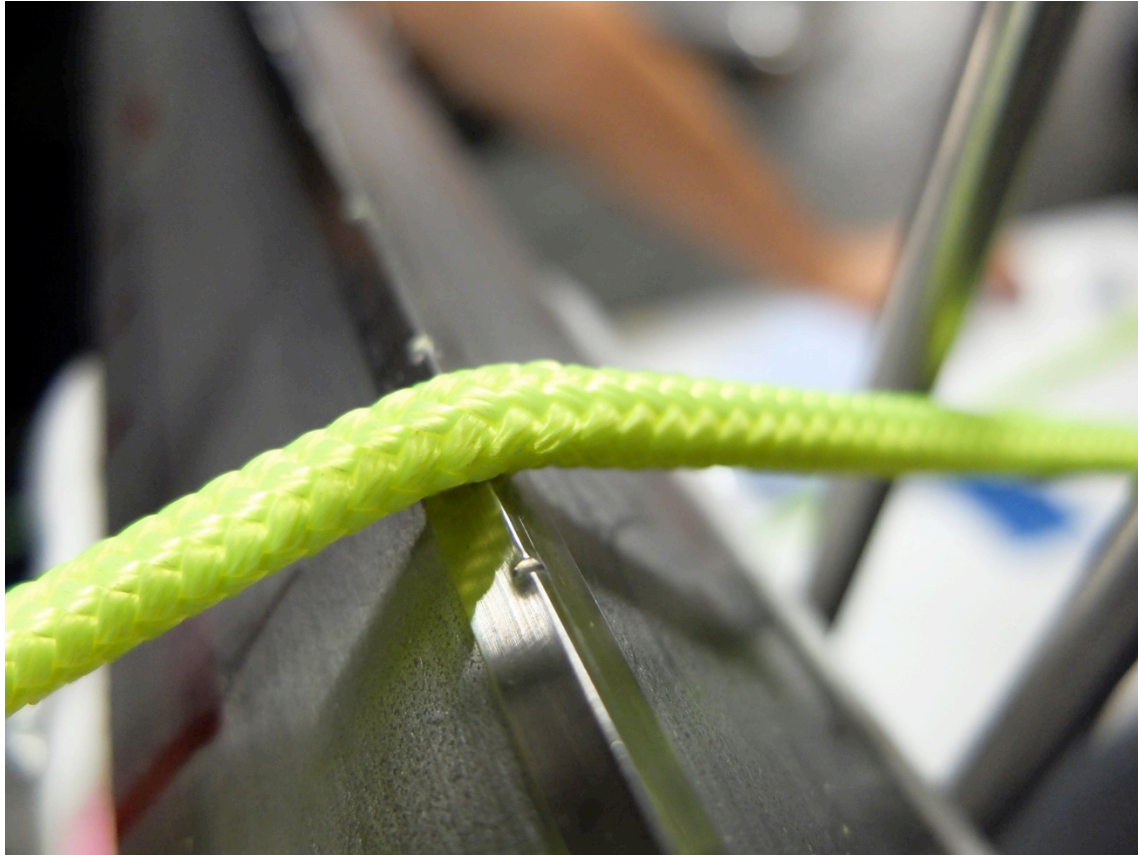


Untersuchung Schnittfestigkeit von Bergseilen in Abhängigkeit von der Last



Einführung:

In den letzten Jahren gab es Seilrisse beim führungstechnischen Ablassen Zweier Gäste am Einfachseil (FÜL-Gran Paradiso, BGF-Kurs SBV/Nesthorn).

In der Schweiz wurde darauf hin eine Durchmesserempfehlung für die Anwarter eingeführt, die für den Hochtourenkurs Seile mit einem Minstdurchmesser von 9,5 mm vorschreibt.

Es stellt sich die Frage, ob eine Durchmesserempfehlung hilft, führungstechnische Seilrisse beim Ablassen in Zukunft zu vermeiden.

