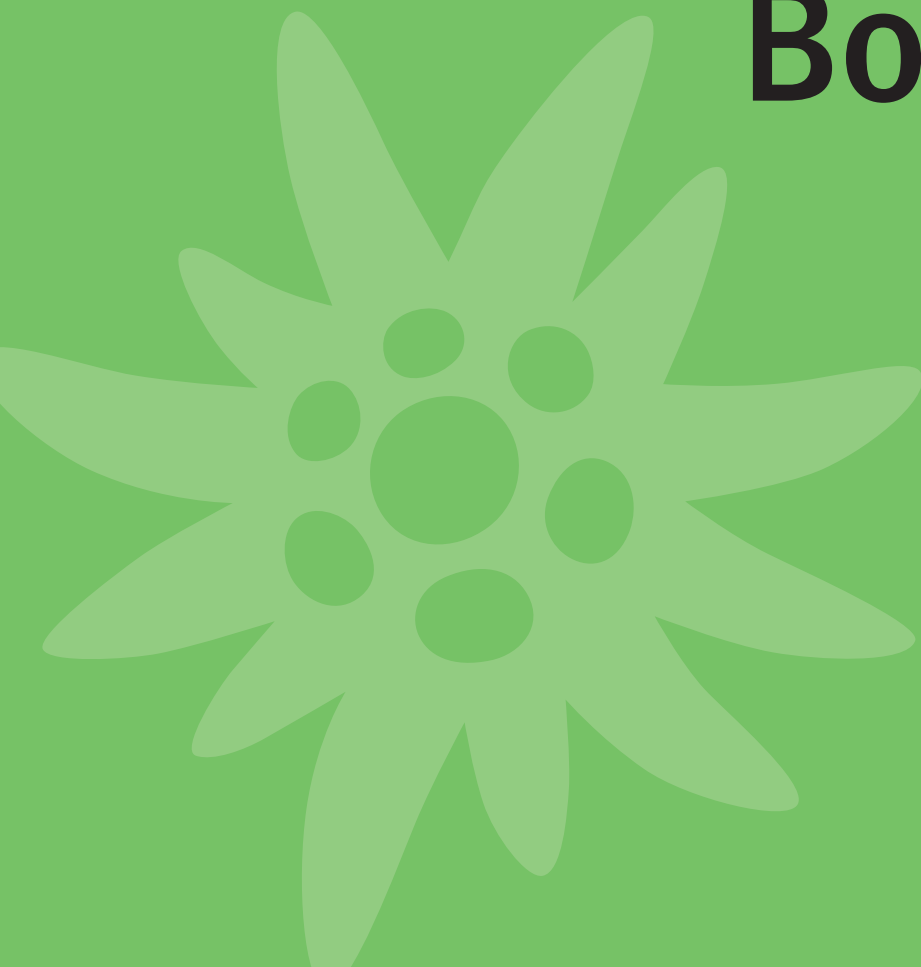




Bohrhaken





Impressum

Herausgeber:

Deutscher Alpenverein e. V.
Von-Kahr-Str. 2 - 4
D-80997 München
Tel. 0 89 / 1 40 03 - 0
Fax: 0 89 / 1 40 03 - 23
E-Mail: info@alpenverein.de
Internet: www.alpenverein.de

Für den Inhalt verantwortlich: Ressort Breitenbergsport, Sportentwicklung, Sicherheitsforschung | **Titelbild:** Chris Semmel | **Fotos und Grafiken:** DAV | **Gestaltung:** Gschwendtner & Partner, München | **Druck:** Universal Medien, München | **Auflage:** 5.000, November 2007 | Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit vorheriger Genehmigung des Herausgebers.

Inhalt

Vorwort	3
Bohrhaken im Überblick	4
<i>Chemische und mechanische Systeme</i>	4
<i>Entwicklung</i>	5
<i>Bohrhakennorm</i>	5
Verbundhaken	6
<i>Setzen von Verbundhaken</i>	6
<i>Auszugsversuche zu Verbundmörteln</i>	8
<i>Vor- und Nachteile der einzelnen Mörtel</i>	10
<i>Checkliste Verbundmörtelhaken</i>	12
Mechanische Bohrhaken	13
<i>Reibschlüssige Systeme</i>	13
<i>Formschlüssige Systeme</i>	14
<i>Auszugsversuche zu mechanischen Bohrhaken</i>	15
<i>Setzen mechanischer Bohrhakensysteme</i>	16
<i>Checkliste Spreizdübelssysteme</i>	19
<i>Korrosion</i>	19
Gesamtüberblick	21
<i>Vor- und Nachteile der Bohrhakensysteme</i>	21
<i>Welches Bohrhakensystem eignet sich wo?</i>	21
Anhang	22
<i>Optimale Toprope-Umlenkung</i>	22
<i>Optimaler Standplatz</i>	22
<i>Entfernen alter Haken</i>	23
<i>Fehlermöglichkeiten beim Anbringen von Bohrhakensystemen</i>	23
<i>Checkliste vor dem Bohren</i>	24

Einmaleins der Bohrhaken

In den Jahren 2000 bis 2007 wurden der DAV Sicherheitsforschung 17 ausgebrochene „Klebehaken“ gemeldet. Der tragischste Unfall ereignete sich am Schneeklammkopf im Hochköniggebiet: Hier stürzte ein Kletterer beim Abseilen mit einem ausbrechenden Verbundhaken in den Tod. Aber auch Spreizdübelssysteme können ausbrechen, wie der spektakuläre Abseilunfall des Bergführers Michael Grassl am 26. März 2002 beweist. In beiden Fällen waren Setzfehler neben anderen ungünstigen Faktoren ursächlich.

Die DAV Sicherheitsforschung hat die verschiedenen Systeme getestet. Die vorliegende Broschüre ist ein Leitfaden mit Tipps und Tricks für Routen-einrichter und Sanierer. Nur wenn beim Setzen erstklassige Arbeit geleistet wird, können Bohrhaken über Jahrzehnte als zuverlässige Fixpunkte genutzt werden.

Am Standplatz bei Belastung
mit Körpergewicht ausge-
brochener Verbundhaken
(1 Jahr im Fels)



Bohrhaken im Überblick

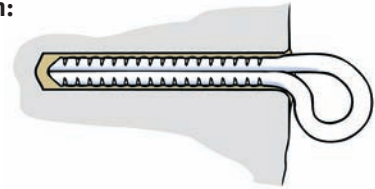
Bohrhaken können in zwei „Familien“ unterteilt werden: in Verbundhaken und mechanische Bohrhaken.

Die mechanischen Bohrhaken lassen sich weiter in reibschlüssige und formschlüssige Systeme unterteilen. Während die reibschlüssigen Systeme (auch als Spreizdübel bezeichnet) 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. Abhängig von der Gesteinshärte wird diese Verzahnung durch ein Hinterschnittsystem oder ein Gewinde im Fels hergestellt.

Die Verbundhaken (auch als chemische Anker bezeichnet) werden mit einem Zwei-Komponenten-Mörtel oder mit Schnellbinde-zement im Bohrloch eingebunden.

Chemische Systeme

Verbundhaken:

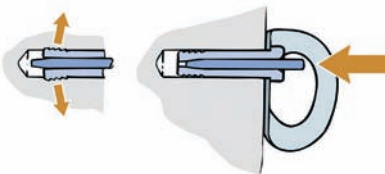


Verbundhaken im Fels

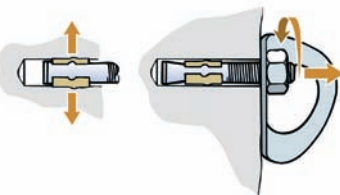


Mechanische Systeme

Spreizdübelssysteme:



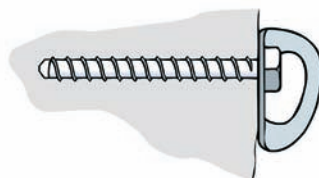
Einschlaganker



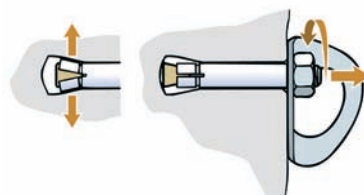
Expressanker



Formschlüssige Systeme:



Schraubschlaganker



Hinterschnittanker



Entwicklung

Die ersten Bohrhaken wurden bereits 1944 im Wilden Kaiser gesetzt. Diese so genannten Stiftbohrhaken (auch als „Sticht“-Bohrhaken bekannt) bestehen aus einem Vierkant, der in ein rundes Bohrloch getrieben wurde. Sie sind mit äußerster Skepsis zu betrachten. Bei Auszugsversuchen war die Streuung der Festigkeiten sehr groß.



Sticht-Bohrhaken aus den 1950-er und 1960-er Jahren

In den 1970er Jahren etablierte sich der „Kronenbohrhaken“, der heute noch zuhauf angetroffen wird. Hierbei handelt es sich um ein Spreizdübel-System, bei dem ein Konus beim Einschlagen des Dübels die Bohrkrone aufspreizt. Die Bohrkrone dieses Hakensystems muss aus gehärtetem und somit rostendem Material gefertigt werden, da sie auch zum Bohren benutzt wird. Der Rest (Lasche und Schraube) können aus Edelstahl gefertigt sein. Hier tickt deshalb eine „Zeitbombe“.

