



1x1 der mechanischen Bolts von Chris Semmel

Reib- und formschlüssige Bohrhakensysteme

In bergundsteigen 2/06 wurde über versagende Verbundhaken berichtet. Hier werden nun mechanische Systeme vorgestellt mit den Basisinformationen, die zum Setzen von Bohrhaken erforderlich sind.



Abb.1. Stift-Bohrhaken aus den 40er-Jahren

Abb.2. Kronen-Dübel (8 bzw. 10 mm stark) mit Originallaschen



Bohrhakensysteme

Bohrhaken können in zwei Kategorien unterteilt werden: Verbundanker und mechanische Systeme, die entweder "reibungsschlüssig" oder "formschlüssig" sein können. Während die reibschlüssigen Systeme (Spreizdübel) eine Sprengwirkung erzeugen und sich durch den Spreizdruck im Bohrloch halten, sind die formschlüssigen Systeme fast spreizdruckfrei. Sie bilden einen "Formschluss", eine Art Verzahnung mit dem Fels. Diese Verzahnung kann durch ein Hinterschnittsystem oder ein Gewinde im Fels sichergestellt werden. Bei den Verbundankern hingegen (Klebeanker) wird dieser mit einem Zwei-Komponenten-Mörtel oder mit Schnellbindeament im Bohrloch hergestellt.

Kleiner Stammbaum

Die ersten Bohrhaken wurden bereits 1944 im Wilden Kaiser gesetzt. Diese so genannten "Stiftbohrhaken" (Abb. 1) - auch als "Sticht"-Bohrhaken bekannt - bestehen aus einem Vierkantschaft, der in ein rundes Bohrloch getrieben wurde. Teilweise wurde vorne noch ein kleiner Spreizkeil eingesetzt. Diese Haken sind mit äußerster Skepsis zu betrachten. Ihre Festigkeiten streuten bei Auszugsversuchen zwischen 3 (!) und 14 kN. Hinzu kommt die Korrosion, da diese Haken nicht aus Edelstahl gefertigt sind und schon einige Jahre auf dem Buckel haben. In den 70er Jahren etablierte sich der "Kronenbohrhaken" (Abb. 2), der heute noch häufig zu finden ist. Dieses Hakensystem muss aus gehärtetem und somit rostendem Material gefertigt sein, da die Krone zum Bohren benutzt wird - eine tickende Zeitbombe. Ein weiteres Problem: ist das Bohrloch zu tief, spreizt der Konus die Dübelkrone nicht auf - somit ist bei Zug nach außen die Festigkeit oft mehr als fraglich. Erst seit den 90er Jahren werden "normkonforme" Systeme entwickelt, denen man - vorausgesetzt sie werden richtig gesetzt - als zuverlässige Fixpunkte vertrauen kann.

Bohrhakennorm

Die wichtigsten Forderungen der Europäischen Norm (EN) für Bohrhaken sind:

- korrosionsbeständiges Material in Form von Edelstahl (nicht verzinkt!)
- die Verankerung des Bohrhakens muss vom Bohrlochgrund unabhängig sein
- die axiale (schaftparallele) Zugfestigkeit muss über 15 kN liegen (1,5 Tonnen)
- die radiale (90° zum Schaft) Zugfestigkeit muss über 25 kN liegen (2,5 Tonnen)

Die demnächst in Kraft tretende überarbeitete Bohrhakennorm fordert ergänzend eine Mindesteinbindetiefe:

Für Verbundhaken mindestens 70 mm, für mechanische Bohrhaken-Systeme (Spreizdübel, Schraubanker und Hinterschnittanker) beträgt die Mindestdiefe das Fünffache des Bohrlochdurchmessers; also ein Einschlaganker mit einem Durchmesser von 12 mm muss demnach mindestens 60 mm tief im Fels verankert werden. Ein System mit einem Bohrlochdurchmesser von 10 mm muss 50 mm lang sein, M14 muss demnach 70 mm tief verankert sein. Da Spreizdübelssysteme einen enormen Spreizdruck auf den Fels ausüben, empfiehlt die DAV-Sicherheitsforschung für diese generell eine Einbindetiefe von mindestens 70 mm.

Die mechanischen Bohrhakensysteme im Vergleich

Mechanische Bohrhakensysteme besitzen den großen Vorteil, dass sie sofort belastbar sind. Das macht sie zum einzig sinnvollen System für Erstbegehungen von unten. Das Setzen ist meist einfach und speziell die Expressanker sind, verglichen mit Verbundhaken, kostengünstig.

