

## Einmaleins der Bohrhaken

### Vorbemerkung

In den Jahren 2000-2006 wurden der DAV-Sicherheitsforschung immer wieder ausgebrochene „Klebehaken“ gemeldet. Der tragischste Unfall ereignete sich wohl 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 Abseil-Unfall des Bergführers Michael Grassel am 26. März 2002 beweist. In beiden Fällen waren unzureichende Einbindetiefen neben anderen ungünstigen Faktoren ursächlich.

Die DAV-Sicherheitsforschung hat die verschiedenen Systeme getestet. Das vorliegende Faltblatt ist ein Leitfaden mit Tipps und Tricks für Routeneinrichter und Sanierer. Denn vor allem bei den Verbundhaken – oft missverständlich als „Klebehaken“ bezeichnet – zeigt sich, dass vielfach Setzfehler der Grund für die Hakenausbrüche sind. Nur wenn beim Setzen erstklassige Arbeit geleistet wird, können Bohrhaken über Jahrzehnte als zuverlässige Fixpunkte genutzt werden.



soeben ausgebrochener Unfallhaken

Herausgeber:  
Deutscher Alpenverein e.V.  
DAV-Sicherheitsforschung  
Von-Kahr-Str. 2-4  
80997 München  
Fon: 089/14003-0, Fax: 089/14003-12  
e-mail: [info@alpenverein.de](mailto:info@alpenverein.de)  
internet: <http://www.alpenverein.de>

## Bohrhaken-Stammbaum

### Info

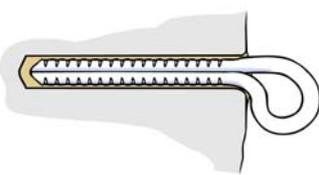
Bohrhaken können in zwei Familien unterteilt werden: in Verbundhaken und in mechanische Bohrhaken.

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, also eine Art Verzahnung mit dem Fels. Diese Verzahnung kann durch ein Hinterschnittsystem oder ein Gewinde im Fels sichergestellt werden.

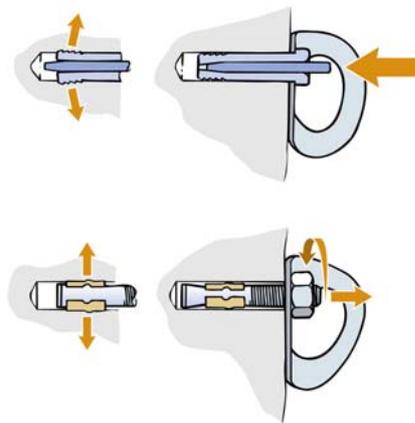
Die Verbundhaken (auch als chemische Anker bezeichnet), werden mit einem Zwei-Komponenten-Mörtel oder mit Schnellbindzement im Bohrloch eingebunden.

Verbundhaken



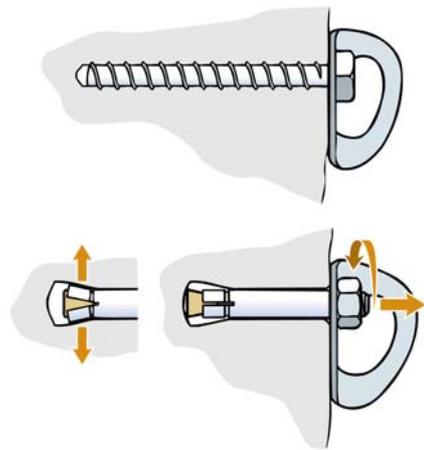
*Verbundhaken*

Reibschlüssige Bohrhakensysteme



*Spreizdübelssysteme, oben Ein-,  
schlaganker unten Expressanker*

Formschlüssige Bohrhakensysteme



*Formschlüssige Systeme, oben Schraub-  
anker, unten Hinterschnittanker*

### Kleiner Stammbaum

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.



