

Klebehaken: Tod-sicher?

Am 29. Oktober 2005 stürzte ein Kletterer beim Abseilen durch den Ausbruch eines „Sigibolt“-Verbundhakens tödlich ab. Da Verbundhaken (Klebehaken) allgemein als sichere Fixpunkte gelten, erregte der Fall größeres Aufsehen. Die DAV-Sicherheitsforschung untersuchte die Ursachen. Hier die Ergebnisse.

Text und Fotos von Chris Semmel und Florian Hellberg

Gebrochener „Sigibolt“ bei Auszugsversuchen (im Hochkönig-Gebiet)

Zwei Kletterer entschlossen sich, nach der Begehung der Route „Via Anne“ am Schneeklammkopf in den Mandlwänden im Hochköniggebiet über die Route abzuseilen, die mit „Sigibolts“ ausgestattet ist, einer dort verbreiteten Konstruktion von Verbundhaken. Da die Route stark quert, dauerte das Abseilen länger als gedacht, die Seilschaft kam in die Dunkelheit und hatte Schwierigkeiten, die Standplätze zu finden. Da ihr Doppelseil beim Abseilen mehrmals hängen blieb, seilten sie mit jeweils nur einem Seilstrang weiter ab. Der Verunfallte fädelt sein Halbseil in einen Haken, bereitete sich zum Abseilen vor und wollte seine Selbstsicherung lösen. Da das zum Abseilen eingehängte Seil den Karabiner der Selbstsicherung abklemmte, stemmte sich der Verunfallte wahrscheinlich vom Fels ab, um den Karabiner entlasten und aushängen zu können. Dadurch wurde der Bohrhaken in axialer Richtung belastet und brach aus (siehe auch bergundsteigen 2/08).

Der Haken

Laut Norm muss ein Bohrhaken eine Mindestfestigkeit von 1500 daN (1 De-

ka-Newton entspricht der Gewichtskraft von rund 1 kg) in axialer und 2500 daN in radialer Richtung aufweisen (Abb. S. 86 oben links). Die beim Unfall auftretende axiale Kraft dürfte maximal im Bereich von 100 daN gelegen haben. Beim Sigibolt handelt es sich um einen selbst gebauten Verbundhaken, gefertigt aus einem 8 mm dicken Edelstahl-draht (Abb. S. 87 rechts). Am Hakenschaft befinden sich Schweißpunkte, um eine Verzahnung mit dem Mörtel zu gewährleisten. An den Schweißpunkten schwankt der Durchmesser zwischen 9,4 und 10 mm. Die Hakenöse ist gebogen und mit dem Schaft per Hand verschweißt. Alle Sigibolts wurden laut den Setzern entweder mit Biber Rapid-Schnellbinde-zement oder mit Würth W-VD-Glasmörtel-patronen (GMP) eingemörtelt. Beim Unfallhaken handelte es sich um den Würth-Verbundmörtel. Der Unfallhaken steckte nur zwei bis drei Zentimeter tief im Fels und war nach unten gekrümmt, sodass die Öse am Fels anstand. Lediglich an der Schaftspitze und am Übergang Schaft-Öse befanden sich Mörtelreste der GMP. Dies spricht dafür, dass der Verbund zwischen Mörtelmasse und Hakenschaft unzureichend war.

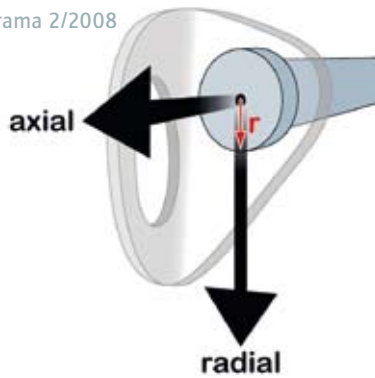
Ursachen und Gefährdung

Um die Ursache des Ausbruchs zu erklären und die allgemeine Gefährdung zu bewerten – es stecken ungefähr 6000 Sigibolts im Hochkönig, Dachstein, Tennengebirge und Gessäuse –, wurden fünf Untersuchungen durchgeführt:

1. Voruntersuchung im Labor der DAV-Sicherheitsforschung im Normbeton,
2. Untersuchung im Kalk; 22 Sigibolts (11 mit Schnellbindemörtel und 11 mit Würth W-VD-Glasmörtel-patronen) wurden gesetzt und die Auszugsfestigkeiten bestimmt,
3. Hakenauszug (Biber Rapid-Mörtel) in der Route „Maiandacht“ im Hochköniggebiet,
4. Hakenauszug (Würth V-WD-Mörtel) in der Route „Der Schroa“ im Tennengebirge.

