

Kapitel 4

4.1 Bungeecords

4.1.1 Gewichtsklassen

Bungeecords werden je nach Stärke (Fadenzahl) und Verwendung in verschiedene Gewichtsklassen und Verwendungsgebiete eingeteilt. Theoretisch ist es möglich, für jede Gewichtsklasse (z.B. 69 - 70 - 71 - 72 - 73 kg, usw.) verschieden starke Bungeecords zu bauen.

Praktisch haben sich Gewichtseinteilungen zwischen 50 bis 80 sowie 80 bis 110 oder 60 bis 95, 95 bis 125 kg u.ä. bewährt. Besonders die Einteilung **60 bis 95 kg** hat den Vorteil, dass während einer Veranstaltung die Bungeecords selten gewechselt werden müssen, da die meisten Teilnehmer innerhalb dieser Gewichtsklasse liegen. Unfälle durch Verwechslung des Bungeecords können so verhindert werden. Ebenso kann alternativ zu einem „leichten“ Bungeecord (z.B. Gewichtsklasse 60 - 95 kg) ein weiteres Bungeecord, ein sog. Baby - Bungee verwendet werden. Dadurch wird die notwendige Fadenanzahl vergrößert, wie es sich z.B. beim Tandem Bungee Jumping sehr bewährt hat.

Beispiel: Bungeecord mit 880 Einzelfäden - geeignet bis 95 kg
+1 Baby Bungee mit 220 Einzelfäden - geeignet bis 30 kg
1100 Einzelfäden - geeignet bis 125 kg Gesamtgewicht

Der **Vorteil** bei der Verwendung stark unterschiedlicher Bungeecords liegt in der Unverwechselbarkeit der Seile. So kann ein Bungee mit 220 Fäden leicht von einem mit 880 unterschieden werden und dient damit präventiv der Unfallverhütung.

Der **Nachteil** bei der Parallellegung von Seilen ergibt sich aus dem unterschiedliche Verhalten beim Rebound und der Möglichkeit der Verschlingung der Seile.

Zusätzlich müssen beide Seile unbedingt die gleiche Länge aufweisen, damit Überdehnungen vermieden werden. (max. 300 % Dehnung oder 4-fache Eigenlänge!).

Überdehnung wirkt sich auf die Lebensdauer eines Bungeecords äußerst negativ aus!

Bevor daher zwei Bungeecords gemeinsam verwendet werden, sind die Baulängen aufeinander abzustimmen.

Bei der Abstimmung ist zu beachten, dass ein Bungeecord im gedehnten Zustand um 300% länger ist als im ungedehnten Zustand. Beispiel: zwei Bungeecords, einmal mit 10 Meter und einmal mit 9,70 Meter, gedehnter Zustand 40 bzw. 38,80 Meter. Die Abstimmung zwischen den beiden Bungeecords erfolgt daher mit einem 1,20 Meter langem Zwischenstück (40 - 38,80 Meter) und **nicht** mit einem nur 0,30 Meter Zwischenstück (10 - 9,70 Meter)! Ein Berechnungsfehler führt unweigerlich zur Überdehnung und Zerstörung des kürzeren Bungeecords. Beträgt der Unterschied zwischen zwei Bungeecords in der Bauartlänge mehr als 5%, sollten diese Seile nicht mehr parallel verwendet werden.

4.1.2 Herstellung

Die Herstellung von Bungeecords wird von verschiedenen Bungee - Unternehmen selbst durchgeführt oder die Bungeecords werden angekauft. Das Material ist ein spezieller Latex in ursprünglich weißer Farbe, ist aber auch in grauer oder schwarzer Farbe erhältlich. Das verwendete Material muss sicherstellen, dass die Dehnungskraft und -länge über die Zeitdauer des gesamten Gebrauchs immer gleich bleibt.

Zwischen zwei Ankerpunkten (Bobinen) werden, entsprechend den Gewichtsklassen des zu entstehenden Seiles, Lagen von Gummifäden (Latex) aufgelegt.

Der außen sichtbare Mantel hat keine Tragfunktion und wird bei der Berechnung nicht berücksichtigt. Der Mantel muss sicherstellen, dass die einzelnen Bungeefäden in gleicher Position gehalten werden und muss vor Betriebsbeginn in Ordnung sein. Ein Mantel, der sich gelockert hat oder gebrochen ist, muss repariert werden und das Seil darf bis zur Reparatur nicht verwendet werden.

