

NOTIZ 02

Projekt: Fähre Arnis
Datum: 2020-09-01
Autor: J. Wollert

Kostenübernahme des Fährseils durch die Stadt Arnis

Es liegt ein Antrag des Fährpächters auf Übernahme der Kosten für ein neues Führungsseil durch die Stadt vor.

Mit dieser Notiz nehme ich (als Stadtvertreter und Schiffbauingenieur) Stellung pro eine vollständige Übernahme der Kosten durch die Stadt Arnis.

Technischer Sachstand:

- Der für den maximalen Tiefgang der Fähre ausgelegten Seildurchmesser von $\varnothing 26\text{mm}$ nach BinSchUO ist die Ausgangslage der Betrachtungen.
- Zu einem Seildurchmesser von $\varnothing 26\text{mm}$ gehört nach DIN 15020 für die Umlenkrollen der ausreichend große Durchmesser von mindestens $18 \times \varnothing 26 = \varnothing 468\text{mm}$. Dieser errechnete Wert definiert nicht einen funktional erforderlichen Durchmesser sondern nur den untersten zulässigen Grenzwert (siehe Anlage „DIN15020 Seiltriebe“).
- Die vorhandenen Umlenkrollen von ca. $\varnothing 150\text{mm}$ entsprechen dem erforderlichen Durchmesser bei Weitem nicht.
- Konsequenz daraus ist eine herabgesetzte Lebensdauer des Drahtseils (siehe Anlage „Lebensdauer von Drahtseilen“).
- Zusätzlich bedeutet der zu kleine Durchmesser der Umlenkrollen eine erhebliche Herabsetzung der Tragkraft des Drahtseils. Das Maß dieser Herabsetzung der Tragkraft ist wegen des sehr viel zu kleinen Durchmessers außerhalb eines Bereichs, in dem seriöse Abschätzungen möglich sind.
- Ebenso ist die Beanspruchung der Umlenkrollen so extrem hoch, dass sich nach kurzer Laufzeit (siehe Bild) schon bleibende Eindrückungen (Riefen) in dem massiven Stahl zeigen.

Rechtlicher Hintergrund:

- Zitat aus dem Sachverständigen Gutachten (Zustandsbericht) von Dipl. Ing Henftling vom 2003-02-06
„Das Problem der kurzen Lebensdauer der Fährseile kann durch größere Seilrollen in den Seilführungsköpfen gelöst werden.“
- Die Stellungnahme des Landrats, Fachdienst Recht vom 2002-11-15 zum Thema „Kostenübernahme eines Motors“ gibt einen Eindruck darüber, wie kompliziert die rechtliche Einschätzung der Pflichten der beiden Parteien ist.
- Verschiedene Beschlüsse der Stadtvertretung und Empfehlungen des Finanzausschusses besagen keineswegs, dass eine Kostenübernahme des Fährseils durch die Stadt ausgeschlossen ist (siehe Beispiel im Anhang). Eine Neubewertung der Rechts- oder Beschlusslage liegt mir nicht vor.
- Die Vertragsformulierungen des Fährvertrags die setze ich als bekannt voraus.

Leistungen des Pächters:

- Der Pächter übernimmt für die Stadt kostenfrei regelmäßig die Überarbeitung und wenn erforderlich, die komplette Erneuerung der Umlenkrollen. Sowohl die Überarbeitung als auch die Komplett-Erneuerung als auch die Installation leistet der Pächter kostenfrei für die Stadt Arnis.
Die Überholung der Umlenkrollen durch Aufschweißen und Abdrehen ist eine regelmäßige Maßnahme, die in ähnlichem Rhythmus wie die Erneuerung des Seils vom Pächter geleistet wird.
- Der Pächter übernimmt kostenfrei die Installation des Fährseils.



Bild 1: zu kleiner Durchmesser der Umlenkrollen mit Riefenbildung



Bild 2: passender Durchmesser von Umlenkrollen

Schlussfolgerung:

Ich befürworte die vollständige Übernahme der Kosten des Fährseils durch die Stadt mit folgender Begründung:

- Der Mangel der fehlerhaften Abstimmung des Durchmesser der Umlenkrollen mit dem Durchmesser des Fährseils, der zu einer von jeglichem Standard abweichenden reduzierten Lebensdauer des Fährseils führt, ist nicht in der Verantwortung des Pächters. Es ist vielmehr ein Mangel, der durch technische Gutachten dokumentiert ist und von damaligen und heutigen Stadtvertretungen hingenommen worden ist.
- Der Pächter leistet mit der Kostenübernahme der regelmäßigen Überarbeitung der Umlenkrollen einen Teil der Instandhaltungsarbeiten, die in der Verantwortung der Stadt Arnis liegen.

Anlagen:

- DIN15020
- Lebensdauer von Drahtseilen
- Zustandsbericht Feb. 2003
- Stellungnahme Landrat Fachdienst Recht Nov. 2002
- Zusammenstellung (möglicherweise unvollständig) von Beschlüssen und Empfehlungen

Anhang

2. Querseilfähren (Kahnseilfähren, Seilfähren, Kettenfähren)

- 2.1 Zur Seilausrüstung von Querseilfähren gehören die Verankerung der Querseile an Land, Winden zum Spannen der Seile, Querseile, Verbindungsglieder, wie Schäkel und Ringe sowie Führungselemente an der Fähre.
- 2.2 Der Durchmesser der Führungsseile bei Querseilfähren ist nach folgender Formel zu berechnen:

$$d = 0,25 \nabla + 7,5 \quad (\text{mm})$$

wobei

∇ Wasserverdrängung der Fähre bei maximalem Tiefgang (m³)

ist.

Der Durchmesser der Führungsseile darf jedoch nicht kleiner als 10 mm sein und braucht 24 mm nicht zu überschreiten.

- 2.3 Anschlusssteile und Verbindungsglieder wie Ketten und Schäkel müssen entsprechend dem Durchmesser und der Mindestbruchkraft des Seiles ausgelegt sein.
- 2.4 Die Verankerung an Land muss entsprechend den örtlichen Gegebenheiten ausgelegt sein und so gesichert sein, dass sie nicht von unbefugten gelöst werden können.

Auszug aus BinSchUO Dienstanweisung Nr. 2

Tagesordnungspunkt 22.

**Kostenbeteiligung Schleifähre
Vorlage: 2012/248**

Beschlussvorschlag:

Der Finanzausschuss empfiehlt / die Stadtvertretung beschließt, die für die Erneuerung des Fährseiles erforderlichen Mittel in Höhe von 2.800,00 € außerplanmäßig bereit zu stellen. Im Haushalt 2013 und in den Folgejahren werden für gegebenenfalls erforderliche Erneuerungsinvestitionen Mittel in Höhe von 2.000,00 € zur Verfügung gestellt.

Beschluss:

Nach Prüfung der Verträge hat die Stadt Arnis für die Verschleißteile an der Fähre aufzukommen. Es wird beschlossen, die Kosten für das neue Seil in Höhe von 2.736,33 € außerplanmäßig bereitzustellen.

Abstimmungsergebnis:

Gesetzliche Zahl der Gremienmitglieder:	7
Zahl der anwesenden Gremienmitglieder:	6
Davon stimmberechtigt:	6
Ja-Stimmen:	6
Nein-Stimmen:	0
Stimmenthaltungen:	0
Ungültige Stimmen:	0

Empfehlung des Finanzausschusses über Mittelbewilligung für Anschaffung eines Fährseils

ENDE

Hebezeuge Grundsätze für Seiltriebe Berechnung und Ausführung	DIN 15 020 Blatt 1
--	--

Lifting appliances; basic principles for rope reeving components; computation and design

Zugleich Ersatz für DIN 15 010

Appareils de levage; principes de base pour éléments d'entraînement et de mouflage des câbles; calcul et construction

Diese Norm enthält sicherheitstechnische Festlegungen im Rahmen des Gesetzes über technische Arbeitsmittel, siehe Erläuterungen.

Diese Norm ist in Zusammenarbeit mit dem Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, Zentralstelle für Unfallverhütung, Bonn, und dem Bundesverband der landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften, Hauptstelle für landwirtschaftliche Unfallverhütung, Kassel, aufgestellt worden.

Zusammenhang mit Arbeiten der Fédération Européenne de la Manutention (FEM = Europäische Vereinigung der Fördertechnik) siehe Erläuterungen.

Inhalt

	Seite		Seite
1. Geltungsbereich	2	5.10. Verzinkung	7
2. Zweck	2	5.11. Schmierung des Drahtseiles	7
3. Begriffe	2	5.12. Längenabweichung	7
4. Berechnung des Seiltriebes	2	5.13. Kennzeichnung	7
4.1. Betriebsweise (Triebwerkgruppe)	2	5.14. Auflegen der Drahtseile	7
4.2. Berechnung des Seildurchmessers (Beiwert c)	2	6. Seilabhängungen und Seilbefestigungen	7
4.3. Berechnung der Durchmesser von Seiltrommeln, Seilrollen und Ausgleichrollen [Beiwert ($h_1 \cdot h_2$)]	4	6.1. Beschaffenheit des Seilendes	7
4.4. Bemessung der Seilrille (Verhältnis Rillenhalmesser : Seildurchmesser)	5	6.2. Zusatzbeanspruchungen im Seil	7
5. Drahtseile	5	6.3. Ausführung von Teilen	7
5.1. Nennfestigkeit der Drähte	5	6.4. Beanspruchung von Teilen	7
5.2. Drahtdurchmesser	5	6.5. Wartungsmöglichkeit	8
5.3. Litzenanzahl	5	7. Sonstige Anforderungen an Seiltriebe	8
5.4. Verseilungsart der Litzen	7	7.1. Sicherheitswindungen	8
5.5. Schlagart	7	7.2. Seitliche Ablenkung	8
5.6. Schlagrichtung	7	7.3. Ablaufsicherung	8
5.7. Drehungsfreie bzw. drehungsarme Drahtseile	7	7.4. Berührung mit festen Konstruktionsteilen	8
5.8. Spannungsarme Drahtseile	7	7.5. Erwärmung	8
5.9. Stahleinlage	7	7.6. Trommelabmessungen	8
		7.7. Schutzgehäuse für Seilrollen und Ausgleichrollen	8
		Anhang: Wirkungsgrad von Seiltrieben	9

Grundsätze für Seiltriebe, Überwachung im Gebrauch siehe DIN 15 020 Blatt 2 (Neuausgabe z. Z. noch Entwurf)
 Halte- und Anspannseile siehe DIN 15 018 Blatt 1, Entwurf Ausgabe Februar 1967, Abschnitt 8
 Anschlagseile siehe DIN 15 060

Fortsetzung Seite 2 bis 9
 Erläuterungen Seite 10 bis 12

Fachnormenausschuß Maschinenbau im Deutschen Normenausschuß (DNA)

Normen-Download-Beuth-Vertrieb GmbH, Berlin 30 und Köln
 DIN 15 020 Blatt 1 und DIN 15 010 zusammengelegt.
 Geltungsbereich auf alle Hebezeuge ausgedehnt.
 Gruppeneinteilung geändert. Berechnungswerte auf Normzahlen umgestellt und SI-Einheiten aufgenommen.
 Redaktionell überarbeitet.
 Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Genehmigung des Deutschen Normenausschusses, Berlin 30, gestattet.
 Frühere Ausgaben:
 DIN 4130: 10.40
 DIN 15 010: 10.63
 DIN 15 020 Blatt 1: 11.54

1. Geltungsbereich

Diese Norm gilt für Seiltriebe von Kranen (siehe DIN 15 001) und von Serienhebezeugen (siehe DIN 15 100) jeder Art.

Sie gilt nicht für Seiltriebe mit Treibscheibenantrieb, für Seiltriebe von Baggern, Aufzügen, Seilbahnen und Fördermaschinen sowie für Seiltriebe auf Schiffen außerhalb von Schiffskranen.

Drahtseile, die nicht auf Seiltrommeln und/oder über Seilrollen laufen (Tragseile und Abspannseile) sowie Anschlagseile werden in dieser Norm nicht behandelt.

2. Zweck

Mit dem in dieser Norm empfohlenen Verfahren zur Berechnung von Seiltrieben sollen eine ausreichende Sicherheit des Hebezeugbetriebes und eine ausreichende Aufliegezeit für die verwendeten Drahtseile erreicht werden.

3. Begriffe

Zu einem „Seiltrieb“ im Sinne dieser Norm gehören auf Seiltrommeln und/oder über Seilrollen laufende Drahtseile sowie die zugehörigen Seiltrommeln, Seilrollen und Ausgleichrollen.

Ausgleichrollen sind solche Seilrollen, über die das Drahtseil während des Betriebes im allgemeinen mit keiner größeren Strecke als dem dreifachen seines Durchmessers läuft.

Die Benennung „Greifer“ gilt in dieser Norm nur für die in DIN 15 002 definierten Lastaufnahmeeinrichtungen.

4. Berechnung des Seiltriebes

Bei der Berechnung der Seiltriebe sind die folgenden Einflüsse zu berücksichtigen, von denen die Aufliegezeit eines Drahtseiles abhängt:

1. Betriebsweise (Triebwerkgruppe)
2. Seildurchmesser (Beiwert c)
3. Durchmesser von Seiltrommeln, Seilrollen und Ausgleichrollen [Beiwert $(h_1 \cdot h_2)$]
4. Seilrillen

4.1. Betriebsweise (Triebwerkgruppe)

Die mechanischen Teile von Kranen und Serienhebezeugen, also auch die Seiltriebe, sollen entsprechend ihrer Betriebsweise in eine „Triebwerkgruppe“ nach Tabelle 1 eingestuft werden, damit sie eine ausreichend lange Benutzungsdauer (bei Drahtseilen: Aufliegezeit) erreichen. Die Einstufung erfolgt nach Laufzeitklassen, mit denen die mittlere Laufzeit des Seiltriebes, und nach Lastkollektiven, mit denen die relative Höhe der Belastung bzw. die Häufigkeit der Vollast berücksichtigt werden. Für die Einstufung in die Laufzeitklassen ist die mittlere Laufzeit je Tag, bezogen auf 1 Jahr, maßgebend.

Wenn in Sonderfällen die Aufliegezeit von Einflüssen wesentlich abhängig ist, die vorwiegend außerhalb des Seiltriebes liegen, darf der Berechnung eine der niedrigeren Triebwerkgruppen zugrunde gelegt werden, als es den zu erwartenden Betriebsbedingungen entspricht, vorausgesetzt, daß

- erfahrungsgemäß keine Unfälle verursacht werden,
- eine Sicherung gegen Überlastung vorhanden ist und
- der Seiltrieb besonders sorgfältig überwacht wird.

4.2. Berechnung des Seildurchmessers (Beiwert c)

Aus der rechnerischen Seilzugkraft S (in N) oder S' (in kp) wird der Seildurchmesser d (in mm) nach einer der folgenden Formeln bestimmt:

$$d_{\min} = c \cdot \sqrt{S} \tag{1}$$

oder

$$d_{\min} = c' \cdot \sqrt{S'} \tag{2}$$

Formel (1) ist zu bevorzugen. Die Werte des Beiwertes c 2) (in mm/ \sqrt{N}) sind für die Triebwerkgruppen in Tabelle 2 angegeben, die Werte des Beiwertes c' 2) (in mm/ \sqrt{kp}) in Tabelle 3. Sie gelten in gleicher Weise für blanke Drahtseile und für verzinkte Drahtseile.

Tabelle 1. Triebwerkgruppen nach Laufzeitklassen und Lastkollektiven 1)

Laufzeitklasse	Kurzzeichen			V ₀₀₆	V ₀₁₂	V ₀₂₅	V ₀₅	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅
	mittlere Laufzeit je Tag in h, bezogen auf 1 Jahr			bis 0,125	über 0,125 bis 0,25	über 0,25 bis 0,5	über 0,5 bis 1	über 1 bis 2	über 2 bis 4	über 4 bis 8	über 8 bis 16	über 16
Lastkollektiv	Nr	Benennung	Erklärung	Triebwerkgruppe								
	1	leicht	geringe Häufigkeit der größten Last	1E _m	1E _m	1D _m	1C _m	1B _m	1A _m	2 _m	3 _m	4 _m
	2	mittel	etwa gleiche Häufigkeit von kleinen, mittleren und größten Lasten	1E _m	1D _m	1C _m	1B _m	1A _m	2 _m	3 _m	4 _m	5 _m
3	schwer	nahezu ständig größte Lasten	1D _m	1C _m	1B _m	1A _m	2 _m	3 _m	4 _m	5 _m	5 _m	

Bei einer Dauer eines Arbeitsspielles von 12 Minuten oder mehr darf der Seiltrieb um 1 Triebwerkgruppe niedriger gegenüber der Triebwerkgruppe eingestuft werden, die aus Laufzeitklasse und Lastkollektiv ermittelt wird.

1) Diese Tabelle kann entfallen, sobald eine entsprechende, für alle Triebwerke gültige Norm aufgestellt ist.
 2) Siehe Seite 9

Tabelle 2. Beiwerte c

Triebwerk- gruppe	c in mm/ \sqrt{N} für																	
	übliche Transporte und nicht drehungsfreie Drahtseile						drehungsfreie bzw. drehungsarme Drahtseile ³⁾			gefährliche Transporte ⁴⁾ und nicht drehungsfreie Drahtseile						drehungsfreie bzw. drehungsarme Drahtseile ³⁾		
	Nennfestigkeit der Einzeldrähte in N/mm ²																	
	1570	1770	1960	2160 ⁵⁾	2450 ⁵⁾	1570	1770	1960	1570	1770	1960	1570	1770	1960				
1E _m	—	0,0670	0,0630	0,0600	0,0560	—	0,0710	0,0670	—	—	—	—	—	—				
1D _m	—	0,0710	0,0670	0,0630	0,0600	—	0,0750	0,0710	—	—	—	—	—	—				
1C _m	—	0,0750	0,0710	0,0670		—	0,0800	0,0750	—	—	—	—	—	—				
1B _m	0,0850	0,0800	0,0750	—		0,0900	0,0850	0,0800	—	—	—	—	—	—				
1A _m	0,0900	0,0850		—		0,0950		0,0900	0,0950			0,106						
2 _m	0,0950			—		0,106			0,106			0,118						
3 _m	0,106			—		0,118			0,118			—						
4 _m	0,118			—		0,132			0,132			—						
5 _m	0,132			—		0,150			0,150			—						

Bei den Triebwerksgruppen 1E_m, 1D_m und 1C_m ist durch Auflegen entsprechender Seile dafür zu sorgen, daß zusätzlich das Verhältnis der rechnerischen Seilbruchkraft zur rechnerischen Seilzugkraft nicht kleiner ist als 3,0.

3) Bei Serienhebezeugen dürfen für drehungsfreie bzw. drehungsarme Drahtseile die gleichen Beiwerte c benutzt werden wie für nicht drehungsfreie Drahtseile, wenn durch die Wahl der Seilkonstruktion eine ausreichende Aufliegezeit erreicht wird.

4) Z. B. Befördern feuerflüssiger Massen, Befördern von Reaktor-Brennelementen.
Bei Serienhebezeugen kann auf diese Einstufung verzichtet werden, wenn unter Beibehaltung von Drahtseil-, Seiltrommel- und Seilrollen-Durchmesser die Seilzugkraft auf 2/3 des Wertes für übliche Transporte herabgesetzt wird.

5) Besonders Drahtseile von 2160 und 2450 N/mm² Nennfestigkeit müssen von solcher Konstruktion sein, daß sie für den vorliegenden speziellen Anwendungsfall geeignet sind.

Tabelle 3. Beiwerte c'

Triebwerk- gruppe	c' in mm/ \sqrt{kp} für																	
	übliche Transporte und nicht drehungsfreie Drahtseile						drehungsfreie bzw. drehungsarme Drahtseile ³⁾			gefährliche Transporte ⁴⁾ und nicht drehungsfreie Drahtseile						drehungsfreie bzw. drehungsarme Drahtseile ³⁾		
	Nennfestigkeit der Einzeldrähte in kp/mm ²																	
	160	180	200	220 ⁵⁾	250 ⁵⁾	160	180	200	160	180	200	160	180	200				
1E _m	—	0,212	0,200	0,190	0,180	—	0,224	0,212	—	—	—	—	—	—				
1D _m	—	0,224	0,212	0,200	0,190	—	0,236	0,224	—	—	—	—	—	—				
1C _m	—	0,236	0,224	0,212		—	0,250	0,236	—	—	—	—	—	—				
1B _m	0,265	0,250	0,236	—		0,280	0,265	0,250	—	—	—	—	—	—				
1A _m	0,280	0,265		—		0,300		0,280	0,300			0,335						
2 _m	0,300			—		0,335			0,335			0,375						
3 _m	0,335			—		0,375			0,375			—						
4 _m	0,375			—		0,425			0,425			—						
5 _m	0,425			—		0,475			0,475			—						

Bei den Triebwerksgruppen 1E_m, 1D_m und 1C_m ist durch Auflegen entsprechender Seile dafür zu sorgen, daß zusätzlich das Verhältnis der rechnerischen Seilbruchkraft zur rechnerischen Seilzugkraft nicht kleiner ist als 3,0.

3) Bei Serienhebezeugen dürfen für drehungsfreie bzw. drehungsarme Drahtseile die gleichen Beiwerte c' benutzt werden wie für nicht drehungsfreie Drahtseile, wenn durch die Wahl der Seilkonstruktion eine ausreichende Aufliegezeit erreicht wird.

4) Z. B. Befördern feuerflüssiger Massen, Befördern von Reaktor-Brennelementen.
Bei Serienhebezeugen kann auf diese Einstufung verzichtet werden, wenn unter Beibehaltung von Drahtseil-, Seiltrommel- und Seilrollen-Durchmesser die Seilzugkraft auf 2/3 des Wertes für übliche Transporte herabgesetzt wird.

5) Besonders Drahtseile von 220 und 250 kp/mm² Nennfestigkeit müssen von solcher Konstruktion sein, daß sie für den vorliegenden speziellen Anwendungsfall geeignet sind.

Drahtseile aus Drähten von nicht genormten Nennfestigkeiten (2160 und 2450 N/mm² bzw. 220 und 250 kp/mm²) sollten nur dann angewendet werden, wenn die ausreichende Betriebssicherheit durch Versuche nachgewiesen und wenn die technischen Einzelheiten, insbesondere die Seilkonstruktion, mit dem Seilhersteller vereinbart wurden.