*Sticht Bohrhaken*

In den Siebziger Jahren etablierte sich der „Kronenbohrhaken“, der heute noch zuhauf angetroffen wird. Dieses Hakensystem muss aus gehärtetem und somit rostendem Material gefertigt werden, da die Krone zum Bohren benutzt wird. Hier tickt 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.



*Bohrkronen-Dübel*

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



*Aktuelle Bohrhaken-Systeme*

### **Bohrhakennorm**

Die wichtigsten Forderungen der Europäischen Norm (EN 959) für Bohrhaken fordert:

- korrosionsbeständiges Material in Form von Edelstahl (nicht verzinkt!)
- die Verankerung des Bohrhakens muss vom Bohrlochgrund unabhängig sein
- die axiale (nach außen) Zugfestigkeit muss über 1500 daN liegen (1,5 Tonnen)
- die radiale (nach unten) Zugfestigkeit muss über 2500 daN 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 Mindestdtiefe das Fünffache des Bohrlochdurchmessers; also ein Einschlaganker mit einem Durchmesser von 12 mm muss demnach mindestens 60 mm tief im Fels verankert werden.

Da Spreizdübelssysteme einen enormen Spreizdruck auf den Fels ausüben empfiehlt die DAV-Sicherheitsforschung auch hier eine Einbindetiefe von mindestens 70 mm.

## Verbundhaken

### Versuchsordnung

Zur Familie der Verbundhaken zählen der klassische einzementierte Bühler sowie der Verbundhaken, der mit Zwei-Komponenten-Mörtel gesetzt wird (chemische Verbundhaken).

Um Aufschluss über die Leistungsfähigkeit der Verbundmörtel zu erhalten, hat die Sicherheitsforschung des DAV 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 (s. Abb. x).

Bei den Verbundmörtel-Tests wurde nur ein Hakentyp (Salewa) verwendet, um den Vergleich der Mörtel zu gewährleisten (s. Abb. y). 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



axialer Auszug

## Test und Tipps zu Verbundmörtelhaken

### Übersicht der getesteten Mörtel

Mörtelglaspatronen	Verbundmörtel
fischer RM Upat UKA 3 WÜRTH W-VAD 	fischer FIS VS 150 C HILTI HIT-C 100 HILTI HIT-HY 150 HILTI HIT-RE 500 Upat UPM 44 WÜRTH WIT C-100 
Verschiedene Mörtelglaspatronen Abb.10 Glasmörtelpatronen	Verbundmörtel mit Auspressgerät und Mischdüse Abb.11 Kartuschenmörtel

## Allgemeines

Alle der Sicherheitsforschung bekannten Verbundmörtel, die sich zum Einmörteln von Haken eignen, sind reizend oder gar ätzend.

Allein die Vorstellung dass einem Anwender 100 Meter über Grund ätzender Mörtel ins Auge spritzt, ist schlimm genug. Deshalb empfehlen wir für die Praxis Handschuhe und Brille.

## Vorsicht bei Wahl von Mörtel und Haken

Nicht alle Verbundmörtel sind für axialen Zug geeignet. Bitte unbedingt die Gebrauchsanweisung und 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 kann nicht aushärten!

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.

Bei Verwendung von Mörtelglaspatronen 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 fünfzehn Zentimeter nicht unterschreiten. Der Achsenabstand zwischen zwei Bohrhaken sollte somit 30 cm betragen (15 cm Radius = heiliger Fels).

Geböhrt werden sollte senkrecht zur Felsoberfläche. So werden ein optimaler Krafteintrag in den Fels gewährleistet und die höchsten Festigkeiten erzielt.

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

- Bohrlochdurchmesser = maximaler Schaftdurchmesser + 1,5-2 mm  
Der Mörtel fließt beim Setzen des Hakens am Schaft zurück – dazu ist der Ringspalt zwischen Hakenschaft und Bohrlochwand nötig.
- Bohrlochtiefe = Schaftlänge + maximal 5 mm  
Den Haken testweise in das Bohrloch einschieben und kontrollieren, ob die Tiefe ausreichend ist und ob die Öse an der Wand anliegt.