Vorliegende Ergebnisse anderer Untersuchungen:

Die DAV-Sicherheitsforschung untersuchte 2009 die Schnittfestigkeit von Seilen und Reepschnüren mittels eines Kerbschlagpendels. Gemessen wurde hier die Energieaufnahme des Seils bei einem Durchschneiden durch ein Kerbschlagpendel mittels einer Klinge, die ebenso mit Kerben versehen war. Untersucht wurde, ob konstruktive Merkmale wie Imprägnierungen, Flechtarten (z.B. Fadenspannung und Abzugswinkel bei der Herstellung) einen Einfluss auf die Schnittfestigkeit besitzen. Hierbei zeigte sich, dass nur der Seildurchmesser (Querschnitt bzw. das Metergewicht) mit der Schnittfestigkeit korreliert. Auch zeigte sich, dass Dyneema eine deutlich höhere Energieaufnahme bei Schnittbelastung zeigte als Polyamid. Kevlar lag zwischen der von Polyamid und Dyneema.

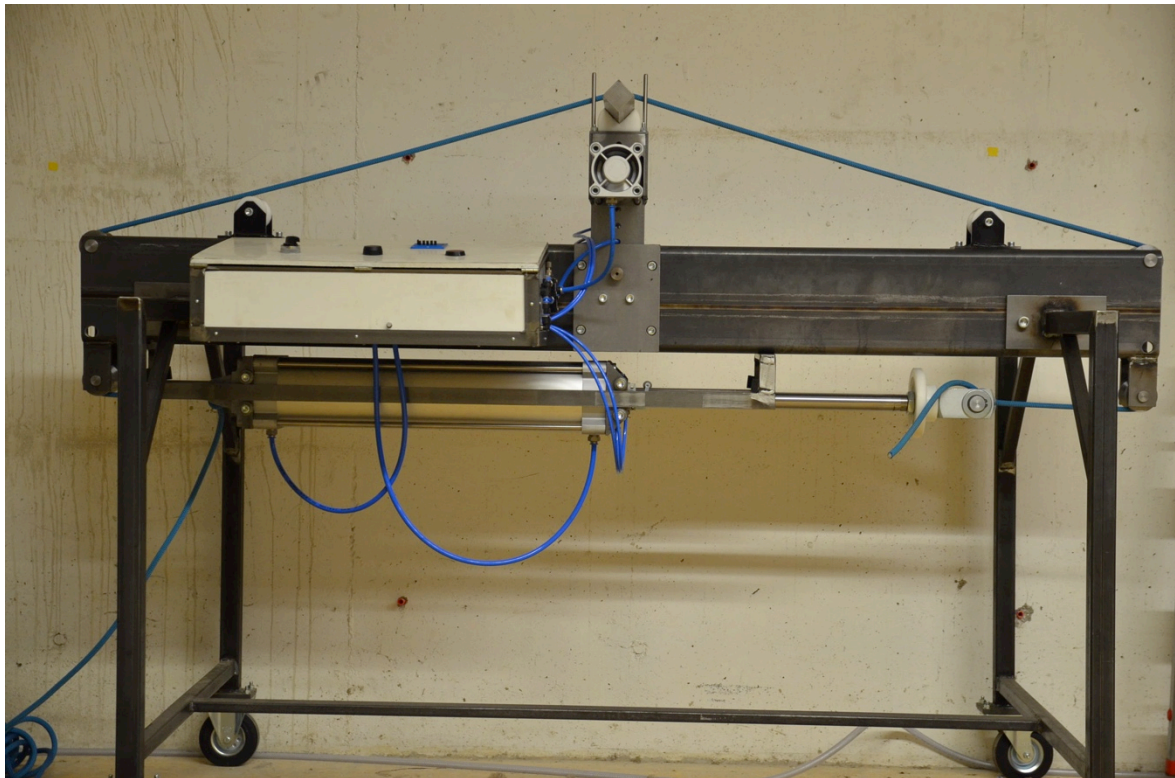
Nicht untersucht wurde dabei die Bedeutung des Durchmessers in Relation zur Seilspannung (Vorlast). Bei der Untersuchung der Sicherheitsforschung waren die Seilproben lediglich mit 20-30 kg gespannt.