Die rechnerische Seilzugkraft S oder S' wird ermittelt aus der statischen Zugkraft im Drahtseil (z. B. bei Hubwerken nur aus der Last und dem Eigengewicht des Tragemittels, d. h. Hubseil und Unterflasche, bei Fahrwerken aus dem Fahr- und Steigungswiderstand) unter Berücksichtigung der Beschleunigungskräfte und des Seiltrieb-Wirkungsgrades (nach Abschnitt „Anhang“).

Nicht berücksichtigt zu werden brauchen:

- Beschleunigungskräfte bis 10 % der statischen Zugkräfte,
- Zusatzkräfte aus Seilspitzung bis zu Spreizwinkeln $\beta = 45^\circ$ (nach Bild 1) in höchster Hakenstellung (Seilzugkraft $\approx 10\%$ größer als bei parallelen Seilsträngen) und

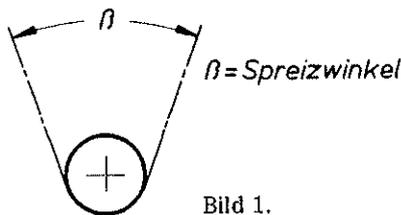


Bild 1.

bei Hubwerken Eigengewicht der Tragmittel und Wirkungsgrad des Seiltriebes, wenn der Einfluß beider zusammen nicht größer ist als 5 % der Kräfte aus der Last, bei Seiltrieben für Fahrzeugwinden eine Zugkraft-Erhöhung bis 15 % der Nennzugkraft für horizontalen Zug oder Zug auf Neigung bis 45° , sofern eine Sicherung gegen Überlastung eingebaut ist.

Bei Seiltrieben für Mehrseil-Greifer und ähnliche Lastaufnahmemittel verteilt sich die Belastung während eines

Arbeitsspieles nicht immer gleichmäßig auf Schließseil(e) und Halteseil(e). Deshalb wird die folgende Verteilung der Last auf Schließseil(e) und Halteseil(e) empfohlen:

Wenn das benutzte System kurzfristig und automatisch die gleichmäßige Verteilung der Last auf Schließseil(e) und Halteseil(e) herstellt:

Schließseil(e) und Halteseil(e) je 66 % der Last

Wenn das benutzte System die gleichmäßige Verteilung der Last auf Schließseil(e) und Halteseil(e) im Verlaufe des Hubvorganges nicht herstellt:

Schließseil(e) 100 % der Last,

Halteseil(e) 66 % der Last

4.3. Berechnung der Durchmesser von Seiltrommeln, Seilrollen und Ausgleichrollen [Beiwert ($h_1 \cdot h_2$)]

Der Durchmesser D von Seiltrommeln, Seilrollen und Ausgleichrollen, bezogen auf Mitte Drahtseil, wird aus dem nach Abschnitt 4.2 ermittelten Mindest-Seildurchmesser d_{\min} errechnet nach der Formel:

$$D_{\min} = h_1 \cdot h_2 \cdot d_{\min} \quad (3)$$

Dabei sind h_1 und h_2 einheitenlose Beiwerte. Der Faktor h_1 ist von der Triebwerkgruppe und der Seilkonstruktion abhängig und in Tabelle 4 angegeben; der Faktor h_2 ist von der Anordnung des Seiltriebes abhängig und in Tabelle 5 angegeben. Bei Einlauf-Einrichtungen für Fahrzeugwinden und Überladerollen an Langholz-Fahrzeugen dürfen diese Werte unterschritten werden, wenn dies aus Konstruktions- oder Funktionsgründen erforderlich ist.

Auf Seiltrommeln, Seilrollen und Ausgleichrollen mit den nach den Tabellen 4 und 5 errechneten Durchmessern können bei gleicher Seilzugkraft dickere Drahtseile bis zum 1,25fachen errechneten Seildurchmesser ohne Beeinträchtigung der Aufliegezeit aufgelegt werden, dabei ist der zulässige Rillenhalmesser nach Abschnitt 4.4 zu beachten. Größere Durchmesser der Seiltrommeln, Seilrollen und Ausgleichrollen vergrößern die Aufliegezeit des Drahtseiles.

Tabelle 4. Beiwerte h_1

Triebwerkgruppe	h_1 für					
	Seiltrommel und		Seilrolle und		Ausgleichrolle und	
	nicht drehungsfreie Drahtseile	drehungsfreie bzw. drehungsarme ⁶⁾ Drahtseile	nicht drehungsfreie Drahtseile	drehungsfreie bzw. drehungsarme ⁶⁾ Drahtseile	nicht drehungsfreie Drahtseile	drehungsfreie bzw. drehungsarme ⁶⁾ Drahtseile
1E _m	10	11,2	11,2	12,5	10	12,5
1D _m	11,2	12,5	12,5	14	10	12,5
1C _m	12,5	14	14	16	12,5	14
1B _m	14	16	16	18	12,5	14
1A _m	16	18	18	20	14	16
2 _m	18	20	20	22,4	14	16
3 _m	20	22,4	22,4	25	16	18
4 _m	22,4	25	25	28	16	18
5 _m	25	28	28	31,5	18	20

Seilrollen in Greifern dürfen unabhängig von der Einstufung des übrigen Seiltriebes nach Triebwerkgruppe 1B_m bemessen werden.

⁶⁾ Bei Serienhebezeugen dürfen für drehungsfreie bzw. drehungsarme Drahtseile die gleichen Beiwerte h_1 benutzt werden wie für nicht drehungsfreie Drahtseile, wenn durch die Wahl der Seilkonstruktion eine ausreichende Aufliegezeit erreicht wird.

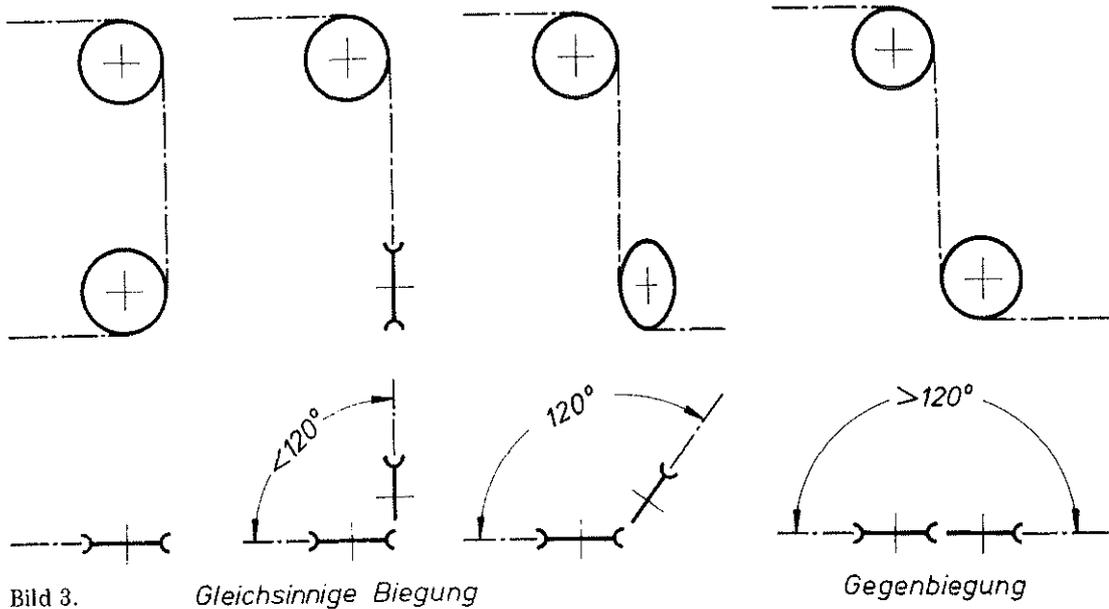


Bild 3. Gleichsinnige Biegung

Gegenbiegung

Zum Bestimmen von h_2 werden die Seiltriebe nach der Anzahl w der Biegewechsel eingeteilt, die das am ungünstigsten beanspruchte Seilstück während eines Arbeitsspiel (Heben und Senken der Last) bei einem Arbeitshub durchläuft. w wird als Summe der folgenden Einzelwerte für die Elemente des Seiltriebes eingesetzt:

- Seiltrommel $w = 1$
- Seilrolle bei gleichsinniger Biegung, $\alpha > 5^\circ$: $w = 2$
- Seilrolle bei Gegenbiegung, $\alpha > 5^\circ$: $w = 4$
- Seilrolle, $\alpha \leq 5^\circ$ (siehe Bild 2): $w = 0$
- Ausgleichrolle: $w = 0$
- Seilendbefestigung: $w = 0$

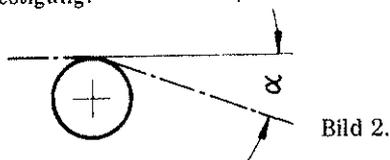


Bild 2.

Gegenbiegung ist zu berücksichtigen, wenn nach Bild 3 der Winkel zwischen den Ebenen zweier nacheinander durchlaufener Seilrollen mehr als 120° beträgt.

(Tabelle 5 siehe Seite 6)

4.4. Bemessung der Seilrillen (Verhältnis Rillenhalmmesser : Seildurchmesser)

Die Aufliegezeit eines Drahtseiles steigt mit abnehmender Pressung zwischen Drahtseil und Rillen. Es wird deshalb empfohlen, den Rillenhalmmesser r dem Nenndurchmesser d des aufgelegten Seiles möglichst gut anzupassen. Empfohlen wird als Mindestwert:

$$r = 0,525 \cdot d \quad (4).$$

Den Seil-Nenndurchmessern sind in Tabelle 6 Rillen-Nennhalmmesser zugeordnet.

Zulässige Abweichungen für den Rillenhalmmesser nach DIN 15 061 (z. Z. noch Entwurf).

5. Drahtseile

5.1. Nennfestigkeit der Drähte

Diese Norm gilt für Drahtseile aus Stahldrähten nach DIN 2078 von 1570, 1770 und 1960 N/mm² (160, 180 und 220 kp/mm²) Nennfestigkeit sowie bei üblichen Transporten für nicht drehungsfreie Drahtseile aus (noch nicht genormten) Stahldrähten von 2160 und 2450 N/mm² (220 und 250 kp/mm²) Nennfestigkeit.

Tabelle 6. Rillen-Nennhalmmesser

d Nenndurchmesser des aufgelegten Drahtseiles in mm					
r Rillen-Nennhalmmesser in mm					
d	r	d	r	d	r
3	1,6	21	11	39	21
4	2,2	22	12	40	
5	2,7	23	12,5	41	22
6	3,2	24	13	42	23
7	3,7	25	13,5	43	
8	4,2	26	14	44	24
9	4,8	27	15	45	
10	5,3	28	16	46	25
11	6	29		47	
12	6,5	30	17	48	26
13	7	31		49	
14	7,5	32	18	50	27
15	8	33		52	
16	8,5	34	19	54	29
17	9	35		56	
18	9,5	36	20	58	31
19	10	37		60	
20	10,5	38			32

5.2. Drahtdurchmesser

Sofern Drahtseile mechanischen Beschädigungen, starker äußerer Abnutzung oder starkem Korrosionsangriff ausgesetzt sind, werden mit Vorteil Seilkonstruktionen mit dicken Außendrähten verwendet.

5.3. Litzenanzahl

Drahtseile mit größerer Anzahl von Litzen (z. B. 8 Litzen) haben eine geschlossenere Oberfläche und deshalb in der Seilrille eine geringere Pressung als Drahtseile mit kleinerer Litzenanzahl (z. B. 6 Litzen).

Tabelle 5. Beiwerte h_2

Beschreibung	Anordnungsbeispiele von Seiltrieben		w	h_2 7) für	
	Anwendungsbeispiele (Trommeln sind in Doppellinien angegeben)			Seil- trommeln, Ausgleich- rollen	Seil- rollen
Drahtseil läuft auf Seiltrommel und über höchstens 2 Seilrollen mit gleichsinniger Biegung oder 1 Seilrolle mit Gegenbiegung			bis 5	1	1
Drahtseil läuft auf Seiltrommel und über höchstens 4 Seilrollen mit gleichsinniger Biegung oder 2 Seilrollen mit gleichsinniger und 1 Seilrolle mit Gegenbiegung oder 2 Seilrollen mit Gegenbiegung	<p>*)</p> <p>2 Flaschenzüge je $w=7$</p>		6 bis 9	1	1,12
Drahtseil läuft auf Seiltrommel und über mindestens 5 Seilrollen mit gleichsinniger Biegung oder 3 Seilrollen mit gleichsinniger und 1 Seilrolle mit Gegenbiegung oder 1 Seilrolle mit gleichsinniger und 2 Seilrollen mit Gegenbiegung oder 3 Seilrollen mit Gegenbiegung	<p>*)</p> <p>2 Flaschenzüge je $w=11$</p>		ab 10	1	1,25
Für Seilrollen in Serienhebezeugen und Greifern kann unabhängig von der Anordnung des Seiltriebes $h_2 = 1$ gesetzt werden.					
*) Ausgleichrolle					
7) Zuordnung von w und h_2 zu Beschreibung und Anwendungsbeispielen gilt nur, wenn ein Seilstück während eines Arbeitshubes die gesamte Anordnung des Seiltriebes durchläuft. Für die Ermittlung von h_2 brauchen nur die am ungünstigsten Seilstück auftretenden Werte w berücksichtigt zu werden.					

5.4. Verseilungsart der Litzen

Bei Drahtseilen mit Litzen in Parallelverseilung (mit gleichen Schlaglängen der Drähte in den Litzenlagen, z. B. Seale-, Warrington- oder Filler-Konstruktionen) wird die gegenseitige Pressung der Drähte kleiner als bei Drahtseilen mit gleichem Schlagwinkel der Drähte in allen Lagen der Litzen. Bei den letzteren überkreuzen sich die Drähte aufeinanderliegender Drahtlagen. Parallelschlagseile erreichen daher im allgemeinen eine größere Aufliegezeit und sind für Triebwerkgruppen mit schwerem Betrieb besser geeignet als Drahtseile aus Litzen mit gleichem Schlagwinkel in allen Drahtlagen.

5.5. Schlagart

Bei Seiltrieben werden im allgemeinen Kreuzschlagseile verwendet.

Mit Gleichschlagseilen können größere Aufliegezeiten erreicht werden. Dabei ist aber zu berücksichtigen, daß bei Belastung von Gleichschlagseilen ein größeres Drehmoment auftritt als bei Kreuzschlagseilen.

5.6. Schlagrichtung

Bei Greifern mit paarweise angeordneten Schließseilen und Halteseilen und bei anderen, ebenso aufgehängten Lastaufnahmemitteln ist jeweils die gleiche Anzahl von Drahtseilen gleicher Konstruktion in rechtsgängiger und linksgängiger Schlagrichtung zu verwenden.

Es wird empfohlen, auf Seiltrommeln mit Linkssteigung der Seilrillen Drahtseile mit rechtsgängiger Schlagrichtung der Außenlitzen aufzulegen und umgekehrt.

5.7. Drehungsfreie bzw. drehungsarme Drahtseile

Wenn die Last an einem Strang aufgehängt und nicht geführt wird, müssen drehungsfreie bzw. drehungsarme Drahtseile verwendet werden.

Bei großer Hubhöhe und nicht geführter Last sollen auch bei mehrsträngiger Aufhängung drehungsfreie bzw. drehungsarme Drahtseile verwendet werden, sofern nicht durch konstruktive Maßnahmen das Zusammendrehen der Seilstränge verhindert wird.

5.8. Spannungsarme Drahtseile

Drahtseile in spannungsarmer Verseilung haben den Vorteil, daß sie keine oder nur geringe elastische Rückwirkung der verseilten Drähte aufweisen, und daß die Drähte und Litzen beim Abschneiden nicht oder nur wenig aufspringen. Sie sind beim Auflegen leichter zu handhaben. Gleichschlagseile sollten nur in spannungsarmer Verseilung verwendet werden.

5.9. Stahleinlage

Die Berechnung nach Abschnitt 4 gilt auch für Drahtseile mit Stahleinlage.

5.10. Verzinkung

Bei Gefährdung durch Korrosion wird die Anwendung verzinkter Drahtseile empfohlen, z. B. bei Seewasser-Atmosphäre, bei Betrieb in aggressiven Medien und bei Drahtseilen, die im Freien längere Zeit aufliegen.

5.11. Schmierung des Drahtseiles

Schmierstoffe im Drahtseil vermindern die Reibung sowohl zwischen Rille und Drahtseil als auch zwischen den Drähten im Drahtseil; außerdem wird die Korrosion gemildert.

Wenn aus betrieblichen Gründen das Schmieren des Drahtseiles unterbleiben muß, ist die dadurch bedingte kürzere Aufliegezeit in Kauf zu nehmen. Die Anwendung nicht geschmierter Drahtseile ist besonders zu vereinbaren.

5.12. Längenabweichung

Bei Drahtseilen in verwendungsfertigen Längen muß die Längenabweichung vereinbart werden, empfohlen wird + 1%. Werden für ein Hubwerk oder ein Lastaufnahmemittel mehrere Drahtseile gleicher Länge benötigt, dann soll die Längenabweichung der Drahtseile untereinander nicht größer sein als 0,2%.

5.13. Kennzeichnung

Die Kennzeichnung von Drahtseilen in verwendungsfertigen Längen ist zu vereinbaren.

5.14. Auflegen der Drahtseile

Beim Abziehen des Drahtseiles von dem Haspel oder beim Abwickeln von einem Ring sowie beim Einbau in den Seiltrieb darf das Drahtseil weder auf- noch zuge-dreht werden.

Wenn das Drahtseil im entlasteten Zustand über scharfkantige Bauteile schleifen kann, dann sind diese abzudecken.

Vor Inbetriebnahme ist zu prüfen, daß das Drahtseil richtig eingesichert ist und ordnungsgemäß in den Rillen von Seiltrommeln, Seilrollen und Ausgleichrollen liegt.

6. Seilaufhängungen und Seilbefestigungen

6.1. Beschaffenheit des Seilendes

Das Seilende muß so beschaffen sein, daß dauerhaft sichergestellt ist, daß das Seilgefüge nicht locker wird (z. B. durch Abbrenn-Stumpfschweißung oder Abbinden), soweit nicht der Seilverband durch die Art der Seilbefestigung aufgelöst wird (z. B. beim Spleißen oder Vergießen).

6.2. Zusatzbeanspruchungen im Seil

Seilbiegungen und sonstige Zusatzbeanspruchungen des Drahtseiles im Bereich der Seilaufhängung sind zu vermeiden.

Die Seilaufhängung muß bei nicht drehungsfreien Drahtseilen so beschaffen sein, daß Drehungen des Drahtseiles um seine Längsachse nicht möglich sind. Bei drehungsfreien bzw. drehungsarmen Drahtseilen darf die Endbefestigung Drehungen des Drahtseiles um seine Längsachse ermöglichen.

6.3. Ausführung von Teilen

Seilaufhängungen dürfen nicht mit Rollenkauschen ausgeführt sein. Seilösen sind entweder mit Vollkauschen (Normung ist in Vorbereitung) oder mit Kauschen der Formen B oder C nach DIN 6899 zu versehen.

Werden Preßklemmen aus Aluminium-Flachovalrohren in Seilaufhängungen verwendet, dann ist für Rohlinge, Preßverbindung und Herstellung die in Vorbereitung befindliche Norm einzuhalten.

Spleißungen als Seilaufhängung sind nach DIN 83 318 mit mindestens 6 1/2 Rundstichen auszuführen. Spleiße an Drahtseilen für einsträngigen Betrieb sind „gegen die Schlagrichtung“ herzustellen; diese Spleißausführung muß bei Bestellung vereinbart werden. Damit der Spleiß überwacht werden kann, darf er nicht bekleidet werden.

6.4. Beanspruchung von Teilen

Seilaufhängungen sind so zu bemessen, daß die 2,5fache Seilzugkraft ohne bleibende Verformung aufgenommen werden kann.

Bei Verwendung eines Seilsschlusses soll das freie Seilende auch bei selbsthemmendem Seilkeil gegen Durchziehen gesichert sein. Diese Sicherung muß 10 % der Seilzugkraft

aufnehmen können. Als Sicherung dürfen keine Einrichtungen verwendet werden, durch die das freie Seilende mit dem tragenden Seilstrang kraftübertragend verbunden ist.

Die Seilbefestigung an der Seiltrommel muß so ausgebildet sein, daß bei Berücksichtigung der Reibung der auf der Seiltrommel verbleibenden Windungen (siehe Abschnitt 7.1) die 2,5fache Seilzugkraft aufgenommen werden kann. Die Reibungszahl zwischen Drahtseil und Unterlage soll mit $\mu = 0,1$ eingesetzt werden.

6.5. Wartungsmöglichkeit

Seilabhängungen sind so anzuordnen, daß sie zur Wartung gut zugänglich sind. Gegebenenfalls sind hierfür Arbeitsbühnen erforderlich.

7. Sonstige Anforderungen an Seiltriebe

7.1. Sicherheitswindungen

Bei tiefster Stellung des Tragmittels müssen vor der Endbefestigung noch mindestens zwei Seilwindungen auf der Seiltrommel liegen.

7.2. Seitliche Ablenkung

Die seitliche Ablenkung des Drahtseiles aus der Rillenebene vermindert die Aufliegezeit des Drahtseiles und ist daher möglichst klein zu halten. Es wird empfohlen, bei mehrfach eingesicherten Drahtseilen die schnellaufenden Stränge mit möglichst kleiner und die langsam laufenden mit größerer seitlicher Ablenkung auszuführen. Keinesfalls darf die seitliche Ablenkung größer sein als $1 : 15$ (4°); jedoch kann sich bereits eine seitliche Ablenkung von nur 1° im Hauptarbeitsbereich schon nachteilig auf die Aufliegezeit des Drahtseiles auswirken. Bei drehungsfreien bzw. drehungsarmen Drahtseilen wird empfohlen, die seitliche Ablenkung nicht größer als $1 : 40$ ($1,5^\circ$) auszuführen.

Die seitliche Ablenkung des Drahtseiles muß bei der konstruktiven Gestaltung der Form von Seilrillen berücksichtigt werden.

7.3. Ablaufsicherung

Durch geeignete konstruktive Maßnahmen muß sichergestellt sein, daß das auf- und ablaufende Drahtseil auch bei Schlauffseil nicht von der Seiltrommel oder den Seilrollen seitlich ablaufen kann.

Wird die Seiltrommel zu diesem Zweck mit Bordscheiben versehen, so muß deren Überstand über die äußerste Seillage mindestens gleich dem 1,5fachen Seildurchmesser sein.

Bei Seilrollen wird empfohlen, daß der Abstand zwischen dem Seilrollen-Außendurchmesser und einem um sie herumgreifenden Bügel oder Schutzgehäuse nicht größer ist als $1/3$ des Seildurchmessers oder 10 mm, wobei der kleinere Wert maßgebend ist.