## Bohrloch reinigen

Der Verbundmörtel verzahnt sich mit den Mikroausbrüchen in der Bohrlochwand. 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) mehrmals ausgeblasen, dann mit der Rundbürste kräftig ausgebürstet und anschließend nochmals ausblasen. Für Sandstein empfiehlt sich eine Kunststoffbürste. Eine Drahtbürste würde den Bohrlochdurchmesser erweitern.



*Bürsten*



*Ausblasen*

### **Bohrloch verfüllen**

Die Mörtelglaspatronen werden einfach in das Bohrloch eingeschoben. Dabei muss die gesamte Patrone im Bohrloch verschwinden.

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 Verwendung einer neuen Mischdüse verworfen wird, da das Mischungsverhältnis zu Anfang nicht stimmt! Genaue Angaben gibt der Mörtelhersteller in der Setzanweisung.

### **Haken setzen**

Beim Setzen mit der Mörtelglaspatrone wird der Haken mit einem Hammer oder Fäustel zentimeterweise eingeschlagen und dabei etwa 15-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.

### **Abschlussarbeiten**

Zum Schluss den Haken ausrichten. Den überschüssigen Mörtel, der in allen Fällen aus dem Bohrloch austritt, mit einem Spatel (da meist ätzend und bei Mörtelglaspatronen mit Glassplittern versetzt!) glatt streichen.

Die Aushärtezeit des Mörtels ist temperaturabhängig und muss unbedingt – gemäß Produktbeschreibung – beachtet werden, bevor der Haken belastet wird.