Ein weiteres Problem: Ist das Bohrloch zu tief, spreizt der Konus die Dübelkrone nicht auf – damit ist bei Zug nach außen die Festigkeit nicht gegeben. Dies ist vor allem bei den Ringhakendübeln zu beachten. Diese mussten zwingend mit der Bohrmaschine gesetzt werden, da sie keine Bohrkrone besaßen.

Zudem existieren geschraubte Bohrkronenringhaken, die von Laien leicht mit Verbundhaken verwechselt werden. Erst bei genauer Betrachtung des Bohrhakenschafts wird das Gewinde sichtbar.

Erst in den vergangenen Jahren wurden „normkonforme“ Systeme (EN 959) entwickelt, denen man – vorausgesetzt sie wurden richtig gesetzt – als zuverlässigen Fixpunkten trauen kann.



Bohrkronen-Dübel



Alter Ringbohrhaken



Verschiedene Ringbohrhaken-Systeme

Die wichtigsten Forderungen der Europäischen Norm (EN 959, Stand 2007) für Bohrhaken:

BOHRHAKENNORM

- ▶ Die axiale (nach außen) Zugfestigkeit muss über 15 kN liegen (1,5 Tonnen).
- ▶ Die radiale (nach unten) Zugfestigkeit muss über 25 kN liegen (2,5 Tonnen).
- ▶ Alle Komponenten des Bohrhakens müssen aus demselben Material sein.
- ▶ Bei Verbundankern muss die Einbindetiefe mindestens 70 mm betragen.
- ▶ Bei mechanischen Bohrhakensystemen (Spreizdübel, Schraubanker und Hinterschnittanker) muss die Setzlänge mindestens das Fünffache des Bohrlochdurchmessers sein.
- ▶ Die Verankerung des Bohrhakens muss vom Bohrlochgrund unabhängig sein.
- ▶ Nach der UIAA-Norm Nr. 123 kommt hinzu, dass Bohrhaken aus korrosionsbeständigem Material in Form von Edelstahl bestehen müssen! Verzinktes Material ist nicht zulässig.
- ▶ Ergänzend zur Europäischen Norm empfiehlt die DAV Sicherheitsforschung auch bei mechanischen Bohrhakensystemen eine Einbindetiefe von mindestens 70 mm und die Verwendung von Edelstahl als Werkstoff, da Spreizdübelssysteme einen enormen Spreizdruck auf den Fels ausüben.



Aktuelle Bohrhakensysteme

Verbundhaken

Zur Familie der Verbundhaken zählen klassisch einzementierte Bühler sowie Verbundhaken, die mit Zwei-Komponenten-Mörtel gesetzt werden (chemische Verbundhaken). Alle der DAV Sicherheitsforschung bekannten Verbundmörtel, die sich zum Einmörteln von Haken eignen, sind reizend oder gar ätzend. Deshalb empfiehlt die DAV Sicherheitsforschung beim Setzen Handschuhe und Brille.

Setzen von Verbundhaken

Wahl von Mörtel und Haken

Nicht alle Verbundmörtel sind für axialen Zug geeignet. Bitte unbedingt die Gebrauchsanweisung sowie das technische Merkblatt zur Verarbeitung und zum Einsatzbereich des Mörtels beachten! Dies gilt besonders für das Haltbarkeitsdatum. Ein zu alter oder zu warm gelagerter Mörtel härtet nicht mehr aus. Zu kurze Haken weisen deutlich geringere Festigkeiten auf. Ein Verbundhaken muss mindestens 70 mm tief im Fels verankert sein, bei weichen Gesteinen (z. B. Sandstein) deutlich tiefer (100 – 300 mm). Bei der Verwendung von Glasmörtelpatronen ist es wichtig, dass Hakenlänge und Patronenlänge zueinander passen.

Bohren

In einem Bruchhaufen hält kein Haken! Das Gestein muss kompakt sein und der Abstand des Bohrlochs zu Kanten, Rissen und Löchern darf 15 cm nicht unterschreiten. Der Achsenabstand zwischen zwei Bohrhaken sollte somit 30 cm betragen (15 cm Radius).

Gebohrt werden sollte senkrecht (90°) zur Felsoberfläche. So wird ein optimaler Krafteintrag in den Fels gewährleistet und die höchste Festigkeit erzielt.

Der Bohrl Lochdurchmesser hängt vom maximalen Schaftdurchmesser des Hakens ab (bitte nachmessen).

- Bohrl Lochdurchmesser = maximaler Schaftdurchmesser + 1,5 – 2 mm
Der Mörtel muss beim Setzen des Hakens den Schaft umfließen können – dazu ist der Ringspalt zwischen Hakenschaft und Bohrl Lochwand nötig.
- Bohrl Lochtiefe = Schaftlänge + maximal 5 mm

Den Haken testweise in das Bohrloch einschieben und kontrollieren, ob die Tiefe ausreichend ist und die Öse an der Wand anliegt. Bei bühlerähnlichen Verbundhaken ist der Biegeradius der Hakenöse zu berücksichtigen. Mit der Hammerspitze wird eine kleine Vertiefung am unteren Rand des Bohrlochs geschlagen, damit die Hakenöse ganz an der Felsoberfläche aufliegt.

Bohrloch reinigen

Der Verbundmörtel verzahnt sich mit den Mikroausbrüchen in der Bohrl Lochwand. Falls die Ausbrüche mit Bohrstaub zugesetzt sind, kann der Mörtel nicht wirken.

Deshalb muss das Bohrloch mit einem Ausbläser, zur Not auch mit dem Mund und einem Schlauch, ausgeblasen werden. Dann das Bohrloch mit der Rundbürste kräftig ausbürsten und anschließend nochmals ausblasen. Den Vorgang eventuell öfter wiederholen, bis die Bohrl Lochwand staubfrei ist. Für Sandstein empfiehlt sich eine Kunststoffbürste. Eine Drahtbürste würde den Bohrl Lochdurchmesser erweitern.



Bürsten



Ausblasen

Bohrloch verfüllen

Glasmörtelpatronen werden zuerst senkrecht gehalten, so dass die Verbundmasse nach unten fließen kann und sich am oberen (flachen) Ende der Patrone eine Luftblase bildet. Dabei darauf achten, dass die Verbundmasse zähflüssig fließt. So kann geprüft werden, ob die Verbundmasse noch brauchbar ist. Sollte in der Glasmörtelpatrone nichts mehr fließen, ist diese nicht mehr verwendbar!

Die Glasmörtelpatronen werden dann in das Bohrloch eingeschoben und mit einem gezielten Hammerschlag komplett versenkt. Dabei muss die gesamte Patrone im Bohrloch verschwinden. Achtung: Der gesamte Inhalt muss ins Bohrloch, es darf nichts verloren gehen, denn ansonsten stimmt das Mischungsverhältnis nicht mehr.



Verschiedene Glasmörtelpatronen

Bei den Kartuschenmörteln wird das Bohrloch vom Grund her zu zwei Dritteln gefüllt. Ganz wichtig ist hierbei, dass der Vorlauf bei neu geöffneten Kartuschen oder bei der Verwendung einer neuen Mischdüse verworfen wird, da das Mischungsverhältnis zu Anfang nicht stimmt! Genaue Angaben gibt der Mörtelhersteller in der Setzanweisung.



Kartuschenmörtel mit Auspressgerät und Mischdüse

Haken setzen

Beim Setzen mit der Glasmörtelpatrone wird der Haken mit einem Hammer oder Fäustel zentimeterweise eingeschlagen und dabei etwa 10-mal um die eigene Achse gedreht. Einfacher ist das Setzen der Haken mit den Kartuschenmörteln: Der Haken wird von Hand in das Bohrloch langsam eingedrückt.

Die Verarbeitungstemperatur aller Mörtel muss mindestens +5°C betragen. Die Umgebungstemperatur (Fels) kann hierbei deutlich darunter liegen. Die Aushärtezeiten sind mörtelabhängig und entsprechend länger als bei wärmeren Temperaturen. Spezielle Wintermörtel können – bei +5°C verarbeitet – bei Umgebungstemperaturen bis zu -35°C aushärten (z. B. die Glasmörtelpatrone UKA 3 von Fischer, Aushärtezeit 15 h).

Abschlussarbeiten

Zum Schluss den Haken ausrichten. Die letzten 5 – 8 mm wird der Haken mit dem Hammer eingeschlagen. So dringt die Verbundmasse entlang vom Bohrhakenschaft nach außen und füllt den Ringspalt zwischen Haken und Bohrloch aus. Den überschüssigen Mörtel, der – wenn korrekt gesetzt – aus dem Bohrloch austritt, mit einem Spatel (da meist ätzend und bei Glasmörtelpatronen mit Glassplittern versetzt!) glatt streichen.

Die Aushärtezeit des Mörtels ist temperaturabhängig und muss unbedingt – gemäß Produktbeschreibung – beachtet werden. Die Haken dürfen in der Aushärtezeit weder bewegt noch belastet werden.

Kontrolle

Zur Kontrolle sollte jeder gesetzte Verbundhaken nach der Aushärtezeit überprüft werden. Nur so können „Versager“ durch nicht abgeordneten Mörtel erkannt werden. Die Überprüfung kann durch eine geringe Drehbelastung erfolgen, da Verbundmörtelanker hier am empfindlichsten reagieren. Hierzu verkantet man einen Karabiner im Haken (kleine Hebelwirkung) und versucht diesen per Hand zu drehen. Lässt sich der Haken so lösen, ist die Festigkeit nicht ausreichend. Kann der Haken nicht gelöst werden, ist erfahrungsgemäß die Festigkeit ausreichend.