7.4. Berührung mit festen Konstruktionsteilen

Sofern das Drahtseil feste Konstruktionsteile berühren kann (z. B. beim Lastpendeln), dürfen diese Konstruktionsteile im Berührungsbereich keine scharfen Kanten haben. Eine ausreichende Rundung kann z. B. durch Anschweißen eines Rundstahles hergestellt werden. Das bewegte Seil darf nicht über feste Konstruktionsteile gleiten.

7.5. Erwärmung

Alle Teile des Seiltriebes sind erforderlichenfalls gegen Hitzestrahlung zu schützen.

7.6. Trommelabmessungen

Seiltrommeln sind so zu bemessen, daß unter Berücksichtigung der Seillängen- und Seildurchmesser-Toleranz sowie der Art der Seilwicklung auf der Seiltrommel (ungeregelt oder geregelt) bei höchster Stellung des Tragmittels nicht mehr Seillagen aufgewickelt werden als vorgesehen sind.

7.7. Schutzgehäuse für Seilrollen und Ausgleichrollen

Werden für Seilrollen von Tragmitteln Schutzgehäuse vorgesehen (z. B. in Unterflaschen), dann müssen in deren unterem Bereich ausreichend große Öffnungen vorhanden sein, durch die Schmutz und Wasser hinaustreten oder entfernt werden können.

Anhang

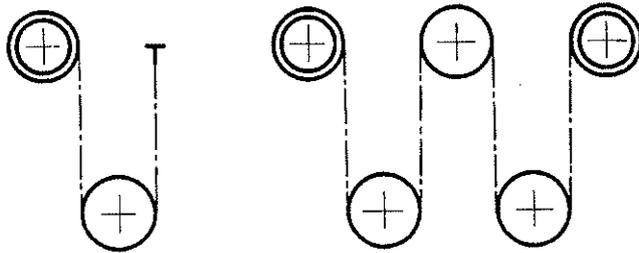
Wirkungsgrad von Seiltrieben

Zur Berechnung der Seilzugkraft nach Abschnitt 4.2 wird der Wirkungsgrad eines Seiltriebes ermittelt nach der Formel:

$$\eta_S = (\eta_R)^i \cdot \eta_F = (\eta_R)^i \cdot \frac{1}{n} \cdot \frac{1 - (\eta_R)^n}{1 - \eta_R} \quad (5)$$

Dabei bedeuten:

- i* Anzahl der festen Seilrollen zwischen Seiltrommel und Flaschenzug bzw. Last (z. B. bei Hubwerken von Auslegerkränen)
- n* Anzahl der Seilstränge in e i n e m Flaschenzug. E i n Flaschenzug ist die Gesamtheit aller Seilstränge und Seilrollen für e i n auf eine Seiltrommel auflaufendes Seil (siehe Bild 4).



Flaschenzug
2strängig

n = 2

Zwillingsrollenzug
4strängig, bestehend aus
2 Flaschenzügen je 2strängig
 $2 \times (n = 2)$

Bild 4.

η_F Wirkungsgrad des Flaschenzuges,

$$\eta_F = \frac{1}{n} \cdot \frac{1 - (\eta_R)^n}{1 - \eta_R} \quad (6)$$

η_R Wirkungsgrad e i n e r Seilrolle

η_S Wirkungsgrad des Seiltriebes

Der Wirkungsgrad einer Seilrolle ist außer von der Art ihrer Lagerung (Gleitlagerung oder Wälzlagerung) auch vom Verhältnis Seilrollendurchmesser : Seildurchmesser (*D* : *d*), von der Seilkonstruktion und der Seilschmierung abhängig. Sofern keine genaueren Werte durch Versuche nachgewiesen sind, soll gerechnet werden

bei Gleitlagerung mit $\eta_R = 0,96$

bei Wälzlagerung mit $\eta_R = 0,98$

Mit diesen Werten sind die Wirkungsgrade nach Tabelle 7 errechnet.

Für Ausgleichrollen braucht kein Wirkungsgrad berücksichtigt zu werden.

Tabelle 7. Wirkungsgrad von Flaschenzügen

<i>n</i>		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
η_F	Gleitlagerung	0,98	0,96	0,94	0,92	0,91	0,89	0,87	0,85	0,84	0,82	0,81	0,79	0,78
	Wälzlagerung	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95	0,94	0,93	0,92	0,91	0,91	0,90	0,89	0,88

2) Zwischen den Faktoren besteht der folgende Zusammenhang:

Das Verhältnis der Bruchkraft des Drahtseiles zur Seilzugkraft wird durch die Sicherheitskennzahl *v* wiedergegeben:

$$v = \frac{F}{S} = \frac{k \cdot q_m \cdot \sigma_z}{S} = \frac{k \cdot f \cdot \frac{\pi}{4} d^2 \cdot \sigma_z}{S}$$

Daraus folgen $d = \sqrt{\frac{v \cdot S}{k \cdot f \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \sigma_z}} = c \cdot \sqrt{S}$ und

$$c = \sqrt{\frac{v}{k \cdot f \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \sigma_z}}$$

oder $d = \sqrt{\frac{v \cdot S'}{k \cdot f \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \sigma_z'}} = c' \cdot \sqrt{S'}$ und

$$c' = \sqrt{\frac{v}{k \cdot f \cdot \frac{\pi}{4} \cdot \sigma_z'}}$$

Hierin sind:

- f* der Füllfaktor
- k* der Verseilfaktor } (siehe DIN 3051)
- q_m* der metallische Querschnitt des Drahtseiles in mm²
- F* die Bruchkraft des Drahtseiles in N, und zwar
 - für *k* = 1 die rechnerische Bruchkraft,
 - für *k* < 1 die Mindestbruchkraft
- σ_z die Nennfestigkeit des Einzeldrahtes in N/mm²
- σ_z' die Nennfestigkeit des Einzeldrahtes in kp/mm²

Erläuterungen

Die vorliegende Fassung basiert auf den Erfahrungen, die mit DIN 15 020 Blatt 1, Ausgabe November 1954, und DIN 15 010, Ausgabe Oktober 1963, in vieljähriger Anwendung gesammelt wurden. Darüber hinaus berücksichtigt sie die Vereinbarungen, die von der Fédération Européenne de la Manutention (FEM — Europäische Vereinigung der Fördertechnik) in ihren Sektionen I — Schwere Krane und Hebezeuge — und IX — Serienhebezeuge — erarbeitet wurden. Sie gibt ferner in leichterer Form als die bisherige Fassung die Möglichkeit, einen Seiltrieb nur durch Änderung der Tragfähigkeit für unterschiedliche Betriebsbedingungen zu benutzen. Außerdem wurden leichtere Betriebsbedingungen zugefügt, damit die Norm auch für Serienhebezeuge benutzt werden kann, die unter sehr leichten Betriebsbedingungen arbeiten oder für die eine kurze Seilauftriegszeit aus betrieblichen Gründen in Kauf genommen wird.

Die Norm enthält eine Vielzahl sicherheitstechnischer Festlegungen, vor allem durch die Angaben in den Abschnitten 4, 6 und 7. Das Blatt wurde in enger Zusammenarbeit mit den zuständigen Fachausschüssen beim Hauptverband der Gewerblichen Berufsgenossenschaften und mit dem Bundesverband der Landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaften erarbeitet, wobei der letztere an Zugwinden für leichten Betrieb besonders interessiert ist.

Zu einzelnen Abschnitten der Norm werden zusätzliche Erläuterungen wie folgt gegeben:

Zu Abschnitt 1

Durch die Neuformulierung des Geltungsbereiches gilt diese Norm nun als Bemessungsregel für Seiltriebe jeder Art von Hebezeugen, soweit nicht ein Treibscheibenantrieb benutzt wird oder besondere Vorschriften (z. B. bei Aufzügen, Seilbahnen und Fördermaschinen) oder Sonderbedingungen (z. B. bei Seiltrieben auf Schiffen außerhalb von Schiffskranen) zu beachten sind.

Zu Abschnitt 4.1

Auf der Basis der von den FEM-Sektionen I und IX erarbeiteten Vereinbarungen soll eine Norm über Berechnungsgrundsätze für Krantriebwerke erarbeitet werden, die dann eine logische Ergänzung zu DIN 15 018 Blatt 1 — Krane, Grundsätze für Stahltragwerke, Berechnung — darstellt. Die jetzige Tabelle 1 der Norm wird dann in diese neue Norm übernommen und in DIN 15 020 Blatt 1 nur noch ein Hinweis aufgenommen werden. Die in Vorbereitung befindliche Norm soll auch ausführliche Angaben und Erläuterungen über die Anwendung dieser Tabelle enthalten. Bis zum Vorliegen dieser Norm wird deshalb hier der entsprechende Teil aus den von der FEM-Sektion IX erarbeiteten Empfehlungen wie folgt zitiert:

„Belastungskollektiv

Das Belastungskollektiv gibt an, in welchem Maße ein Triebwerk oder ein Teil davon seiner Höchstbeanspruchung oder nur kleineren Beanspruchungen ausgesetzt ist. Für die genaue Gruppeneinstufung ist der auf die Tragfähigkeit bezogene kubische Mittelwert k erforderlich. Er wird errechnet nach folgender Formel:

$$k = \sqrt[3]{(\beta_1 + \gamma)^3 \cdot t_1 + (\beta_2 + \gamma)^3 \cdot t_2 + \dots + \gamma^3 \cdot t_\Delta}$$

Es bedeuten:

$$\beta = \frac{\text{Nutz- oder Teillast}}{\text{Tragfähigkeit}}$$

$$\gamma = \frac{\text{Gewicht von Lastaufnahmemittel und Anschlagmittel}}{\text{Tragfähigkeit}}$$

$$t = \frac{\text{Laufzeit mit Nutz- oder Teillast plus Gewicht von Lastaufnahmemittel und Anschlagmittel}}{\text{Gesamtlaufzeit}}$$

$$t_\Delta = \frac{\text{Laufzeit nur mit Gewicht von Lastaufnahmemittel und Anschlagmittel}}{\text{Gesamtlaufzeit}}$$

Man unterscheidet 3 Belastungskollektive, die durch die Begriffsbestimmungen und durch die Bereiche der kubischen Mittelwerte k der Tabelle 8 gekennzeichnet sind.

Tabelle 8. Belastungskollektiv

Belastungskollektiv	Begriffsbestimmungen	kubischer Mittelwert k
1 leicht	Triebwerke oder Teile davon, die ausnahmsweise der Höchstbeanspruchung und laufend weit geringeren Beanspruchungen unterzogen werden	$k < 0,53$
2 mittel	Triebwerke oder Teile davon, die ungefähr während gleicher Zeitfristen schwachen, mittleren und höchsten Beanspruchungen unterzogen werden	$0,53 < k < 0,67$
3 schwer	Triebwerke oder Teile davon, die hauptsächlich Beanspruchungen in der Nähe der Höchstbeanspruchung unterzogen werden	$0,67 < k < 0,85$

In der Formel für den kubischen Mittelwert k wird das Gewicht des Tragmittels vernachlässigt. Dies ist zulässig, wenn

$$\frac{\text{Gewicht des Tragmittels}}{\text{Tragfähigkeit}} \leq 0,05$$

Ansonsten ist nach folgender Formel zu rechnen:

$$k = \delta \cdot \sqrt[3]{(\beta_1 + \gamma + \alpha)^3 \cdot t_1 + (\beta_2 + \gamma + \alpha)^3 \cdot t_2 + \dots + (\gamma + \alpha)^3 \cdot t_\Delta}$$

mit den Bezeichnungen

$$\alpha = \frac{\text{Gewicht des Tragmittels}}{\text{Tragfähigkeit}}$$

$$\delta = \frac{\text{Tragfähigkeit}}{\text{Tragfähigkeit plus Gewicht des Tragmittels}}$$

1. Begriffe

(siehe DIN 15 003)

2. Erläuterungen zu den Belastungskollektiven

Die in Tabelle 8 angegebenen Grenzwerte für die kubischen Mittelwerte k lassen sich aus folgenden ideellen Belastungskollektiven errechnen (vergl. Bild 5):

Belastungskollektiv 1

$1/10$ der Laufzeit mit Tragfähigkeit = Gewicht von Lastaufnahmemittel und Anschlagmittel + $1/1$ Nutzlast

$$t_1 = 0,1$$

$$\beta_1 = 1 - \gamma = 0,84$$

4/10 der Laufzeit mit Gewicht von Lastaufnahmemittel und Anschlagmittel + 1/3 Nutzlast

$$t_2 = 0,4 \quad \beta_2 = (1 - \gamma)/3 = 0,28$$

5/10 der Laufzeit nur mit Gewicht von Lastaufnahmemittel und Anschlagmittel

$$t_{\Delta} = 0,5 \quad \gamma = 0,16$$

Belastungskollektiv 2

1/6 der Laufzeit mit Tragfähigkeit = Gewicht von Lastaufnahmemittel und Anschlagmittel + 1/1 Nutzlast

$$t_1 = 1/6 \quad \beta_1 = 1 - \gamma = 0,68$$

1/6 der Laufzeit mit Gewicht von Lastaufnahmemittel und Anschlagmittel + 2/3 Nutzlast

$$t_2 = 1/6 \quad \beta_2 = 2 \cdot (1 - \gamma)/3 = 0,453$$

1/6 der Laufzeit mit Gewicht von Lastaufnahmemittel und Anschlagmittel + 1/3 Nutzlast

$$t_3 = 1/6 \quad \beta_3 = (1 - \gamma)/3 = 0,227$$

3/6 der Laufzeit nur mit Gewicht von Lastaufnahmemittel und Anschlagmittel

$$t_{\Delta} = 0,5 \quad \gamma = 0,32$$

Belastungskollektiv 3

1/2 der Laufzeit mit Tragfähigkeit = Gewicht von Lastaufnahmemittel und Anschlagmittel + 1/1 Nutzlast

$$t_1 = 0,5 \quad \beta_1 = 1 - \gamma = 0,37$$

1/2 der Laufzeit nur mit Gewicht von Lastaufnahmemittel und Anschlagmittel

$$t_{\Delta} = 0,5 \quad \gamma = 0,63$$

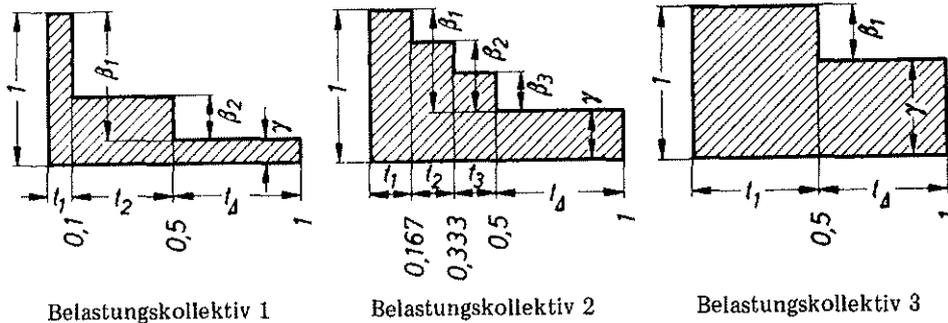


Bild 5. Belastungskollektive nach FEM-Sektion IX

Diese ideellen Belastungskollektive haben folgende kubische Mittelwerte:

$$k_1 = \sqrt[3]{(0,84 + 0,16)^3 \cdot 0,1 + (0,28 + 0,16)^3 \cdot 0,4 + 0,16^3 \cdot 0,5} = 0,514 \approx 0,53$$

$$k_2 = \sqrt[3]{(0,68 + 0,32)^3 \cdot 0,167 + (0,453 + 0,32)^3 \cdot 0,167 + (0,227 + 0,32)^3 \cdot 0,167 + 0,32^3 \cdot 0,5} = 0,660 \approx 0,67$$

$$k_3 = \sqrt[3]{(0,37 + 0,63)^3 \cdot 0,5 + 0,63^3 \cdot 0,5} = 0,855 \approx 0,85$$

Diese auf Normzahlen gerundeten kubischen Mittelwerte haben den Stufensprung 1,25 und folgen damit den Gesetzmäßigkeiten der Gruppeneinstufung.

3. Einstufung der Triebwerke

Mit Hilfe der Laufzeitklassen und der Belastungskollektive werden die Triebwerke in 6 Gruppen eingestuft: I_b; I_a; II; III; IV und V, die der Tabelle 9 entsprechen.

Die Einstufung der Triebwerke in Gruppen gemäß Tabelle 9 ermöglicht, daß sich für alle Belastungskollektive und mittleren Laufzeiten je Tag eine gleiche Lebenserwartung in Jahren ergibt. Vorausgesetzt ist dabei, daß die Lebensdauer der einzelnen Bauelemente von der dritten Potenz der Belastung abhängt.

Die Verdoppelung der mittleren Laufzeiten je Tag in den Laufzeitklassen wird erreicht:

- innerhalb einer Gruppe durch Übergang in ein tieferes Belastungskollektiv (Stufensprung 1,25) wegen $1,25^3 = 2$
- innerhalb eines Belastungskollektivs durch Übergang in eine höhere Gruppe bei Tragfähigkeitsminderung um den Faktor 1,25 wegen $1,25^3 = 2$.

Tabelle 9. Gruppeneinstufung der Triebwerke

Belastungskollektiv	Laufzeitklasse						
	V _{0,25}	V _{0,5}	V ₁	V ₂	V ₃	V ₄	V ₅
	mittlere Laufzeit je Tag in Stunden						
kubischer Mittelwert k	≤ 0,5	≤ 1	≤ 2	≤ 4	≤ 8	≤ 16	> 16
1	k ≤ 0,53		I _b	I _a	II	III	IV
2	0,53 < k ≤ 0,67	I _b	I _a	II	III	IV	V
3	0,67 < k ≤ 0,85	I _b	I _a	II	III	IV	V

Beispiel zur Gruppeneinstufung:

Ein Elektrozug für 2000 kg Tragfähigkeit, mit einem Lasthebemagneten ausgerüstet, läuft ohne Pausen 4 Stunden täglich — entsprechend der Laufzeitklasse V_2 nach Tabelle 9. Bei einem Gewicht des Anschlagmittels von 1000 kg (Gewicht des Magnetes und Kettengehänges) ergibt sich folgendes Belastungskollektiv:

40 % der Laufzeit mit Gewicht des Anschlagmittels — 1000 kg — und 500 kg Schrott

$$t_1 = 0,4 \quad \beta_1 = 500/2000 = 0,25 \quad \gamma = 1000/2000 = 0,5$$

10 % der Laufzeit mit Gewicht des Anschlagmittels — 1000 kg — und 240 kg Stahlspäne

$$t_2 = 0,1 \quad \beta_2 = 240/2000 = 0,12 \quad \gamma = 1000/2000 = 0,5$$

50 % der Laufzeit mit Gewicht des Anschlagmittels — 1000 kg —

$$t_{\Delta} = 0,5 \quad \gamma = 1000/2000 = 0,5$$

Der kubische Mittelwert beträgt

$$k = \sqrt[3]{(\beta_1 + \gamma)^3 \cdot t_1 + (\beta_2 + \gamma)^3 \cdot t_2 + \gamma^3 \cdot t_{\Delta}} =$$

$$= \sqrt[3]{(0,25 + 0,5)^3 \cdot 0,4 + (0,12 + 0,5)^3 \cdot 0,1 + 0,5^3 \cdot 0,5} =$$

$$= 0,634$$

Entsprechend den in Tabelle 8 und 9 angegebenen k -Bereichen liegt Belastungskollektiv 2 (mittel) vor. Mit der Laufzeit V_2 folgt aus Tabelle 9 die Gruppe II. Der eingesetzte Elektrozug muß bei 2000 kg Tragfähigkeit mindestens den Bedingungen der Triebwerkgruppe II entsprechen.“ Ende des Zitates

Zu den im letzten Absatz erwähnten Sonderfällen gehören z. B. Fahrzeugwinden (in DIN 15 100, Ausgabe Februar 1967, Abschnitt 7.3 definiert), Rückewinden für den Forstbetrieb und Seilzüge für die Bearbeitung von Reb-anlagen. In diesen Fällen muß das Seil möglichst leicht ausgeführt werden, damit es von einem Mann auch über längere Strecken ausgetragen werden kann. Daher werden für die Seiltriebe dieser Hebezeuge Seile in Sonderkonstruktion mit großen Nennfestigkeiten der Einzeldrähte (2160 und 2450 N/mm² bzw. 200 und 250 kp/mm²) benutzt. Die Auftriegezeit wird in diesen Fällen im wesentlichen durch die pflegliche Behandlung beim Ausziehen und die Sorgfalt bei der Arbeit bestimmt.

Zu Abschnitt 4.2.

Die Triebwerkgruppen $1C_m$, $1D_m$ und $1E_m$ werden vor allem für Winden mit besonderen Betriebsbedingungen — z. B. Fahrzeugwinden — und Winden für sehr leichten Betrieb benutzt. Da Seile hoher Nennfestigkeit bevorzugt bei Fahrzeugwinden benutzt werden, sind die Beiwerte c bzw. c' für diese Seile nur in den entsprechenden Triebwerkgruppen angegeben. Erfahrungsgemäß ist bei diesen Betriebsbedingungen und ganz besonders bei den erwähnten hohen Nennfestigkeiten der Einzeldrähte die Seilkonstruktion von entscheidender Bedeutung. Auf diese Zusammenhänge ist in der Fußnote 5) daher nochmals hingewiesen. In der zu diesem Abschnitt gehörenden Fußnote 2 ist die Entstehung des Beiwertes c bzw. c' erläutert. Einige dieser Beiwerte gelten für mehrere Nennfestigkeiten der Einzeldrähte, woraus hervorgeht, daß sie auf der Basis der jeweils niedrigsten für sie anwendbaren Nennfestigkeit und einem Füllfaktor $f = 0,46$ ermittelt wurden.

Zu Abschnitt 5.

Mit diesem Abschnitt werden eine Reihe von Einflüssen berücksichtigt, die die Auftriegezeit des Drahtseiles zum Teil erheblich beeinflussen, die aber zahlenwertmäßig nicht erfaßt werden können.

Zu Abschnitt 6.