Abb.3. Formschlüssige Systeme

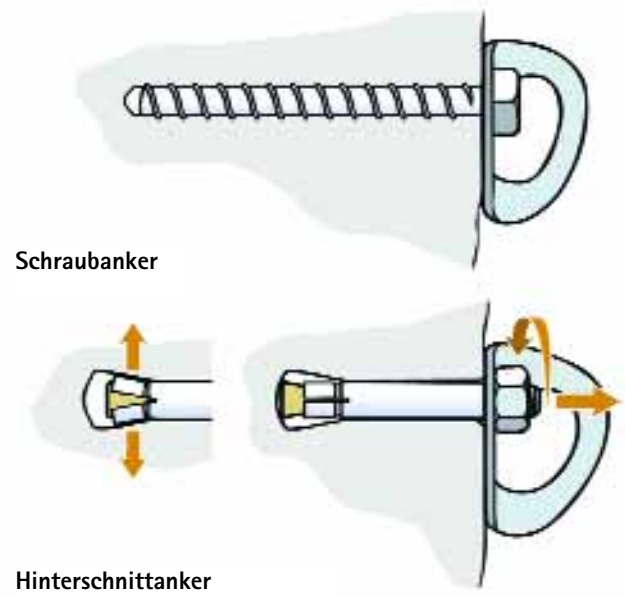


Abb.4. Reibschlüssige Systeme

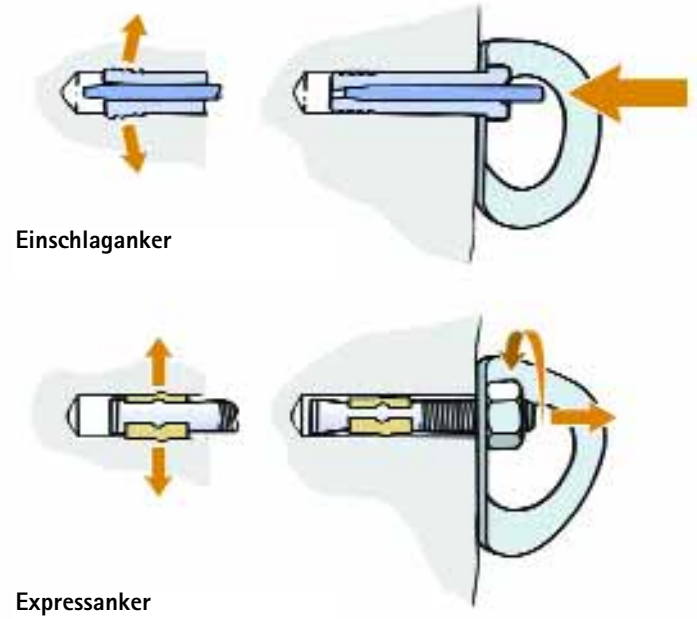
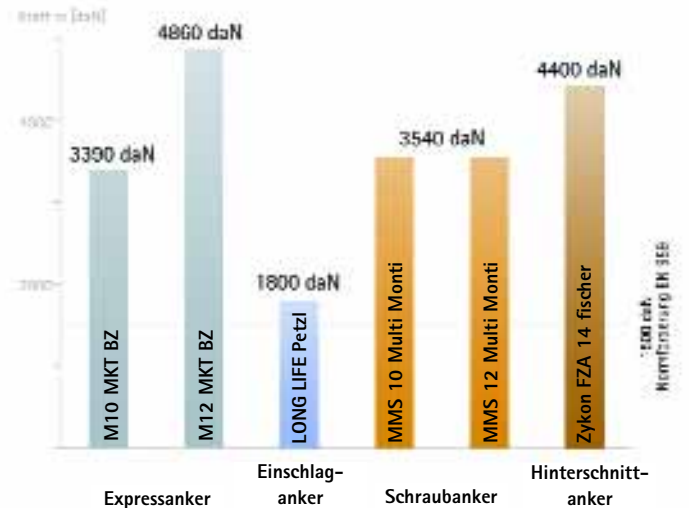