Besonderen Einfluss auf das Sprungverhalten jedes Seiles hat die Machart und wie fest der Außenmantel um die Latexlagen geflochten wird:

- werden die Bungeecords während des Verseilens unter leichtem oder starkem gleichmäßigem oder ungleichmäßigem Zug gelegt (die einzelnen Lagen!);
- wie eng und straff liegt der Außenmantel um die Einlagen;
- welche Nennfadenstärke wurde verwendet.

4.1.3 Verwendung, Anforderungen

Bungeecords können für alle nur denkbaren Zwecke eingesetzt werden. Wichtige Kriterien sind:

- a. Die Seile dürfen nicht überdehnt und müssen, bei Belastung, mind. auf das 2,5-fache, dürfen max. jedoch auf das 4-fache der Bauartlänge gedehnt werden;
- b. Die Dauer der maximalen Dehnphase muss möglichst kurz gewählt werden;
- c. Vor jedem täglichen ersten Einsatz muss das Seil nachgemessen und einer Sichtkontrolle unterworfen werden.
- d. Gelegentlich während einer Veranstaltung soll etwas Talkum (asbestfrei!) als „Schmierstoff“ aufgebracht werden, spätestens am Ende einer Veranstaltung. Talkum verringert die Reibung zwischen den Lagen und Einzelfäden;
- e. Die Zugbelastung der Bungeecords bei 2,5-facher Dehnung entspricht der unteren Anwendungsgrenze des Seiles;
- f. Die Verwendung eines Überdehnschutzes wird dringend empfohlen.

Die Bungeecords sind das „Herzstück“ der Betriebsanlage und dementsprechend „kostbar“!

Es soll daher beim Verwenden der Seile immer darauf geachtet werden, dass keine Fremdstoffe (z.B. Steinchen, Dreck etc.) auf oder in den Seilverband geraten können.

Wurde ein Bungeecord überdehnt, so zeigen sich gerissene Fäden vor allem an den äußersten Lagen. Dies ist bedingt durch den Aufbau der Bungeecords und die damit verbundene stärkere Dehnung der äußersten Lagen im Verhältnis zu den inneren Lagen.

Auf ein Bungeecord stehen oder mit fettigen, schmutzigen Händen damit manipulieren, zeigt Inkompetenz und Fahrlässigkeit!

Bei einem Bungeesprung darf es zu einer **maximalen** Beschleunigung bis zum 3-fachen der Erdbeschleunigung (3g) kommen. Diese Werte wirken etwa für 0,5 Sek. auf einen Teilnehmer ein (beim Sprung vorwärts). Eine wichtige Regel dabei ist:

Je länger das Varioseil und um so mehr die Bungeecords gedehnt werden (je schwerer der Teilnehmer), um so geringer ist die auftretende Belastung für den Teilnehmer!

Richtwert: Die maximale Varioseillänge beträgt 50% der Bauartlänge der Bungeecords im ungestreckten Zustand (z.B. 10 Meter Bungeecord = 5 Meter als maximale Varioseillänge).

Kapitel 4 - Bungeecords

Die Dehnkraft des Seiles (Seildehnkraft), die direkt auf den Ankerpunkt (z.B. Kranhaken) wirkt, beträgt mit 33% Sicherheitsreserve (Beispiel 50 Meter):

bei 50 kg Teilnehmergeicht: ca. 125 bis 150 kg bei 2,5-facher Dehnung der Bungeecords;

bei 80 kg Teilnehmergeicht: ca. 225 bis 270 kg bei 4-facher Dehnung der Bungeecords;

bei 95 kg Teilnehmergeicht: ca. 240 bis 290 kg bei 4-facher Dehnung der Bungeecords.

Bei Tandembetrieb wurden Werte zwischen 420 und 550 kg bei 4-facher Dehnung des Cords gemessen. (Messung mittels Dynamometer).

Werden jedoch Bungeecords überdehnt, so wirken bereits bei 400% Dehnung (5-fache Länge), die doppelte Belastung auf die Ankerpunkte!

4.1.4 Bruchlast

a. Bungeecord - Einzelfaden - Sicherheitsfaktor:

Jeder Faden weist eine rechnerische Bruchlast zwischen 16 und 25 N auf.
Durch praktische Zerreißproben wurde eine Bruchlast von durchschnittlich ca. 20 N ermittelt.

Daher beträgt die rechnerische Bruchlast eines Bungeecords mit 880 Einzelfäden:

bei 25 N höchster Einzelfadenbruchlast 22.000 N = 2,2 Tonnen;

bei **20 N** mittlerer Einzelfadenbruchlast 17600 N = 1,8 Tonnen;

bei 16 N niedrigster Einzelfadenbruchlast 14080 N = 1,4 Tonnen.

