



Hakenausbrüche beim Klettern

Die Zuverlässigkeit von „Klebehaken“ in Kletterrouten

von Dieter Stopper

Klebehaken haben den Klettersport und die Sicherungstechnik in den letzten Jahren revolutioniert. Die Möglichkeit, jede erdenkliche Kletterlinie abzusichern, führte zu einer stetigen Steigerung der gekletterten Schwierigkeit. Die „absolute“ und dauerhafte Zuverlässigkeit dieser Fixpunkte veränderte auch die Einstellung zum Klettern. Nicht mehr nur das bedingungslose Abenteuer, sondern Sicherheit und sportliche Orientierung stehen heute vielfach im Vordergrund des Breitensports Klettern.

Dass diese vermeintlich hundertprozentigen Sicherungen, auf die wir uns blind verlassen, nicht immer so sicher sind, zeigt ein Kletterunfall aus dem Höllental. Dieter Stopper ging der Unfallursache auf den Grund und kam dabei zu interessanten Ergebnissen:

nötig, dass auch andere Leute einen Input bringen und ihr know how zur Verfügung stellen und mit mir zusammen arbeiten.

Wie schaut dein persönliches Ziel für deine Arbeit in der Sicherheitsforschung aus?

Ein sehr hochgestecktes, persönliches Ziel knüpft sich an die Arbeit meines Vorgängers Pit Schubert, der im Bereich Materialsicherheit Maßstäbe gesetzt hat. Wenn wir im Bereich „innere Sicherheit“ einen ähnlichen Erfolg haben könnten, wäre ich sehr zufrieden. Materialkunde und Materialprüfungen bleiben zwar weiterhin ein wichtiger Teil, doch es muss einen Schritt tiefer gehen. Psychologische Erkenntnisse sollen uns helfen das menschliche Verhalten in bestimmten Situationen zu verstehen, um Gefahren besser vermeiden zu können.

Wie bist du eigentlich zu dieser Arbeit in der DAV – Sicherheitsforschung gekommen?

Ich habe in Karlsruhe Geophysik mit einem ingenieurwissenschaftlichen Nebenfach studiert. 1996 habe ich die Bergführerausbildung begonnen und 1999 abgeschlossen. Mit dieser Zweifachqualifikation habe ich dann hauptberuflich als Bergführer und Kommunikationstrainer im Outdoorbereich und beim Industrielklettern gearbeitet. Nebenbei habe ich mir im Einzelhandel (Bergsport) mein Studium und die Bergführerausbildung finanziert. Zum Sicherheitskreis hatte ich zwar ein Naheverhältnis, bin jedoch Quereinsteiger in diesem Job.

Du also bist wie dein Vorgänger Bergsteiger und Techniker. Was im Bergsport ist dir am liebsten?

Am liebsten sind mir „schnöde und sichere“ alpine Sportklettereien mit vernünftigen Hakenabständen. Zwar habe ich schon viele andere Sachen gemacht, die objektiv viel gefährlicher sind, wie erst vor kurzem am Scheidegger Wetterhorn, doch da ich in Kürze Papa werde, möchte ich zukünftig etwas Abstand nehmen von solchen Unternehmungen.

Im Juni vergangenen Jahres haben zwei junge Männer im Höllental eine Sportkletterroute begangen. Der Vorsteiger stürzte aufgrund eines Griffausbruchs in sieben Meter Höhe und fiel ins Seil. Er hatte zwei Zwischensicherungen eingehängt, die durch den Fangstoß aus dem Fels gerissen wurden. Der Kletterer stürzte nahezu ungebremst auf den Boden und zog sich dabei schwere Verletzungen zu (siehe Abbildung 1).