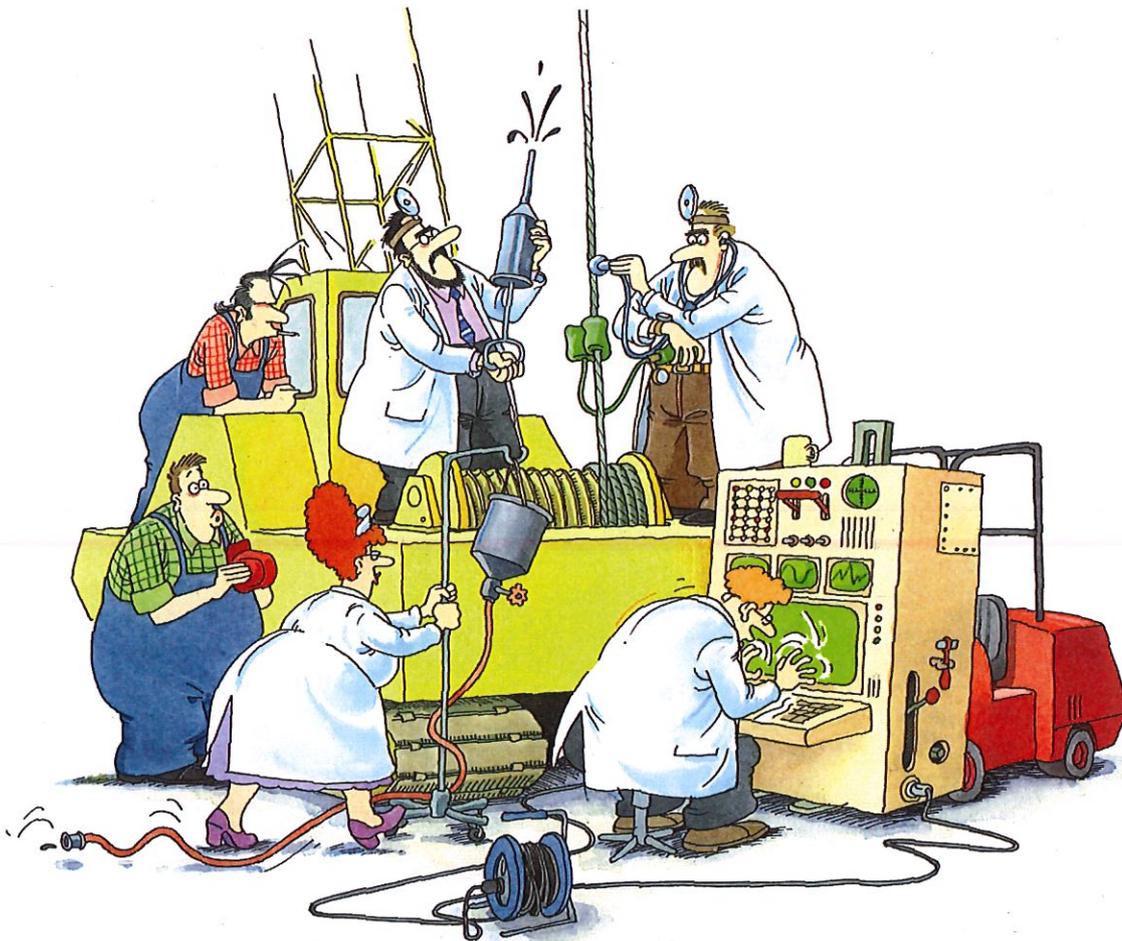
Angaben über Seilendbefestigungen und über die für sie geltenden technischen Anforderungen wurden neu in die Norm aufgenommen. Ihre Beachtung dient vor allem sicherheitstechnischen Bedingungen.

Zu Abschnitt 7.

Dieser Abschnitt enthält eine Reihe von Angaben, die bei der Ausführung von Seiltrieben zu beachten sind und die in anderen Abschnitten nicht untergebracht werden können. Sie haben großenteils sicherheitstechnischen Inhalt und dienen vor allem der Verlängerung der Auftriegezeit von Drahtseilen, entweder direkt oder indirekt durch Erleichterung von Wartungsarbeiten.

CASAR[®]

SPEZIALDRAHTSEILE



**Die Berechnung der Lebensdauer
von laufenden Drahtseilen**

Die Berechnung der Lebensdauer von laufenden Drahtseilen

von Dipl.- Ing. Roland Verreet

1. Einleitung	Seite	2
2. Die Berechnung der Anzahl der ertragbaren Biegewechsel	Seite	3
3. Die Definition eines Biegewechsels	Seite	5
4. Die Definition eines Gegenbiegewechsels	Seite	5
5. Die Lebensdauerprognosen	Seite	6
6. Der optimale Seilnenndurchmesser	Seite	8
7. Der wirtschaftlichste Seilnenndurchmesser	Seite	10
8. Der Einfluß des Lastkollektivs	Seite	10
9. Die Gewichtung des Gegenbiegewechsels	Seite	15
10. Vergleich der Drahtseillebensdauern von 4 Hubwerken	Seite	18
11. Die Ermittlung der höchstbeanspruchten Seilzone	Seite	22
12. Die Palmgren- Miner- Regel	Seite	24
13. Einflußfaktoren, die nicht berücksichtigt werden	Seite	26
14. Die Optimierung eines Seiltriebes	Seite	30
15. Schlußbemerkung	Seite	31

1. Einleitung

Während andere Maschinenelemente dauerhaft ausgelegt werden können, arbeiten laufende Drahtseile immer im Bereich der Zeitstandfestigkeit. Laufende Drahtseile haben immer eine begrenzte Lebensdauer und müssen daher während des Betriebes in regelmäßigen Abständen überwacht werden, damit sie rechtzeitig vor ihrem Versagen abgelegt werden können.

Konstrukteure von Kranen möchten jedoch möglichst bereits im Projektstadium die Lebensdauer der Drahtseile abschätzen können, um möglicherweise noch Verbesserungen am Seiltrieb vornehmen zu können. Daher führt Casar bereits seit vielen Jahren Berechnungen zur Prognose von Drahtseillebensdauern für seine Kunden durch. Die vorliegende Broschüre soll detailliertes Hintergrundwissen zur Berechnungsmethode liefern und die Möglichkeiten und Grenzen des Prognoseverfahrens aufzeigen.

2. Die Berechnung der Anzahl der ertragbaren Biegewechsel

Bereits der Erfinder des Drahtseiles, Oberbergrat Albert aus Clausthal-Zellerfeld, führte Ermüdungsversuche an Drahtseilen durch, um Unterschiede in den Lebensdauern verschiedener Seilmacharten zu ermitteln und Prognosen für die zu erwartenden Drahtseillebensdauern erstellen zu können.

Drahtseilforscher wie Benoit, Wörnle oder Müller haben in der Folge eine Vielzahl von Dauerbiegeversuchen an Drahtseilen durchgeführt und den Einfluß der wesentlichen Einflußfaktoren auf die Drahtseillebensdauer untersucht. Prof. Feyrer von der Universität Stuttgart hat die Erkenntnisse in einer Formel zusammengefaßt, die es erlaubt, die Lebensdauer von Drahtseilen in Seiltrieben mit hinreichender Genauigkeit zu prognostizieren. Die Feyrer-Formel hat folgende Form:

$$\lg N = b_0 + (b_1 + b_4 \cdot \lg \frac{D}{d}) \cdot \left(\lg \frac{S \cdot d_0^2}{d^2 S_0} - 0.4 \cdot \lg \frac{R_0}{1770} \right) + b_2 \cdot \lg \frac{D}{d} + b_3 \cdot \lg \frac{d}{d_0} + \frac{1}{b_5 + \lg \frac{l}{d}}$$

In dieser Formel sind

- N die Biegewechselzahl,
- d der Seilnenn Durchmesser,
- D der Scheibendurchmesser,
- S die Seilzugkraft,
- l die Länge der höchstbeanspruchten Seilzone und
- R₀ die Drahtnennfestigkeit.

S₀ und d₀ sind die Einheitszugkraft und der Einheitsdurchmesser, die die Brüche dimensionslos machen. Die Faktoren b₀ bis b₅ sind seilspezifische Parameter, die in einer großen Zahl von Dauerbiegeversuchen für jede einzelne Seilkonstruktion getrennt ermittelt werden müssen.

Casar führt bereits seit vielen Jahren Dauerbiegeversuche auf mehreren hauseigenen Prüfständen durch, um diese Parameter für die Casar Spezialdrahtseile zu ermitteln. Mit jedem neuen Versuch wächst die Zahl der Daten, auf die sich die Lebensdauerprognosen abstützen.

2.1 Die mittlere Biegewechselzahl \tilde{N}

Mit Hilfe statistischer Verfahren ist es möglich, die Faktoren b_0 bis b_5 für verschiedene Sicherheiten der Vorhersagen zu ermitteln. Die üblicherweise angegebene mittlere Biegewechselzahl \tilde{N} ist beispielsweise die Biegewechselzahl, die unter den vorgegebenen Bedingungen im Versuch als Mittelwert aller Ergebnisse einer bestimmten Drahtseilkonstruktion erreicht werden würde.

Die mittlere Biegewechselzahl \tilde{N} ist in der Regel der Wert, den der Konstrukteur oder Betreiber eines Kranes wissen möchte. Ihn interessiert, welche Biegewechselzahl er im Mittel erreichen wird. Hierbei muß er jedoch berücksichtigen, daß der Mittelwert ja auch bedeutet, daß bei einer genügend großen Zahl von Versuchen die Hälfte aller Drahtseile diesen Wert überschreiten wird, während die andere Hälfte diesen Wert nicht erreichen wird.

Hieraus leitet sich natürlich ab, daß eine als Mittelwert einer großen Zahl von Versuchen abgeleitete Biegewechselzahl vom Hersteller des Drahtseiles oder vom Hersteller eines Kranes auf keinen Fall für ein einzelnes Drahtseil garantiert werden kann: Bereits das Wort Mittelwert impliziert ja schon, daß die Hälfte aller Seile diesen Wert gar nicht erreichen wird.

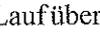
2.2 Die Biegewechselzahl N_{10}

Es gibt Fälle, wo es nicht ausreicht zu wissen, daß die Drahtseile im Mittel die errechnete Biegewechselzahl erreichen werden. Man möchte vielmehr eine Biegewechselzahl festlegen, die mit hoher Wahrscheinlichkeit von fast allen aufgelegten Drahtseilen erreicht wird.

Die Streubreite der Versuchsergebnisse von Dauerbiegeversuchen zeigt aber, daß es praktisch unmöglich ist, eine Biegewechselzahl anzugeben, die in jedem Fall erreicht wird. Man errechnet daher eine Biegewechselzahl N_{10} , die mit 95%iger Wahrscheinlichkeit von 90% aller geprüften Drahtseile erreicht wird, während nur 10% aller Drahtseile diesen Wert nicht erreichen.

Es versteht sich von selbst, daß die Biegewechselzahl N_{10} immer kleiner sein muß als die mittlere Biegewechselzahl \tilde{N} .

3. Die Definition eines Biegewechsels

Unter einem Biegewechsel verstehen wir den Wechsel vom geraden Zustand in den gebogenen Zustand und wieder zurück in den geraden Zustand (Symbol ) oder den Wechsel vom gebogenen Zustand in den geraden Zustand und wieder zurück in den gleichsinnig gebogenen Zustand (Symbol ). Bei jedem Lauf über eine Seilscheibe vollführt das entsprechende Seilstück einen vollständigen Biegewechsel (Wechsel vom geraden Zustand in den gebogenen Zustand und wieder zurück in den geraden Zustand), bei jedem Auflaufen auf eine Seiltrommel vollführt es einen halben Biegewechsel (Wechsel vom geraden Zustand in den gebogenen Zustand).

4. Die Definition eines Gegenbiegewechsels

Unter einem Gegenbiegewechsel verstehen wir den Wechsel vom gebogenen Zustand in den geraden Zustand und zurück in einen gegensinnig gebogenen Zustand (Symbol ).

Hinsichtlich der Definition von Gegenbiegewechsels, die nicht in der gleichen Ebene stattfinden, gehen die Meinungen der Fachleute auseinander. So definiert beispielsweise die DIN 15020 in Blatt 1 einen Wechsel vom gebogenen Zustand in den geraden und in einen in einer um 90° versetzten Ebene liegenden gebogenen Zustand (Bild 1a) als einen einfachen Biegewechsel, jedoch einen Wechsel vom gebogenen Zustand in den geraden Zustand und in einen in einer um 120° versetzten Ebene entgegengesetzt gebogenen Zustand (Bild 1b) als einen Gegenbiegewechsel.

Die Praxis zeigt jedoch, daß nicht nur der Winkel zwischen den Biegeebenen darüber entscheidet, ob die Schädigung des Drahtseiles größer ist als bei einem einfachen Biegewechsel, sondern auch der Abstand zwischen den Seilscheiben, die unter einem derartigen Winkel angeordnet sind. So ist bei kurzen Scheibenabständen die Schädigung des Drahtseiles bereits bei Winkeln um 90° erheblich größer als bei einem einfachen Biegewechsel, so daß man hier einen Gegenbiegewechsel annehmen sollte, während bei großen Scheibenabständen selbst bei Winkeln von 120° und mehr oft keine Beeinträchtigung der Seillebensdauer erfolgt, da sich das Drahtseil zwischen den beiden Seilscheiben um diesen Winkel um die eigene Achse drehen kann, so daß es schließlich beide Scheiben im gleichen Biegesinn durchläuft.

Um auf der sicheren Seite zu liegen, sollten entgegen der Empfehlung der DIN 15 020 generell Biegewechsel bei einer Änderung der Biegeebene von 90° und mehr als ein Gegenbiegewechsel gezählt werden.

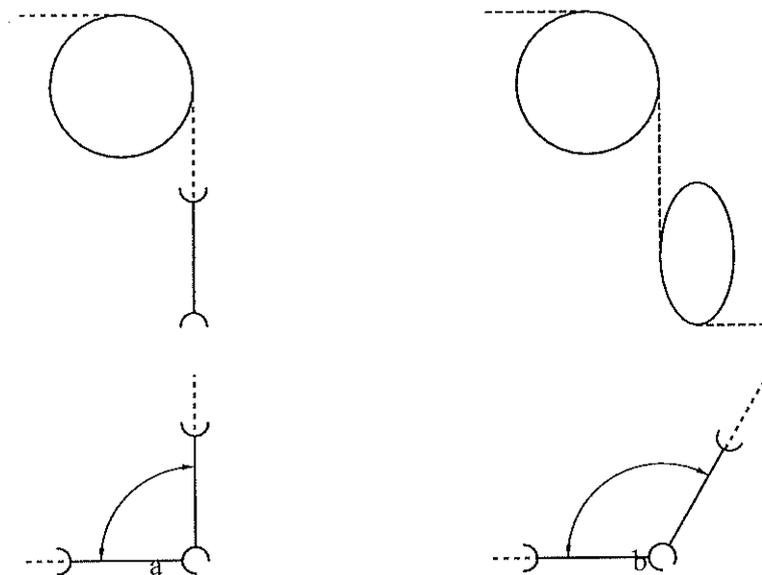


Bild 1: Wechsel der Biegeebene um 90° (a) und um 120° (b)

5. Die Lebensdauerprognosen

Der Autor hat ein Programm geschrieben, welches auf der Basis der Formel von Prof. Feyrer für einen Satz vorgegebener Parameter (Seilkonstruktion, Seilnenn Durchmesser, Scheibendurchmesser, Stranglast, Drahtnennfestigkeit und Länge der höchstbeanspruchten Seilzone) die ertragbaren mittleren Biegewechselzahlen \tilde{N} bis Ablegereife und bis Bruch und die mit 95 %iger Wahrscheinlichkeit von 90% aller Seile erreichte Biegewechselzahl N_{10} bis Ablegereife und bis Bruch berechnet.

So errechnen sich beispielsweise für eine vorgegebene Seilkonstruktion mit einem Seilnenn Durchmesser von 30mm, einem Scheibendurchmesser von 600mm,

einer Stranglast von 40.000 N, einer Nennfestigkeit von 1770 N/mm² und einer Länge der höchstbeanspruchten Seilzone von 20.000 mm

400.000 Biegewechsel bis Ablegereife und
900.000 Biegewechsel bis Bruch.

Das Programm erlaubt auch eine grafische Darstellung der Ergebnisse in Abhängigkeit von jedem der Einflußfaktoren. Bild 2 zeigt die Darstellung der mittleren Biegewechselzahl bis Ablegereife (untere Kurve) und bis Bruch (obere Kurve) in Abhängigkeit vom Seilnennendurchmesser.

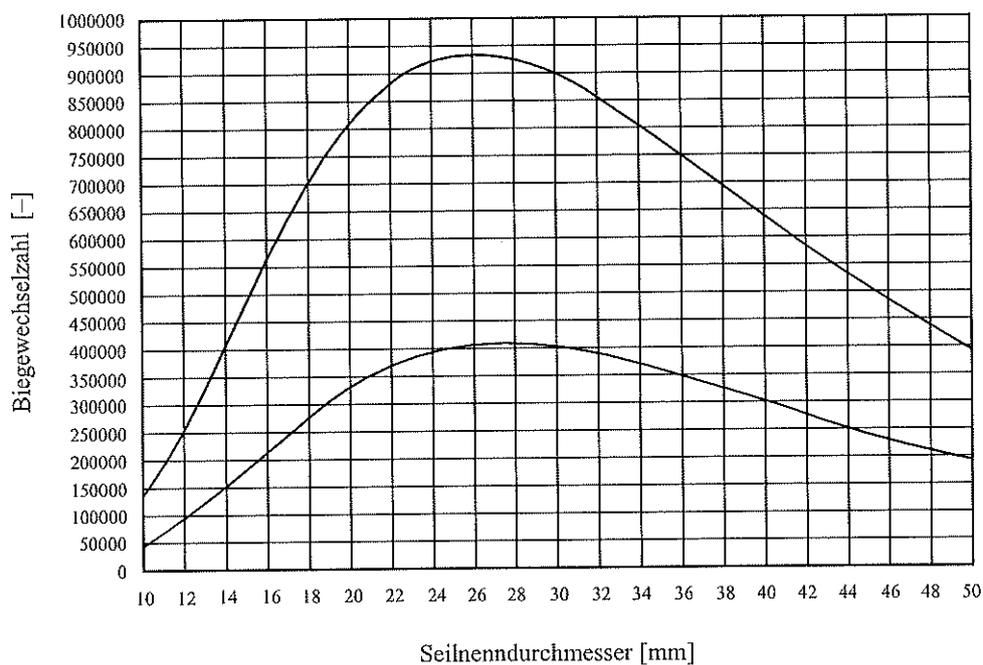


Bild 2: Die Biegewechselzahlen in Abhängigkeit vom Seilnennendurchmesser

Bild 3 zeigt die Biegewechselzahlen bis Ablegereife (untere Kurve) und bis Bruch (obere Kurve) in Abhängigkeit vom Scheibendurchmesser. Mit zunehmendem Scheibendurchmesser steigen die Biegewechselzahlen überproportional an. So

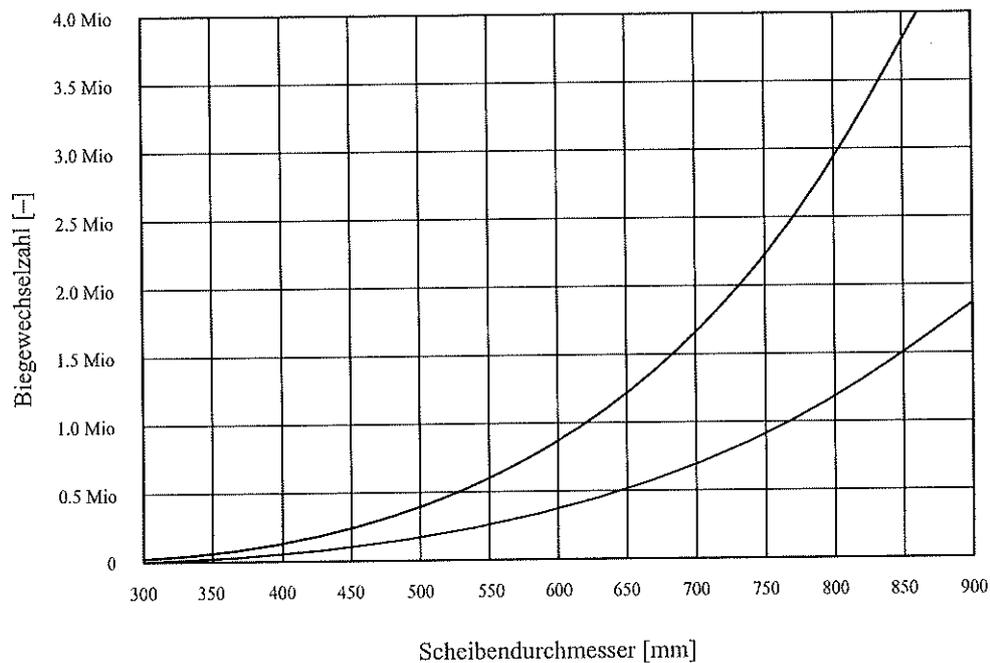


Bild 3: Die Biegewechselzahlen in Abhängigkeit vom Scheibendurchmesser

erzielt im vorliegenden Fall das Drahtseil für einen Scheibendurchmesser von 600 mm eine mittlere Biegewechselzahl bis Ablegereife von 400.000. Durch Vergrößerung des Scheibendurchmessers um nur 25 % auf 750 mm wird die Lebensdauer bereits verdoppelt.

Bild 4 zeigt die Biegewechselzahlen bis Ablegereife (untere Kurve) und bis Bruch (obere Kurve) in Abhängigkeit von der gewählten Stranglast. Das Diagramm zeigt deutlich, daß mit zunehmender Stranglast die Biegewechselzahlen überproportional abnehmen.

