

Ohne größere Verletzungen endete zum Glück ein Unfall beim Topropeklettern. Doch der Unfallmechanismus ließ die DAV-Sicherheitsforschung stutzen. Mit einer Versuchsreihe konnte sie eine vernachlässigte Gefahr aufklären und gibt nun Tipps zur Vermeidung.

Von Alex Hühn

Wie konnte das passieren? Topropeklettern im Buntsandstein, eine kurze abdrängende Route, etwa acht Meter bis zur Umlenkung. Der Kletterer will sich ins Seil setzen, um sich auszurufen. Völlig unerwartet stürzt er etwa vier Meter zum Einstieg und bleibt nach mehreren Purzelbäumen auf dem abschüssigen Waldboden liegen. Zum Glück erleidet er nur ein paar Prellungen und Abschürfungen.

Beim Sichernden ist alles in Ordnung. Das Seil richtig im Sicherungsgerät eingelegt, das Bremsseil fest in der Hand. Auch der Kletterer ist korrekt eingebunden, das Seil zwischen Kletterer und Sicherer zeigt keine Beschädigungen. Allerdings liegt der Umlenk-Karabiner ins Seil eingehängt zusammen mit einer intakten Bandschlinge im Einstiegsbereich auf dem Boden. Was war da los?

Zur Umlenkung des Topropeseils war ein Karabiner mit Bandschlingen von einem Baum bis unter die Felskante verlängert worden (siehe Bild oben). Fünf Bandschlingen aus unterschiedlichen Materialien wurden verbaut, sie lagen an mehreren Stellen auf dem felsigen Boden auf und waren miteinander per Ankerstich verbunden. Auch am Baum diente ein Ankerstich zur Befestigung.

Die Rekonstruktion ergab, dass der Aufbau höchstens fünfzehnmal belastet worden war, die verwendeten Schlingen waren neuwertig und die Felskante bestand aus zwei sandsteintypischen Rundungen mit großen Radien – also keine Struktur für einen Scharfkantenriss. Der Bruch erfolgte im Ankerstich einer dünnen Dyne-



Scheuergefahr am Knoten

Toprope ohne Reibereien

maschlinge, die mit einer breiten Nylonschlinge verbunden war. Das Besondere in diesem Fall war, dass die Bruchstelle an der Dyneemaschlinge wie geschnitten aussah, lediglich an anderen Stellen dieser Schlinge waren geringe Abriebspuren erkennbar (siehe Abb. 2a).

Auf der Suche nach der Ursache

Das ist bereits das dritte gemeldete Vorkommnis mit im Ankerstich gerissenen Bandschlingen, und das Bruchbild sah immer aus wie ein messerscharfer Schnitt. Höchste Zeit für die DAV-Sicherheitsforschung, sich auf Spurensuche zu begeben ... verwendetes Material, Fotos, Schilderungen, Ortsbesichtigung. Wir versuchen, alles zu bekommen, was irgendwie aufschlussreich sein könnte, um den möglichen Unfallhergang zu rekonstruieren.

Angesichts der Umgebung ließ sich eine Scharfkantenbelastung schnell

ausschließen, und auch die übrigen textil-typischen Schadensmechanismen (Einfluss aggressiver Stoffe, Steinerschlag, Schmelzverbrennung, Hitzebelastung, ...) passten nicht zum Unfall. Kann also eine Ankerstichverbindung die Festigkeit der Schlinge soweit herabgesetzt haben, dass ein Versagen bereits bei derart geringer Belastung möglich ist? Oder könnte es sein, dass die Abriebeigenschaften der Textilmaterialien sich im Knoten stark verändern?

Die erste Annahme, dass der Ankerstich an sich die durch ihn verbundenen Schlingen entscheidend schwächt, erscheint widerlegt durch eigene Knotenfestigkeitsuntersuchungen der DAV-Sicherheitsforschung und durch die Untersuchung eines amerikanischen Herstellers aus dem Jahr 2010. Der Knoten schwächt selbstverständlich die Schlinge, dies geschieht aber bei einem symmetrischen Knoten in einem Maß, dass die Rest-

bruchkraft noch immer bei 9 bis 14 kN und damit deutlich (etwa 4-6-fach) über einer Topropebelastung liegt. Auch das Bruchbild sieht dabei anders aus als das der Unfallschlinge.

Zur abrasiven Belastung hingegen gab es bisher nur sehr wenige Erkenntnisse. Und da auch Faserspuren an der Felsoberfläche und die nachgestellte Liegeposition der Topropeumlenkung die Vermutung unterstützten, Abrieb im Knoten könnte den Unfall verursacht haben, bekam ich die Aufgabe, die abrasiven Eigenschaften von Textilmaterialien experimentell zu untersuchen. Dabei versteht man unter „abrasiver Belastung“, dass Rauheitsspitzen des Felses in die Randschicht des Textilmaterials eindringen und dort bei geringen Bewegungen tragende Fasern zerschneiden.