Drehversuch

Auszugsversuche zu Verbundmörteln

Versuchsanordnung

Um Aufschluss über die Leistungsfähigkeit der Verbundmörtel zu erhalten, hat die DAV Sicherheitsforschung Versuche durchgeführt, bei denen jeweils 45 Verbundhaken im Gneis und im Kalk gesetzt wurden. Dabei kamen neun verschiedene Mörtel von fischer, HILTI, Upat und WÜRTH zum Einsatz. Darüber hinaus wurden im weichen, mittleren und harten Sandstein 15 Auszugsversuche mit einem 10 cm langen Verbundhaken und Kartuschenmörtel durchgeführt.

Alle Haken wurden axial – in Bohrlochrichtung – belastet. Bei den Verbundmörtel-Tests wurde nur ein Hakentyp (Salewa) verwendet, um den Vergleich der Mörtel zu gewährleisten. Der Haken hat eine Schaftlänge von 100 mm und weist eine „geriffelte“ Oberfläche auf – ähnlich einem groben Gewinde. Deshalb ist er zum Einmörteln bestens geeignet.

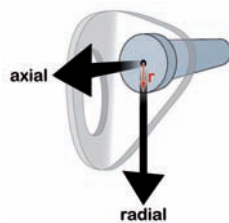
Ein Rückzug beim Klettern an diesem Haken kann allerdings zu einer „Fummelei“ ausarten, da Seil und Karabiner gerade noch durch die Öse passen. Einige Hersteller bieten ähnliche Hakentypen auch mit zusätzlichem Ring oder größerer Öse an.



Salewa Bühler, Schaftlänge 100 mm



axiale Belastung eines Schraubankers



radialer und axialer Zug

Übersicht der getesteten Mörtel



Glasmörtelpatronen

fischer RM

Upat UKA 3

WÜRTH W-VAD



Kartuschenmörtel

fischer FIS VS 150 C

HILTI HIT-C 100

HILTI HIT-HY 150

HILTI HIT-RE 500

Upat UPM 44

WÜRTH C-100

Ergebnisse der Auszugsversuche

Pro Gestein und Mörtel wurden fünf Haken gesetzt und ausgezogen, da ein einzelner ausgezogener Haken wenig über die Eignung des Mörtels aussagt. Die Höhe der Säule im Diagramm gibt für jeden Mörtel die durchschnittliche Auszugskraft in Kilo-Newton (kN) an.

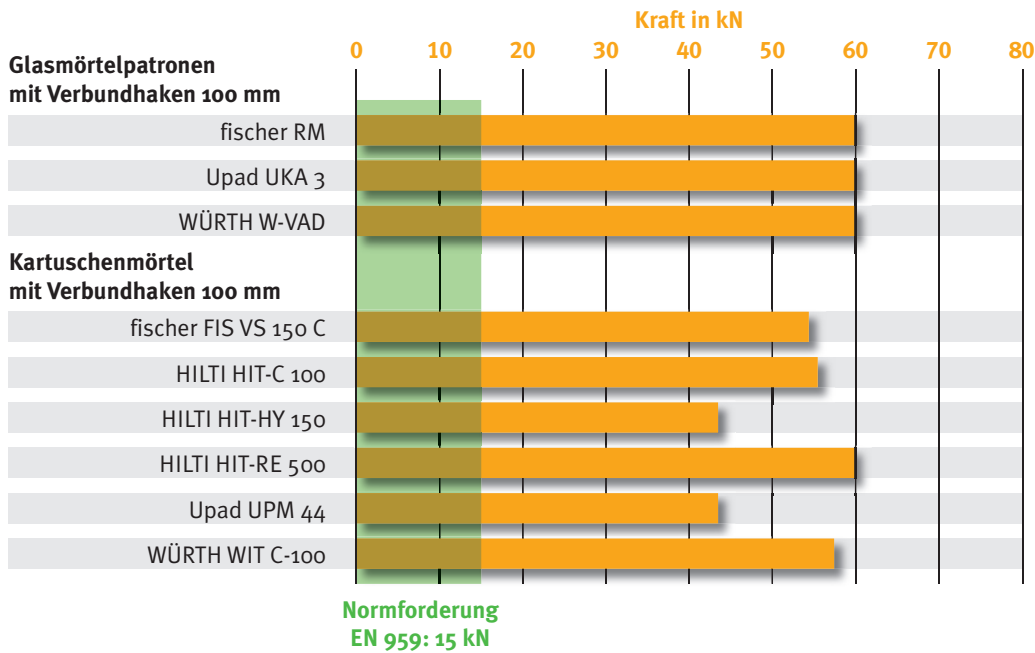
Einige Mörtel haben sich dem Auszug ausgesprochen hartnäckig widersetzt. In diesem Fall musste der Versuch bei 60 kN (~ 6000 kg) abgebrochen werden, um das Auszugsgerät zu schonen. Der Querbalken markiert die Mindestanforderung der Norm EN 959 für Bohrhaken bei axialem Zug (15 kN ~ 1500 kg).

Verbundhaken in weichen Gesteinen

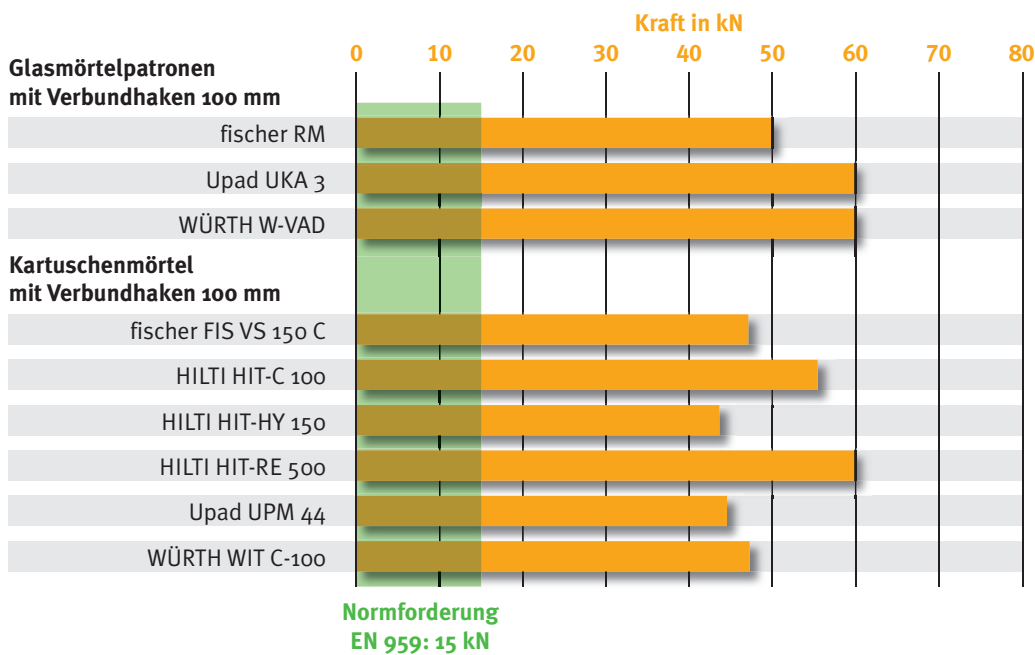
Speziell in Sandstein-Klettergebieten (z. B. Pfalz oder Elbsandstein) besteht die Frage nach der ausreichenden Hakendimensionierung. Die DAV Sicherheitsforschung hat daher 15 Verbundhaken (Salewa Bühler mit einer Schaftlänge von 100 mm) im Pfälzer Sandstein gesetzt und ausgezogen. Die erstaunlich hohen Festigkeiten von über 30 kN im weichen Sandstein bei dieser „relativ“ geringen Einbindetiefe haben überrascht.

Für den nach innen immer weicher werdenden Fels des Elbsandsteins sind jedoch Schaftlängen von wesentlich mehr als 10 cm sinnvoll. Hier werden Haken mit 25 cm Einbindetiefe verwendet.

axiale Auszugskräfte des Verbundhakens im Gneis



axiale Auszugskräfte des Verbundhakens im Kalk



Vor- und Nachteile der einzelnen Mörtel

Glasmörtelpatronen

Bei den getesteten Glasmörtelpatronen konnten keine signifikanten Unterschiede für Anwender festgestellt werden. Wichtig bei der Anwendung ist, dass Bohrlochdurchmesser und Bohrlochtiefe passend zu den Abmessungen der Patrone sind. Die Glasmörtelpatrone muss in jedem Fall komplett in das Bohrloch passen! Die genauen Angaben können der Setzanweisung entnommen werden. Bei hohen Temperaturen muss zügig gearbeitet werden, da die Verarbeitungszeit nur wenige Minuten beträgt. Da der Eintreibwiderstand relativ hoch ist, sind Leichthämmer meist weniger geeignet.

Insgesamt weisen die Glasmörtelpatronen sehr hohe Auszugskräfte auf und bieten dadurch ein Höchstmaß an Zuverlässigkeit. Das Setzen der Haken ist allerdings recht aufwändig.

Kartuschenmörtel

Die Kartuschenmörtel dürfen nur mit dem passenden Auspressgerät angewendet werden, da die Auspresspistole mit der passenden Mischdüse das richtige Mischungsverhältnis der zwei Komponenten regelt. Die speziellen Auspressgeräte sind teuer, aber unumgänglich!