Die beiden Zwischenhaken waren „eingeklebte“ U-förmige Stahlbü-

gel. Ein Sturz wie oben beschrieben, belastet die Zwischensicherungen nur mit einer relativ geringen Kraft von 5-7kN (500 – 700kp). Die Norm für Bohrhaken fordert viel höhere Mindestbruchkräfte in radialer und axialer Richtung (siehe Abbildung 2). Allgemein vertrauen Kletterer darauf, dass „eingeklebte“ Bohrhaken jeder Belastung, die beim Klettern auftreten kann, standhalten. Deshalb werden sie als absolut sicher angesehen.

Um so schockierender ist der Unfall im Höllental, bei dem gleich zwei „eingeklebte“ Haken bei einem alltäglichen Sportklettersturz aus der Wand gerissen wurden!

Die Verbundankertechnik

Um die Frage nach der Unfallursache beantworten zu können, benötigt man Detailkenntnisse aus der Verbundankertechnik – so bezeichnet die Baubranche das Setzen von Haken mit Verbundmörtel. Diese Technik wurde von den Kletterern ab Anfang der 80er Jahre übernommen.

Was ist deiner Meinung nach das Schwierigste in der Sicherheitsforschung?

Die Probleme liegen darin, dass man nicht im Elfenbeinturm entwickelte Handlungsanweisungen oder Forschungserkenntnisse herausgibt, die von den Anwendern nicht umgesetzt werden. Oft ist es schwieriger ein Ergebnis zu transportieren, als es zu erarbeiten. Die Akzeptanz bei den Bergsteigern für Neuerungen ist mitunter schwierig zu finden, wobei ich versuchen möchte, nicht nur für Experten, sondern für die breite Masse zu arbeiten. Der „normale“ Bergsteiger muss es umsetzen und verstehen können.

Die Unfallforschung war immer ein Schwerpunktthema im Sicherheitskreis, wie schaut das in Zukunft aus?

Gerade gestern war ich wieder in einem Klettergarten zur Unfallrekonstruktion, denn viele Erkenntnisse lassen sich nur in der Praxis gewinnen. Frei nach Murphy wird alles was vorstellbar ist früher oder später auch schief gehen – doch verschiedene Unfälle sind so kurios, dass sie schon gar nicht mehr vorstellbar sind. Nur durch die Erforschung dieser Unfälle kommt man auch diesen Unmöglichkeiten auf die Spur. Die Unfallforschung wird deshalb als wichtiger Bereich weiter bestehen bleiben.

Hier auf der Outdoor in Friedrichshafen werden ja die neuesten Ausrüstungsgegenstände der wichtigsten Hersteller vorgestellt, wie sieht dein erstes Resümee aus?

Einige neue Gegenstände habe ich schon gesehen, aus sicherungstechnischer Sicht ist jedoch nichts herausragendes dabei – trotzdem findet man einige tolle Ansätze und Konzepte, die sich in der Zukunft sicher durchsetzen werden. Festzustellen ist allgemein, dass sich bei den Sicherungsgeräten fürs Felsklettern am meisten tut. Mehr kann man jedoch erst durch Praxistests sagen, die noch durchzuführen sind.

Berg&Steigen wünscht Dieter Stopper als Leiter der Sicherheitsforschung einen erfolgreichen Einstieg und als werdenden Vater alles Gute.