1. Voruntersuchung im Normbeton

Bei der Voruntersuchung standen lediglich zwei Haken zur Verfügung. Im Normbeton mit der Härte b50 wurden die Auszugsfestigkeiten der beiden Sigibolts – einer mit Würth W-VD-Mörtel, der andere mit einem Schnellbindemörtel – sowie dreier normkonformer Verbundhaken (Salewa und



Stubai) überprüft. Hierbei zeigte sich, dass der Verbund zwischen Haken-schaft und Mörtel anscheinend ausreichend ist, da ähnliche Auszugsfestigkeiten des Sigi-Hakens und der Verbundhaken beobachtet wurden. Allerdings lagen die Festigkeiten des Schnellbindemörtels mit 900 daN weit unter der Norm – jedoch immer noch deutlich über der Unfallbelastung von etwa 100 daN.

Der mit der Glasmörtelpatrone gesetzte Haken brach bei 1000 daN an der Schweißnaht. Augenscheinlich führte eine Versprödung des Stahls durch das Schweißen per Hand zu diesem niedrigen Wert.

2. Untersuchung im Kalk

In einer zweiten Versuchsreihe wurden im Kalk des oberbayerischen Klettergebiets Kochel 22 Sigibolts mit den beiden von den Setzern verwendeten Mörteln gesetzt und axial ausgezo-

gen. Die Bohrlöcher wurden nach Angaben der Hakensetzer mit einem 10-mm-Bohrer angebracht.

Auffällig war, dass die Haken wegen der Schweißpunkte oft nicht im Bohrloch gedreht werden konnten. Damit war ein Vermischen der Mörtelkomponenten in den Glasmörtelpatronen des Würth W-VD beim Setzen nicht möglich. Dies spiegelt sich auch in der Streuung der Festigkeiten der so befestigten Haken wider. Die Werte schwankten zwischen 130 und 3190 daN (Mittelwert 1200 daN, Standardabweichung 860 daN). Typisch für die zu „dicken“ Haken war, dass sie sich beim Einschlagen verbogen, bis die Hakenöse am Fels anlag. Dieses Bild gleicht dem Unfallhaken.

Der Schnellbindemörtel (Biber Rapid) hingegen zeigte geringere, wenn auch weniger streuende Festigkeiten: zwischen 130 und 670 daN (Mittelwert 360 daN, Standardabweichung 160 daN).

3. Hakenauszug Biber Rapid

Um die Gefährdung für die Praxis abschätzen zu können, wurden in der Route „Maiandacht“ alle 22 mit Biber Rapid gesetzten Haken ausgezogen. Dabei ergab sich folgendes Bild der axialen Auszugskräfte:

- 5 Haken ließen sich von Hand durch Hebeln mit einem Karabiner lösen (Auszugswerte 400 bis 800 daN),
- 7 Haken brachten Auszugswerte zwischen 1000 und 1500 daN (unter der Norm),
- 3 Haken brachten Auszugswerte zwischen 1600 und 2130 daN (normgerecht),
- 2 handelsübliche Bohrhaken hielten 2260 (M10 Expressanker) und 3460 daN (Verbundanker),
- 6 Haken waren eingeklebte Normalhaken (teils über, teils unter der Norm), die nicht Gegenstand der Untersuchung waren,
- die durchschnittliche Festigkeit der 15 mit Biber Rapid eingebundenen Sigi-Haken lag bei 1170 daN.