Ausnahmen sind fischer FIS VS 150C und Upat UPM 44 CX. Diese Mörtel können auch mit einer gängigen Silikonpistole verarbeitet werden.

Beim Anbrechen einer neuen Kartusche oder bei der Verwendung einer neuen Mischdüse muss der vorgeschriebene „Mörtelvorlauf“ verworfen werden. Der am Anfang ausgepresste Mörtel ist noch nicht optimal gemischt und darf daher nicht verwendet werden. In der Bedienungsanleitung der betreffenden Mörtel werden hierzu genaue Angaben gemacht.

Die größte Menge an Vorlauf musste beim HILTI HIT-RE 500 (vier Hübe der Auspresspistole) verworfen werden. Bei einigen Verbundmörteln konnte der Vorlauf auf zwei Hübe beschränkt werden (HILTI HIT-C 100, HILTI HIT-HY 150; WÜRTH WIT-C 100). Beim fischer FIS VS 150C und Upat UPM 44CX muss so lange Mörtel verworfen werden, bis der Mörtel eine gleichmäßig graue Farbe hat.

Bis auf den HILTI HIT-RE 500 haben alle getesteten Mörtel eine kurze Offenzeit (Verarbeitungszeit), bei sommerlichen Temperaturen beträgt sie nur einige Minuten. Dann muss die Mischdüse ausgewechselt und der Vorlauf erneut verworfen werden. Beim RE 500 geht alles gemächlicher zu; bei 20°C hat man eine halbe Stunde Zeit zur Verarbeitung. Dafür benötigt der Mörtel in Abhängigkeit von der Temperatur eine wesentlich längere Aushärtezeit (z. B. 50 Stunden bei 0°C oder 12 Stunden bei 20°C Umgebungstemperatur).



Glasmörtelpatronen



Kartuschenmörtel

Vor- und Nachteile der Mörtel

Kartuschenmörtel	Vorteile	Nachteile
fischer FIS VS 150 C	● gängige Silikonpistole	● reizend
Upat UPM 44	● gängige Silikonpistole	● reizend
WÜRTH H WIT C-100		● reizend ● spezielles Auspressgerät
HILTI HIT-C 100		● ● reizend ● spezielles Auspressgerät
HILTI HIT-HY 150		● reizend ● spezielles Auspressgerät
HILTI HIT-RE 500	● ● lange Verarbeitungszeit	● ● ● ätzend ● lange Aushärtezeit
Glasmörtelpatronen		
fischer RM		● reizend ● ● Handhabung
Upat UKA 3		● reizend ● ● Handhabung
WÜRTH W-VAD		● reizend ● ● Handhabung

Die Festigkeiten der einzelnen Mörtel liegen weit über den geforderten Normwerten!

Mörtel und ihre Anwendung

Beide Verbundmörtelsysteme eignen sich nur, wenn der Haken nicht gleich belastet werden muss. Jedes Mörtelsystem verlangt eine spezielle Verarbeitung.

Die folgende Tabelle gibt eine Hilfestellung für die Auswahl des geeigneten Mörtelsystems.

Anwendung	Glasmörtelpatronen	Kartuschenmörtel
Setzen einzelner Haken	● ● ●	
Einrichten einzelner Seillängen	●	● ●
Gebietssanierung		● ● ●

CHECKLISTE VERBUNDMÖRTELHAKEN

HAKEN:

- ▶ Schaftlänge mindestens 70 mm – bei weichen Gesteinen (z. B. Sandstein) länger!
- ▶ gewindeähnliche, geriffelte Oberfläche, auf keinen Fall glatt!
- ▶ korrosionsbeständiger Werkstoff (A2, A4 oder HCR Stahl), kein verzinktes Material
- ▶ keine Eigenbauhaken verwenden. Manuelles Schweißen kann zur Versprödung des Stahls führen. Die Versprödung kann soweit gehen, dass Brüche bei Körpergewicht möglich sind.

VERBUNDMÖRTEL:

- ▶ muss für den Schwerlastbereich entwickelt sein
- ▶ muss für Naturstein geeignet sein
- ▶ Verfalldatum und korrekte Lagerung beachten (kühl)
- ▶ passendes Auspressgerät
- ▶ Mörtelvorlauf verwerfen
- ▶ Handschuhe und Brille bei Verwendung reizender oder ätzender Mörtel tragen.

FELS:

- ▶ kompakt
- ▶ Abstand des Bohrlochs zu Kanten, Rissen und Löchern mindestens 15 cm.

BOHRLOCH:

- ▶ senkrecht (90°) zur Felsoberfläche bohren
- ▶ gründliche Reinigung (blasen, bürsten, blasen)
- ▶ Länge und Durchmesser passend zum Haken (und Glasmörtelpatrone, s. Benutzeranweisung)
- ▶ möglichst trocken, feucht ist okay, aber nicht nass.

ABSCHLUSSKONTROLLE:

- ▶ Abschlusskontrolle durch geringe Drehbelastung nach Aushärtezeit!



An diesen Haken wurde geklettert. Der Mörtel hatte nicht abgebunden. Alle Haken wurden per Hand ausgezogen. Eine Abschlusskontrolle hätte diese Gefahrenquellen früher aufgedeckt.

Mechanische Bohrhaken

Mechanische Bohrhakensysteme besitzen den großen Vorteil, dass sie sofort belastbar sind. Das macht sie zum favorisierten System für Erstbegehungen von unten. Die Montage ist meist einfach und speziell die Expressanker sind verglichen mit Verbundhaken sehr kostengünstig. Dringend empfohlen wird die Verwendung von Edelstahlankern. Verzinkte Dübel können bezüglich Korrosion sowie der möglichen Sprödheit des Stahls problematisch sein. Edelstahl hingegen ist korrosionsbeständig sowie ein zäher Werkstoff und bietet somit sehr gute Festigkeitswerte.

Reibschlüssige Systeme



Expressanker

Expressanker

Der Expressanker (auch als Schwerlastanker, Segmentanker oder Durchsteckeranker bezeichnet) ist das zurzeit am weitesten verbreitete Bohrhakensystem. Kosten und einfache Montage sprechen für dieses System. Eine gewisse Gefahr besteht beim „Überdrehen“ der Mutter. Laut Setzanweisung muss das zulässige Drehmoment eingehalten werden. Für den Bergsport sind Dübel mit dem Durchmesser M10 (Länge ca. 75 mm, Drehmoment zwischen 20 und 35 Nm) und M12 (Länge ca. 85 mm, Drehmoment zwischen 40 und 50 Nm) sinnvoll.



Einschlaganker

Einschlaganker

Der Einschlaganker (auch als Nagelanker oder „Long-Life Haken“ bezeichnet) funktioniert sehr einfach in der 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 relativ hohe Preis. Nach neuer Bohrhakennorm in der üblichen Abmessung (Länge 45 mm, Durchmesser 12 mm) ist der Einschlaganker nicht mehr normkonform.

Formschlüssige Systeme

Hinterschnittanker

Der Vorteil der Zykon-Hinterschnittanker liegt darin, dass sie nahezu spreizdruckfrei sind. Dadurch entsteht keine Sprengwirkung auf den umliegenden Fels. Der Haken ist sofort belastbar.

Nachteile sind der sehr hohe Anschaffungspreis, ein großer Bohrl Lochdurchmesser (14 mm) und das notwendige Spezialwerkzeug in Form von Hinterschnittbohrer und Eintreibmeißel.

Zur Montage ist ein Drehmoment von 40 Nm einzuhalten. Die üblichen Abmessungen des Systems entsprechen nicht der neuen Norm (Bohrl Lochdurchmesser 14 mm zu einer Länge von 60 mm). Die Hinterschnittanker mit dazu passendem Bohrer sind jedoch auch in längerer Ausführung erhältlich.



Hinterschnittanker

Schraubanker

Der Multi-Monti Schraubanker (auch als Betonschraube bezeichnet) funktioniert sehr einfach. Entsprechend dem Schraubenschaft wird ein relativ dünnes Loch gebohrt. Anschließend wird die Schraube in das Loch gedreht. Dabei schneidet die Spitze der Schraube ein Gewinde in den Fels, ähnlich einer Eisschraube im Eis. Dieses System ist spreizdruckfrei. Der Haken ist sofort belastbar. Nachteil ist der hohe Eindrehwiderstand.

Das System funktioniert nur in mittelharten Gesteinen wie Kalk. In härteren Gesteinen wie Gneis oder Granit ist der Schraubanker nicht einsetzbar, da der Eindrehwiderstand zu groß ist und die Schraube beim Setzen abreißen oder vorgeschädigt werden kann. Deshalb ist nach Setzanleitung ein Drehmoment von 40 Nm (MMS 10) und 55 Nm (MMS 12) einzuhalten. In weichen Gesteinen (z. B. im Sandstein) ist die Festigkeit der Schraube im Gestein nicht ausreichend, da der Formschluss zwischen Gewinde und Gestein mangelhaft ist.

Vor- und gleichzeitig Nachteil ist die Tatsache, dass das System ohne Probleme wieder entfernt werden kann. Vorteil, weil nach dem Einbohren später Verbundhaken etc. gesetzt werden können. Nachteil, weil sich die Haken nach einigen Stürzen leicht von Hand ausdrehen lassen bzw. sich unter Belastung langsam selber ausdrehen können.

Als Bohrhaken sind prinzipiell die Schraubanker mit einem Außendurchmesser MMS 10 mm (8mm Bohrloch, Länge 85 mm) und MMS 12 mm (10 mm Bohrloch, Länge 100 mm) geeignet.