6. Der optimale Seilennendurchmesser

Während die Anzahl der ertragbaren Biegewechsel mit zunehmendem Seilscheibendurchmesser stetig zunehmen (Bild 3) und mit zunehmender Stranglast stetig abnehmen (Bild 4), nehmen die ertragbaren Biegewechselzahlen mit zunehmendem Seilennendurchmesser zunächst zu, um nach Überschreiten eines Maximalwertes mit

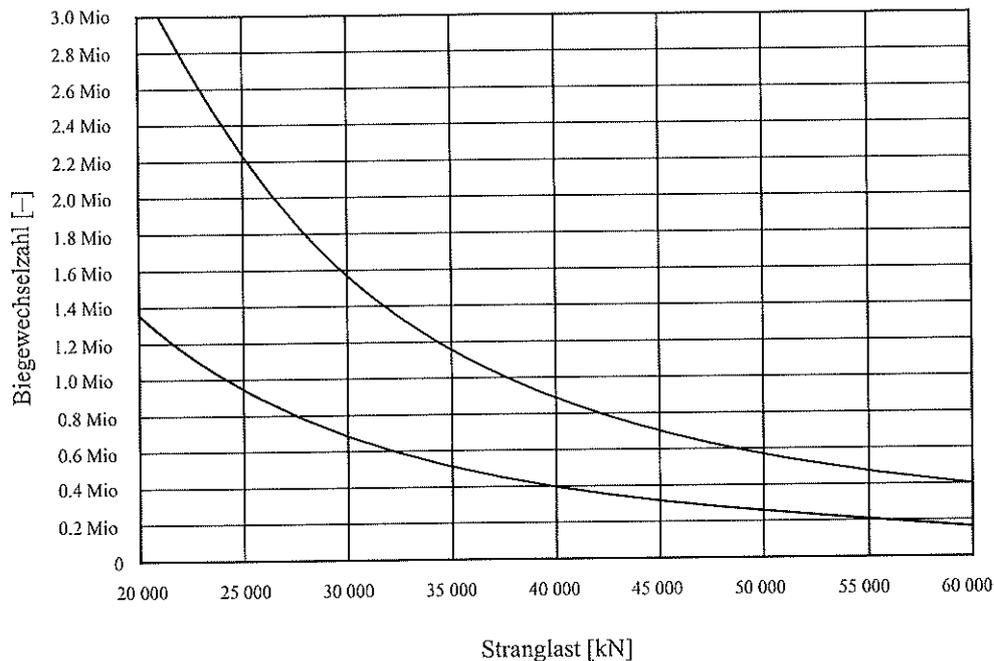


Bild 4: Die Biegewechselzahlen in Abhängigkeit von der Stranglast

weiter zunehmendem Seilnenndurchmesser wieder abzufallen. Den Seilnenndurchmesser, für den die Biegewechselzahlen ihr Maximum erreichen, nennen wir den „Optimalen Seilnenndurchmesser“.

So erreicht in unserem Beispiel ein Seil vom Nenndurchmesser 10 mm bereits bei 50.000 Biegewechseln seine Ablegereife (Bild 2). Zwar arbeitet dieses Seil mit einem Scheibendurchmesser von 600 mm unter einem sehr günstigen D/d -Verhältnis von 60, doch ist die spezifische Zugbeanspruchung unter der gewählten Stranglast von 40.000 N offensichtlich viel zu hoch für ein so dünnes Drahtseil.

Mit zunehmendem Seilnenndurchmesser steigt die Lebensdauer zunächst an. Ein Seil vom doppelten Seilnenndurchmesser, also 20 mm, erreicht seine Ablegereife erst bei etwa 340.000 Biegewechseln, also der nahezu 7-fachen Biegewechselzahl. Zwar hat das D/d -Verhältnis auf 30 abgenommen, aber der tragende Querschnitt des Drahtseiles hat sich vervierfacht und verkraftet die gewählte Stranglast von 40.000 N erheblich besser als das Seil vom Nenndurchmesser 10 mm.

Wenn wir den Seilnenndurchmesser noch einmal verdoppeln, erreichen wir aber

keine weitere Steigerung der Biegewechselzahl: Ein Seil vom Nenndurchmesser 40mm liegt mit einer Biegewechselzahl bis Ablegereife von 300.000 niedriger als das Seil vom Nenndurchmesser 20 mm. Es versagt nicht aufgrund der Stranglast, der Sicherheitsbeiwert liegt nun 16 mal so hoch wie bei dem Seil vom Durchmesser 10 mm. Vielmehr versagt das Seil aufgrund des für den Nenndurchmesser von 40 mm viel zu kleinen Scheibendurchmessers von 400 mm ($D/d = 10$).

Offensichtlich versagen die Seile im linken Teil der Kurve infolge einer zu hohen spezifischen Zugbeanspruchung, die Biegespannungen sind hier klein. Im rechten Teil der Kurve versagen die Seile infolge eines zu kleinen D/d -Verhältnisses, die spezifische Zugbeanspruchung ist hier klein. Dazwischen liegt ein Maximum der Kurve, bei der die Summe der schädigenden Einflüsse aus Zugbeanspruchung und Biegespannung minimal ist. Den Durchmesser, für den die Kurve ein Maximum besitzt, nennen wir, wie gesagt, den „Optimalen Seilnenndurchmesser“.

In Bild 2 liegt der optimale Seilnenndurchmesser bei etwa 27mm. Für diesen Seilnenndurchmesser wird eine mittlere Biegewechselzahl von 410.000 erreicht.

7. Der wirtschaftlichste Seilnenndurchmesser

Ein Konstrukteur sollte keinen Seilnenndurchmesser wählen, der größer als der optimale Durchmesser ist. Er würde mehr Geld für weniger Lebensdauer bezahlen. Er sollte vielmehr einen Seilnenndurchmesser wählen, der geringfügig unterhalb des optimalen Seilnenndurchmessers liegt. In unserem Beispiel (Bild 2) wird mit einem Seilnenndurchmesser von 24mm nahezu die gleiche Lebensdauer erzielt wie für einen Seilnenndurchmesser von 27mm. Der Seildurchmesser ist jedoch um mehr als 10% kleiner als das Optimum. Dies bedeutet, daß bei nahezu gleicher Biegewechselleistung ein erheblich preiswerteres Drahtseil eingesetzt werden kann. Zudem kann auch die Trommelbreite erheblich reduziert werden.

Der wirtschaftlichste Seilnenndurchmesser liegt somit immer geringfügig unterhalb des optimalen Seilnenndurchmessers, beispielsweise bei etwa 90% des optimalen Seilnenndurchmessers.

8. Der Einfluß des Lastkollektivs

Die in einem Seiltrieb zu erzielenden Biegewechselzahlen hängen von einer Vielzahl von Einflußfaktoren ab. So wird beispielsweise ein hochwertiges Drahtseil unter gleichen Betriebsbedingungen mühelos die dreifache Biegewechselzahl einer

einfachen Seilkonstruktion erbringen. Ebenso wird ein gut geschmiertes und regelmäßig nachgeschmiertes Drahtseil in der Regel deutlich bessere Biege- wechselzahlen erzielen als ein nicht oder nur ungenügend geschmiertes Drahtseil gleicher Machart. Ein weiterer wichtiger Einflußfaktor ist natürlich auch die Arbeitsweise des Kranes.

Jedoch schon bei der Einstufung in die Triebwerksgruppen der Norm legt der Konstrukteur fest, ob dem Drahtseil seines Kranes ein langes oder vielleicht nur ein sehr kurzes Leben beschieden sein wird. Von der Einstufung hängt nämlich ab, ob der Seiltrieb die gleiche Last mit einem dicken oder einem dünnen Drahtseil heben wird, und ob dieses Drahtseil über Scheiben mit einem großen oder mit einem kleinen D/d- Verhältnis laufen wird. So werden Drahtseile in der höchsten Triebwerksgruppe etwa 200 mal so viele Biegewechsel erbringen können wie Drahtseile in der niedrigsten Triebwerksgruppe.

Es wurde in der Vergangenheit verschiedentlich vorgeschlagen, in den Normen die für ein Drahtseil zu erwartenden Hubspielzahlen in Abhängigkeit von der Triebwerksgruppe anzugeben. Drahtseile in Seiltrieben der gleichen Triebwerksgruppe weisen jedoch nicht notwendigerweise die gleichen Lebensdauern auf, auch dann nicht, wenn die Seiltriebe völlig identisch sind. Die Ursache hierfür ist, daß Seiltriebe innerhalb der gleichen Triebwerksgruppe mit völlig unterschiedlichen Lastkollektiven arbeiten können.

Bild 5 zeigt die Triebwerksgruppen nach DIN 15020. Wie man sieht, kann ein Seiltrieb mit einer Stranglast von beispielsweise 100.000 N in die Triebwerksgruppe 4m eingeordnet werden, wenn er mit Lastkollektiv "leicht" mehr als 16 Stunden pro Tag arbeitet, aber auch, wenn er mit Lastkollektiv "mittel" über 8 bis 16 oder mit Lastkollektiv "schwer" über 4 bis 8 Stunden täglich arbeitet.

Die Dimensionierung aller drei Seiltriebe erfolgt trotz dieser unterschiedlichen Arbeitsweisen nach der größten auftretenden Stranglast. Diese ist aber in allen drei Fällen gleich, weshalb sich die gleichen minimalen Seildurchmesser ergeben.

Die größte auftretende Stranglast, die natürlich den größten (negativen) Einfluß auf die Seillebensdauer ausübt, tritt aber in den drei Lastkollektiven mit sehr unterschiedlicher Häufigkeit auf. Deshalb wird auch die Seillebensdauer für die drei Seiltriebe, obwohl sie in der gleichen Triebwerksgruppe angesiedelt sind, sehr unterschiedlich ausfallen. Dieser Sachverhalt soll im Folgenden weiter untersucht werden.

Bild 6 zeigt die Auslegung von Seiltrieben für die 9 Triebwerksgruppen der DIN 15 020 für einen üblichen Transport und einen Beiwert $h_2=1,12$ für die

Laufzeitklasse	Kurzzzeichen		V006	V012	V025	V05	V1	V2	V3	V4	V5	
	mittl. Laufzeit je Tag in h, bezogen auf 1 Jahr		bis 0,125	üb. 0,125 bis 0,25	über 0,25 bis 0,5	über 0,5 bis 1	über 1 bis 2	über 2 bis 4	über 4 bis 8	über 8 bis 16	über 16	
Lastkollektiv	Nr	Benennung	Triebwerksgruppe									
	1	leicht	geringe Häufigkeit der größten Last	1Em	1Em	1Dm	1Cm	1Bm	1Am	2m	3m	4m
	2	mittel	etwa gleiche Häufigkeit von kleinen, mittleren und größten Lasten	1Em	1Dm	1Cm	1Bm	1Am	2m	3m	4m	5m
	3	schwer	nahezu ständig größte Lasten	1Dm	1Cm	1Bm	1Am	2m	3m	4m	5m	5m

Bild 5: Die Triebwerksgruppen der DIN 15 020

Seilkonstruktion:	Stratoplast		Stranglast [N]:		100.000						
Füllfaktor:	0.608		Art:		übl. Transp.						
Verseilfaktor:	0.87		Beiwert h2:		1.12						
Festigkeit:	1960										
Triebwerksgruppe:	1Em	1Dm	1Cm	1Bm	1Am	2m	3m	4m	5m		
Auslegung nach DIN											
c- Wert:	0.063	0.067	0.071	0.075	0.085	0.095	0.106	0.118	0.132		
Seildurchmesser d min:	19.92	21.19	22.45	23.72	26.88	30.04	33.52	37.31	41.74		
Seildurchmesser gew:	20	22	23	24	27	31	34	38	42		
Beiwert h1 Rolle:	11.2	12.5	14.0	16.0	18.0	20.0	22.4	25.0	28.0		
Scheibendurchmesser D min:	250	297	353	426	542	673	841	1045	1310		

Bild 6: Die Auslegung der Seiltriebe in den Triebwerksgruppen 1Em bis 5m

Seilscheiben. Die Stranglast wurde mit 100 .000 N bewußt sehr hoch gewählt, um Rundungsfehler bei der Bemessung des Seilnennndurchmessers klein zu halten. Wie man sieht, ergeben sich für die 9 Triebwerksgruppen Seilnennndurchmesser von 20 mm bis 42 mm und Seilscheibendurchmesser von 250 mm bis 1310 mm.

Für alle 9 Triebwerksgruppen wurde die theoretisch ertragbare Biegewechselzahl des aufliegenden Drahtseiles (in diesem Beispiel eines Seiles Casar Stratoplast) für folgende Bedingungen ermittelt:

- Stranglast immer Maximallast
- Stranglasten nach Lastkollektiv "schwer"
- Stranglasten nach Lastkollektiv "mittel"
- Stranglasten nach Lastkollektiv "leicht"

Die Stranglasten der drei Lastkollektive und die Häufigkeiten ihres Auftretens wurden gemäß den numerischen Beispielen der DIN 15 020 gewählt (Bild 7).

Lastkollektiv	Nr	Benennung	Last [%]	Anteil [%]
	1	leicht	100.00	10.00
			44.00	40.00
			16.00	50.00
2	mittel	100.00	16.67	
		77.30	16.67	
		54.70	16.67	
		32.00	50.00	
3	schwer	100.00	50.00	
		63.00	50.00	

Bild 7: Die numerischen Beispiele der Lastkollektive der DIN 15 020, die den Berechnungen zugrundegelegt wurden.

Bild 8 zeigt die ertragbaren Biegewechselzahlen für die Seilscheiben bis Ablegereife und bis Bruch unter Maximallast sowie für Stranglasten gemäß den Lastkollektiven "schwer", "mittel" und "leicht" gemäß Bild 7.

Bild 9 zeigt die Biegewechselzahlen der drei Lastkollektive, bezogen auf die Biegewechselzahlen unter Maximallast, die zu 100% gesetzt wurden. Bild 10 zeigt die errechneten Werte in graphischer Form. Wie man sieht, ergibt sich ein nahezu perfekt linearer Zusammenhang.

Welchen Wert sollte man nun in der Norm für die Berechnung der zu erwartenden Hubspielzahlen zugrundelegen? Unser Drahtseil würde in der Triebwerksgruppe

Triebwerksgruppe	Nur Maximallast		Lastkollektiv schwer		Lastkollektiv mittel		Lastkollektiv leicht	
	Ableger. [-]	Bruch [-]	Ableger. [-]	Bruch [-]	Ableger. [-]	Bruch [-]	Ableger. [-]	Bruch [-]
5 m	1,029,100	2,632,500	1,324,300	3,407,200	3,048,800	7,931,000	6,110,200	16,001,600
4 m	440,400	1,065,100	559,300	1,361,700	1,254,500	3,095,500	2,472,700	6,154,500
3 m	203,400	466,100	255,400	589,600	559,300	1,311,700	1,085,000	2,571,700
2 m	98,700	212,500	122,200	265,300	259,100	573,400	491,600	1,102,400
1 Am	49,900	101,700	61,200	126,000	127,200	267,300	237,700	507,100
1 Bm	25,500	48,400	30,800	59,200	61,800	121,700	112,700	225,800
1 Cm	16,300	28,900	19,400	34,800	37,200	68,700	65,400	123,700
1 Dm	11,000	18,400	12,900	21,900	23,700	41,500	40,300	72,600
1 Em	7,600	12,000	8,800	14,100	15,700	26,100	26,100	44,800

Bild 8: Biegewechselzahlen \tilde{N} bis Ablegereife und bis Bruch unter Maximallast und unter den Stranglasten der drei Lastkollektive

Triebwerksgruppe	Nur Maximallast		Lastkollektiv schwer		Lastkollektiv mittel		Lastkollektiv leicht	
	Ableger. [%]	Bruch [%]	Ableger. [%]	Bruch [%]	Ableger. [%]	Bruch [%]	Ableger. [%]	Bruch [%]
5 m	100	100	129	129	296	301	594	608
4 m	100	100	127	128	285	291	561	578
3 m	100	100	126	126	275	281	533	552
2 m	100	100	124	125	263	270	498	519
1 Am	100	100	123	124	255	263	476	499
1 Bm	100	100	121	122	242	251	442	467
1 Cm	100	100	119	120	228	238	401	428
1 Dm	100	100	117	119	215	226	366	395
1 Em	100	100	116	118	207	217	343	373

Bild 9: Biegewechselzahlen \tilde{N} bis Ablegereife und bis Bruch nach Bild 8, bezogen auf die Biegewechselzahlen unter Maximallast

4m unter Lastkollektiv "schwer" eine etwa 28% höhere Lebensdauer als unter Maximallast erzielen, unter Lastkollektiv "mittel" würde es fast die dreifache Lebensdauer und unter Lastkollektiv "leicht" sogar fast die sechsfache Lebensdauer erreichen!

Selbst in der niedrigsten Triebwerksgruppe 1Em würde das Drahtseil unter Lastkollektiv "mittel" noch die doppelte, unter Lastkollektiv "leicht" sogar noch fast die vierfache Lebensdauer erzielen, die es unter Maximallast erreichen würde!

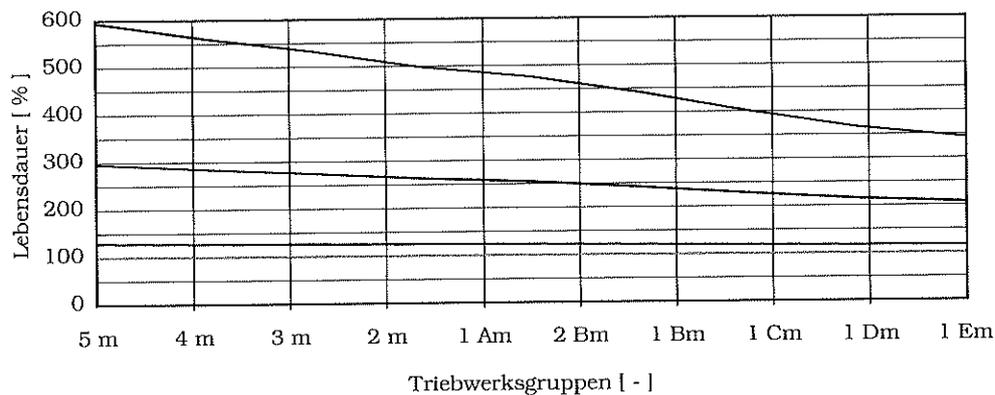


Bild 10: Biegewechselzahlen \tilde{N} bis Ablegereife und bis Bruch der Lastkollektive, bezogen auf die Biegewechselzahlen unter Maximallast

Auch nehmen prinzipiell zwar die ertragbaren Biegewechselzahlen mit zunehmender Triebwerksgruppe zu, jedoch erzielt nach Bild 8 ein Drahtseil mit Lastkollektiv "leicht" in Triebwerksgruppe 3m mit einer Biegewechselzahl von 1.085.000 erheblich höhere Biegewechselzahlen als ein Drahtseil in Triebwerksgruppe 4m mit Lastkollektiv "schwer", welches lediglich 559.300 Biegewechsel erzielt.

Wie man sieht, ist die zu erwartende Biegewechselzahl nicht allein abhängig von der Triebwerksgruppe, sondern viel mehr noch vom Lastkollektiv. Daher ist es nicht sinnvoll, in einer Norm Angaben über die zu erwartende Hubspielzahl ohne eine Berücksichtigung des Lastkollektives zu machen.

9. Die Gewichtung des Gegenbiegewechsels

Erste Vergleiche zwischen Versuchsergebnissen aus Dauerbiegeversuchen mit einfachen Biegewechseln und aus Dauerbiegeversuchen mit Gegenbiegewechseln führten zu der Annahme, daß ein Gegenbiegewechsel ein Drahtseil etwa zweimal so sehr schädigt wie ein einfacher Biegewechsel. Deshalb wurde auch in DIN 15 020 festgelegt, daß ein Gegenbiegewechsel wie zwei einfache Biegewechsel zu zählen sei. Weitere Untersuchungen unter anderen Versuchsbedingungen zeigten jedoch später, daß der schädigende Einfluß des Gegenbiegewechsels um so größer ist, je günstiger die Bedingungen sind, je größer also die zu erwartende Seilebensdauer ist. Die prozentuale Verringerung der Lebensdauer eines Drahtseiles durch einen

Gegenbiegewechsel ist somit umso größer, je größer der Scheibendurchmesser ist und je kleiner die Stranglasten sind.

Nach Feyrer kann die ertragbare Gegenbiegewechselzahl bis Ablegereife und bis Bruch als Funktion der ertragbaren Zahl von einfachen Biegewechseln und dem D/d- Verhältnis nach folgenden Formeln bestimmt werden:

$$\tilde{N}_{A\sim} = 3.635 \cdot \tilde{N}_{A\sim}^{0.671} \cdot (D/d)^{0.499}$$

$$\tilde{N}_{\sim} = 9.026 \cdot \tilde{N}_{\sim}^{0.618} \cdot (D/d)^{0.424}$$

Der Autor hat zusammen mit Herrn Dr. Briem von Casar die Abminderung der Biegewechselzahlen durch einen Wechsel der Biegerichtung für die unterschiedlichen Bedingungen der verschiedenen Triebwerksgruppen der DIN 15020 untersucht. Es wurden die in Kapitel 8 festgelegten Seiltriebe zugrundegelegt. Während Bild 8 die Zahlen der einfachen Biegewechsel zeigt, zeigt Bild 11 die Zahlen der Gegenbiege- wechsel.

Bild 12 zeigt die Gewichtungsfaktoren als Verhältnis der Biegewechselzahlen nach Bild 8 und der Gegenbiege- wechselzahlen nach Bild 11. Für das Lastkollektiv "mittel" sind die Gewichtungsfaktoren für die Biege- wechselzahlen bis Ablegereife

Trieb- werks- gruppe	Nur Maximallast		Lastkollektiv schwer		Lastkollektiv mittel		Lastkollektiv leicht	
	Ableger. [-]	Bruch [-]	Ableger. [-]	Bruch [-]	Ableger. [-]	Bruch [-]	Ableger. [-]	Bruch [-]
5 m	207,500	344,300	245,700	403,800	430,000	680,600	685,600	1,050,200
4 m	110,900	187,600	130,200	218,300	224,000	362,700	353,100	554,600
3 m	62,500	107,400	72,900	124,200	123,300	203,600	192,300	308,700
2 m	36,400	63,000	42,000	72,300	69,500	116,400	106,900	174,300
1 Am	21,800	38,200	25,000	43,600	40,900	69,400	62,300	103,200
1 Bm	13,100	23,000	14,900	26,000	23,800	40,600	35,600	59,500
1 Cm	9,100	15,800	10,200	17,700	15,800	27,000	23,100	38,800
1 Dm	6,600	11,400	7,300	12,700	11,000	18,800	15,800	26,600
1 Em	4,900	8,300	5,400	9,200	7,900	13,500	11,200	18,800

Bild 11: Gegenbiege- wechselzahlen bis Ablegereife und bis Bruch unter Maximal- last und unter den Stranglasten der drei Lastkollektive

Triebwerksgruppe	Nur Maximallast		Lastkollektiv schwer		Lastkollektiv mittel		Lastkollektiv leicht	
	Ableger. [-]	Bruch [-]	Ableger. [-]	Bruch [-]	Ableger. [-]	Bruch [-]	Ableger. [-]	Bruch [-]
5 m	4.96	7.65	5.39	8.44	7.09	11.65	8.91	15.24
4 m	3.97	5.68	4.29	6.24	5.60	8.54	7.00	11.10
3 m	3.25	4.34	3.51	4.75	4.54	6.44	5.64	8.33
2 m	2.71	3.37	2.91	3.67	3.73	4.93	4.60	6.32
1 Am	2.28	2.66	2.44	2.89	3.11	3.85	3.82	4.92
1 Bm	1.94	2.11	2.07	2.28	2.60	3.00	3.17	3.79
1 Cm	1.79	1.83	1.9	1.97	2.35	2.55	2.83	3.19
1 Dm	1.67	1.62	1.76	1.73	2.15	2.21	2.55	2.73
1 Em	1.56	1.44	1.64	1.53	1.98	1.94	2.34	2.38

Bild 12: Gewichtungsfaktoren für Gegenbiegewechsel

als Balkendiagramm dargestellt. Wie man sieht, schädigt ein Gegenbiegewechsel ein Drahtseil in den hochbeanspruchten Triebwerksgruppen 1Em und 1Dm im Lastkollektiv "mittel" etwa zweimal so stark wie ein einfacher Biegewechsel. Unter den Bedingungen der Triebwerksgruppe 2m ist die Schädigung durch den Gegenbiegewechsel bereits fast viermal so groß und schließlich in der Triebwerksgruppe 5m etwa siebenmal so groß.