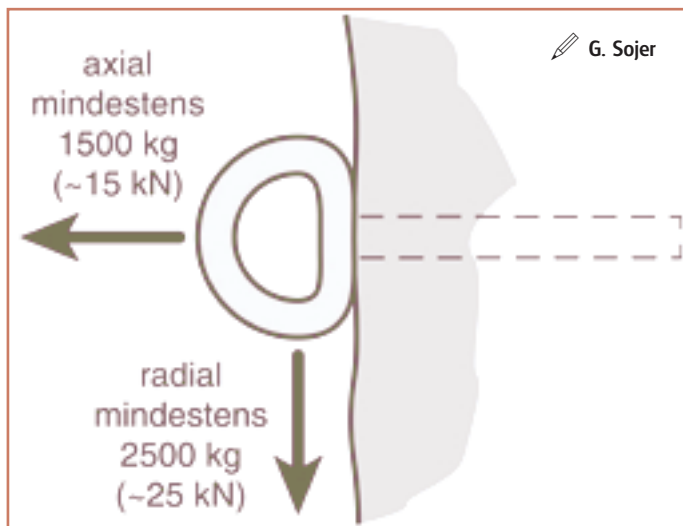


Abb. 2: Mindestbruchkräfte nach der Bohrhakennorm EN 959. Zahlreiche Ausreißversuche der AV-Verbundhaken haben eine axiale und radiale Bruchkraft von mindestens 35kN (~ 3500kp) im Fels und im Beton ergeben. Die ermittelten Bruchkräfte liegen also weit über den Forderungen, die in der Norm für Bohrhaken verlangt werden.

Alle Verbundmörtel („Kleber“) haben nur mehr oder weniger gute Klebeeigenschaften. Das heißt, der Mörtel geht mit dem Metall und dem Fels nur eine schwach klebende Verbindung ein. Diese Tatsache war allgemein nicht bekannt, weshalb die Verbundmörtel als Kleber bezeichnet wurden. Ein Verbundmörtel ist aber kein Kleber und soll deshalb auch nicht so genannt werden! Der Widerstand gegen axialen Auszug (siehe Abbildung 2) beruht hauptsächlich auf zwei anderen Kriterien:

- a) der Kohäsion des Verbundmörtels
- b) dem Formschluss zwischen dem Mörtel und dem Haken bzw. dem Mörtel und dem Untergrund

Hohe Kohäsion bedeutet, dass die einzelnen Bestandteile des ausgehärteten Verbundmörtels nur mit viel Kraft wieder voneinander gelöst werden können. Die Kohäsion bewirkt aber keine Haftung des Mörtels an der Oberfläche des Hakens! Um die hohe Kohäsion des Verbundmörtels nutzen zu können, muss deshalb der Haken eine „raue“ Oberfläche aufweisen. Ein grobes Gewinde ist z. B. sehr gut als Oberflächenform geeignet. Natürlich muss auch die Bohrlochwand

kleine Ausbrüche aufweisen. Der Steinbohrer schneidet in den Fels und schafft dabei solche Mikroausbrüche. Der Mörtel verzahnt sich mit dem Gewinde und den Mikroausbrüchen in der Bohrlochwand und ergibt so einen guten Formschluss (siehe Abbildung 3).

Die ausgerissenen Haken

Die Haken bestehen aus einem blanken, sechs Millimeter starkem VA-Rundmaterial, das auf den Schenkeln je zwei Kerben aufweist (siehe Abbildung 4). Beide Schenkel der Haken waren zirka fünf Zentimeter tief in den Fels gesetzt. Die Herstellerfirma des verwendeten Verbundmörtels, mit dem die ausgerissenen Haken in den Fels gesetzt worden waren, untersuchte Proben auf deren Durchmischung und Aushärtung. Dabei konnten keine Mängel festgestellt werden. Weitergehende Untersuchungen sowohl des Sicherheitskreises als auch der Herstellerfirma des Mörtels lassen den Schluss zu, dass die Hakengeometrie in Verbindung mit dem Mörtel für das Ausbrechen der Haken ausschlaggebend war. Die Verbundmittelhersteller haben, auf die Bedürfnisse der Baubranche eingehend, Mörtel mit sehr gerin-

gen klebenden Eigenschaften entwickelt. Der Hakensetzer hat zufällig solch einen Mörtel gebraucht. Die zwei Kerben pro Schenkel waren als Verzahnungsmöglichkeit für den Verbundmörtel zu wenig, um dem Fangstoß des Sturzes standzuhalten. Die geringe Setztiefe von zirka fünf Zentimeter wirkte zusätzlich ungünstig.