Vorsicht: Dieses System ist auch aus herkömmlichen verzinktem Stahl erhältlich. Diese Anker sind zu spröde und können bei Sturzbelastung abreißen!



Schraubanker

Auszugsversuche zu mechanischen Bohrhaken

Versuchsordnung

Es wurden pro Hakentyp fünf Versuchsmuster im Kalk ausgezogen und die Mittelwerte bestimmt. Der Auszug erfolgte wie bei den Verbundhaken in axialer (schaftparalleler) Zugrichtung, um die Werte der mechanischen Bohrhaken auch mit denen der Verbundmörtelhaken vergleichen und mögliche Schwächen der Spreizdübelsysteme sichtbar machen zu können.

Der **Einschlaganker** wurde (da so handelsüblich) mit einer Einbindetiefe von 45 mm und einem Durchmesser von 12 mm getestet. Dieser Hakentyp entspricht also nicht der neuen Bohrhakennorm (Länge 5 x Bohrlochdurchmesser)!

Bei den **Expressankern** wurden die Durchmesser 10 und 12 mm geprüft. Die Einbindetiefen lagen bei den M10 Ankern bei 75 mm, bei M12 bei 85 mm.

Die **Schraubanker** wurden mit den Außendurchmessern MMS 10 mm (Bohrlochdurchmesser 8 mm) in der Länge 85 mm und MMS 12 mm (Bohrlochdurchmesser 10 mm) in der Länge 100 mm getestet.

Die **Hinterschnittanker** hatten eine Dimensionierung von M10, Bohrlochdurchmesser 14 mm und eine Länge von 60 mm.

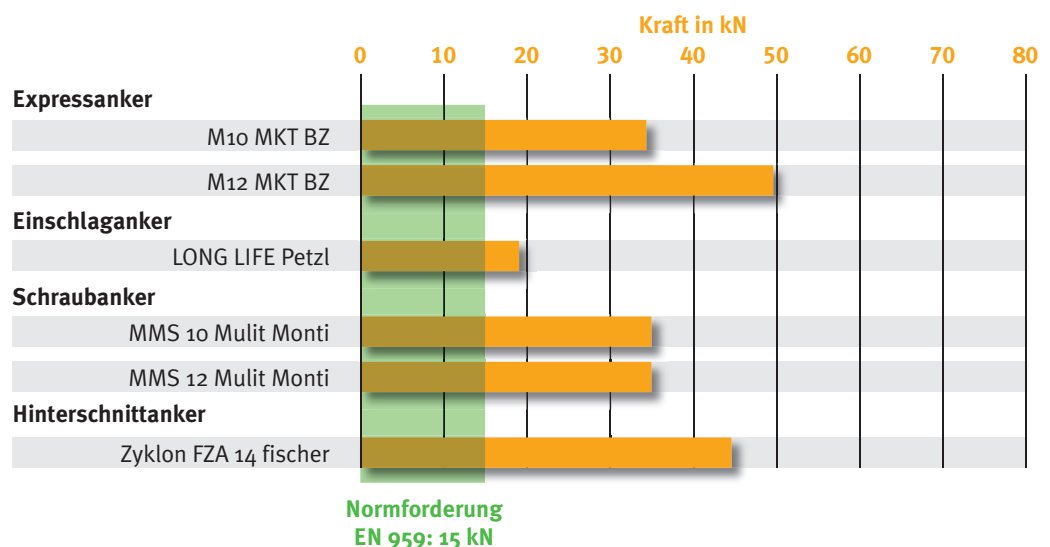
Ergebnisse

Die Tabelle zeigt die ermittelten Auszugsfestigkeiten der mechanischen Bohrhakensysteme.

Alle getesteten mechanischen Systeme zeigen ausreichende bis sehr gute Festigkeiten. Im Einzelnen kam es zu folgenden Versagensursachen der Systeme:

- 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 MMS 10 und MMS 12, bei den Express- und Hinterschnittankern konnte hingegen direkt am Gewinde gezogen werden, bis der Dübel versagte (gutmütiges Materialversagen).
- Bei den Hinterschnittankern verformte sich der Spreizkonus und der Dübel wurde aus dem Bohrloch gezogen (gutmütiges Materialversagen).

axiale Auszugskräfte mechanischer Haken in Kalk



Setzen mechanischer Bohrhakensysteme

Bohren und Bohrloch reinigen

Geböhrt werden je nach System Löcher zwischen 8 und 14 mm. Für die Expressanker empfiehlt es sich, das Loch gleich etwas tiefer zu bohren, um den Dübel – falls der Haken falsch platziert wurde – im Fels „versenken“ zu können. Wichtig ist, dass das Bohrloch nicht durch mehrmaliges Hin- und Herbewegen der Bohrmaschine aufgeweitet wird. Schließlich ist der Bohrllochdurchmesser entscheidend für eine optimale Spreizwirkung des Dübels.

Die Bohrlochreinigung ist zwar weniger wichtig als bei den Verbundmörtelhaken, ein Ausblasen des Bohrstaubs ist jedoch empfehlenswert, um eine optimale Funktion des Spreizsystems zu gewährleisten.

Das Gestein muss bei Spreizdübelssystemen unbedingt fest sein, da zusätzlich zur Sturzbelastung die Sprengwirkung des Dübel-systems auf den Fels wirkt. Auch das Einhalten der Achs- und Randabstände ist bei den Spreizdübelssystemen daher besonders wichtig.

Der Abstand des Bohrlochs zu Kanten, Rissen und Löchern darf 15 cm nicht unterschreiten. Der Achsenabstand zwischen zwei Bohrhaken sollte somit 30 cm betragen (15 cm Radius).



Zu geringer Abstand zum Riss



Der Haken brach bei 5 kN weit unter der geforderten Norm aus



Zu geringe Abstände sowie Risse im Gestein



Haken setzen

Der **Einschlaganker** wird in das Bohrloch eingesetzt, um dann den Spreizstift mit dem Hammer einzutreiben. Das kann mühsam sein und erfordert etwas Geschick, da die Hakenlasche nicht getroffen werden sollte. Ansonsten ist das System sehr einfach zu montieren.



Expressanker werden, mit Mutter und Hakenlasche bestückt, 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.

Hierbei ist Vorsicht geboten. Hat sich der Clip über den Konus gezogen, führt weiteres Anziehen der Mutter zur Überspannung 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 Gewinde-Ende ansteht. Es entsteht der Eindruck, dass der Haken nun spreizt, da sich der Montagewiderstand erhöht. Dieser Montagefehler ist durch ein weit über die Mutter rausragendes Gewinde gekennzeichnet.



Das Gewinde ragt weit über die Mutter hinaus – für axiale Belastung ist die Befestigung eventuell nicht ausreichend.

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 umso 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“. Mit einem 20 cm langen Gabelschlüssel konnten wir ein maximales Drehmoment von 45 Nm erzeugen.



Der **Hinterschnittanker** verlangt Spezialwerkzeug in Form eines sehr teuren Hinterschnittbohrers und eines Eintreibmeißels. Die Bohrmaschine wird nach der Erstellung des Bohrlochs 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 40 Nm).



Die **Schraubanker** schneiden ein Gewinde in den Fels. Dazu muss das Bohrloch den richtigen Durchmesser haben (MMS 10 \rightarrow 8mm, MMS 12 \rightarrow 10mm). 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 Schädigung der Schraube führen, die dann bei einer Sturzbelastung eventuell brechen kann. Deshalb sind Schraubanker nur für mittelharte Gesteine wie Kalk geeignet. Bereits beim etwas härteren Dolomit ist der Eindrehwiderstand grenzwertig!

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 sicherer.

Die Norm fordert für mechanische Bohrhaken eine Einbindetiefe vom Fünffachen des Bohrlochdurchmessers. In weichen Gesteinen wie Sandstein oder splittrigem Kalk sind wesentlich größere Einbindetiefen zwischen 100 bis 300 mm notwendig bzw. Verbundhaken sinnvoller. Die DAV Sicherheitsforschung empfiehlt für alle Hakensysteme eine Mindest-Einbindetiefe von 70 mm.

Dauerschwellbelastung

Um den Einfluss durch häufiges Stürzen auf die Festigkeit zu untersuchen, hat die DAV Sicherheitsforschung eine Versuchsreihe zur Dauerschwellbelastung durchgeführt.

Es wurden je drei Expressanker M10 (MKT BZ plus), Schraubanker MMS 10 (HECO) und MMS 12 (HECO) untersucht. Alle Bohrhakensysteme wurden in eine Kalksteinplatte gesetzt. Die Anker wurden mit 5000 Lastwechseln zwischen 1kN und 7kN belastet. Die Kräfteinleitung wie die Endfestigkeitsuntersuchung geschah in axialer und radialer Krafttrichtung.