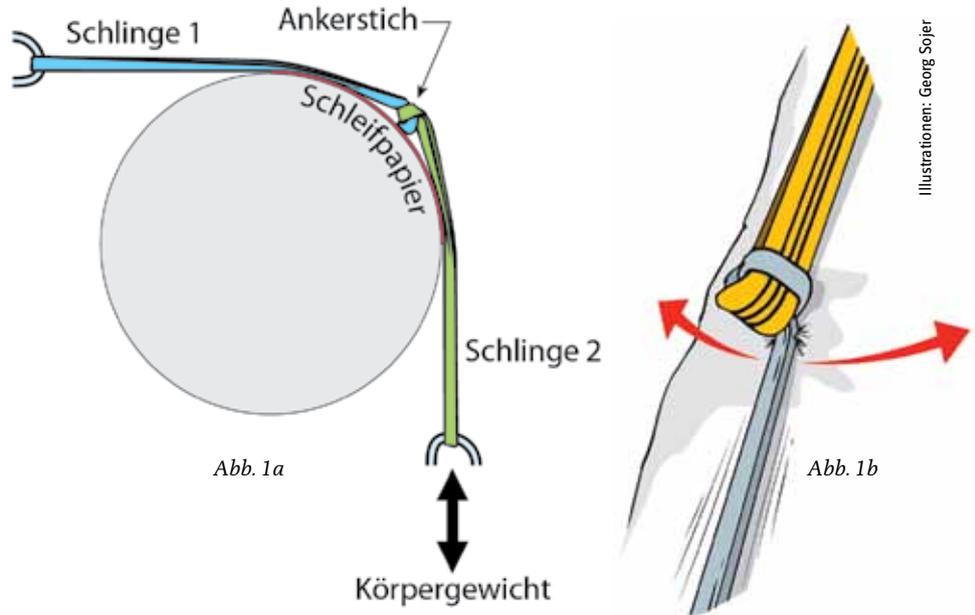


Abb. 1: Nach diesem Schema wurde der Unfall nachgestellt: Im Detailbild erkennt man, dass der Ankerstich die Scheuerbelastung auf die Schlinge konzentriert; so reißt sie trotz der extrem stumpfen Kante nach wenigen Belastungszyklen.

Illustrationen: Georg Sojer

Die Unfallstelle nachgestellt

Für die Untersuchung galt es zunächst, einen Versuchsaufbau zu konstruieren: Die Felsoberfläche wurde mit Schleifpapier nachgestellt und Schlingen mit Körpergewicht auf einer Rundung belastet. Um den Ein-

fluss eines Ankerstich-Verbindungsknotens zu ermitteln, wurden auch auf diese Weise verbundene Schlingen getestet (siehe Abb. 1).

Im Versuch konnte das reale Bruchbild sehr gut reproduziert werden – ein Beleg für die Richtigkeit der Ver-

mutung, dass die Ankerstich-Verbindung die Anfälligkeit für Abrieb gefährlich erhöht und wohl den Unfall verursacht hat (siehe Abb. 2).

Sehr anschaulich zeigt sich die verhängnisvolle Wirkung des Ankerstichs, wenn man die Werte für 8-mm-Dyneema-Material miteinander vergleicht. Während das ungeknotete Material im Einfachstrang durchschnittlich 36 Körpergewichtsbelastungen aushielt, waren es bei den mit Ankerstich verbundenen Schlingen nur durchschnittlich 14 Körpergewichtsbelastungen bis zum Bruch. Das heißt, die Ankerstich-Schlingen hielten zweieinhalbmal weniger Lastzyklen aus. Die absolute Anzahl der Belastungen ist freilich nicht repräsentativ und hängt in der Praxis vom Gestein, dem Arbeitsweg und der Last ab. Der Versuch veranschaulicht aber den Mechanismus und die Praxisrelevanz.

Im Detail haben unsere Untersuchungen folgende Erkenntnisse erbracht:

- Schon ohne Knoten gilt: Je größer die Auflagefläche, desto weniger wird das Material durch die raue Oberfläche beschädigt, da der Schneiddruck auf die einzelnen Fasern abnimmt. Bandmaterial verträgt also mehr als

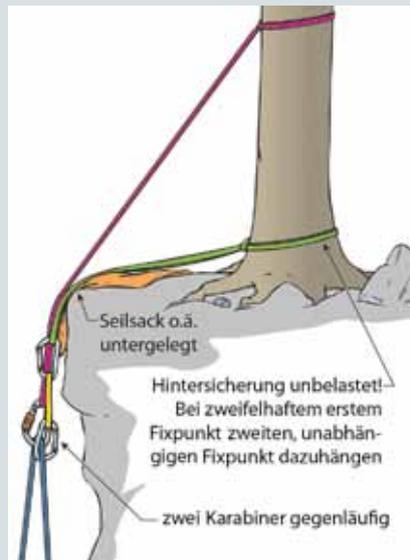
Richtig Topropen

- Egal welches Material man verwendet: Topropeaufbauten sollten möglichst doppelt abgesichert sein. Am besten so, dass ein Fixpunkt die Last trägt und der andere unbelastet mit eingehängt ist (passive Redundanz). Siehe Abbildung.