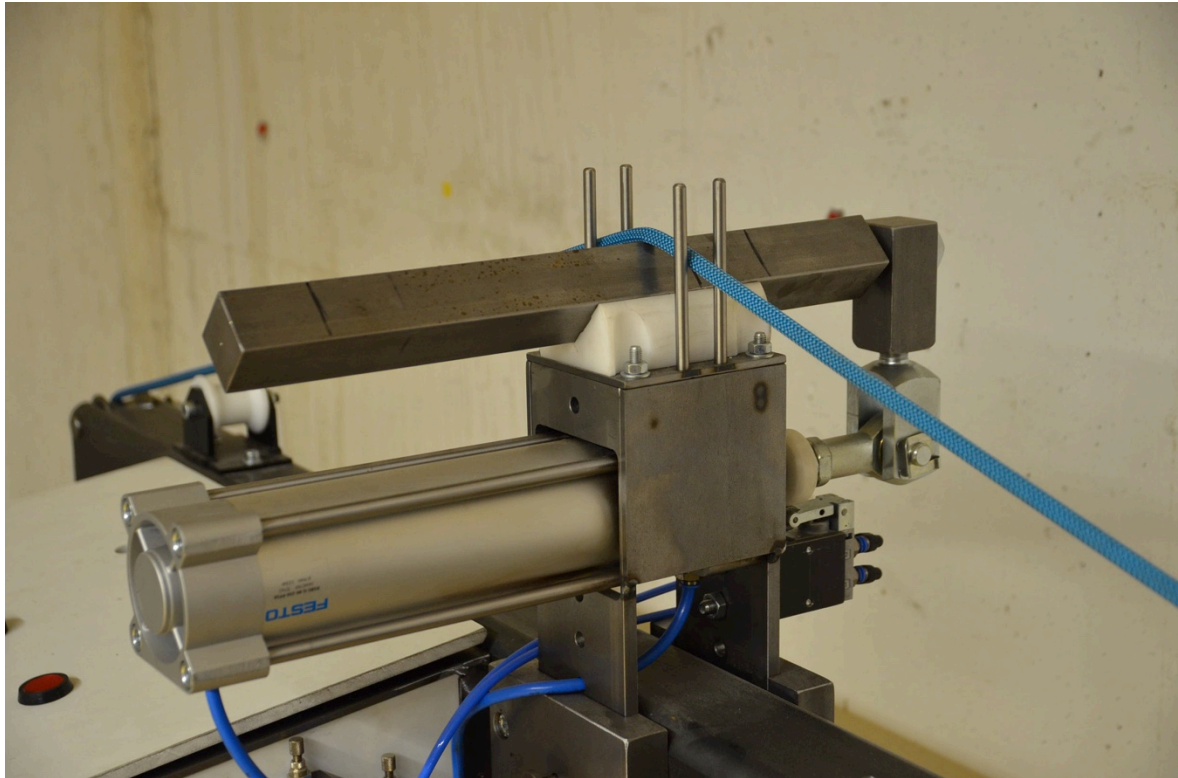
Fragestellung:

Untersucht wurde, welchen Einfluss der Seildurchmesser im Vergleich zum Einfluss der Vorlast/Spannung bei einer Schnittbelastung auf Seile und Reepschnüre zeigt.

Versuchsaufbau:

Dazu wurde von der Firma Edelrid eine Maschine konstruiert, an der ein Seil über eine Kante gespannt wird. Die Spannung des Seiles kann stufenlos über einen Hydraulikzylinder eingestellt werden. Die Spannung bleibt während des Versuchs konstant, auch wenn das Seil sich dehnt oder auf der Kante verschiebt. Die Untersuchungen wurden mit 80 kg, 120 kg und 160 kg Seilspannung durchgeführt. Ebenso kann der Winkel des Seils über der Kante variiert werden. Alle Untersuchungen wurden mit einem Seilwinkel von 140° durchgeführt. Die Kante selber ist auf einem Schlitten montiert und kann ausgetauscht werden. Der Schlitten wird nun über einen Motor hin und her bewegt. Somit schneidet die Kante das auf ihr geführte Seil. Gemessen wird die Schnittlänge in cm, bis es zum Bruch des Seils kommt. Die Kante selber besteht aus gehärtetem Stahl und ist alle 2 cm mit Kerben versehen.





Unterschiedliche Seil- und Reepsnurdurchmesser zwischen 6 und 10 mm sowie unterschiedliche Materialien (Polyamid, Kevlar und Dyneema) wurden untersucht. Zudem wurden die Versuche mit einem gebrauchten Seil durchgeführt. Da zu befürchten war, dass sich die Kante mit zunehmenden Versuchen verändert und stumpfer wird, wurde mit einem „Referenzseil“ immer wieder die Reliabilität der Messungen überprüft. Hierfür wurde das Seil Python, 10 mm von Edelrid gewählt.