### **Kontrolle**

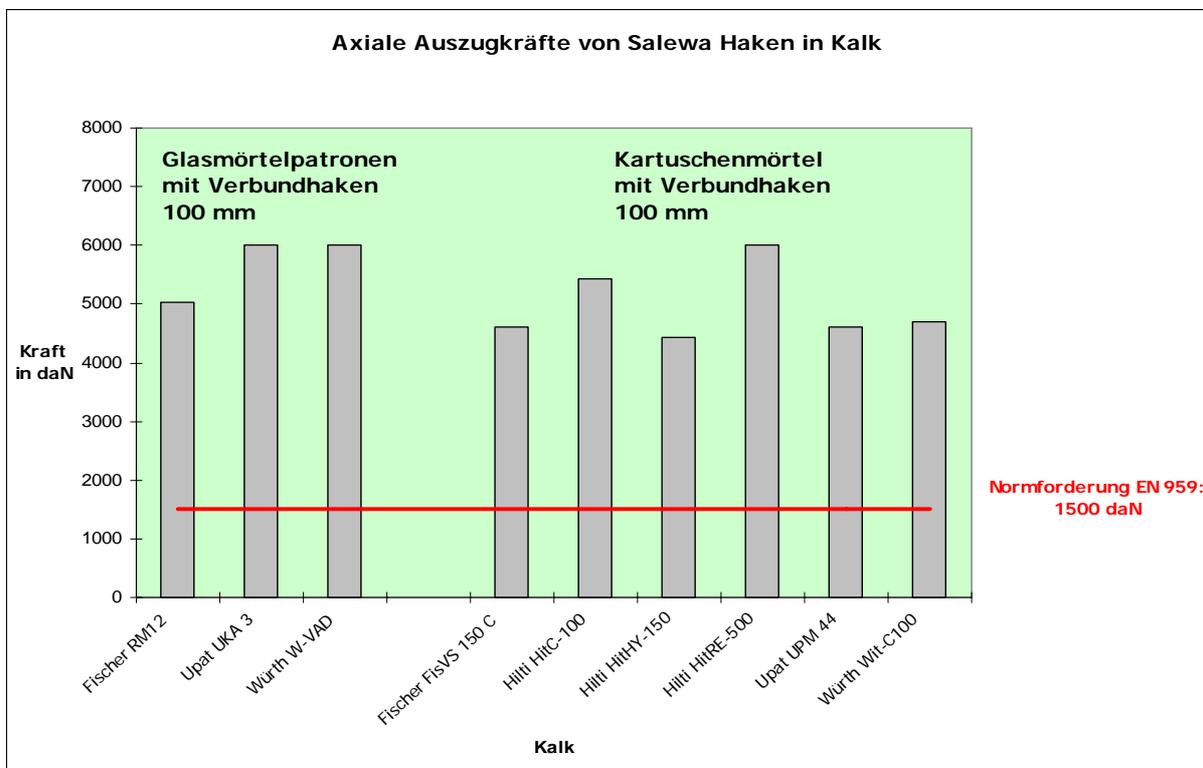
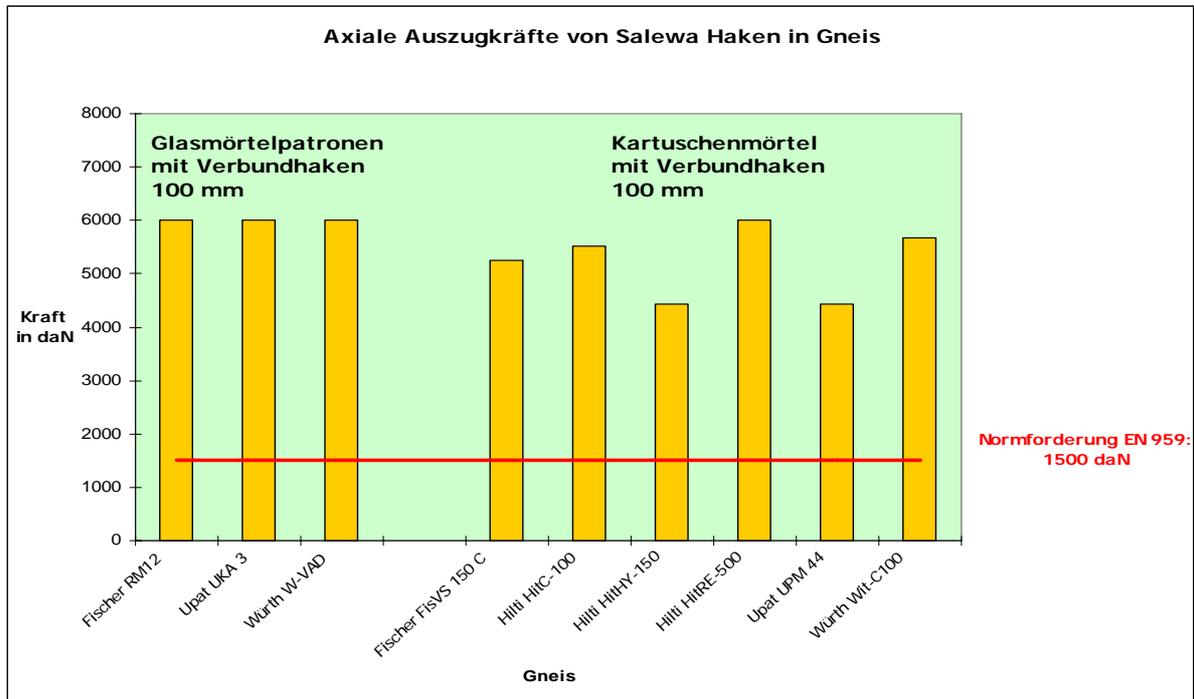
Zur Kontrolle sollte jeder gesetzte Verbundhaken nach der Aushärtezeit auf ausreichende Festigkeit geprüft werden. Dies kann durch eine geringe Drehbelastung erfolgen, da Verbundmörtelanker hier am empfindlichsten reagieren. Hierzu verkanntet man einen Karabiner im Haken (kleine Hebelwirkung) und versucht diesen per Hand zu drehen. Lässt sich der Haken so lösen, ist die Festigkeit nicht ausreichend. Kann der Haken so nicht gelöst werden, ist unseren Erfahrungen nach die Festigkeit ausreichend.