Abb.5. Axiale Auszugskräfte mechanischer Haken im Kalk



Formschlüssige Systeme

■ Schraubanker

Der Multi-Monti-Schraubanker (Beton-schraube; Abb. 3) funktioniert verblüffend einfach. Entsprechend dem Schraubenschaft wird ein relativ dünnes Loch (8 mm Bohrlochdurchmesser bei 10 mm Außendurchmesser des Gewindes) gebohrt und die Schraube in das Loch eingedreht. Dabei schneidet die Spitze der Schraube ein Gewinde in den Fels, ähnlich einer Eisschraube im Eis. Dieses System ist spreizdruckfrei und bietet einen vorbildlichen Formschluss. Der Haken ist sofort belastbar. Nachteil ist der hohe Eindrehwiderstand. Das System lässt sich nur in mittelhartem Gestein (z.B. Kalk und Dolomit) anwenden. In härteren Gesteinsarten wie Gneis oder Granit ist der Eindrehwiderstand zu groß und die Schraube kann beim Setzen abreißen oder vorgeschädigt werden. In weichen Gesteinsarten (zB Sandstein) ist die Festigkeit des Formschlusses durch das Gewinde mit dem Fels nicht ausreichend. Laut Setzanleitung ist ein Drehmoment einzuhalten. Als Bohrhaken eignen sich Schraubanker mit der Dimension M10 (8 mm Bohrloch), Länge 85 mm oder M12 (10 mm Bohrloch), Länge 100 mm.

■ Hinterschnittanker

Der Vorteil des Zykron-Hinterschnittankers (Abb. 3) liegt darin, dass dieser nahezu spreizdruckfrei ist und dadurch keine relevante Sprengwirkung auf den umliegenden Fels ausübt. Der Haken ist sofort belastbar. Nachteile sind der sehr hohe Anschaffungspreis, ein großer Bohrlochdurchmesser und das erforderliche Spezialwerkzeug (Hinterschnittbohrer und Eintreibmeißel). Bei der Montage ist ein Drehmoment einzuhalten. Die Abmessungen des Systems entsprechen nicht der neuen Norm (Durchmesser 14 mm, Länge 60 mm).

Reibschlüssige Systeme

■ Einschlaganker

Der Einschlaganker (Nagelanker oder "Long-Life-Haken"; Abb. 4) ist sehr einfach in seiner Anwendung. Außer Bohrer und Hammer wird kein zusätzliches Werkzeug benötigt. Deutliche Nachteile sind die geringe Setztiefe in Verbindung mit einem sehr hohen Spreizdruck nahe der Felsoberfläche und der im Vergleich zu anderen Systemen hohe Preis. Die gängige Abmessung (Länge 45 mm, Durchmesser 12 mm) entspricht nicht mehr der neuen Bohrhakennorm.

■ Expressanker

Der Expressanker (Schwerlastanker, Segmenthaken oder Durchsteckanker; Abb. 4) ist das zurzeit am weitesten verbreitete Bohrhakensystem. Kostengünstig, einfach zu setzen und bei ausreichender Bohrlochtiefe im Bedarfsfall wieder "versenkbar". Eine gewisse Gefahr besteht im Überdrehen der Mutter. Laut Setzanweisung muss das zulässige Drehmoment eingehalten werden. Im Bergsport sind Expressanker der Dimension M10 (Länge 75 mm) und M12 (Länge 85 mm) sinnvoll.

Die Bohrhaken im Auszugsversuch

Die Festigkeiten der mechanischen Bohrhakensysteme wurden axial (schaftparallel) bei Feldversuchen in solidem Kalk erhoben. Bestimmt wurde der Mittelwert der Auszugsfestigkeit. Alle Systeme erfüllten die Norm (Abb. 5). Die ermittelten Werte beim Einschlaganker liegen im unteren Grenzbereich. In weichem, ris-sigem oder splittrigem Kalk ist von diesem System auf Grund der geringen Einbindetiefe bei großer Sprengwirkung abzuraten.

Die verschiedenen Systeme im Detail

■ Bei den Expressankern wurde bei den Versuchen der Spreizring über den Konus gezogen (gutmütiges Materialversagen).

■ Die Einschlaganker deformierten sich und rissen aus dem Bohrloch, teils in Verbindung mit Felsausbruch. Die zu geringe Einbindetiefe ist der Hauptgrund für die relativ schwachen Festigkeiten.

■ Bei den Schraubankern rissen die Laschen aus. Daher zeigte sich kein Unterschied in der Festigkeit zwischen den verschiedenen Durchmessern. Bei den anderen Ankern wurde direkt am Gewinde gezogen bis die Verankerung versagte.

■ Bei den Hinterschnittankern verformte sich der Spreizkonus und der Dübel wurde aus dem Bohrloch gezogen.