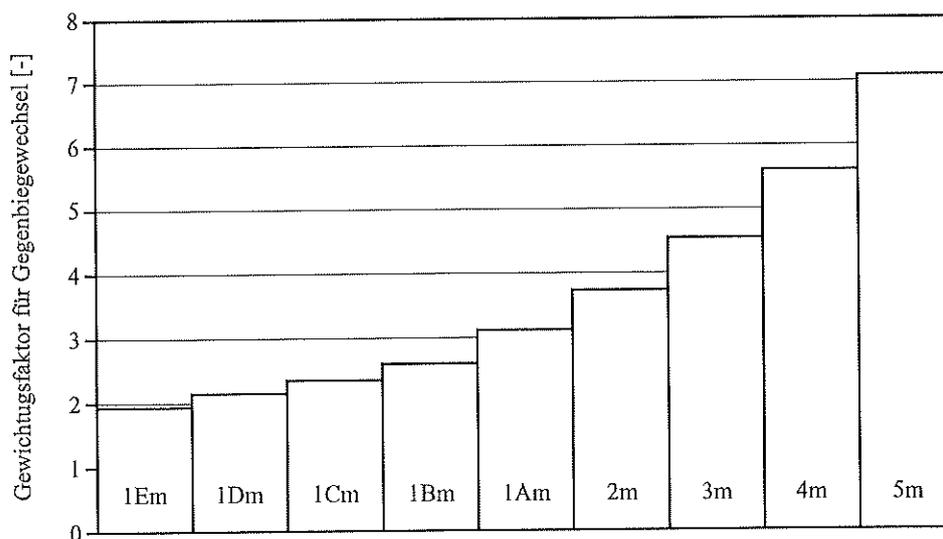


Bild 13: Gewichtungsfaktoren für Gegenbiegewechsel im Lastkollektiv "mittel"

Natürlich variieren die Werte noch innerhalb gewisser Grenzen für die unterschiedlichen Lastkollektive innerhalb einer Triebwerksgruppe und insbesondere auch für unterschiedliche Seilmacharten, jedoch könnten die hier gewonnenen Zahlen als Indikator dafür dienen, daß die bisherige Zählweise (1 Gegenbiegewechsel = 2 Biegewechsel) dem schädigenden Einfluß des Gegenbiegewechsels nur ungenügend Rechnung trägt.

Weiterhin kann aus diesen Berechnungen die Schlußfolgerung gezogen werden, daß insbesondere in Seiltrieben der höheren Triebwerksgruppen Gegenbiegewechsel tunlichst vermieden werden sollten.

10. Vergleich der Drahtseillebensdauern von 4 Hubwerken

Im Folgenden sollen die Lebensdauern der Drahtseile von 4 Hubwerken zum einsträngigen Heben von Lasten miteinander verglichen werden. Alle 4 Hubwerke weisen den gleichen Trommel- und Scheibendurchmesser auf und sind mit einem Drahtseil von gleicher Konstruktion und gleichem Nenndurchmesser bestückt. Auch die Arbeitsweise aller 4 Hubwerke ist identisch.

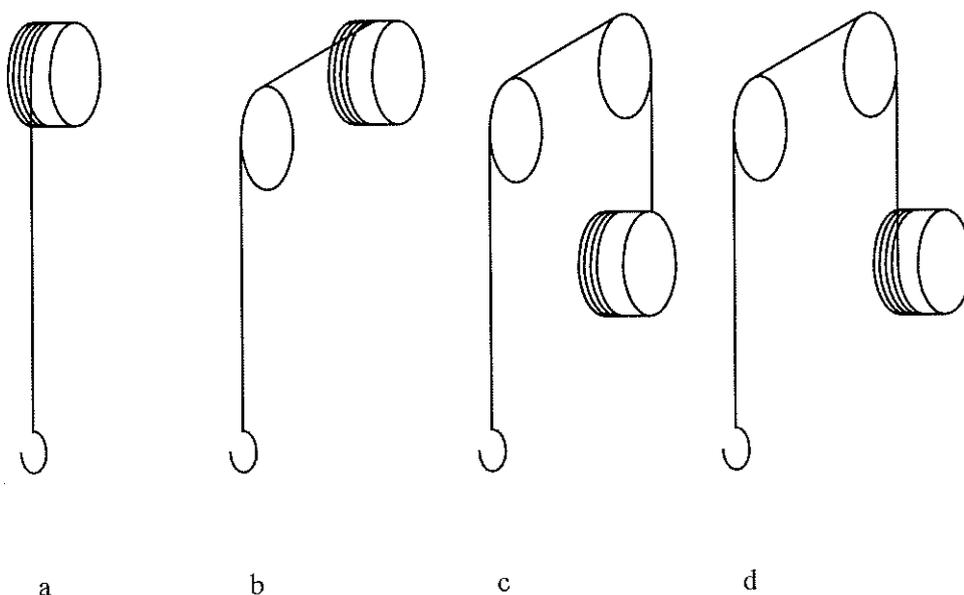


Bild 14: 4 Hubwerke

In Hubwerk 1 (Bild 14a) läuft das Drahtseil direkt auf die Seiltrommel auf. Bei jedem Hubvorgang machen die Seilzonen, die auf die Trommel auflaufen, einen halben Biegewechsel. Beim Senken vollführen sie einen weiteren halben Biegewechsel, so daß bei jedem Hubspiel ein Biegewechsel vollführt wird (Bild 15).

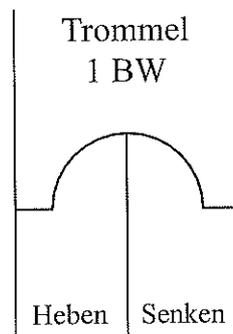


Bild 15: Hubwerk 1 vollführt bei jedem Hubspiel 1 Biegewechsel

In Hubwerk 2 (Bild 14b) läuft die höchstbeanspruchte Zone des Drahtseiles beim Hubvorgang zunächst über eine Seilscheibe und vollführt dort einen vollständigen Biegewechsel. Im Anschluß läuft sie auf die Trommel auf und vollführt einen weiteren halben Biegewechsel. Beim Senken vollführt das gleiche Seilstück noch einen halben Biegewechsel beim Abfließen von der Trommel und einen weiteren Biegewechsel beim Lauf über die Seilscheibe, so daß in der Summe je Hubspiel 3 Biegewechsel erzeugt werden (Bild 16).

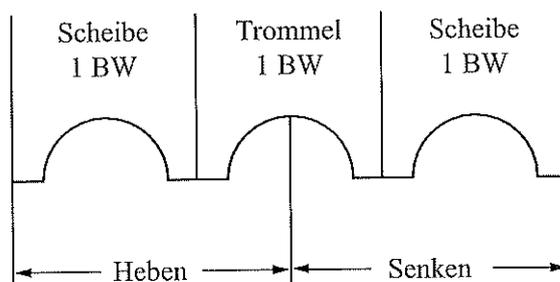


Bild 16: Hubwerk 2 vollführt bei jedem Hubspiel 3 Biegewechsel

In Hubwerk 3 (Bild 14c) läuft die höchstbeanspruchte Zone des Drahtseiles beim Hubvorgang zunächst über zwei Seilscheiben und vollführt dort je einen vollständigen Biegewechsel. Im Anschluß läuft es auf die Trommel auf und vollführt einen weiteren halben Biegewechsel. Beim Senken vollführt das gleiche Seilstück noch einen halben Biegewechsel beim Abflauen von der Trommel und zwei weitere Biegewechsel beim Lauf über die Seilscheiben, so daß in der Summe je Hubspiel 5 Biegewechsel erzeugt werden (Bild 17).

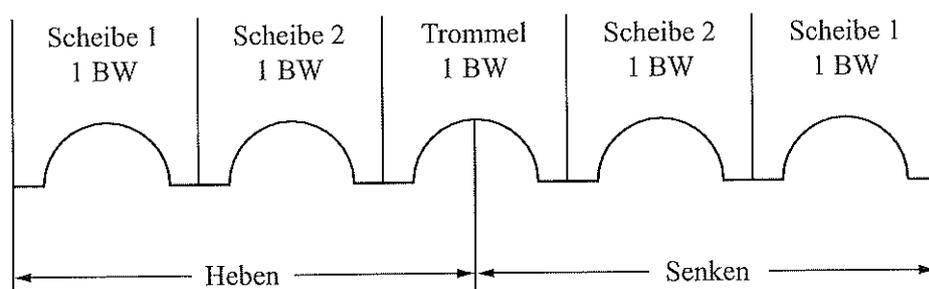


Bild 17: Hubwerk 3 vollführt bei jedem Hubspiel 5 Biegewechsel

In Hubwerk 4 (Bild 14d) ist die Biegewechselfolge ähnlich wie in Hubwerk 3, jedoch hat der Konstrukteur die Trommel so angeordnet, daß das Drahtseil beim Abflauen von der zweiten Seilscheibe und dem Auflaufen auf die Trommel einen Gegenbiegwechsel vollführt.

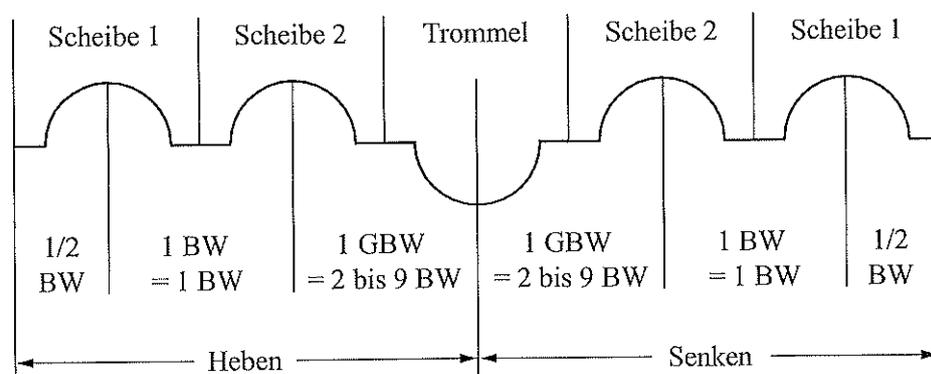


Bild 18: Hubwerk 4 vollführt bei jedem Hubspiel 7 bis 21 Biegewechsel

Hier vollführt das höchstbeanspruchte Seilstück je Hubspiel somit 3 Biegewechsel und 2 Gegenbiegewechsel (Bild 18). Je nach Gewichtung der Gegenbiegewechsel (abhängig von den Betriebsbedingungen schädigt 1 Gegenbiegewechsel das Drahtseil so sehr wie 2 bis 9 Biegewechsel, siehe Bild 12) erleidet das höchstbeanspruchte Seilstück hier somit zwischen 7 und 21 Biegewechsel.

Bei jedem vollständigen Hubspiel (= 1 x Heben, 1 x Senken) werden somit je nach Ausführungsform der Krane 1, 3, 5 oder 7 bis 21 Biegewechsel erzeugt. Nehmen wir nun einmal an, daß Hubwerk 1 eine Drahtseillebensdauer von 24 Monaten erzielt (Bild 19). Bei gleicher Arbeitsweise würde Hubwerk 2 die dreifache Biegewechselzahl erzeugen, was die Lebensdauer des Drahtseiles auf 8 Monate reduzieren würde. Hubwerk 3 würde die 5-fache Biegewechselzahl erzeugen, hier würde die Drahtseillebensdauer auf unter 5 Monate absinken. Hubwerk 4 würde die 7- bis 21-fache Biegewechselzahl erzeugen, weshalb die Drahtseillebensdauer auf 3 1/2 Monate bis 5 Wochen sinken würde.

Wie man sieht, ist die Drahtseillebensdauer also nicht nur vom D/d-Verhältnis, von den Stranglasten, von der Qualität der Seilkonstruktion oder der Arbeitsweise des Kranes abhängig: Die Zahl und Anordnung der Seilscheiben im System spielt natürlich eine mindestens ebenso wichtige Rolle.

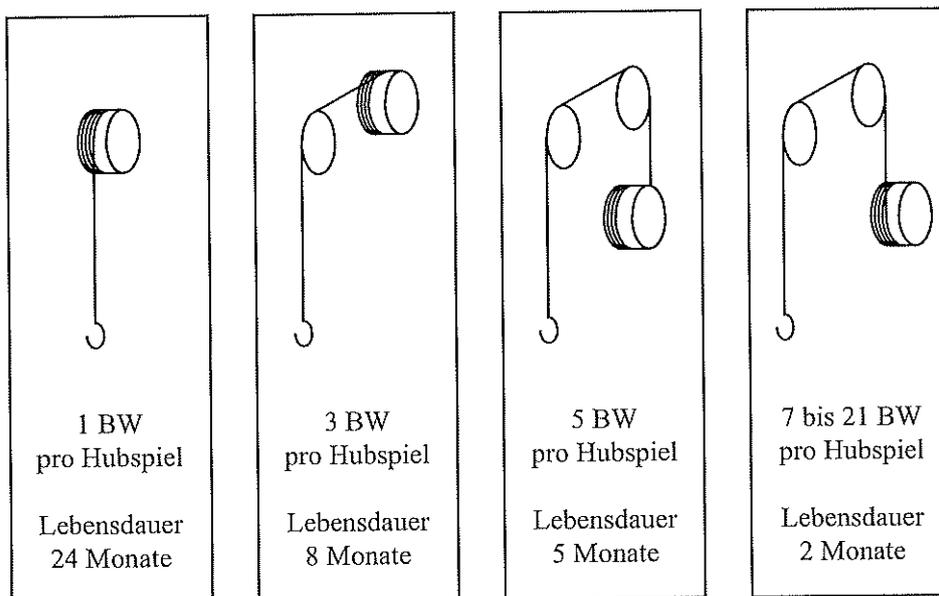


Bild 19: Die durchschnittliche Lebensdauer der Drahtseile der 4 Hubwerke

11. Die Ermittlung der höchstbeanspruchten Seilzone

Nicht alle Zonen eines Drahtseiles werden den gleichen Biegewechselbeanspruchungen unterworfen. Die 3 Totwindungen auf der Trommel, beispielsweise, werden nach dem Auflegen des Drahtseiles überhaupt nicht mehr bewegt. Andere Seilzonen werden beim Heben und Senken zwar auf die Trommel auf- und von dieser wieder ablaufen, ansonsten aber über keine weiteren Seilscheiben gebogen werden. Andere Seilzonen laufen zunächst über verschiedene Seilscheiben und dann auf die Seiltrommel auf, um dann beim Senken die gleichen Biegewechsel in umgekehrter Reihenfolge zu vollführen.

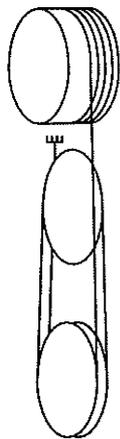


Bild 20: Viersträngig eingesichertes Hubwerk

Mit großer Wahrscheinlichkeit wird das Drahtseil nach einer gewissen Laufzeit nicht an einer der weniger beanspruchten Zonen versagen, sondern die Ablegereife zuerst in der Zone erreichen, die die höchste Biegewechselzahl je Hub vollführt.

Wo sich diese höchstbeanspruchte Seilzone befindet, hängt nicht allein von der Geometrie, sondern auch von der Arbeitsweise des Seiltriebes ab. Die Ermittlung der höchstbeanspruchten Seilzone ist daher nicht ganz einfach und wird zweckmäßigerweise mit Hilfe eines Computers errechnet. Die Vorgehensweise soll im Folgenden an dem einfachen Beispiel eines 4-strängig eingesicherten Seiltriebes nach Bild 20 erfolgen.

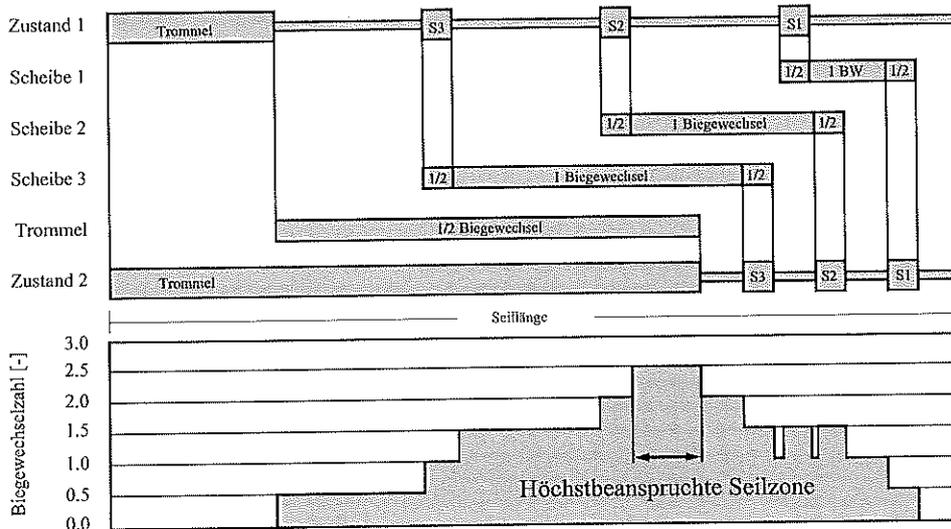


Bild 21: Die Ermittlung der höchstbeanspruchten Seilzone

Bild 21 zeigt in der oberen Hälfte unter „Zustand 1“ die Seillänge des Kranes in tiefster Hakenstellung. Ein Teil der Seillänge befindet sich auf der Trommel, drei weitere Zonen befinden sich zu Beginn des Hubvorgangs auf den Seilscheiben S1, S2 und S3.

Unter "Zustand 2" zeigt das Bild die Seillänge in höchster Hakenstellung. Eine große Seillänge befindet sich nun auf der Trommel, 3 gleich große Seilzonen befinden sich wiederum auf den Seilrollen S1, S2 und S3, die nun einen erheblich kleineren Abstand voneinander aufweisen. Die Vorgehensweise des Computers bei der Berechnung der höchstbeanspruchten Seilzone ist nun wie folgt:

Die Seilstrecke, die sich in Zustand 2 auf der Trommel befindet, sich aber in Zustand 1 noch nicht auf der Trommel befunden hat, wurde offensichtlich bei dem Hubvorgang auf die Trommel aufgewickelt und hat deshalb einen halben Biegewechsel vollführt.

Alle Seilzonen, die sich in Zustand 2 links von Scheibe S3 befinden, sich in Zustand 1 aber noch rechts von Scheibe S3 befunden haben, sind offensichtlich während des Hubvorgangs über Scheibe 3 gelaufen und haben deshalb einen ganzen Biegewechsel vollführt. In analoger Weise werden für Scheibe 2 und Scheibe 1 die Zonen ermittelt, die während des Hubvorgangs je einen Biegewechsel vollführt haben.

Alle Zonen, die sich im Zustand 2 auf Scheibe 3 befinden, sich in Zustand 1 aber nicht auf Scheibe 3 befunden haben, sind offensichtlich beim Hubvorgang auf Scheibe 3 aufgelaufen, aber nicht wieder von ihr abgelaufen. Sie haben daher während des Hubvorgangs einen halben Biegewechsel vollführt.

Alle Zonen, die sich im Zustand 1 auf Scheibe 3 befunden haben, sich in Zustand 2 aber nicht mehr auf Scheibe 3 befinden, sind offensichtlich während des Hubvorgangs von Scheibe 3 abgelaufen und haben dabei einen halben Biegewechsel vollführt.

Diese Vorgehensweise zur Berechnung der halben Biegewechsel auf den Seilscheiben wird in analoger Weise ebenfalls für die Scheiben S2 und S1 durchgeführt.

Im Anschluß an diese Berechnungen erfolgt eine Aufsummierung aller Biegewechsel über der Seillänge, wie dies im unteren Teil von Bild 21 erfolgt ist.

Beim Senken findet der gleiche Vorgang in entgegengesetzter Reihenfolge statt, so daß sich für ein volles Hubspiel die Biegewechselzahl gegenüber der im unteren Teil von Bild 21 dargestellten Zahlen verdoppelt.

Wenn es eine Seilzone gäbe, die während eines Hubvorganges über alle 3 Seilscheiben und anschließend auf die Trommel auflaufen würde, so wäre die maximal auftretende Biegewechselzahl beim Heben $3 \frac{1}{2}$ (jeweils 1 Biegewechsel für die 3 Scheiben und ein halber Biegewechsel für die Trommel). Wie jedoch der obere Teil von Bild 21 zeigt, gibt es keine Seilzone, die über alle 3 Scheiben läuft. Die höchst beanspruchte Seilzone ist vielmehr eine Zone, die über die Scheiben 2 und 3 und anschließend auf die Trommel aufläuft. Die maximale Biegewechselzahl errechnet sich somit zu $2 \frac{1}{2}$ für den Hubvorgang und zu 5 für das gesamte Hubspiel. Im unteren Teil von Bild 21 ist die höchstbeanspruchte Seilzone, die diese Biegewechselzahl erleidet, eingezeichnet. In dieser Zone wird das Drahtseil, sofern keine anderen wesentlichen Einflußfaktoren vorliegen, zuerst die Ablegereife erreichen.

12. Die Palmgren- Miner- Regel

Die Schadensakkumulationshypothese von Palmgren und Miner war zunächst entwickelt worden, um Lebensdauern von Kugellagern zu berechnen. Später konnte gezeigt werden, daß sich die Palmgren- Miner- Regel auch auf Drahtseile anwenden läßt. Sie besagt hier, daß sich die relativen (d. h. auf die ertragbaren Biegewechselzahlen bezogenen) Biegewechselzahlen eines Drahtseiles bei Ablegereife bzw. bei Bruch zu 1 addieren.

$$\sum \frac{n_i}{N_i} = 1$$

Hierbei ist n_i die Zahl der Biegewechsel unter Bedingung i und N_i die unter diesen Bedingungen ertragbare Zahl von Biegewechseln.