Beispiel:

$$\text{Sicherheitsfaktor: } \frac{\text{mittlere Bruchkraft des Seiles}}{\text{Kraft bei 4-facher Dehnung des Seiles}} = \frac{17600 \text{ N}}{2551 \text{ N}} = 6,9$$

Ein Einzelfaden kann sehr leicht auch ohne aufwendige Technik auf die zulässige Bruchlast geprüft werden. Dies sollte vor jeder Herstellung eines Bungeecords mit mindestens drei verschiedenen Probefäden durchgeführt werden. Dabei wird ein Einzelfaden an ein Gewicht von mindestens 2 kg (= 19,62 N) gebunden und das Gewicht an diesem Einzelfaden vom Boden mindestens dreimal abgehoben. Neben der Versuchsanordnung wird eine Metermarkierung angebracht, um die Ausziehlänge des Einzelfadens zu kontrollieren. Dabei darf der Einzelfaden bei einer Dehnung von 300% nicht reißen. Für jeden Test wird ein anderer Einzelfaden verwendet.

Sehr gut zu dokumentieren ist ein Versuch mit einem Dynamometer (mit Schleppzeiger). Dabei wird ein Einzelfaden am Dynamometer befestigt und bis zum Bruch belastet. Jeweils bei der 2,5-fachen und der 4-fachen Ausziehlänge wird diese an der Metermarkierung und die einwirkende Kraft am Dynamometer abgelesen und aufgezeichnet, ebenso bei Bruch des Einzelfadens.

Diese Prüfung kann auch mit einem Band aus 40 oder 60 Einzelfäden (Lage) durchgeführt werden. Die Einrichtungen sind dann entsprechend der Belastung auszulegen.

b. Die Endbefestigungen (z.B. Bobinen) müssen einer Bruchlast von mindestens 22.000N / 2.200 kg standhalten;

c. Alle Verbindungsseile und Knoten müssen einer Bruchlast von mindestens 22.000N / 2.200 kg standhalten.

4.1.5 Auswechselkriterien

Jedes Bungeecord muss ausgewechselt werden, wenn es die maximale Lebensdauer erreicht hat:

- i. Wenn die Bungeecords mehr als 250 Stunden dem Tageslicht (UV-Strahlung) ausgesetzt werden.
Ausnahme: wenn die Bungeecords auf die gesamte Länge mit einem Schutzmantel umgeben sind;

- ii. Wenn die Bungeecords älter als ein Jahr sind, maßgeblich dafür ist das Herstellungsdatum;
- iii. Wenn das Seil nach der Maßgabe des Herstellers das Lebensende erreicht hat;
- iv. Wenn mehr als 10% der tragenden Außenfäden oder eine Fadenlage (= 40 oder mehr Einzelfäden) gebrochen sind oder wenn am Seil ungleichmäßige Spannungen zwischen den einzelnen Fäden oder Lagen auftreten (Schlaufenbildung, meist durch Überbelastung);
- v. Wenn die gebrochenen Fäden länger sind als 5% der Bauartlänge der Bungeecords;
- vi. Wenn die Bungeecords überdehnt wurden;
- vii. Nach einem Kontakt des Seiles mit ätzenden, korrosiven, auflösenden etc. Substanzen oder die Gefahr oder Gewissheit besteht, dass Verunreinigungen innerhalb des Seiles geraten sind und diese nicht mehr entfernt werden können;
- viii. Wenn irgendwelche Ereignisse eintreten, welche die Bungeecords erheblich beeinträchtigt haben oder der Verdacht dazu besteht, darf das Seil bis zu einer Kontrolle nicht mehr verwendet werden, und bei Bestätigung des schädigenden Ereignis ist das Seil abzulegen und zu zerstören.

4.1.6 Lagerung und Lagerkriterien

a. Lagertemperatur

Die Lagertemperatur sollte **+10°C** nicht unter - und + 25°C nicht überschreiten. Der Lagerort und der Lagerbehälter sollten, falls die Bungeecords in Talkum (asbestfrei!) gelagert werden, gut verschlossen und trocken sein. Die Bungeecords dürfen nicht feucht in diese Behälter eingelegt, sondern müssen davor getrocknet werden.

Bungeecords dürfen nicht in der Nähe von Lösungsmitteln, Benzin, offenem Feuer oder aggressiven Dämpfen gelagert und mit solchen Stoffen unter keinen Umständen in Verbindung gebracht werden. Der Latex unterliegt einer natürlichen Alterung, und ein Bungeecord ist längstens nach einem Jahr oder nach Maßgabe des Herstellers auszuwechseln.