Tipps zum Arbeiten mit mechanischen Bohrhakensystemen

Bohren und Bohrloch reinigen

Je nach System ist ein Bohrlochdurchmesser von 8 bis 14 mm erforderlich. Für die Expressanker kann das Loch etwas tiefer gebohrt werden, um den Anker - sollte er falsch platziert worden sein - im Fels "versenken" zu können. Wichtig ist, dass das Bohrloch nicht durch mehrmaliges "Hin- und Herfahren" des Bohrers ausgeleiert wird, ist doch der Bohrlochdurchmesser entscheidend für eine optimale Spreizwirkung des Ankers. Die Bohrlochreinigung ist von geringerer Bedeutung als bei den Verbundmörtelhaken. Ein Ausblasen des Bohrstaubes ist sinnvoll, um eine optimale Funktion des Spreizsystems zu gewährleisten.

Haken setzen

■ **Einschlaganker** werden in das Bohrloch gesetzt und der Spreizstift mit dem Hammer eingetrieben. Das kann mühsam sein und erfordert etwas Geschick, da die Hakenlasche dabei nicht beschädigt werden sollte.

■ **Expressanker** werden mit Mutter und Hakenlasche in das Bohrloch eingetrieben. Hierbei sollte nicht auf die Mutter geschlagen werden, da sonst das Gewinde beschädigt werden könnte und ein Anziehen dann nicht mehr möglich ist. Die Spreizwirkung wird durch das Anziehen der Mutter erzielt. Dabei ist Vorsicht geboten! Hat sich der Spreizklipp über den Konus gezogen, führt weiteres Anziehen der Mutter zur Über-spannung des Materials und zum Bruch. Die Hersteller geben deshalb ein Drehmoment an, mit dem die Dübel montiert werden müssen. Dieses liegt je nach Stahllegierung und Durchmesser zwischen 20 und 60 Nm. Spreizt ein Expressanker beim Anziehen der Mutter nicht, ist das Bohrloch zu groß oder man hat in einen Hohlraum gebohrt. In jedem Fall wird der Spreizklipp nicht über den Konus gezogen und somit ist keine ausreichende Festigkeit für axiale Belastungen gewährleistet. Vorsicht ist geboten, wenn die Mutter am Gewindeende ansteht. Man könnte den Eindruck bekommen, der Haken würde nun spreizen, da sich der Montagewiderstand erhöht. Dieser Montagefehler ist durch ein weit über die Mutter hinausragendes Gewinde gekennzeichnet. Die Verwendung eines Drehmomentschlüssels ist optimal. Da so gut wie kein Erstbegeher - vor allem beim Einrichten einer Route im Vorstieg - einen schweren Drehmomentschlüssel mit sich führt, muss hier um so gewissenhafter gearbeitet werden. Ein kurzer Gabelschlüssel mit kleinem Hebel ist günstiger als ein langer. Der Dübel muss spreizen; wird er jedoch zu stark angezogen, gilt: "nach fest kommt ab".

■ **Hinterschnittanker** verlangen Spezialwerkzeug in Form eines sehr teuren Hinterschnittbohrers und eines Eintreibmei-

Checkliste für Spreizdübel-Systeme

Haken

- Schaftlänge 70 mm - bei weichen Gesteinsarten (zB Sandstein) länger bzw. sind hier Verbundanker besser geeignet

Fels

- ausreichende Dimensionierung (Schaftdurchmesser mindestens 10 mm)
- korrosionsbeständiger Werkstoff (A2, A4 etc.), kein verzinktes Material

Bohrloch

- kompakt
- Abstand des Bohrlochs zu Kanten, Rissen und Löchern mindestens 15 cm
- Bohrloch nicht durch Hin- und Herbewegen der Bohrmaschine "aufbohren"

Montage

- Bohrloch ausblasen
- tief genug bohren, da sonst evtl. keine optimale Spreizwirkung gegeben ist, und um Haken bei Bedarf versenken zu können
- Drehmoment berücksichtigen



Abb.6

Bels. Die Bohrmaschine wird nach Bohrerstellung kreisförmig geführt, wodurch der Hinterschnitt am Bohrlochgrund entsteht. Dann wird der Haken in das Bohrloch gesteckt und die Hülse mit einem Eintreibmeißel über den Konus getrieben. Jetzt kann die Hakenlasche montiert werden, wobei die Mutter nicht überzogen werden darf (Drehmoment beachten).

■ **Schraubanker** schneiden ein Gewinde in den Fels. Das Bohrloch muss den richtigen Durchmesser haben, nämlich den des Schraubenschaftes ohne Gewinde. Das Loch muss tief genug sein und ausgeblasen werden. Ansonsten schiebt man den Bohrstaub beim Einschrauben in das Bohrloch und die Hakenspitze steht dann am Bohrlochende an. Beim Setzen darf das angegebene Drehmoment nicht überschritten werden. Das könnte zur Beschädigung der Schraube führen, die dann bei einer Sturzbelastung eventuell brechen kann. Deshalb sind Schraubanker nur für mittelharte Gesteine wie Kalk oder Dolomit geeignet.