Die Anwendung der Palmgren- Miner- Regel soll an zwei einfachen Beispielen erläutert werden:

1. Beispiel:

Ein Drahtseil vollführt bei jedem Hubvorgang unter einer Stranglast von 10t einen Biegewechsel über eine Seilscheibe. Beim Senken vollführt es einen weiteren Biegewechsel unter einer Stranglast von 4t.

Die Ablegereife errechnet sich für eine Stranglast von 10t zu $N_1 = 30.000$ Biegewechseln, für eine Stranglast von 4t zu $N_2 = 210.000$ Biegewechseln. Wieviele vollständige Hubspiele (= 1x Heben unter 10t, 1x Senken unter 4t) kann das Drahtseil bis zum Erreichen der Ablegereife vollführen?

Mit $n_1 = n_2 = n$ ergibt sich nach Palmgren- Miner:

$$n/30.000 + n/210.000 = 1, \text{ und hieraus folgt } n = 26.250.$$

Die Zahl der vollständigen Hubspiele bis zum Erreichen der Ablegereife ist 26.250.

2. Beispiel:

Ein Drahtseil läuft bei jedem Hubspiel über 4 Seilscheiben vom Durchmesser 400mm und über 2 Seilscheiben vom Durchmesser 280mm.

Die ertragbare Biegewechselzahl bis Ablegereife beträgt für die Seilscheibe von 400mm Durchmesser $N_1 = 300.000$, für die Seilscheibe von 280mm $N_2 = 100.000$. Wieviele Hubspiele kann das Drahtseil bis zum Erreichen der Ablegereife vollführen?

Mit $n_1 = 4n$ und $n_2 = 2n$ folgt

$$4n/300.000 + 2n/100.000 = 1, \text{ und hieraus folgt } n = 30.000.$$

Das Drahtseil kann 30.000 Hubspiele bis zum Erreichen der Ablegereife vollführen.

13. Einflußfaktoren, die nicht berücksichtigt werden

13.1 Korrosion

Es versteht sich von selbst, daß ein starker Korrosionseinfluß die Lebensdauer eines laufenden Drahtseiles deutlich herabsetzen kann. Bei Einwirkung von Korrosion ist also mit einer Abweichung von den Prognosen zu rechnen.

13.2 Schmierung

Das Schmiermittel des Drahtseiles hat einerseits die Aufgabe, eine Korrosion des Drahtseiles zu verhindern. Andererseits soll sie den Reibwert zwischen den Seildrähten reduzieren, um eine bessere Verschieblichkeit der Seilelemente bei der Biegung des Drahtseiles zu gewährleisten. Bei unzureichender Schmierung des Drahtseiles ist mit einem Abfall der Seillebensdauer zu rechnen.

13.3 Abrieb

Die seilspezifischen Parameter b_0 bis b_5 wurden, wie oben erläutert, in Dauerbiegeversuchen auf Prüfständen ermittelt. Ein Abrieb in der Größenordnung, wie er durch die Relativbewegung zwischen den Seilelementen und zwischen Drahtseil und Seilscheibe erzeugt wird, hat somit das Ergebnis mitgeprägt. Übermäßiger Verschleiß, wie er zum Beispiel beim Fördern abrasiver Stoffe entsteht, kann jedoch die Lebensdauer unter den berechneten Wert herabsetzen.

13.4 Rillenmaterial

Die Dauerbiegeversuche zur Ermittlung der seilspezifischen Parameter werden auf Stahlrollen durchgeführt. Für andere Rillenwerkstoffe kann sich ein anderes Drahtseilverhalten ergeben.

13.5 Rillenform

Die Rillen der Seilscheiben sollten einen Durchmesser von Seilnenndurchmesser +6% bis +8% aufweisen. Die Dauerbiegeversuche zur Ermittlung der seilspezifischen Parameter werden mit Rillendurchmessern von Seilnenndurchmesser + 6% durch-

geführt. Bei zu engen oder zu weiten Rillen wird in jedem Fall ein Abfall der Seillebensdauer eintreten. Einige Autoren geben auf der Basis von Laborversuchen Abminderungsfaktoren für die Seillebensdauer in Abhängigkeit vom Rillenmaß an. Der Autor ist jedoch der Meinung, daß die in der Praxis auftretenden Reduktionen der Seillebensdauer infolge falscher Rillengeometrie größer ausfallen als im Versuch. Auf dem Prüfstand kann sich das Drahtseil der Seilrille anpassen, indem es sich auf der kurzen Prüflänge entsprechend verformt. In der Praxis wird es aber in der Regel jedesmal mit anderen Bereichen des Umfangs in der Rille zu liegen kommen, so daß dies dort nicht möglich sein wird.

13.6 Ablenkwinkel

Wenn ein Drahtseil unter einem Ablenkwinkel auf eine Seilscheibe aufläuft, berührt es zunächst die Flanke der Scheibe und rollt dann in den Rillengrund hinab. Die hierbei in das Drahtseil eingebrachte Verdrehung wirkt sich in der Regel negativ auf die Lebensdauer des Drahtseiles aus. Es wurden verschiedentlich Abminderungsfaktoren für die Drahtseillebensdauer in Abhängigkeit vom Ablenkwinkel vorgeschlagen. Auch hier ist der Autor jedoch der Meinung, daß diese ausschließlich in Laborversuchen ermittelten Faktoren die Realität nicht abbilden.

Das Maß der Schädigung des Drahtseiles durch die an einer Stelle eingebrachte Verdrehung ist nämlich nicht nur abhängig vom Maß der Verdrehung, sondern auch von der Seillänge, die diese Verdrehung aufnehmen muß. Die gleiche Verdrehung um 360° ist beispielsweise vernachlässigbar, wenn sie sich auf 100m Seillänge verteilen kann. Sie kann jedoch eine deutliche Herabsetzung der Seillebensdauer bewirken, wenn sie in ein 10m langes Seilstück eingebracht wird.

13.7 Zugschwellbeanspruchungen

Ein Drahtseil ermüdet nicht nur infolge von Biegewechseln beim Lauf über Seilscheiben oder Seiltrommeln, sondern auch durch wiederholte Änderungen der Zugkraft. Daher hat auch ein stehendes Drahtseil, welches niemals über eine Seilscheibe läuft, also beispielsweise ein Abspannseil eines Kranauslegers, nur eine begrenzte Lebensdauer, die allerdings in der Regel um ein Vielfaches höher liegt als die Lebensdauern der laufenden Drahtseile der gleichen Anlage. Die Berechnung der Lebensdauer von durch schwellende Zugbeanspruchung beanspruchten Drahtseilen wird Gegenstand einer eigenständigen Broschüre sein.

Bei laufenden Drahtseilen erfolgt natürlich in den meisten Fällen vor und nach dem Lauf über die Seilscheiben eine Zugkraftänderung im Drahtseil durch die Aufnahme und das Absetzen der Last. Unter der Voraussetzung, daß die Zahl der Biegewechsel je Hubspiel groß ist und die Schädigung des Drahtseiles durch die Zugkraftänderung eine Größenordnung kleiner ist als die Schädigung durch einen Biegewechsel, kann der Einfluß der Zugkraftänderung auf die Lebensdauer eines laufenden Drahtseiles jedoch vernachlässigt werden.

So sei beispielweise für einen Seiltrieb die Zahl der ertragbaren Biegewechsel bis Ablegereife unter Lastniveau beim Lauf über eine Seilscheibe $\tilde{N}_A = 100.000$. Wenn nun das Drahtseil bei jedem Hubspiel unter Lastniveau über 5 Seilscheiben hin- und über 5 Seilscheiben zurückläuft und somit je Hubspiel 10 Biegewechsel vollführt, so erzielt es rein rechnerisch ohne Berücksichtigung der Zugkraftänderung seine Ablegereife nach 10.000 Hubspielen.

Bei jedem dieser Hubspiele wird das Drahtseil jedoch zusätzlich durch die Zugkraftänderung von Grundniveau auf Lastniveau und zurück auf Grundniveau geschädigt. Diese Zugkraftänderung kann das Drahtseil bis zum Erreichen der Ablegereife beispielsweise $\tilde{N}_{AZ} = 1$ Million mal ertragen. Nach Palmgren- Miner addieren sich die Schädigungen in folgender Weise:

$$1/N = 10/100.000 + 1/100.000, \text{ oder}$$

$$N = 9.900$$

Wie man sieht, ändert sich das Ergebnis durch die Berücksichtigung der Zugkraftänderung um lediglich 1%.

13.8 Immer wiederkehrende Bewegungen im automatischen Betrieb

Eine Zugkraftvergrößerung verlängert ein Drahtseil, eine Zugkraftverringering verkürzt es. Diese Längenänderung erfolgt über den größten Teil der Seillänge ohne jede äußere Behinderung, und der schädigende Effekt einer solchen Zugkraftänderung kann einfach in Zugschwellversuchen simuliert werden. Anders sieht es jedoch aus an den Stellen des Drahtseiles, die zum Zeitpunkt der Zugkraftänderung gerade auf einer Seilscheibe oder auf der ersten Windung der Seiltrommel liegen. Diese Seilzonen können sich nur verlängern oder verkürzen, wenn sie Bewegungen relativ zu ihrer Unterlage ausführen. Diese Rutschbewegungen gehen immer einher mit

zusätzlichen Spannungen im Drahtseil und mit Verschleiß sowohl auf der Seiloberfläche als auch auf der Oberfläche der Seilscheibe oder Seiltrommel.

Wenn der Lastaufnahme- oder Lastabgabepunkt immer wechselt, verteilen sich die schädigenden Zusatzbeanspruchungen auf der Seillänge. Wenn eine bestimmte Seilzone beispielsweise nur bei jeder zwanzigsten Lastaufnahme auf einer Seilscheibe aufliegt und über seine Auflagestelle rutschen muß, um sich zu verlängern, so ist dieser Einfluß auf die Seillebensdauer vernachlässigbar.

Nicht vernachlässigt werden kann die Zugkraftänderung jedoch dann, wenn der Seiltrieb, beispielsweise im Automatenbetrieb, die Zugkraftänderungen immer an den gleichen Stellen erfährt. In diesem Fall werden immer die gleichen Seilzonen mit zusätzlichen Spannungen beaufschlagt und verstärktem Verschleiß unterworfen. Dies ist einer der Gründe, warum automatisch arbeitende Anlagen mit immer wiederkehrenden Bewegungen deutlich schlechtere Seillebensdauern erzielen als vergleichbare Anlagen mit stochastischer Arbeitsweise. Bild 22 zeigt eine im Lastaufnahme- oder Lastabgabepunkt vom Drahtseil durchgesägte Seiltrommel. Es versteht sich von selbst, daß hier auch das Drahtseil stark verschlissen worden ist.

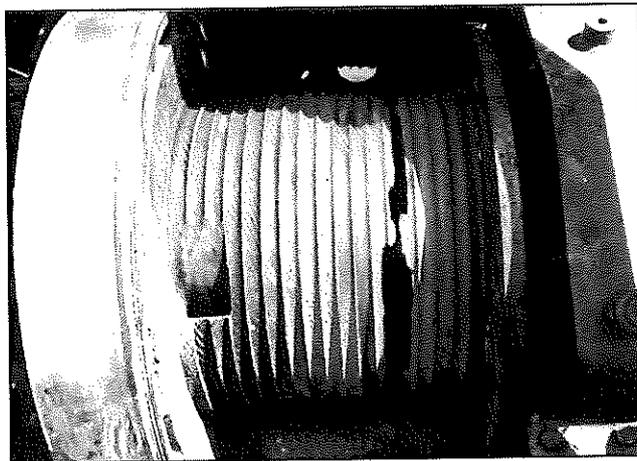


Bild 22: Im Lastaufnahme- oder Lastabgabepunkt vom Drahtseil durchgesägte Seiltrommel.

Zwar gibt es erste Untersuchungen über den Einfluß der zusätzlichen Schädigungen im Lastaufnahme- oder Lastabgabepunkt. Jedoch sind sie nach Meinung des Autors noch nicht so abgesichert, daß sie in einer Berechnung berücksichtigt werden können.

14. Die Optimierung eines Seiltriebes

Die hier diskutierte Software ermöglicht nicht nur die Vorausberechnung einer Drahtseillebensdauer unter vorgegebenen Randbedingungen, sondern sie ermöglicht auch die Optimierung eines Seiltriebes in Bezug auf eine maximale Seillebensdauer oder in Hinblick auf minimale Kosten oder minimale Baumaße bei vorgegebener Drahtseillebensdauer.

So soll beispielsweise der Seiltrieb aus Bild 14b, bestehend aus einer Trommel und einer Seilscheibe, im Mittel 200.000 Hubspiele bis zur Ablegereife der Drahtseile durchführen können. Seiltrommel, Getriebe und Motor sollen möglichst klein ausgeführt werden. Wie Bild 16 zeigt, werden je Hubspiel zwei Biegewechsel auf der Seilscheibe und ein Biegewechsel auf der Seiltrommel durchgeführt.

Mit Hilfe der Software kann berechnet werden, um wieviel der Scheibendurchmesser zunehmen muß, um die durch die Verkleinerung des Trommeldurchmessers hervorgerufene Verringerung der Seillebensdauer zu kompensieren (Bild 23).

Zunächst wird berechnet, wieviele Biegewechsel das Drahtseil unter den vorgegebenen Bedingungen auf der Trommel mit dem vorgegebenen Durchmesser absolvieren kann. Anschließend wird nach Palmgren-Miner die zum Erreichen der gewünschten 200.000 Hubspiele erforderliche Biegewechselzahl auf der Seilscheibe und zuletzt aus diesem Wert der hierfür erforderliche Seilscheibendurchmesser errechnet.

Trommel- durchmesser [mm]	BW- Zahl Trommel [-]	BW- Zahl Scheibe [-]	Scheiben- durchmesser [mm]
500	600.000	600.000	500
475	501.600	665.300	515
450	415.000	720.100	530
425	339.600	973.100	575
400	274.600	1.472.400	645

Bild 23: Kombinationen von Trommel- und Scheibendurchmesser, die jeweils 200.000 Hubspiele erzielen

15. Schlußbemerkung

Casar und der Autor werden Ihnen auch in Zukunft gerne Lebensdauerprognosen als Dimensionierungshilfe im Projektstadium oder zur Bewertung bereits bestehender Seiltriebe erstellen. Wie bereits mehrfach erwähnt, können die berechneten Werte aufgrund der statistischen Natur der Vorhersagen und aufgrund der Vielzahl zusätzlicher Einflußmöglichkeiten auf keinen Fall garantiert werden.

Für eine Lebensdauerberechnungen werden benötigt:

1. möglichst detaillierte Unterlagen über die Seilführung (Skizze und eventuell Konstruktionszeichnungen) und die Arbeitsweise der Anlage
2. Angabe der Seilkonstruktion (z. B. Casar Stratoplast Kreuzschlag, 1770N/mm²)
2. Angabe des Seilnennendurchmessers (z. B. 20 mm)
3. Angabe der Scheibendurchmesser (z. B. 500 mm)
4. Angabe des Trommeldurchmessers (z. B. 400 mm)
5. Angabe der Stranglast (z. B. 20.000 N) oder des Lastkollektivs per Strang (z. B. 10.000 N in 60% der Hubspiele, 25.000 N in 40% der Hubspiele)

Natürlich versteht es sich von selbst, daß die uns zum Zwecke der Berechnungen gemachten Angaben und die uns überlassenen Konstruktionsdetails absolut vertraulich behandelt werden.

Kommentare und Verbesserungsvorschläge schicken Sie bitte an den Autor dieser Schrift:

Dipl.- Ing Roland Verreet
Ingenieurbüro für Fördertechnik
Grünenthaler Str. 40a
D- 52072 Aachen
Tel. 02 41- 17 31 47
Fax 02 41- 12 98 2
e-mail: R.Verreet@t-Online.de



ISO 9001



CASAR DRAHTSEILWERK SAAR GMBH

Casarstrasse 1 • D-66459 Kirkel
Postfach 187 • D-66454 Kirkel

Verkauf Inland:

Tel.: + 49-(0)6841 / 8091-320

Fax: + 49-(0)6841 / 8091-329

Verkauf Export:

Tel.: + 49-(0)6841 / 8091-350

Fax: + 49-(0)6841 / 8091-359

E-mail: sales.export@casar.de

<http://www.casar.de>

Ludwig Henfling Dipl. Ing.



Öffentliche Bestellung
und Verteidigung
für die Bereiche
Schiffsbetriebstechnik,
Schiffsmaschinenbau
Traditionsschiffe

Hr. Degen

24960 Glücksburg, Rudekamp 22
Tel.: 04631 440 361
Fax: 04631 440 260
mobil: 0172 4187 886
e-mail: Henfling.FI@t-online.de

Henfling - Rudekamp 22 - 24960 Glücksburg

Stadtverwaltung Arnis
Amt Kappeln

Stadt Kappeln

07. FEB 2003

Am 2001 Am

Donnerstag, 6. Februar 2003

LVB	Stadt Arnis				VZ
	- 7. Feb. 2003				
100	120	200	400	600	

*Kopie
Stadt
Fährmann*

z.Hd. Herrn Bürgermeister Degen

Betr.: Seilfähre Arnis, erstellen eines Zustandberichtes

Sehr geehrter Herr Degen,

anbei erhalten Sie meinen Report über den Zustand der Seilfähre Arnis mit Alternativen für eine Instandsetzung / Änderung des Antriebes mit seinen Komponenten.

Nach Auftragserteilung und Akteneinsicht wurden verschiedene Besichtigungen sowie Gespräche mit ihrem Herrn Kutz vom Amt Kappeln und dem Fährmann Herrn Belts in Kappeln / Arnis geführt. Bei diesen Gesprächen wurde versucht die bestehenden Schwierigkeiten und die Probleme des Fahrzeuges für einen weiteren ordnungsgemäßen Betrieb zu erfassen und darauf aufbauend Lösungsvorschläge, bzw. Alternativen aufzuzeigen.

Die Schottel- Propelleranlage ist ausgebaut und liegt derzeit bei der Werft Eberhardt in Arnis.

Zum allgemein Zustand des Schiffskörpers und seiner Einrichtung:

Der stählerne Ponton mit seinen schiffbaulichen Teilen macht einen normal gepflegten funktionalen guten Eindruck.

Die Fähre zeigt wenig Korrosionsansatz und ist gut unter Farbe.

Die Innentanks zur Arnisseite befinden sich in hervorragender Verfassung sie sind ohne Korrosion, die Konservierung ist intakt.

Die restlichen Tanks wurden nicht besichtigt. Auf Grund des verwendeten Farbmaterials zur Konservierung kann ebenso von einem guten Zustand der Stahlflächen ausgegangen werden.

Mechanische Beschädigungen oder Beulen konnten visuell nicht festgestellt werden.

Das Problem des Ablegens, beim Transport von Lastwagen oder von Bussen läßt sich durch das Neuangleichen der Balancegewichte für die Auffahrampen beseitigen. Hierzu ist allerdings der Bediener der Fähre gefördert um die Feinabstimmung abzugleichen.

Das Problem der kurzen Lebensdauer der Fährseile kann durch größere Seilrollen in den Seilführungsköpfen gelöst werden. Hierzu ist es erforderlich, die Seilrollenköpfe vorn und hinten Stahlschlosserseitig zu ändern.

Die angetragene Sichteinschränkung beim Betrieb der Fähre durch hohe KFZ / Lieferwagen / LKWs müßte durch eine Erhöhung und Umbau des Fahrstandes / Kabine beseitigt werden.

Ludwig Henftling Dipl. Ing.



2/3

Das Antriebssystem der Fähre läuft seit Indienststellung in der Fähre und hat seither sehr gute bzw. hohe Betriebszeiten erreicht. Anlagen dieser Art unterliegen entsprechenden Intervallen für Wartungs- und Überholarbeiten. Es obliegt dem Betreiber vorausschauend bestimmte Arbeiten in Intervallen durchzuführen.

Die beanstandete „zu geringe“ Antriebsleistung der Fähre, begründet mit der Seitenerhöhung des Schiffskörpers kann so nicht argumentiert werden.

Die Erhöhung der Seiten der Fähre kann nicht als Grund für eine gewünschte Neumotorisierung mit höherer Antriebsleistung der Fähre genannt werden. Die Erhöhung des Freibords hat keinen Einfluß auf das Fahrverhalten der Fähre. Das hieraus resultierende Mehrgewicht des Schiffskörpers ist wie ein zusätzliches Ladungsgewicht zu sehen und kann als Bestandteil einer Transporteinheit gesehen werden.

Zum Ausfall des Fährbetriebes:

Der immer wiederkehrende Ausfall des Fährbetriebes wird hauptsächlich durch das Kraft-Übertragungssystem zwischen dem Dieselmotor und dem Getriebe-Winkelkopf des Ruderpropellers verursacht.

Der Ausfall der Kupplungseinheiten vom Antriebsdiesel zum Ruderpropeller und die daraus resultierenden hohen Instandsetzungskosten an diesem System sind systembedingt.

Ausfälle aus dem unteren Propeller mit Winkeltrieb sind nahezu unbekannt. Die Ausfallquote liegt fast ausschließlich im Kraftübertragungssystem und im oberen Getriebewinkelkopf.

Es wurden zwar immer wieder die Schäden beseitigt, aber auf Grund der Weichverbindung Motor zum Getriebekopf sind die axialen Versätze und Schwingungen von den Lagern des Getriebekopfes immer nur in einer begrenzten Laufzeit aufgefangen worden und unterlagen aus diesem Grunde einem höheren Verschleiß. Durch das Arbeiten der Antriebswelle zu seinen abdichtenden Simmerringen haben diese Simmerringe nach einer bestimmten Laufzeit als „Pumpe“ gearbeitet, die Abdichtung zeigte die bekannten Öl-Leckagen.

Auf Grund der häufigen Instandsetzungen im Bereich des Getriebekopfes, ist es erforderlich, diesen Triebkopf auszuwechseln, oder alle Lagerflächen mechanisch nachzuarbeiten und neu aufzubauen.

Im Zuge einer solchen Instandsetzung kann das Problem in diesem Bereich durch Änderungen der Kraft-Übertragungswellen, Lagerung des Motors und einer neuen Fundamentierung des Schottel-Ruderpropellers gelöst werden.

Ludwig Henfling Dipl. Ing.