Es fällt auf, dass die mit Biber Rapid eingemörtelten Haken eine deutlich höhere Festigkeit als die in Kochel gesetzten Haken aufwiesen. Dies liegt zum einen an der sehr gewissenhaften Verarbeitung durch die Setzer, zum anderen daran, dass die Bohrlöcher im Hochkönig nach unten geneigt waren. Dadurch verklemmten sich die Haken beim Auszug rechtwinklig zur Oberfläche im Bohrloch. Dies zeigte sich daran, dass die gemessene Auszugskraft mehrfach abrupt abfiel und dann wieder anstieg. Die Haken mussten quasi Stück für Stück ausgezogen werden.

Fazit Biber Rapid: Der Schnellbindemörtel Biber Rapid ist nicht zum Setzen von Bohrhaken geeignet. Die Festigkeiten entsprechen nicht der Norm. Für den Unfall scheint die zu

Tipps

Welcher Bolt hält wie viel?

Praxistipps für Kletterer zur Einschätzung von Bohrhaken

- Wegen möglicher Setzfehler sollte man keinem Bohrhakensystem völlig vertrauen und am Stand immer **Redundanz** (zwei Bolts, zusätzlicher Fixpunkt) suchen.
- Alle **Sigibolts** (gibt es im Hochkönig, Tennengebirge, Dachstein und Gesäuse) können maximal wie Normalhaken beurteilt werden. Je nach Mörtel und Setztiefe gibt es dazu folgende Kriterien:
- Sind **Glassplitterreste im Mörtel** erkennbar, ist der Sigibolt mit GMP fixiert. Wenn der Haken komplett eingetrieben ist, darf man eine Festigkeit wie bei gut geschlagenen Normalhaken erwarten. Extreme Skepsis ist angesagt, wenn GMP-Sigibolts aus dem Fels herausstehen. Ihre Haltekräfte können sehr gering sein.
- Mit **Biber Rapid** eingebundene Sigibolts können wie gut geschlagene Normalhaken beurteilt werden, das heißt: nicht zu stark axial belasten! Für radiale Belastungen kann die Haltekraft ausreichen, aber die Sicherheit entspricht nicht der eines normkonformen Bohrhakens!
- Außerdem können sich unter den Sigibolts in seltenen, aber möglichen Fällen „**Totalversager**“ befinden, die bereits bei geringer Belastung abbrechen.



Versuchsreihen der DAV-Sicherheitsforschung: Überprüfung der Auszugsfestigkeit der Sigibolts im Normbeton (Foto rechts) sowie im freien Gelände, in den Routen „Der Schroa“ im Tennengebirge und in der „Maiandacht“ am Hochkönig.

geringe Mörtelfestigkeit jedoch nicht als ursächlich. Alle getesteten Haken hätten einer axialen Belastung mit Körpergewicht und mit großer Wahrscheinlichkeit auch einer Sturzbelastung mit radialer Krafrichtung standgehalten.

4. Hakenauszug Würth W-VD

Die Route „Der Schroa“ im Tennengebirge wurde 2006 (also ein Jahr nach dem Unfall) mit Sigibolts saniert, die mit dem Glaspatronenmörtel Würth W-VD eingemörtelt wurden. Auch in dieser Route wurden alle Haken axial ausgezogen. Da hier bei allen Haken die Öse an der Wand anlag, ist nicht davon auszugehen, dass ein zu enger Bohrlochdurchmesser das Mischen der Komponenten und das Umfließen des Hakenschafts verhindert hat. Folgende Auszugskräfte ergaben sich:

- 1 Haken brach bei 50 (!) daN glatt ab,
- 1 Haken (Sigibolt groß) brach bei 670 daN,
- 5 Haken (darunter ein Sigibolt groß) erreichten Auszugs- oder Bruchwerte unter 1500 daN (unter der Norm),
- die übrigen 21 Haken (darunter ein Sigibolt groß) erreichten Auszugs- oder Bruchwerte zwischen 1600 und 2390 daN (normgerecht).