Sprengwirkung

Ein Spreizanker muss eine gewisse Sprengwirkung auf den umliegenden Fels ausüben, ansonsten würde er axial nicht halten. Die Sprengwirkung ist umso günstiger, je tiefer sie im Fels induziert wird. Das heißt - besonders bei weniger kompaktem Fels - je größer die Einbindetiefe, umso günstiger. Die Norm fordert für mechanische Bohrhaken eine Einbindetiefe vom Fünffachen des Bohrlochdurchmessers. In weichen Gesteinsarten wie Sandstein oder splittigem Kalk sind wesentlich größere Einbindetiefen von 100 bis 300 mm notwendig bzw. Verbundanker sinnvoller.

Dauerschwellbelastung

Häufiges Stürzen kann besonders bei den mechanischen Bohrhaken eine Kerbwirkung erzeugen, die zu einer frühzeitigen Materialermüdung führen könnte. Die Ergebnisse einer laufenden Versuchsreihe dazu werden demnächst von der DAV-Sicherheitsforschung veröffentlicht.

Korrosion

Laut Norm dürfen nur Bohrhaken aus Edelstahl verwendet werden. Trotzdem werden immer wieder verzinkte Haken im Handel verkauft und auch gesetzt.

Korrosion hängt in großem Maß von den Umgebungsbedingungen ab. Feuchtigkeit, hohe Temperaturen und Chloride in Form von Salzen (Meerwasser) oder Umweltbelastung (Abgase) fördern diese. Selbst Edelstahl in einer A2-Legierung (Stahlqualität 1.4301 und hochwertiger) ist für den Meerwasserbereich und ungünstige Umgebungsbedingungen nicht geeignet. Zusammengefasst kann gesagt werden, dass für "normalen Einsatz" A2-Stahl ausreichend ist. In Gebieten mit hoher Umweltbelastung ist ein A4-Stahl notwendig. Für den Meerwasserbereich sind HCR-Stähle (high corrosion resistant) das Optimum.

Neben der beschriebenen Korrosion ist für Bohrhaken vor allem noch die Kontaktkorrosion (Abb. 6) gefährlich. Werden unterschiedlich edle Metalle kombiniert (z.B. Aluminium und Stahl), kommt es zu einer Teilchenwanderung vom unedleren zum edleren Metall. Ein Alulasche würde sich an einem Stahldübel in einer bestimmten Zeitspanne zersetzen. Dieser Prozess kann durch Feuchtigkeit und hohe Temperaturen noch zusätzlich begünstigt werden. Laut Norm dürfen daher keine unterschiedlich edlen Metalle bei einem Bohrhaken kombiniert werden.

Fotos: Chris Semmel
Illustrationen: Georg Sojer

Vor- und Nachteile der verschiedenen mechanischen Systeme und Verbundanker

| Formschlüssige Systeme | System | Vorteile | Nachteile |
|------------------------|--------------------------|---|---|
| mechanisch | Multi-Monti-Schraubanker | nahezu spreizdruckfrei sofort belastbar geringer Bohrloch-Ø | großer Eindrehwiderstand nur für Kalk geeignet Bohrloch nicht dicht |
| | Zykon-Hinterschnittanker | nahezu spreizdruckfrei sofort belastbar | sehr teuer Bohrloch nicht dicht spezielles Werkzeug nötig großer Bohrloch-Ø notwendig |
| Reibschlüssige Systeme | | | |
| mechanisch | Einschlaganker | sehr einfach zu setzen sofort belastbar | hoher Spreizdruck Bohrloch nicht dicht relativ teuer geringe Einbindetiefe |
| | Expressanker | einfach zu setzen preiswert geringer Bohrloch-Ø sofort belastbar | hoher Spreizdruck Bohrloch nicht dicht Drehmoment beachten |
| Formschlüssige Systeme | | | |
| chemisch | Verbundanker | Bohrloch ist dicht spreizdruckfrei hohe Festigkeit | nicht sofort belastbar komplizierte Montage hohe Fehleranfälligkeit beim Setzen Abschlusskontrolle notwendig großer Bohrloch-Ø notwendig relativ teuer |



MONTURA[®]
The Ergonomic Equipage

**STÜTZPUNKT
AUSTRIA**



Im SOHO!
Innsbruck • Grabenweg 64
Autobahnausfahrt Innsbruck-Ost

www.mountains-innsbruck.at