## Die Ergebnisse der Auszugsversuche bei unterschiedlichen Verbundmörteln

Da ein einzelner ausgezogener Haken wenig über die Eignung des Mörtels aussagt wurden pro Gestein und Mörtel fünf Haken gesetzt und ausgezogen.

Die Höhe der Säule gibt den Durchschnitt der fünf Stichproben für jeden Mörtel an.



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

## Vor- und Nachteile der einzelnen Mörtel im Detail

- Mörtelglaspatronen

Bei den getesteten Mörtelglaspatronen 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 Mörtelglaspatrone 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 einige Minuten beträgt.

Da der Eintreib-Widerstand relativ hoch ist, sind Leichthämmer weniger geeignet.

Insgesamt weisen die Mörtelglaspatronen sehr hohe Auszugskräfte auf und bieten dadurch ein Höchstmass an Zuverlässigkeit – das Setzen der Haken ist allerdings eine Heidenarbeit.

- Kartuschenmörtel

Die Kartuschenmörtel dürfen nur mit einem speziellen Auspressgerät angewendet werden. Die Auspresspistole mit der passenden Mischdüse regelt das richtige Mischungsverhältnis der zwei Komponenten. Die speziellen Auspressgeräte sind teuer, aber absolut unumgänglich! Die Ausnahme von der Regel 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 musste so lange Mörtel verworfen werden, bis der Mörtel eine gleichmäßig graue Farbe hatte.

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.

Vorausschauendes Arbeiten schont den Geldbeutel und lässt keine Hektik aufkommen.

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).

Die folgende Tabelle zeigt eine Übersicht über die wesentlichen Vor- und Nachteile der Mörtel.

Kartuschenmörtel	Vorteile	Nachteile
fischer FIS VS 150 C	👍👍 Traglast 👍 gängige Silikonpistole	☹️ reizend
Upat UPM 44	👍 Traglast 👍 gängige Silikonpistole	☹️ reizend
WÜRTH H WIT C-100	👍👍 Traglast	☹️ reizend ☹️ spezielles Auspressgerät
HILTI HIT-C 100	👍👍 Traglast	☹️☹️ reizend ☹️ spezielles Auspressgerät
HILTY HIT-HY 150	👍 Traglast	☹️ reizend ☹️ spezielles Auspressgerät
HILTI HIT-RE 500	👍 Traglast 👍👍 Verarbeitungszeit	☹️☹️☹️ ätzend ☹️ Aushärtezeit

Mörtelglaspatronen	Vorteile	Nachteile
fischer RM	👍👍👍 Traglast	👎 reizend 👎👎 Handhabung
Upat UKA 3	👍👍👍 Traglast	👎 reizend 👎👎 Handhabung
WÜRTH W-VAD	👍👍👍 Traglast	👎 reizend 👎👎 Handhabung