- Aufbauten, die über einen längeren Zeitraum betrieben werden, immer wieder kontrollieren.

- Die Stellen am Fels, auf denen Schlingen aufliegen, auf Rauigkeiten untersuchen. Wenn sie sich nicht vermeiden lassen, kann man sie entschärfen, indem man einen Schutz unterlegt, etwa einen industriellen Seilschoner oder ein Stück Teppichboden, zur Not den Seilsack.

- Vor allem besonders exponierte Zonen des Seils oder der Bandschlinge – in Knoten, Karabinern und Ähnlichem – können schnell entscheidend beschädigt werden.



Auch darauf achten, wo sich die Stellen bei Lasteinwirkung befinden, also ob beispielsweise der Knoten bei Belastung zu einer rauen Stelle wandert.



Abb. 2a



Abb. 2b

Fotos: DAV/Sicherheitsforschung, Oliver Fuchs

Abb. 2: Links die Original-Unfallschlinge, rechts die aus der Versuchsanordnung: Das auffällig gerade Schnittbild konnte gut reproduziert werden – ein Beleg für unsere Hypothese, dass der Bandschlingensriss durch eine Scheuerbelastung verursacht wurde.

Rundmaterial mit großem Radius (etwa Seile), und dieses wiederum hält mehr aus als Rundmaterial mit kleinem Radius wie Reepschnüre.

■ Bei Rundmaterialien unter abrasiver Belastung verliert der Mantel seine Schutzwirkung: Er wird nur punktuell belastet und reißt schnell auf.

■ Vom Material hängt die Abrieb-Empfindlichkeit nur insofern ab, dass Materialien mit höherer Festigkeit zu Bändern mit kleinerem Querschnitt verarbeitet werden. Dadurch wird die Auflagefläche kleiner und das Band wird schneller entscheidend geschwächt.

■ Sobald Schlingen durch Ankerstich verbunden sind, werden sie massiv anfälliger für Beschädigung durch Abrieb. Die Abnahme der ausgehaltenen Belastungen um den Faktor 2,5 aus unserem Test ist ein Beleg dafür.

■ Besonders heikel ist es, unterschiedlich steife Bandmaterialien durch Ankerstich zu verbinden. Dabei kann das steifere Material eine Art Kante bilden, die das weichere Bandmaterial besonders stark exponiert und so den Effekt der abrasiven Belastung auf eine Stelle konzentriert (siehe Abb. 1b). So können schon wenige Belastungen eine entscheidende Schwächung verursachen: Das weichere Ma-

terial versagt deutlich schneller als bei Belastung ohne Knoten.

Praxistipps: Aufpassen und Mitdenken

Die ermittelten Testergebnisse sind erst die halbe Miete. Mit den 36 Belastungen mit Körpergewicht, die das Schlauchband XY ausgehalten hat, fängt in der Praxis kein Kletterer etwas an. Also versuchen wir, aus erkennbaren Tendenzen oder besonderen Auffälligkeiten möglichst greifbare Empfehlungen für die Praxis zu formulieren. In diesem Fall sind dies als Basis die bereits publizierten generellen Empfehlungen zu Umlenkungen und Ähnlichem – etwa, dass man nicht direkt das Seil durchfädeln soll. Dazu kommen nun die Erkenntnisse aus den Abrasiv-Tests: Nicht das Material (Dyneema oder Nylon) oder der Ankerstich ist das Problem, sondern der Materialabrieb auf einer rauen Oberfläche bei sehr kleiner Auflagefläche, nämlich der Schlingenkante im Ankerstich. Die wesentlichen Tipps – nach dem Motto „Schauen – Denken – Handeln“ sind im Kasten links zusammengefasst. □

Alex Hühn, begeisterter Allround-Bergsportler, studiert Maschinenbau in Ulm und arbeitet seit seinem halbjährigen Praktikum gelegentlich für die DAV-Sicherheitsforschung.

KOMPERDELL
www.komperdell.com

G. Kalleber

Gerlinde KALTENBRUNNER
AUSTRIA
13 x 8.000
ohne künstlichen Sauerstoff

Edurne PASABAN
SPANIEN
14 x 8.000

DER POWER LOCK CARBON

speziell für Damen entwickelt
- auf allen **14 Achttausendern** bewährt -

ULTRASHLANKER & WEICHER DAMENGRIF | SUPER LEICHT | EXTRA KLEINES PACKMASS

WEITERE INFORMATIONEN FINDEN SIE AUF UNSERER HOMEPAGE www.komperdell.com

MADE IN AUSTRIA