Kann man diesen Hakentyp mit einem anderen Verbundmörtel, der bessere Klebeeigenschaften hat, mit gutem Gewissen anwenden? Allgemein muss festgestellt werden, dass bei der Entwicklung von Mörteln durch die Hersteller die Klebeeigenschaften nicht im Vordergrund stehen. Die Klebeeigenschaften schwanken bei den einzelnen Mörteln je nach Zusammensetzung sehr stark. Falls die Oberfläche des Hakens auch noch ölig oder fettig ist, klebt kein Mörtel mehr. Haken mit glatter Oberfläche setzen einer axialen Kraft nur die zweifelhafte Klebeeigenschaft des Mörtels entgegen. Von Sicherheit kann keine Rede sein.

Auf eine andere Eigenschaft der Verbundmörtel ist dagegen Verlass. Die Kohäsion ist bei allen Mörteln hoch und diese Eigenschaft muss beim Setzen von Verbundhaken genutzt werden. Die hohe Kohäsion der Mörtel kann jedoch nur zum Tragen kommen, wenn ein guter Formschluss zwischen Mörtel und Haken möglich ist. Zum guten Formschluss ist aber grundsätzlich eine „raue“ Oberfläche des

Hakens nötig (siehe Abbildung 3). Die ausgerissenen Haken haben lediglich zwei Kerben auf jedem Schenkel, ansonsten sind sie glatt. Im ungünstigsten Fall hängt die ganze Last an den vier Kerben! Diese Hakengeometrie lässt keinen ausreichenden Formschluss zu. Deshalb ist das Setzen dieser Haken aus Sicherheitsgründen abzulehnen.

Bewertung der bislang gesetzten Verbundanker

Die allermeisten im Handel erhältlichen Haken, die mit Verbundmörtel gesetzt werden, haben eine gut strukturierte Oberfläche und einen für hartes Gestein ausreichend langen Schaft. Falls beim Setzen der Haken keine Fehler gemacht wurden, sind diese Haken sicher. Die AV-Verbundhaken haben ein Gewinde als Oberflächenform und sind mit einem geeigneten Mörtel gesetzt oder abgegeben worden. Zahlreiche Ausreißversuche der AV-Verbundhaken haben eine axiale und radiale Bruchkraft von mindestens 35kN (~ 3500kp) im Fels und im Beton ergeben. Die ermittelten Bruchkräfte liegen weit über den Forderungen, die in der Norm für Bohrhaken EN 959 verlangt werden. Einige der Auszugversuche wurden an AV-Verbundankern durchgeführt, die bereits seit Jahren im Fels steckten. Eine Abnahme der Bruchkraft war nicht zu beobachten.

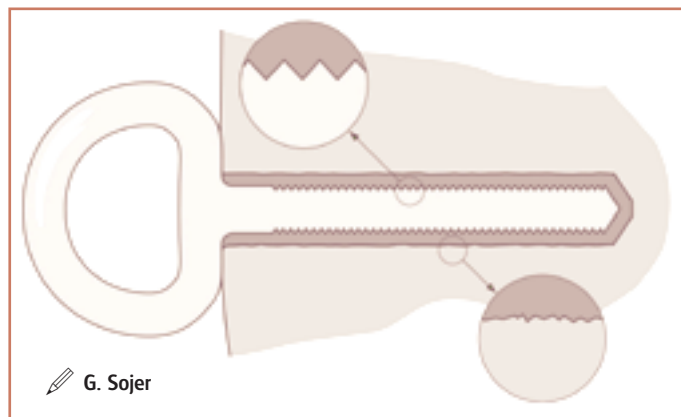


Abb. 3: Unsere „Klebehaken“ sind eigentlich „Verbundanker“! Kohäsion und Formschluss sind für die Haltbarkeit ausschlaggebend. Der Mörtel verzahnt sich mit dem Haken-Gewinde und den Mikroausbrüchen in der Bohrlochwand und ergibt so einen guten Formschluss.