3/3

Hierzu sind verschiedene Alternativen möglich:

1. Grundüberholung und Neuausrichtung des vorhandenen Systems,
2. Einbau einer neuen mechanischen Anlaufkupplung mit Gelenkwelle in den Wellenkopf
3. Ändern der Kraftübertragung durch ein Hydraulik- Pumpen- Motorsystem mit gleichzeitigem Umbau des Winkelgetriebes auf dem Schottel-Ruderpropeller.
4. Erneuern und Austauschen des gesamten Antrieb- Systems mit neuem Dieselmotor bei gleichzeitiger Erhöhung der Antriebsleistung
Vom Hersteller des Ruderpropellers wurde die Möglichkeit genannt den vorhandenen Ruderpropeller durch ein generalüberholtes Gebrauchtgerät zu ersetzen. Hier liegt jedoch die Schwierigkeit darin, daß dieser jetzt vorhandene Antriebstyp nicht mehr produziert wird und durch eine größere Anlage ersetzt werden müßte. Gleichzeitig müßten bei dieser Lösung auch der Antriebsdiesel mit seinen verbindenden Elementen entsprechender Leistung ausgetauscht werden.

BEWERTUNG:

- Zu 1. Eine Grundüberholung setzt voraus, daß die erforderlichen Ersatzteile geliefert und beigelegt werden können.
Laut Betreiber der Fähre soll es in der Beschaffung der Ersatzteile beim Hersteller erhebliche Schwierigkeiten geben. Zusätzlich werden die hohen Preise für die Ersatzteile kritisiert.
Die Überholung der Ruderpropeller- Anlage ohne Antriebsdiesel könnte durch ortsansässige Firmen durchgeführt werden.
Schätzkosten ohne Arbeiten am Antriebsdiesel ca. 15 000 Euro
- Zu 2. Ändern des Antriebswellen- Systems mit Gelenkwelle
Schätzkosten ohne Arbeiten am Antriebsdiesel ca. 18 000 Euro
- Zu 3. Ändern des Kraftübertragungs- Systems in ein Hydrauliksystem
Schätzkosten ohne Arbeiten am Antriebsdiesel ca. 28 000 Euro
- Zu 4. Austauschen des vorhandenen Schottel- Antriebes gegen einen ca. 45 kw starken Schottel- Navigator 12/43
Ändern der Systeme
Die Schätzkosten konnten aufgrund möglicher unterschiedlicher Komponenten- Zusammenstellungen momentan nur grob genannt werden. ca. 35-40000 Euro

Der Unterzeichner sieht in der Alternative 3 eine gute Lösung um die Störanfälligkeit im Kraft- Übertragungssystem der Fähre zu reduzieren! Dieses System kann von ortsansässigen Firmen geändert und gewartet werden.

Ludwig Henfling Dipl. Ing.

Vfg.
Kreis Schleswig-Flensburg
Der Landrat
Fachdienst Recht

R. Egon Dejen

1.

Kreis Schleswig-Flensburg • Flensburger Str. 7 • 24837 Schleswig

Stadt Kappeln
Herrn Kutz
- Städt. Betriebe / Liegenschaften -
Reeperbahn 2

24376 Kappeln

vorab per Fax 04642 - 183 28

Ansprechpartner Herr Weiß-Ludwig		
Zimmer 112	EtagE 1. OG	
☎ (04621) 87- 411	Zentrale 87- 0	
Fax (04621) 87- 335		
E-Mail roland.weiss-ludwig@schleswig-flensburg.de		

Ihr Zeichen, Ihre Nachricht vom
v.13.11.02

Mein Zeichen, meine Nachricht vom

Schleswig,
den 15.11.2002

Betreff: Kostentragung für Erneuerung von Motor der Schleifähre Arnis

Sehr geehrter Herr Kutz,

mit o.g. Anfrage baten Sie mich um die Prüfung, wie der zwischen den Pächtern der Schleifähre Arnis und der Stadt Arnis als Verpächterin am 27.9.1994 geschlossene Pachtvertrag - insbesondere hinsichtlich § 5 des Vertrages - auszulegen ist.

§ 5 lautet:

- (1) Der Pächter hat die Fähre unter Berücksichtigung der Betriebs- und Wartungsanleitung betriebsbereit und im ordentlichen Zustand zu erhalten und bei Beendigung des Pachtvertrages entsprechend zurückzugeben.
- (2) Der Pächter trägt für die Fähre sämtliche Kosten für Pflege, Wartung, Instandhaltung, Erhaltung und Betriebsbereitschaft und Reparaturen. Die Kosten zur Beseitigung von Schäden durch höhere Gewalt trägt die Verpächterin.
- (3) Die Verpächterin beteiligt sich an einer eventuell auftretenden Reparatur der Maschine im ersten Pachtjahr mit 75%, im zweiten Pachtjahr mit 50% und im dritten Pachtjahr mit 25%. Ab dem vierten Pachtjahr entfällt eine Beteiligung des Verpächters.
- (4) Der Pächter hat die Fähre spätestens alle zwei Jahre und vor dem Ausscheiden aus diesem Vertrage zum Zwecke der Besichtigung und Instandhaltung an Land nehmen zu lassen. Die Kosten für die Anlandnahme und Besichtigung trägt der Pächter. Des Weiteren trägt der Pächter die Kosten für die Vermeidung von Korrosionsschäden im Inneren der Fähre nach dem jeweiligen Stand der Technik.
Der Pächter hat die Verpächterin von der Anlandnahme der Fähre, vom Ergebnis der Besichtigung sowie von Schäden durch höhere Gewalt unverzüglich zu unterrichten.
- (5) Der Pächter verpflichtet sich, eine ausreichende Unfall- und Haftpflichtversicherung einschließlich Korrosionsschäden auf seine Kosten abzuschließen.

DIENSTGEBÄUDE

Flensburger Str. 7
24837 Schleswig
Eingang Windallee
E-Mail kreis@schleswig-flensburg.de
StadtKappeln wgFähre Arnis ab.rtf

SPRECHZEITEN

Allgemein

Mo. bis Fr. 8:30 – 12:00 Uhr
und Do. 15:00 – 17:00 Uhr

Kfz-Zulassung

7:30 – 11:30 Uhr
14:30 – 16:30 Uhr

Bau- / Umweltbereich

nur montags
und donnerstags

Internet <http://www.schleswig-flensburg.de>

BANKEN

Sparkasse SL-FL
BLZ: 216 501 10, Kto.: 1880
Postbank Hamburg
BLZ: 200 100 20, Kto.: 418 89-202

Etwas anderes ergibt sich auch nicht aus der wohl unstreitigen Tatsache, dass der Motor der Fähre nicht mehr repariert, sondern nur noch erneuert werden kann.

§ 5 Abs.2 S.1 beschränkt die Kostenübernahme der Pächter nämlich nicht auf Reparaturen der Maschine, sondern ist ausdrücklich auf die Reparatur der Fähre insgesamt gerichtet, die gerade durch das Erneuern der Maschine noch geleistet werden kann.

Demgegenüber befasst sich § 5 Abs.3, der eine befristete Kostenbeteiligung der Verpächterin vorsieht, einschränkend nur mit Reparaturen der Maschine, so dass der unterschiedliche Wortlaut der beiden Regelungen im Einklang mit der Auslegung von § 5 Abs.2 S.1 als dem umfassenderen Reparaturbegriff steht.

Ebenso wenig kann angenommen werden, die Vertragsparteien seien sich der insbesondere durch die Maschine drohenden Kostenbelastungen nicht bewusst gewesen. Die Vereinbarung in § 5 Abs.3 belegt vielmehr das Gegenteil und lässt zwingend darauf schließen, dass die Verpächterin ab dem Jahre 1997 nahezu vollständig von den im Zusammenhang mit dem Fährbetrieb entstehenden Kosten freigehalten werden sollte.

Auch wenn bei einer isolierten Betrachtung des Fährbetriebes die dadurch den Pächtern übertragenen Kostenlasten möglicherweise zu der Annahme einer Ungleichgewichtigkeit von Leistung und Gegenleistung führen könnte, rechtfertigt dies m.E. noch keine andere rechtliche Beurteilung.

Zum einen stellt sich der vorliegende Pachtvertrag als Ausdruck der Vertragsfreiheit dar. Zum anderen ist zu berücksichtigen, dass dieser Vertrag aufgrund von § 1 S.2, wonach eine Kündigung nur bei gleichzeitiger Beendigung eines am selben Tag geschlossenen Erbbaurechtsvertrags möglich ist, mit jenem Erbbaurechtsvertrag untrennbar verbunden ist. Die von den Pächtern hinsichtlich der Fähre übernommen Lasten können daher nicht ohne die von ihnen aus dem Erbbaurechtsvertrag erwarteten Vorteile beurteilt werden.

Angesichts des mir zur Beurteilung vorgelegten Sachverhalts gehe ich im übrigen davon aus, dass die erforderliche Instandsetzung einer Neuherstellung der Fähre nicht gleichkommt. Nur in einem derartigen Fall wäre zu prüfen, ob nach Treu und Glauben (§ 242 BGB a.F.) die Pachtsache als untergegangen zu betrachten wäre bzw. ob die Instandsetzung der dazu verpflichteten Vertragspartei nicht mehr zuzumuten wäre (Voelskow MÜKo Rn 66 zu §§ 535,536 BGB).

Würde man hier zu der Annahme gelangen, die Instandsetzung der Fähre durch Austausch des Motors komme einer Neuherstellung der Fähre gleich, wären die Vorschriften über die Unmöglichkeit der Leistung (§ 275 BGB a.F.) mit der Folge anzuwenden, dass hier - da keine der Vertragsparteien ein Verschulden trifft ("natürlicher Verschleiß") - die Pächter von ihrer Instandsetzungsverpflichtung (und natürlich die Verpächterin von der Pflicht die Fähre den Pächtern zum vereinbarten Gebrauch zu überlassen) frei würden. Dies wäre allerdings wegen der Verknüpfung der Schicksale von Pachtvertrag und Erbbaurechtsvertrag auch für den Fortbestand des letztgenannten von erheblicher Bedeutung.

Meine rechtliche Beurteilung kommt angesichts dessen zu dem Ergebnis, dass die Kosten für den Austausch des Motors der Fähre jedenfalls dann als Reparaturkosten iSv § 5 Abs.2 S.1 des Pachtvertrages von den Pächtern zu tragen sind, wie nicht anzunehmen ist, dass diese Kosten nahezu den Wert der Fähre insgesamt erreichen.

Für Rückfragen stehe ich Ihnen gerne zur Verfügung.

Mit freundlichen Grüßen
Im Auftrag

Weiß-Ludwig

SV 2013-06-11

Tagesordnungspunkt 20.

Einwohnerfragestunde

Frau Regener fragt, wie die Auflagen und Reparaturen der Fähre bezahlt werden.

Antwort : Da die Fähre der Stadt gehört, ist sie auch verpflichtet zu zahlen. Dies wird über den Nachtragshaushalt geschehen.

Ein Austausch der Leuchtmittel in den Straßenlaternen ist nicht notwendig, die verwendeten sind energiesparend.

Die Linden müssen gestutzt werden. Das soll möglichst noch in diesem Jahr geschehen.

Die Sanierung der Straße „Am Sportplatz“ ist im Gespräch.

Der Sportplatz sollte einmal jährlich gemäht werden.

Schließung der Sitzung um 19:55 Uhr.

SV 2013-05-22

Tagesordnungspunkt 8.

Beschlussfassung über Einwendungen gegen die Niederschrift der letzten Sitzung

Keine Einwendungen.

Tagesordnungspunkt 9.

Einwohnerfragestunde

19.33 Uhr Unterbrechung zur Bürgerfragestunde – keine Fragen.
19.34 Uhr Wiederaufnahme der Sitzung

Tagesordnungspunkt 10.

Machbarkeitsstudie Museumseisenbahn

Zur Machbarkeitsstudie Museumseisenbahn wird die Stadt einen Betrag von 200,00 € zuschießen.

Abstimmungsergebnis:

Gesetzliche Zahl der Gremienmitglieder:	7
Zahl der anwesenden Gremienmitglieder:	7
Davon stimmberechtigt:	7
Ja-Stimmen:	7
Nein-Stimmen:	0
Stimmenthaltungen:	0
Ungültige Stimmen:	0

Tagesordnungspunkt 11.

**Schleifähre Arnis
Vorlage: 2013/080**

Beschluss:

Die Stadtvertretung beschließt die Umsetzung folgender Maßnahmen:

Technisches Gutachten Auslenkung Deckspforten
Prüfung des Führungsseils / dessen Befestigungen durch einen Sachverständigen
Verstärkung (alternativ Erneuerung) der Deckspforten
Technisches Gutachten Anker zzgl. Ankerwinden

Der Bürgermeister wird ermächtigt, die entsprechenden Aufträge zu vergeben. Die erforderlichen Mittel in Höhe von 6.000,00 € werden überplanmäßig bereit gestellt.

Abstimmungsergebnis:

Gesetzliche Zahl der Gremienmitglieder:	7
Zahl der anwesenden Gremienmitglieder:	6
Davon stimmberechtigt:	6
Ja-Stimmen:	6
Nein-Stimmen:	0
Stimmenthaltungen:	0
Ungültige Stimmen:	0

Die Öffentlichkeit wird ausgeschlossen.

Tagesordnungspunkt 21.

Evtl. Zukunftsplanung der Werft Manfred Eberhardt
--

Es wird eine Planung des Architekten, Herrn Hahn, vorgestellt. Zugleich wird der zukünftige Investor, Herr Steinert aus Heikendorf vorgestellt.
Geplant ist ein Rückbau der Werft, wobei die Gebäude zum größten Teil erhalten, aber umgebaut werden (zu Wohnungszwecken).

Tagesordnungspunkt 22.

Kostenbeteiligung Schleifähre Vorlage: 2012/248
--

Beschlussvorschlag:

Der Finanzausschuss empfiehlt / die Stadtvertretung beschließt, die für die Erneuerung des Fährseiles erforderlichen Mittel in Höhe von 2.800,00 € außerplanmäßig bereit zu stellen. Im Haushalt 2013 und in den Folgejahren werden für gegebenenfalls erforderliche Erneuerungsinvestitionen Mittel in Höhe von 2.000,00 € zur Verfügung gestellt.

Beschluss:

Nach Prüfung der Verträge hat die Stadt Arnis für die Verschleißteile an der Fähre aufzukommen. Es wird beschlossen, die Kosten für das neue Seil in Höhe von 2.736,33 € außerplanmäßig bereitzustellen.

Abstimmungsergebnis:

Gesetzliche Zahl der Gremienmitglieder:	7
Zahl der anwesenden Gremienmitglieder:	6
Davon stimmberechtigt:	6
Ja-Stimmen:	6
Nein-Stimmen:	0
Stimmenthaltungen:	0
Ungültige Stimmen:	0

SV 2012-09-11

Abstimmungsergebnis:

Gesetzliche Zahl der Gremienmitglieder:	7
Zahl der anwesenden Gremienmitglieder:	5
Davon stimmberechtigt:	5
Ja-Stimmen:	5
Nein-Stimmen:	0
Stimmenthaltungen:	0
Ungültige Stimmen:	0

20.00 Uhr – Die Öffentlichkeit wird ausgeschlossen.

Tagesordnungspunkt 16.

Grundstücks- und Finanzangelegenheiten

Wohnungsvergabe Rathaus – Nachmieter wurde vom jetzigen Mieter vorgeschlagen und von der Stadtvertretung akzeptiert.

Tagesordnungspunkt 17.

Wohnungsvergabe Rathaus

Vorbehaltlich gilt der Beschluss, dass keine Ausschreibung nötig ist. Vorsichtshalber soll im Ordnungsamt nachgefragt werden, ob dies keine Rechtsverletzung ist. Die Wohnung sollte dann öffentlich ausgeschrieben werden. Sollten sich keine weiteren Bewerber melden, ist die Wohnung an Niclas Nickel zu vermieten.

Tagesordnungspunkt 18.

Reparatur der Fähre

Für die Fähre musste ein neues Seil gekauft werden, davon sollen 50% von der Stadt bezahlt werden.

Das Ruderhaus muss ebenfalls repariert werden, die Sache wird dem Bauausschuss übergeben. Die Stadtvertretung beschließt, einen Fachmann der Werft Eberhardt zu Rate zu ziehen und mit dem Bürgermeister und dem Bauausschussvorsitzenden einen Termin diesbezüglich abzusprechen.

Abstimmungsergebnis:

Gesetzliche Zahl der Gremienmitglieder:	7
Zahl der anwesenden Gremienmitglieder:	5
Davon stimmberechtigt:	5
Ja-Stimmen:	5
Nein-Stimmen:	0
Stimmenthaltungen:	0
Ungültige Stimmen:	0

Die Öffentlichkeit wird wieder hergestellt!

Schließung der Sitzung um 20:25 Uhr.

SU 2012-11-19

Tagesordnungspunkt 9.

Beschaffung einer neuen EDV-Ausstattung für das Rathaus Arnis *
Vorlage: 2012/241

Beschluss:

Der Finanzausschuss empfiehlt, für die Anschaffung eines neuen PC und Windows 7 insgesamt 700,00 € in den Haushalt 2013 einzuplanen.

Abstimmungsergebnis:

Gesetzliche Zahl der Gremienmitglieder:	5
Zahl der anwesenden Gremienmitglieder:	4
Davon stimmberechtigt:	4
Ja-Stimmen:	4
Nein-Stimmen:	0
Stimmenthaltungen:	0
Ungültige Stimmen:	0

Tagesordnungspunkt 10.

Kostenbeteiligung Schleifähre
Vorlage: 2012/248

Beschluss:

Der Finanzausschuss empfiehlt, die für die Erneuerung des Fährseiles erforderlichen Mittel in Höhe von 2.800,00 € außerplanmäßig bereit zu stellen. Im Haushalt 2013 und in den Folgejahren werden für gegebenenfalls erforderliche Erneuerungsinvestitionen Mittel in Höhe von 2.000,00 € zur Verfügung gestellt.

Abstimmungsergebnis:

Gesetzliche Zahl der Gremienmitglieder:	5
Zahl der anwesenden Gremienmitglieder:	4
Davon stimmberechtigt:	4
Ja-Stimmen:	4
Nein-Stimmen:	0

BA 2012-10-30

Tagesordnungspunkt 6.

Beschlussfassung über Einwendungen gegen die Niederschrift der letzten Sitzung

Keine Einwendungen gegen die Niederschrift der letzten Sitzung.

Tagesordnungspunkt 7.

Besichtigung Steuerhaus

Das Steuerhaus der Fähre muss erneuert werden. Es ist durchgerostet und benötigt eine Schallschutzdämmung. Der Vertrag über die Fähre enthält keine Angaben über Kostenbeteiligung, deshalb muss die Stadt die Kosten übernehmen. Das gilt auch für die Erneuerung des Seiles und anderen Verschleißteilen.

Besichtigung vor Ort von 18.45 Uhr bis 19.05 Uhr.

Beschluss:

Der Bürgermeister wird beauftragt, sich mit Herrn Wollert in Verbindung zu setzen um ihn zu bitten, den Umbau zu bewerten, welche Schritte zu unternehmen sind und eine Kostenschätzung vorzunehmen.

Abstimmungsergebnis:

Gesetzliche Zahl der Gremienmitglieder:	5
Zahl der anwesenden Gremienmitglieder:	3
Davon stimmberechtigt:	3
Ja-Stimmen:	3
Nein-Stimmen:	0
Stimmenthaltungen:	0
Ungültige Stimmen:	0

Tagesordnungspunkt 8.

Erstellung eines Steges in Arnis, Lange Str. 40

Vorlage: 2012/206

Der Bau eines Steges in Arnis, Lange Str. 40, kann nur genehmigt werden, wenn die UNB zustimmt. Herr Stehmann wies darauf hin, dass er schon einen Fachmann der UNB hatte, der ihm bestätigte, dass keine Einwände seitens der Behörde zu erwarten sind, wenn der Schilfgürtel wieder in Stand gesetzt wird. Er wird das Protokoll nachreichen.

SV 2010-09-14

Tagesordnungspunkt 11.

Wanderweg / Stichstraßen am Schleiufer (Fährberg Paulsen, Fährberg Werft Eberhardt)

Beschluss:

Der Bürgermeister wird beauftragt mit Herrn Wehking (Verkehrsüberwachung) und Herrn Bendlin (Bauamt) ein Schreiben für die Anlieger zu entwerfen, in dem die Argumente der Anwohnerdiskussion vom 13. September 2010 enthalten sind.

Abstimmungsergebnis:

Gesetzliche Zahl der Gremienmitglieder:	9
Zahl der anwesenden Gremienmitglieder:	7
Davon stimmberechtigt:	7
Ja-Stimmen:	7
Nein-Stimmen:	0
Stimmenthaltungen:	0
Ungültige Stimmen:	0

Die Öffentlichkeit wird ausgeschlossen

Tagesordnungspunkt 12.

**Überprüfung der Pachthöhe für die Schleifähre
Vorlage: 2010/169**

Beschluss:

Die Stadtvertretung nimmt die Kostenabrechnung 2005 – 2009 der Schleifähre zur Kenntnis. Eine Anpassung der Pacht erfolgt nicht.

Abstimmungsergebnis:

Gesetzliche Zahl der Gremienmitglieder:	9
Zahl der anwesenden Gremienmitglieder:	7
Davon stimmberechtigt:	7
Ja-Stimmen:	7
Nein-Stimmen:	0
Stimmenthaltungen:	0
Ungültige Stimmen:	0

SV 2005-06-20

Tagesordnungspunkt 12

Antrag Hinweisschilder "Schöne Künste Arnis"

Die Stadtvertretung beschließt, dass dem Antrag stattgegeben wird. Es soll wie bei ähnlichen Anträgen in der Stadt Kappeln verfahren werden,

Abstimmungsergebnis:

Gesetzliche Zahl der Gremienmitglieder:	9
Zahl der anwesenden Gremienmitglieder:	8
Davon stimmberechtigt:	8
Ja-Stimmen:	8
Nein-Stimmen:	-
Stimmenthaltungen:	-
Ungültige Stimmen:	-

Tagesordnungspunkt 13

**Überprüfung der Pachthöhe für die Schleifähre;
- zu diesem Top wurde Herr V. Jaich eingeladen -
Vorlage: 2005/155**

Die Stadtvertretung nimmt die Kostenabrechnung 2001 - 2004 der Schleifähre zur Kenntnis. Eine Anpassung der Pacht erfolgt nicht.

Abstimmungsergebnis:

Gesetzliche Zahl der Gremienmitglieder:	9
Zahl der anwesenden Gremienmitglieder:	8
Davon stimmberechtigt:	8
Ja-Stimmen:	6
Nein-Stimmen:	-
Stimmenthaltungen:	2
Ungültige Stimmen:	-

Schließung der Sitzung um 21:50 Uhr