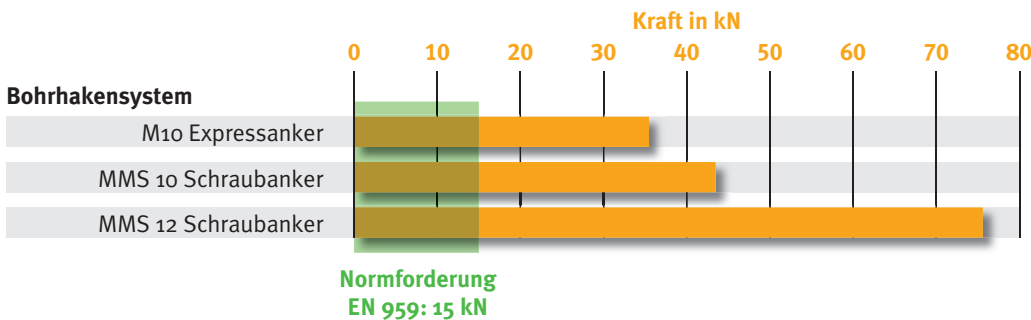
Ergebnisse

In der Tabelle ist die durchschnittliche Endfestigkeit der drei Versuche bei axialer und radialer Lasteinwirkung nach der Dauerschwellbelastung von 5000 Lastwechseln zwischen 1 und 7 kN dargestellt.

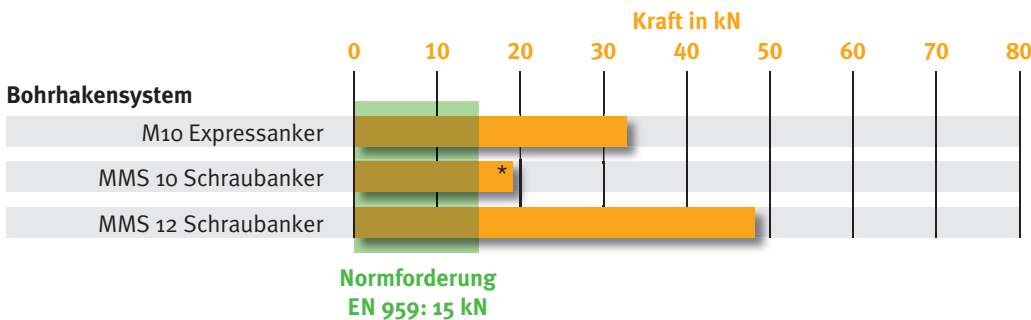
5000 Lastwechsel – sprich simulierte Stürze – in einen Bohrhaken entsprechen einer extremen Belastung, wie sie in der Praxis kaum zu erwarten ist. Der MMS 12 Schraubanker und der M10 Expressanker haben diese Beanspruchung mit deutlicher Reserve zur Normforderung von 15 kN überstanden. Die beiden Systeme sind also für Routen, in denen häufiges Stürzen zu erwarten ist, geeignet. Der MMS 10 Schraubanker hat in einem Fall nach der Beanspruchung nur noch einer Bruchlast von 11,8 kN standgehalten und liegt damit unter der geforderten Festigkeit nach Norm. Der MMS 10 Schraubanker sollte für Routen, in denen sehr häufiges Stürzen zu erwarten ist, nicht eingesetzt werden.

Der tatsächliche Durchmesser des Expressankers M10 beträgt 8,2 mm am Gewinde. Der Schraubanker MMS 10 ist hingegen nur 7,8 mm stark. Noch geringere Materialquerschnitte (M8) bieten für die Praxis zu geringe Festigkeiten.

Bruchlast bei axialer Beanspruchung



Bruchlast bei radialer Beanspruchung



* Bei einem der drei Versuche hat der MMS 10 Schraubanker nur einer Bruchlast von 11,8 kN standgehalten. Bei den anderen Ankern lagen alle Werte deutlich oberhalb der Norm und die Streuungen waren deutlich geringer.

CHECKLISTE SPREIZDÜBELSYSTEME

HAKEN:

- ▶ Schaftlänge fünffacher Bohrlochdurchmesser – bei weichen Gesteinen (z. B. Sandstein) länger bzw. besser Verbundhaken setzen!
- ▶ ausreichende Dimensionierung (Schaftdurchmesser mindestens 10 mm, bzw. M10).
- ▶ korrosionsbeständiger Werkstoff (A2, A4 oder HCR Stahl), kein verzinktes Material.

FELS:

- ▶ kompakt
- ▶ Abstand des Bohrlochs zu Kanten, Rissen und Löchern mindestens 15 cm.

BOHRLOCH:

- ▶ Bohrloch nicht „aufbohren“ durch Hin- und Herbewegen der Bohrmaschine
- ▶ Bohrloch ausblasen
- ▶ Tief genug bohren, da sonst der Haken zu weit heraussteht und keine optimale Spreizwirkung gegeben ist. Zudem sollte der Haken bei Bedarf versenkt werden können.

MONTAGE:

- ▶ Drehmoment berücksichtigen.

Korrosion

Laut UIAA-Norm dürfen nur Bohrhaken aus Edelstahl Verwendung finden. Die Europäische Norm gibt lediglich im Anhang eine Empfehlung zur Verwendung entsprechend geeignetem Material.

Korrosion hängt in großen Maß von den Umgebungsbedingungen ab. Feuchtigkeit, hohe Temperaturen und Chloride in Form von Salzen (Meerwasser) oder Umweltbelastung (Abgasen) fördern die Korrosion erheblich.

Selbst Edelstahl in einer A2 Legierung (z. B. Stahlqualität 1.4301 und hochwertiger) ist nicht geeignet für den Meerwasserbereich und ungünstige Umgebungsbedingungen. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass für „normalen Einsatz“ ein A2 Stahl ausreichend ist. In Gebieten mit hoher Umweltbelastung ist ein A4 Stahl notwendig. Für den Meerwasserbereich sind HCR Stähle (high corrosion resistant) optimal (Kategorie 4 in der Tabelle). Problematisch sind verzinkte oder gelbchromatierte Dübel. Zum einen, da das Material möglicherweise sehr spröde sein kann, zum anderen wegen der Korrosion. Die extrem dünne Zink- oder chromatierte Schicht wird bereits beim Einschlagen des Dübels ins Bohrloch verletzt und bietet Ansatzpunkte für Korrosion. Edelstahl und verzinkte oder cadmierte Dübel sind beim genaueren Hinsehen erkennbar. Edelstahl ist blank, verzinkter oder chromatisierter Stahl ist grau oder gelblich und matt.



oben verzinkt, mitte gelbchromatiert, unten Edelstahl

Neben der beschriebenen Korrosion ist für Bohrhaken vor allem noch die Kontaktkorrosion gefährlich. Werden unterschiedlich edle Metalle kombiniert (z. B. Aluminium und Stahl), kommt es zu einer Teilchenwanderung vom unedleren zum edleren Metall. Ein Aluplättchen löst sich an einem Stahldübel mit der Zeit regelrecht auf. Dieser Prozess wird wiederum durch Feuchtigkeit, Chloride und hohe Temperaturen begünstigt.

Die EN sowie die UIAA-Norm schreiben daher vor, dass keine unterschiedlich edlen Metalle in einem Bohrhaken kombiniert werden dürfen.

Korrosionsbeständigkeit von Stahlsorten in unterschiedlicher Umgebung

Stahlsorte	Kurzname	Werkstoff-Nr.	Umgebung											
			Land			Stadt			Industrie			Meer		
			N	M	H	N	M	H	N	M	H	N	M	H
Kategorie 4	X1NiCrMoCuN25-20-7	1.4529	★	★	★	★	★	★	★	★	+	★	★	+
	X1NiCrMoCu25-20-5	1.4539												
Kategorie 3 = A4	X5CrNiMo17-12-2	1.4401	★	★	★	★	★	+	+	+	+	+	+	+
	X6CrNiMoTi17-12-2	1.4571												
Kategorie 2 = A2	X5CrNi18-10	1.4301	+	+	+	+	+	+	+	+	-	+	+	-
	X6CrNiTi18-10	1.4541												
Kategorie 1	X6Cr17	1.4016	+	+	+	+	-	-	+	-	-	-	-	-
	X2CrNi12	1.4003												

- N** = niedrigste Korrosionsbelastung innerhalb der jeweiligen Umgebung; gekennzeichnet z. B. durch niedrige Temperaturen und geringe Luftfeuchtigkeit
- M** = mittlere Korrosionsbelastung innerhalb der jeweiligen Umgebung
- H** = hohe Korrosionsbelastung innerhalb der jeweiligen Umgebung; z. B. durch andauernd hohe Luftfeuchtigkeit, hohe Umgebungstemperaturen, besonders aggressive Luftverunreinigungen

- ★ = erfüllt grundsätzlich die Anforderungen; es könnten jedoch auch kostengünstigere Stähle ausreichen
- ⊕ = wahrscheinlich beste Werkstoffwahl im Hinblick auf Korrosionsbeständigkeit und Kosten
- ⊕ = ausreichendes Verhalten, sofern bestimmte Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden; insbesondere sind glatte Oberflächenausführungen und regelmäßige Reinigung erforderlich
- ⊖ = voraussichtlich starke Korrosion



Korrosion im Dübelhohlraum zwischen Schraube und Spreizkonus führte zum Bruch des Systems bei einem normalen Sportklettersturz. Von außen war dem Haken nichts anzusehen.