Fazit Würth W-VD: Die in der Route „Der Schroa“ ausgezogenen Sigibolts hatten eine durchschnittliche Festigkeit von 1640 daN. Der für den Unfall wahrscheinlich ursächliche ungenügende Verbund zwischen Mörtel und Hakenschaft konnte bei keinem der getesteten Haken beobachtet werden. Bohrlochgeometrie und Hakenkennung waren hier korrekt aufeinander abgestimmt. Allerdings wurde ein Sigibolt getestet, dessen Festigkeit unter 50 daN (< 50 kg) lag, dieser Haken wäre also bei einer Belastung mit Körpergewicht gebro-

chen. Die Versagensursache lag hierbei an der Schweißnaht. Eine metallurgische Untersuchung der Haken ergab, dass bei diesem einen Haken ein nicht schweißtauglicher ferritischer Stahl verwendet wurde. Durch den Schweißvorgang kam es zur Versprödung des Metalls, was zum Bruch bei dieser geringen Belastung führte. Da alle Sigibolts von Hand und nicht maschinell geschweißt wurden, ist bei der Materialfestigkeit allgemein eine sehr große Streuung zu beobachten.

Gesamtergebnis und Gefahrenbewertung

Drei Schwachpunkte des verwendeten Hakensystems werden deutlich:

1. **Der verwendete Schnellbindemörtel Biber Rapid** ist nicht für den Schwerlastbereich geeignet und weist für die Normanforderung zu geringe Festigkeiten auf. Allerdings sind die erzielten Festigkeiten so, dass ein Versagen bei einer Belastung mit Körpergewicht sehr unwahrscheinlich ist. Auch hätten die überprüften Haken bei einer radialen Sturzbelastung mit großer Wahrscheinlichkeit einem Sturz standgehalten, da sich der Hakenschaft im Bohrloch verkantet.
2. **Der teilweise zu enge Bohrlochdurchmesser** führt bei den Glasmörtelpatronen möglicherweise zu einer ungenügenden Vermischung der Mörtelkomponenten. Diese Haken können bei axialer Belastung schon bei geringen Kräften im Bereich des Körpergewichtes versagen. Die Gefahr ist jedoch eingrenzbare, da es sich um diejenigen Haken handelt, die weit aus dem Fels herausragen. Bei diesen ist höchste Vorsicht geboten!
3. Dass anscheinend zum Teil ein **nicht schweißtauglicher Stahl verwendet** wurde, ist ein weiterer Schwachpunkt des Hakensystems.

Die Wahrscheinlichkeit scheint nach Angaben der Erstbegeher zwar gering, allerdings haben Kletterer keine Chance, diese Gefahr zu erkennen und das Risiko zu begrenzen.

Konsequenzen für die Praxis sind im Kasten „Welcher Bolt hält wie viel?“ zusammengestellt.

Alle mit Sigibolts eingerichteten Routen sollen sukzessive saniert werden. Die DAV-Sicherheitsforschung

Neuer LVS-Test im Internet

Mit Spannung erwartet wurden die neuesten Modelle von LVS-Geräten wie etwa Ortovox S1 oder Freeride von Pieps. Die DAV-Sicherheitsforschung hat sie nun untersucht und auch überarbeitete Geräte wie D3 und Patroller (ehemals X1) getestet. Die Ergebnisse finden Sie auf der DAV-Website unter www.alpenverein.de, Rubrik Breitenbergsport → Sicherheitsforschung → Veröffentlichungen.

www.alpenverein.de

weist nochmals darauf hin, dass Bohrhaken einer Norm entsprechen müssen, und bittet daher, vom Eigenbau abzusehen. Generell sind mechanische Bohrhakensysteme deutlich leichter zu verarbeiten als Verbundhaken, bei denen vielfältige Setzfehler auftreten können. Zur weiteren Information für Hakensetzer und Sanierer verweisen wir auf die neu erschienene Bohrhakenbroschüre der DAV-Sicherheitsforschung. Diese ist kostenlos als Download auf der DAV-Website oder auch als Drucksache erhältlich. □

Ein herzliches Dankeschön für die tatkräftige Unterstützung an die Alpinpolizei Österreich, den OeAV und Jogg Oberhauser. Die DAV-Bohrhakenbroschüre und die detaillierten Ergebnisse der Sigibolt-Untersuchungen finden Sie unter www.alpenverein.de, Rubrik Breitenbergsport → Sicherheitsforschung → Veröffentlichungen/Sicherungstechnik.