderseile	Rebel OIPEEC, Bulletin 74, Rebel, G.		
22	Drahtseil – Bemessung, Betrieb, Sicherheit	Springer Verlag 1979		
23	Drehverhalten von drehungsarmen Seilen	Tiederle,S Studienarbeit IFT, Stuttgart 1985. Betzendörfer, R.		
24	Drehmomentmessung und Auswertung von drehungsarmen Seilen	.Bjekovic, R. Studienarbeit IFT, Stuttgart 1992		

25	Drehmomentmessung und Auswertung von drehungsarmen Seilen	Yazdani, N.M. Studienarbeit IFT, Stuttgart 1992		
26	Messung des Drehverhaltens von Spiral-Rundlitzenseilen	Briem, U., Shi, X,D. IFT, Stuttgart 1992		
27	Das Drehbestreben der Seile und ihre Drehsteifigkeit	Österreichische Ingenieur Zeitschrift 1 (1958)1 S 33-39		
28	Betriebssicherheit im Bergbau,	Forschungsbericht, Dez. 1984, Dr. D. Fuchs		
29	The torsional behaviour of triangular strand ropes for drum winders (Trommelförderseile)	OIPEEC, Bulletin 74, Rebel, G.		
30	Eigendrehungen (Drehungen der Seile auf Treibscheibenförderanlagen, Beide Seilenden fest eingespannt. Treibscheibenförderseile.	. Voigt: 1983. Bergbaumuseum Bochum, Förderseile		

00	Sachwortverzeichnis - alphabetisch	
03 8.2.3.1 & 2.3	Seilarten, Seilkonstruktionen, Klassifizierung, Ausführung der Seile	03-Seilarten/06/08
3.6.8.13	Litzenseile mit Widerstand gegen Drehen -Drehverhalten	2005-02-01

2.3.6.8 & 8.2.1.3-18& & 8.2.1.3.4.8 & 8.4.1.2.11

Siehe

drehungsarme, drehungsfreie Seile Auswahlkriterien –	3.6.8.12/2.3.6.8.9/8.2.1.3.4.8.7
drehungsarme, drehungsfreie Betriebsdauer	3.6.8.10/2.3.6.8.7 / 8.2.1.3.4.8.5
Drehen - Drehung	3.6.8.2.4
Drehkonstante	3.6.8.2.3
Drehmoment	3.6.8.2.1
Drehmoment und Drehsteifigkeit Feyrer 2.4)	3.6.8.2.0
Drehmoment und Drehsteifigkeit von Rundlitzenseilen. (Feyrer 2.4.2)	3.6.8.2.1.2
Drehmoment und Drehsteifigkeit, Drehkonstante, Drehungen	3.6.8.2/8.2.5.2.4.1 / 4.2.8
Drehstabilität der Unterflasche	3.6.8.3.2/4.2.9.1
Drehstabilität und Verdrehen der Unterflasche. Zusammenschlagen der Seile. Stabilität der Unterflasche	3.6.8.34.2.9
Verdrehen der Unterflasche. Zusammenschlagen der Seile. Stabilität der Unterflasche	3.6.8.34.2.9
Drehsteifigkeit	3.6.8.2.2
Drehung der Unterflasche	3.6.8.3.1/4.2.9.1
Drehungsarme Seile - Allgemeines	3.6.8.0 /2.3.6.8.0/
Drehungsarme, Drehungsfrei, Drehstabil - Definitionen	3.6.8.1/2.3.6.8.1 & 8.2.1.3.4.8.1
drehungsarmen -, freien Seilen Qualität von	3.6.8.11/2.3.6.8.8&8.2.1.3.4.8.6
Drehungsfaktor	3.6.8.2.6
Eigendrehungen durch Schlaglängenverschiebungen, während des Laufens	3.6.8.7/2.3.6.8.2 & 8.2.1.3.4.8.2 2.3.6.8.5
Schlaglängenverschiebungen, während des Laufens	3.6.8.7/2.3.6.8.2 & 8.2.1.3.4.8.2 2.3.6.8.5
drehungsarme, drehungsfreie - Eigenschaften, Vorteile - Nachteile	2.3.6.8.3 & 8.2.1.3.4.8.3/8.2.5.2.4/3.6.8.8
Sicherheitsfaktor, Berechnungsbeiwert - Einfluss der Belastung auf das Drehmoment, die Drehungen.	3.6.8.2.5
drehungsarme, drehungsfreie - Einsatz	3.6.8.93.6.8.9.1
Einsatz von Seilen mit Widerstand gegen Drehen	8.2.1.3.4.8.4
Widerstand gegen Drehen	8.2.1.3.4.8.4
Wirbel - Einsatz von Wirbeln – drehungsarme – drehungsfreie Seile	3.6.8.9.2/2.3.6.8.6&
Füllfaktoren nach Seilkonstruktionen	3.6.8.12.3
Verdrehen - Gewaltiges (Auflegen, Ablenkwinkel, enge Seilrillen)	3.6.8.5
Ablenkwinke	3.6.8.5
Lebensdauer, Betriebsdauer drehungsarme- drehungsfreie Seile	3.6.8.10/2.3.6.8.7 & 8.2.1.3.4.8.5
Betriebsdauer drehungsarme- drehungsfreie Seil	3.6.8.10/2.3.6.8.7 & 8.2.1.3.4.8.5
Literatur - drehungsarme- drehungsfreie Seile	3.6.8.13
Messung von Drehmoment & Drehwinkel	3.6.8.2.7

Sachwortverzeichnis alphabetisch	3.6.8.14
Schlagart und Schlagrichtung	3.6.8.12.1
Seildrehmoment aus geometrischen Daten (Feyrer 2.4.1)	3.6.8.2.1.1
Seilkonstruktionen in drehungsarmer, drehungsfreier und drehstabiler Ausführung und deren Bezeichnung. - Herstellerbezogen zu EN Bezeichnung	3.6.8.12.2
drehungsarmer, drehungsfreier und drehstabiler Seilkonstruktionen und deren Bezeichnung. - Herstellerbezogen zu EN Bezeichnung	3.6.8.12.2
Bezeichnung drehungsarmer, drehungsfreier und drehstabiler Seilkonstruktionen und deren Bezeichnung. - Herstellerbezogen zu EN	3.6.8.12.2
Seillängenänderung durch Seilverdrehung	3.6.8.4.2/8.2.8.3.4.2
Seilverdrehen durch Ablenkwinkel zwischen den Seilrillen	3.6.8.5.1
Seilverdrehen durch das Auflegen, Handhabung, Montage	3.6.8.5.3
Seilverdrehen durch enge Seilrillen	3.6.8.5.4
Seilverdrehung	3.6.8.4/8.2.8.3.4
Seilverdrehung infolge Höhenspannung (Feyrer 2.4.4)	3.6.8.4./ 8.2.8.3.4.1
Verdrehung der Hakenflasche (Feyrer 2.4.3)	3.6.8.3.3/
Verdrehwinkel	3.6.8.6
Verseilfaktoren nach Seilkonstruktionen	3.6.8.12.4