Kontakt-Korrosion

Gesamtüberblick

Vor- und Nachteile der Bohrhakensysteme

System	Vorteile	Nachteile
Verbundanker	<ul style="list-style-type: none"> ● ● Bohrloch ist dicht ● ● ● spreizdruckfrei ● ● ● hohe Festigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> ● ● ● nicht sofort belastbar ● ● ● sehr komplizierte Montage, damit hohe Fehleranfälligkeit beim Setzen, Abschlusskontrolle notwendig ● ● großer Bohrlochdurchmesser notwendig ● relativ teuer
Zykon Hinterschnittanker	<ul style="list-style-type: none"> ● ● nahezu spreizdruckfrei ● ● ● sofort belastbar 	<ul style="list-style-type: none"> ● ● ● sehr teuer ● Bohrloch nicht dicht ● ● spezielles Werkzeug notwendig ● großer Bohrlochdurchmesser notwendig
Multi-Monti Schraubanker	<ul style="list-style-type: none"> ● ● nahezu spreizdruckfrei ● ● preiswert ● ● ● sofort belastbar ● ● ● geringer Bohrlochdurchmesser 	<ul style="list-style-type: none"> ● großer Eindrehwiderstand ● nur für Kalk geeignet ● Bohrloch nicht dicht ● ● kann sich unter Belastung lockern ● Drehmoment zu beachten
Expressanker	<ul style="list-style-type: none"> ● ● ● einfach zu setzen ● ● ● sehr preiswert ● ● geringer Bohrlochdurchmesser ● ● ● sofort belastbar 	<ul style="list-style-type: none"> ● hoher Spreizdruck ● Bohrloch nicht dicht ● Drehmoment zu beachten
Einschlaganker	<ul style="list-style-type: none"> ● ● ● sehr einfach zu setzen ● ● ● sofort belastbar 	<ul style="list-style-type: none"> ● ● hoher Spreizdruck ● Bohrloch nicht dicht ● relativ teuer ● ● ● geringe Einbindetiefe

Welches Bohrhakensystem eignet sich wo?

Anwendung	weiches Gestein (Sandstein)	mittelhartes Gestein (Kalk, Dolomit)	hartes Gestein (Gneis, Granit, Basalt)
häufiges Stürzen	Verbundhaken 100 mm und länger	Expressanker M12 Schraubanker MMS12 Verbundhaken	Expressanker M12 Verbundhaken
seltenes Stürzen	Verbundhaken 100 mm und länger	Expressanker M10 Schraubanker MMS10 Verbundhaken	Expressanker M10 Verbundhaken

Häufiges Stürzen = mehr als 100 Stürze auf den Fixpunkt pro Jahr zu erwarten (z. B. Haken an Schlüsselstelle in Massone/Arco)

Seltenes Stürzen = weniger als 100 Stürze auf den Fixpunkt pro Jahr zu erwarten (z. B. Haken im Donautal oder in alpiner Sportkletterroute)

Anhang

Optimale Toprope-Umlenkung

Die optimale Umlenkung besitzt Redundanz bezüglich der Fixpunkte als auch gegen unbeabsichtigtes Seilaushängen. Daher sind zwei Fixpunkte Standard. Eine Sicherung gegen unbeabsichtigtes Aushängen des Seils beim Topropen kann durch zwei gegengleiche „Normal-Karabiner“ erfolgen.

Zu bedenken ist bei hoher Frequentierung die Problematik des Einschleifens. Hier sind Systeme, bei denen die Umlenkpunkte einfach ausgewechselt werden können, zu empfehlen. Ein sich drehender Ring muss zwar gefädelt werden, verschleißt aber wesentlich langsamer als ein Karabiner oder ein fixiertes Umlenk-system, da das Seil nicht immer über dieselbe Stelle läuft. Alternativ können Kettenschraubglieder als Umlenkpunkte angebracht werden. Diese sind einfach auswechselbar, sollten sie stark eingeschliffen sein.

Wer an Bühlern oder ähnlichen Haken topropen will, sollte eigene Verschlusskarabiner als Umlenkpunkt benutzen.

Optimaler Standplatz

Wie für die Umlenkung sollten auch am Stand zwei Fixpunkte gesetzt werden. Für Mehrseillängenrouten sind zwei exakt übereinander platzierte Haken optimal. Der untere sollte zwischen Brust- und Augenhöhe platziert werden, der obere gerade noch in Reichweite direkt darüber, wobei der empfohlene Achsenabstand von 30 cm leicht eingehalten werden kann. So kann jeder seine bevorzugte Sicherungsmethode aufbauen und anwenden (Fixpunktsicherung mit Reihenschaltung, Körpersicherung mit Dummy-Runner oder Pre-Clipp-Methode).

Zum Abseilen müssen beide Fixpunkte lediglich mit Kettenschraubgliedern (Maillon Rapide) versehen werden. So kann redundant abgeseilt werden, ohne störende und dem Verschleiß unterworfenen Schlingen einknoten zu müssen.

Verwendet man Ketten als Standplatz, muss auf ausreichende Festigkeit der Kette (15 kN) geachtet werden. Schraubglieder (sog. „Maillon Rapide“) sollten eine Festigkeit von 22 kN längs und 10 kN quer sowie eine CE Kennzeichnung aufweisen. Reepschnüre oder Bandmaterial haben an modernen Standplätzen nichts verloren. Mechanische Beschädigung und Alterung stellen einen unnötigen Risikofaktor dar. Zudem kann oftmals kaum mehr ein Karabiner in die Hakenlaschen geklinkt werden.



Eingeschliffene Umlenker



Umlenkset Redundanz durch zwei Fixpunkte sowie zwei gegengleiche Karabiner

Zwei Verbundhaken übereinander bieten Redundanz beim Abseilen.



Zwei Expressanker mit Kettenschraubgliedern oder eine Kette abgehängt ermöglichen ein sicheres Umlenken.



Entfernen alter Haken

Bei Sanierungen sollten alte Hakensysteme möglichst felsschonend entfernt werden. Verbundhaken müssen dazu abgeflext oder abgesägt werden. Verzinkte oder chromatierte alte Systeme können oft abgeschlagen werden, da dieser Stahl meistens relativ spröde ist. Alte Schraubdübel-Systeme können oft abmontiert werden. Scharfe, vorstehende Dübelreste müssen unbedingt flachgeschlagen werden. Alte Normalhaken in alten ehemaligen „Technotouren“ zwischen Bohrhaken können zum technischen Klettern belassen werden. Besonders alte Stichtbohrhaken oder Bohrkronen-Systeme sollten unbedingt saniert werden.



Eine Sanierung ist hier dringend nötig.

Fehlermöglichkeiten beim Anbringen von Bohrhakensystemen

Verbundhaken mit Kartuschenmörtel

- ▶ Bohrloch nicht gereinigt → schlechter Verbund zwischen Mörtelmasse und Bohrlochwand
- ▶ Schaftoberfläche des Hakens zu glatt → schlechter Formschluss zwischen Mörtelmasse und Haken
- ▶ Vorlauf nicht verworfen → evtl. falsches Mischungsverhältnis → Mörtel bindet nicht ab
- ▶ Mischwendel defekt oder verschmutzt → evtl. falsches Mischungsverhältnis → Mörtel bindet nicht ab
- ▶ Haltbarkeitsdatum abgelaufen → Mörtelmasse bindet evtl. nicht ab
- ▶ falsche Lagerung (zu warm) → Härter kristallisiert evtl. aus → Mörtelmasse bindet nicht ab
- ▶ Härterkartusche verschlossen, da bereits ausgehärtet; untere Komponentenkartusche befüllt zwar noch das Bohrloch, aber falsches Mischungsverhältnis → Mörtelmasse bindet nicht ab
- ▶ falsche Auspresspistole bzw. Mischwendel → evtl. falsches Mischungsverhältnis → Mörtel bindet nicht ab

Verbundhaken mit Glasmörtelpatronen

- ▶ Bohrloch zu tief für Schaftlänge des Hakens → keine Vermischung im hinteren Bohrlochbereich
- ▶ Glasmörtelpatrone zu lang für Bohrloch → Härter geht beim Einschlagen verloren → evtl. falsches Mischungsverhältnis → Mörtelmasse bindet nicht ab
- ▶ Glasmörtelpatrone zu kurz für Bohrloch → vorderer Bohrlochbereich wird nicht befüllt
- ▶ Bohrloch nicht gereinigt → schlechter Verbund zwischen Mörtelmasse und Bohrlochwand

- ▶ falsche Lagerung (zu warm oder überlagert) → Härter kristallisiert evtl. aus → Mörtel bindet nicht ab
- ▶ Schaftoberfläche des Hakens zu glatt → kein Formschluss zwischen Mörtelmasse und Haken
- ▶ unzureichende Vermischung von Härter und Mischmasse → Mörtel bindet nicht ab
- ▶ **Immer Endkontrolle bei Verbundhaken!**

Mechanische Systeme

- ▶ Falsches Drehmoment beim Anziehen. Je nach Hersteller und Schaftdurchmesser ist ein bestimmtes Drehmoment notwendig, mit dem das System befestigt werden muss. Nur bei Verwendung eines Drehmomentschlüssels kann die Vorspannung korrekt eingestellt werden. Die Hersteller geben bei gleichem Bohrl Lochdurchmesser (M10) je nach Fabrikat und Material ein unterschiedlich hohes Drehmoment von 25 – 45 Nm an. Die Setzanweisung muss daher unbedingt beachtet werden.
- ▶ Die Mutter steht beim Montieren von Expressankern am Gewinde-Ende an. Man könnte den Eindruck gewinnen, das System würde nun spreizen, dabei steht lediglich die Mutter an. Erkennen kann man diesen Fehler dadurch, dass die Gewindestange weit aus dem Loch wandert, ohne dass eine Zunahme des Anziehungswiderstandes feststellbar ist. Erreicht die Mutter dann das Gewinde-Ende, entsteht abrupt ein Widerstand.
- ▶ zu großes bzw. „ausgeleiertes“ Bohrloch oder Hohlraum im Fels → Spreizwirkung nicht gegeben → Expressanker wandert beim Anziehen aus dem Fels bzw. Schraubanker und Einschlaganker haben zu geringe axiale Festigkeiten.