Die Bungeecords dürfen nicht unter Spannung gelagert werden.

b. Bungeekarte - Aufzeichnungen

Jedes Bungeecord muss mit einem „Lebenslauf“ (sog. Bungeekarte) ausgestattet werden. In dieser Karte müssen alle wichtigen Daten des Seiles sowie der Tag der Herstellung, Tag der ersten Benutzung, die Anzahl und Tage der Verwendung sowie die Anzahl der Belastungen vermerkt werden.

Diese Bungeekarte ist mind. 10 Jahre aufzubewahren. Muster siehe Anhang A.

c. Pflege, Reinigung

Verschmutzte Seile können mit etwas Wasser und einer milden Seifenlösung gereinigt werden.

Nasse Seile sollten bei normaler Raumtemperatur hängend ausgetrocknet und danach eingetakt werden.

Talkum dient als „Schmierstoff“ und verringert die Reibung zwischen den Lagen und Einzelfäden.

4.1.7 Überprüfung

a. Allgemein

Jedes Bungeecord kann durch eine Sichtkontrolle überprüft, und über die Messung der Eigenlänge des Seiles in unbelastetem, liegendem Zustand auch über den Zustand innerhalb des Seilverbandes beurteilt werden. Dabei wird unter Zuziehung der Aufzeichnungen festgestellt:

Kapitel 4 - Bungeecords

- i. ob Fremdkörper zwischen die Lagen gelangt sind;
- ii. ob der Mantel fest und eng am Fadenverband anliegt oder sich gelockert hat;
- iii. ob einzelne Fäden gerissen sind oder nicht mehr straff im Seilverband liegen (z.B. Schlaufenbildung);
- iv. die Endbefestigungen (z.B. Bobinen) richtig und straff vom Seilverband umschlossen werden und gerade zum Seilverband liegen;
- v. alle Bandschlaufen, Verbindungsschlaufen und Karabiner in Ordnung sind;
- vi. Die Eigenlänge des Seiles sich ungewöhnlich verändert hat (z.B. 5% länger ist als bei der letzten Verwendung!);
- vii. Verwendetes Material, 100 % natürlicher oder künstlicher Latex (Gummi);
- viii. Anzahl der Belastungen die damit gemacht wurden (je nach Bauart 300, 200, teilweise 170, oder weniger Belastungen mit einem Bungeecord).

Treten irgendwo Missstände auf, so sind diese sofort zu beheben. Sind mehr als 10% der Außenfäden gerissen, so muss mit einem zusätzlichen Tragkraftverlust von ca. 15% gerechnet werden. Hat sich die Eigenlänge des Seiles im Vergleich zur Bauartlänge um mehr als 5% dauerhaft verändert, so sind die Bungeecords sofort auszuwechseln (Dieses Kriterium gilt für Bungeecords ab 7 Meter Bauartlänge) !

Beispiel:	von 880 Gesamtfadenzahl	=	17600 N Gesamtbruchkraft
	sind 88 Fäden gerissen (10%)	=	1760 N
	<u>abzüglich 132 Fäden Tragkraftverlust(15%)</u>	=	<u>2640 N</u>
	ergibt 600 Fäden	=	13200 N Resttragkraft

Beispiel: **Resttragkraft 13200 N : 2551 N = Sicherheitsfaktor nur noch 5,17 !**

Das Seil ist sofort auszuwechseln !!!

- b. Überprüfungen täglich vor Inbetriebnahme und während der Veranstaltung:
 - i. Ob sich die Bauartlänge der Bungeecords im Verhältnis zur letzten Inbetriebnahme verändert hat. Bei mehr als 5% Überlänge (ab 7 Meter Bauartlänge) ist ein Seil abzulegen;
 - ii. Die Ummantelung muss in Ordnung sein und sicherstellen, dass die Lagen in Position bleiben. Bricht die Ummantelung oder lockert sie sich, so ist das Seil bis zur Reparatur auszuwechseln;
 - iii. Ob sich Beschädigungen feststellen lassen und in welchem Ausmaß;
 - iv. Ob sich das Sprungverhalten des Seiles auffällig verändert hat. Diese Überprüfung geschieht durch den Testwurf von Testgewichten vor Veranstaltungsbeginn;
 - v. Ob sich Fremdkörper zwischen den Fadenlagen feststellen lassen;
 - vi. Jedes verwendete Seil ist während einer Veranstaltung mindestens 4-mal zu überprüfen.

4.1.8 Test von Bungeecords