Mit folgenden Seilen und Reepschnüren wurden Versuche durchgeführt:

Python Einfachseil, **10,0 mm**

Swift Pro Dry Einfachseil, **8,9 mm**

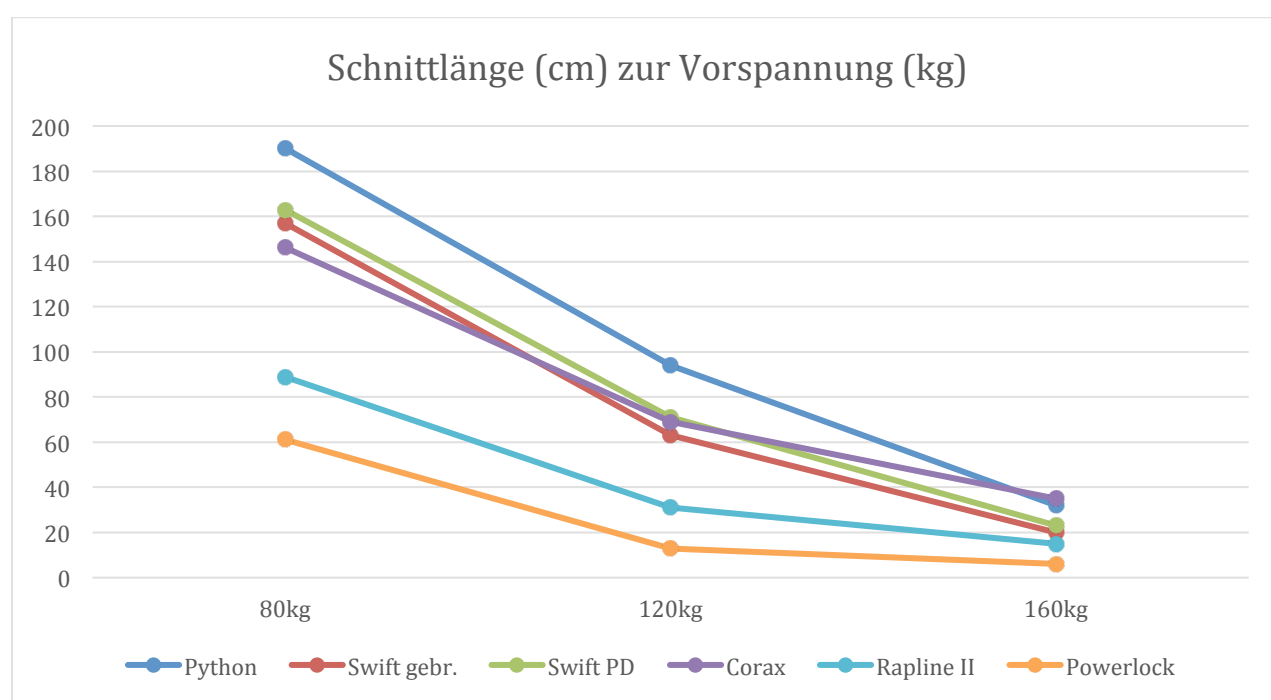
Swift Pro Dry Einfachseil (gebraucht), **8,9 mm**

Corax Dyneema Reepschnur, **6,7mm** (PA Mantel/Dyneema Kern)

Rapline II, Kevlar Reepschnur, **6 mm** (PA Mantel/Kevlar Kern)

Powerlock Reepschnur PA, **6 mm** (PA Mantel/PA Kern)

Seiltyp	80 kg Schnittl. [cm]	120 kg Schnittl. [cm]	160 kg Schnittl. [cm]	SL/QS [cm/mm ²] 80kg	SL/QS [cm/mm ²] 120kg	SL/QS [cm/mm ²] 160kg
Python 10,0 mm	190	94	32	2,41	1,20	0,41
Swift PD 8,9 mm	163	71	23	2,62	1,15	0,37
Swift PD (gebraucht) 8,9 mm	157	63	20	2,52	1,01	0,32
Corax (Dyneema) 6,7mm	146	69	35	4,13	1,97	0,98
Rapline II (Kevlar) 6 mm	89	31	15	3,14	1,11	0,54
Powerlock (Polyamid) 6 mm	61	13	6	2,16	0,45	0,22



Zusammenfassung:

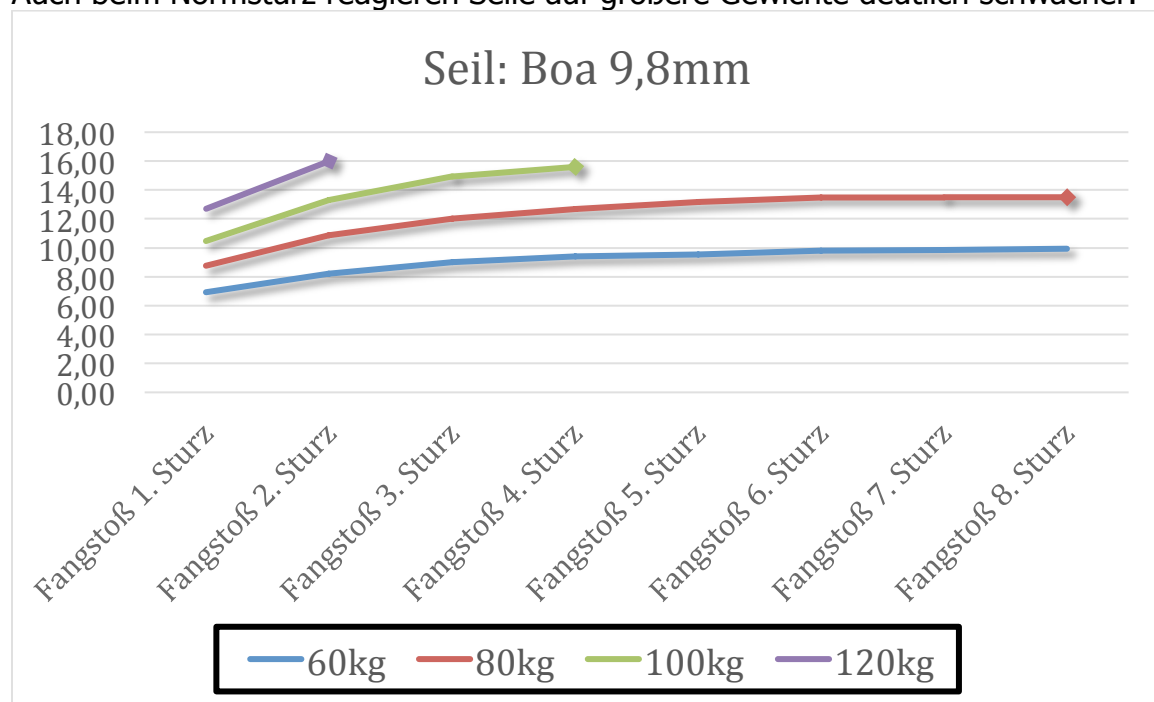
- Die Verdopplung der Vorspannung von 80 auf 160 kg verschlechtert die Schnittfestigkeit um ca. 600 % bei Einfachseilen.
- Eine Vergrößerung des Seildurchmessers um 1,1 mm von 8,9 auf 10 mm entspricht einer Flächenvergrößerung von 62,2 mm² auf 78,5 mm². Dadurch wird die Schnittfestigkeit um etwa 20% erhöht.
- Dyneema besitzt eine etwa 200-300 % höhere, Kevlar eine etwa 130-160 % höhere Schnittfestigkeit als Polyamid.
- Die Schnittfestigkeit einer 6 mm dicken Dyneema-Reepschnur entspricht etwa der eines 9 mm dicken Einfachseils.

Schlussfolgerungen für die Praxis:

- Vorsicht beim Ablassen von zwei Personen am Einzelstrang! Nicht über Felskanten ablassen; führungstechnisch besser einzeln ablassen
- Dyneema-Hilfsleinen haben Einsatzberechtigung (Führungstechnik Ablassen, z.B. beim Freeriden)
- Eine Durchmesserbeschränkung ist weniger sinnvoll als ein gewichtsangepasstes Verhalten
- Vorsicht bei großen Massen > 80 - 100 kg

Exkurs:

Auch beim Normsturz reagieren Seile auf größere Gewichte deutlich schwächer.



120 kg zwei Normstürze, 100 kg 4 Normstürze, 80 kg 8 Normstürze, bei 60 kg kam es bis zum 20. Sturz nicht zum Riss. Der Versuch wurde dann abgebrochen.