CHECKLISTE VOR DEM BOHREN

RECHTLICHE GRUNDLAGEN

- ▶ Wer mit Bohrhaken eine Route erschließt oder saniert, rechnet damit, dass diese später auch von andern Kletterern begangen wird. Er eröffnet juristisch gesehen einen „Verkehr“ und muss die legitimen Erwartungen nachfolgender Kletterer berücksichtigen. Bei Bohrhaken wird – im Gegensatz zu Normalhaken, deren Festigkeit schwer einzuschätzen ist – davon ausgegangen, dass sie einen zuverlässigen Fixpunkt darstellen. Vor allem, wenn von außen kein Mangel erkennbar ist.
- ▶ Eine Route muss nicht in einer Art und Weise eingerichtet werden, die es jedem ermöglicht, diese gefahrlos zu begehen. Allerdings ist darauf zu achten, dass der Charakter einer Route in Bezug auf Absicherung und Ernsthaftigkeit homogen ist und auch von Gebietsfremden einschätzbar bleibt.
- ▶ Die legitime Erwartung des Verkehrs kann unter Umständen auch von den lokalen Gegebenheiten abhängig gemacht werden (z. B. übliche Absicherung in einem Klettergarten).
- ▶ Die Anbringung der Bohrhaken hat nach dem aktuellen Stand der Technik zu erfolgen.
- ▶ Ein Erschließer ist grundsätzlich nicht verpflichtet, eine Route dauerhaft zu warten. Jeder Erschließer muss sich aber bewusst sein, dass er mit dem Einrichten einer Route eine potentielle Gefahrenquelle schafft und dafür zu einem gewissen Grad die Verantwortung trägt.
- ▶ Etwaige Veröffentlichungen müssen der Wahrheit entsprechen.

EIGENTUMSRECHT

- ▶ Sanierungen und Erschließungen sollten grundsätzlich vorher mit den regionalen Felsbetreuern abgesprochen werden. Von Belang ist dabei die Eigentumssituation (privat oder öffentlich). Der Grundsatz der Eigentümerverträglichkeit muss gewahrt bleiben.
- ▶ Grundbesitzer haben häufig Bedenken, dass sie im Rahmen der Verkehrssicherungspflicht für evtl. Kletterunfälle haftbar gemacht werden, wenn sie das Klettern auf ihrem Grundstück erlauben. Sie sollten darüber informiert werden, dass die bloße Zustimmung oder Duldung des Kletterns nicht zu einer Haftung führt.

NUTZUNGSBESCHRÄNKUNGEN UND KLETTERKONZEPTIONEN

- ▶ In vielen Klettergebieten gibt es Nutzungsbeschränkungen, die das Recht auf freies Betreten der Natur und damit auch des Kletterns einschränken (z. B. Wildschutzgebiet, Naturschutzgebiet, Kletterbeschränkung wegen Vogelbrut). Dies ist zum Teil schon im Gelände erkennbar, etwa durch Zaun und/oder Beschilderung.
- ▶ Deshalb existieren in außeralpinen Klettergebieten fast überall Kletterkonzeptionen, die das Klettern in Abstimmung mit den Behörden regeln. Oft wurde im Rahmen der Kletterkonzeption auch eine Regelung für das Anlegen von Neutouren vereinbart. Sie zu ignorieren, insbesondere bei Neuerschließungen, kann erheblichen Ärger verursachen und die oft mühevoll ausgehandelten Kompromisse gefährden.
- ▶ Auch in den Felsgebieten der bayerischen Voralpen gibt es zunehmend Konflikte. Daher bemüht sich der DAV auch hier um den Aufbau einer Betreuungsstruktur. Für jeden Landkreis steht ein Ansprechpartner zur Verfügung, der Auskunft über die Situation vor Ort geben kann.
- ▶ Informationsquellen: Einheimische Kletterer, Kletterführer, Felsbetreuer oder DAV-Sektion des Gebietes, DAV-Naturschutzreferat: Jörg Ruckriegel, Tel.: 089/14003-90 (www.alpenverein.de), Felsinformationssystem des DAV unter www.dav-felsinfo.de

NATURSCHUTZASPEKTE *

Felsen sind Lebensräume für eine Vielzahl seltener Pflanzen und Tiere und gehören daher zu den gesetzlich geschützten Biotopen. Eine Natur schonende Vorgehensweise ist auch deshalb angeraten, um keine Klettersperrungen zu provozieren:

- ▶ Keine Routen durch stark bewachsene Wandpartien
- ▶ Routen (v. a. im Kalkfels) unterhalb des Felskopfes enden lassen (bei höheren Felsen obere Wandpartie meiden) – Umlenkhaben
- ▶ Abstand zu Überwinterungsquartieren von Fledermäusen halten (Höhlen und tiefe Risse) sowie in der Nähe solcher Winterquartiere nicht während des Winters (November bis April) Routen bohren
- ▶ Bei größeren Felsen mit Nistmöglichkeiten von Vögeln nicht in der Brutzeit bohren (Ende Februar bis Ende Juni)
- ▶ Behutsam erschließen (keine Großaktionen mit Lärm, mehreren Fixseilen in der Wand über einen längeren Zeitraum, Materialdepots, Baumfällungen, ...)
- ▶ Neuerschließungen erzeugen u. U. auch einen größeren Besucherandrang. Sensible Naturräume können darunter leiden.

* Kompakte Informationen zum Lebensraum Fels: Fernlehrgangskarten „Klettern“ unter www.alpenverein.de (Natur + Umwelt → Bergsport & Umwelt → Umweltbildung)

ETHISCHE ASPEKTE

- ▶ Besonders beim Sanieren von Mehrseillängenrouten sollten die Erstbegeher bzw. örtliche Arbeitsgruppen, Sektionen oder Kletterer gefragt werden. So lassen sich Konflikte vermeiden.
- ▶ Die Kletterethik ist von Region zu Region unterschiedlich (z. B. Hakenabstände, Einbohren von oben) und sollte beim Einbohren von Routen berücksichtigt werden.

MATERIALAUSWAHL/WETTER

- ▶ Bei der Wahl des Bohrhakensystems bitte die Tabelle auf Seiten 19 und 20 berücksichtigen. Sollten Verbundhaken verarbeitet werden, müssen Temperatur und Witterung bezüglich Mörtelauswahl und Aushärtezeit in Betracht gezogen werden. Einige Mörtel reagieren empfindlich auf Nässe. Hierzu bitte die Angaben des technischen Merkblatts beachten.

HAKENABSTÄNDE, HAKENPOSITION UND SEILVERLAUF

- ▶ Sinnvolle Hakenabstände sind Ermessenssache. Allerdings sollte man sich immer vor Augen halten, für wen man eine Tour einrichtet bzw. saniert.
- ▶ Vor allem in Bodennähe oder über Bändern sollte der zu erwartende Sturzverlauf berücksichtigt werden.
- ▶ Für künstliche Kletteranlagen gilt als Formel zur Bestimmung des maximalen Hakenabstands:

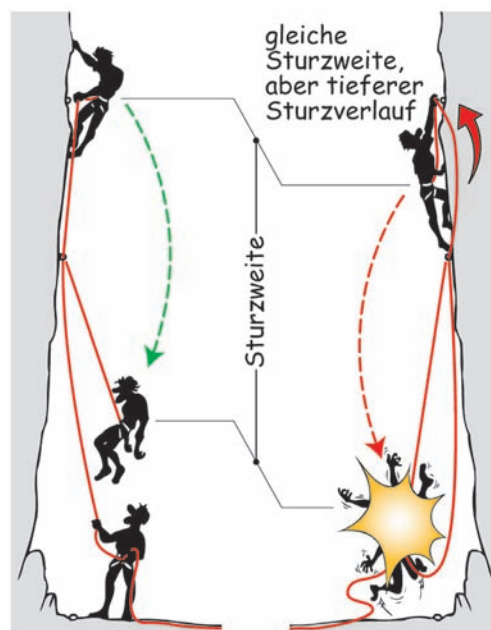
$$\text{Maximaler Hakenabstand } x = (h+2,0)/5$$
 Der erste Haken darf eine Höhe von 3,1 m nicht übersteigen
- ▶ Beim Setzen der Haken ist nicht nur auf festes Gestein und die empfohlenen Achsenabstände zu Kanten, Rissen und anderen Haken zu achten (mind. 15 cm), sondern auch darauf, dass die eingehängten Karabiner nicht auf Biegung am Fels aufliegen oder dass eine Schnapper-offen Belastung zu erwarten ist.
- ▶ Ein weiterer wichtiger Punkt ist der Seilverlauf. Seilreibung ist gefährlich (härterer Sturz, höhere Kräfte in der Sicherungskette). Die Haken also möglichst so setzen, dass keine unnötige Seilreibung entsteht.
- ▶ Schlussendlich sollten Haken immer so gebohrt werden, dass sie auch von kleineren Kletterern sicher eingehängt werden können.

Fazit:

Vor dem Einrichten einer Route/Seillänge muss man sich Gedanken machen. Beim Sanieren oder Bohren von oben, sollte die Route/Seillänge immer zunächst top rope geklettert werden und die optimalen Hakenpositionen aus der Kletterstellung heraus mit Kreide markiert werden.



Biegebelastung bei einem schlecht platzierten Bohrhaken



Überstrecktes Einhängen ist gefährlich!