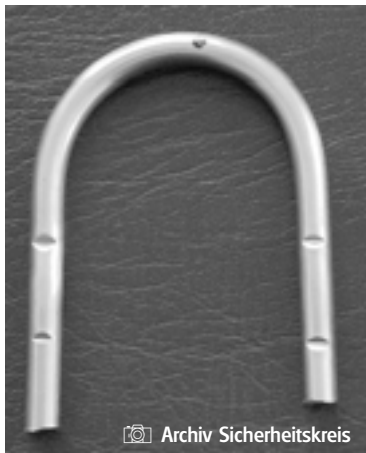


Abb. 4
Der ausgerissene U-Haken aus dem Höllental. Die zwei Kerben pro Schenkel waren als Verzahnungsmöglichkeit für den Verbundmörtel zu wenig, um dem Fangstoß standzuhalten. Die geringe Setztiefe von zirka fünf Zentimeter wirkte zusätzlich ungünstig.

Leider kann der Kletterer die Form des Schafts der im Fels verankerten Verbundhaken nicht beurteilen. Welcher Verbundmörtel tatsächlich verwendet wurde und ob die Haken mit Sachverstand gesetzt sind, entzieht sich ebenfalls seiner Kenntnis.

Sind Verbundhaken allgemein abzulehnen?

Einerseits verlangt das sichere Anbringen von Haken mit Mörteln detailliertes Wissen, da die Bruchkraft eines Verbundhakens von vielen Faktoren abhängig ist.

- Ist der Verbundmörtel auf den Haken und das Gestein abgestimmt?
- Ist die Einbindetiefe des Hakens ausreichend?
- Welcher Bohrl Lochdurchmesser ist optimal?

Eine Fülle von Fragen, die beantwortet werden müssen, um bei Verbundankern auf Nummer sicher zu gehen.

Andererseits ist den Mitarbeitern der Sicherheitsforschung des DAV bis heute nur der oben geschilderte Unfall bekannt, der durch das Ausbrechen von Verbundankern verursacht wurde. Das spricht für die gute und fachgerechte Arbeit der Hakensetzer. Außerdem gibt es eine ganze Reihe von Vorteilen bei der Verbundankertechnik, die dazu geführt haben, dass sich diese Technik beim Einrichten und Sanieren von Klettertouren durchgesetzt hat:

- Im Bohrloch ist keine Korrosion möglich, da das Verbundmittel das Bohrloch abdichtet.
- Der Haken kann spannungsfrei in den Fels gesetzt werden.
- Das Verfahren ist kostengünstig.

Nach dem Gerätesicherheitsgesetz (GSG §3) ist beim Vertrieb von Verbundhaken eine Bedienungsanleitung mitzuliefern. Die Bedienungsanleitung muss Anweisungen enthalten, wie und mit welchem Mörtel der Haken einwandfrei zu setzen ist. Die Hakenhersteller sind also aufgefordert, für ihre verschiedenen Verbundhaken eine umfassende Anleitung zu erstellen und mit den Haken mitzuliefern. Da die Hakenhersteller eine solche Gebrauchsanweisung sicher nicht in der Schublade liegen haben, wird einige Zeit vergehen, bis an jedem Verbundhaken eine Anweisung hängt. In der Zwischenzeit muss sich der Hakensetzer eigenverantwortlich über die Verbundankertechnik informieren. Beachtet man jedoch die Setzanleitung, steht der Verwendung von Verbundhaken nichts entgegen.

Anmerkung:
Diese vom DAV in Auftrag gegebene Untersuchung wurde erstmals im Panorama April 2001 abgedruckt und ist von der Redaktion und vom Autor freundlicherweise zur Verfügung gestellt worden.



Dieter Stopper ist Leiter der Sicherheitsforschung des DAV.



Quark Steileisgerät

M 10 extrem Steigeisen

charlet moser

Vertrieb Österreich:

BK
Bergsport
Kaufmann

A-5082 Grödig, Göllstraße 24
Tel.: 06246/72722
Fax: 06246/72722-20
email: kaufmann@salzburg.co.at
www.b-kaufmann.at