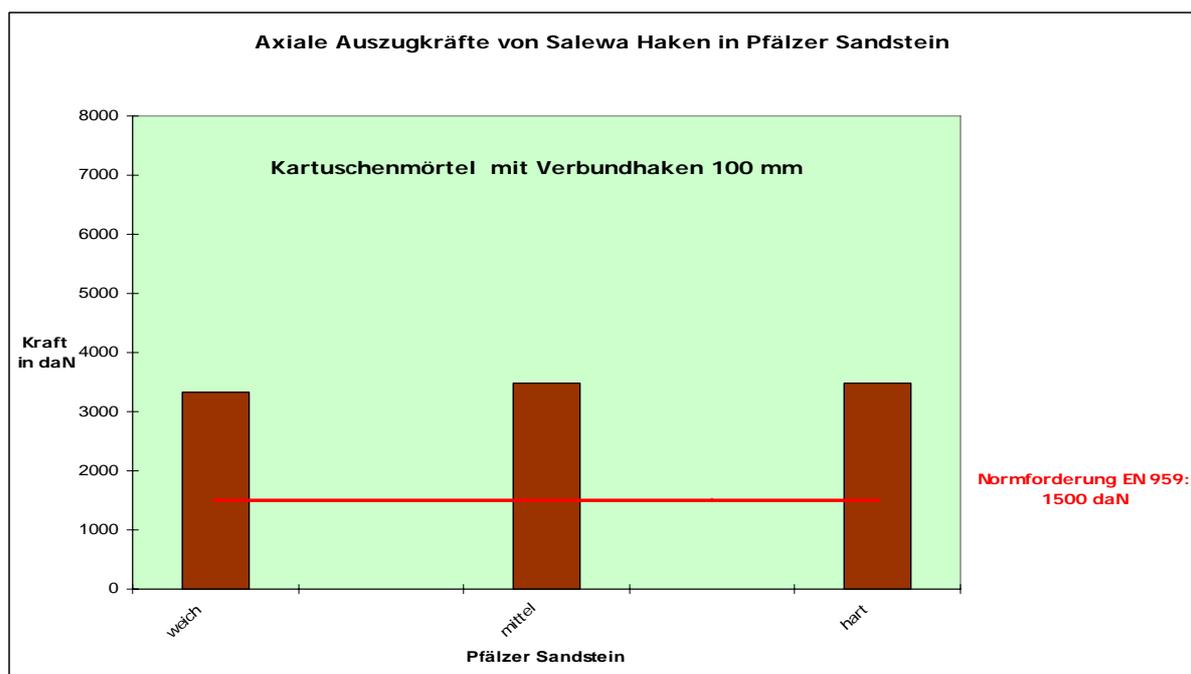
### Mörtel und ihre Anwendung

Beide Verbundmörtelsysteme eignen sich nur, wenn der Haken nicht gleich belastet werden muss. Wie schon oben beschrieben, verlangt jedes Mörtelsystem eine spezielle Verarbeitung. Die folgende Tabelle gibt eine Hilfestellung für die Auswahl des geeigneten Mörtelsystems.

Mörtelsystem	Mörtelglaspatrone	Kartuschenmörtel
Anwendung		
Setzen einzelner Haken	👍👍👍	
Einrichten einzelner Seillängen	👍	👍👍
Gebietssanierung		👍👍👍

### Verbundhaken in weichen Gesteinen

Speziell in Sandstein-Klettergebieten (z.B. Pfalz oder Elbsandstein) besteht die Frage nach der ausreichenden Hakendimensionierung. Wir haben daher je fünf unserer Standard-Verbundhaken (Salewa Bühler mit einer Schaftlänge von 100 mm) in weichem, mittlerem und hartem Sandstein in der Pfalz gesetzt und ausgezogen. Die erstaunlich hohen Festigkeiten selbst im weichen Sandstein bei dieser „relativ“ geringen Einbindetiefe haben uns doch überrascht (vgl. Diagramm).



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

## 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

### Verbundmörtel:

- für Schwerlastbereich entwickelt
- für Naturstein geeignet
- Verfallsdatum und korrekte Lagerung beachten
- passendes Auspressgerät
- Mörtelvorlauf verwerfen
- Handschuhe und Brille bei Verwendung reizender oder ätzender Mörtel

### Fels:

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

### Bohrloch:

- senkrecht zur Felsoberfläche bohren
- gründliche Reinigung (blasen, bürsten, blasen)
- Länge und Durchmesser zum Haken und Mörtel passend (s. Benutzeranweisung)
- möglichst trocken, feucht ist o.k., aber nicht nass

### 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

### Allgemeines

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 kostengünstig.

### Formschlüssige Systeme:

- **Hinterschnittanker**



Der Vorteile 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 Bohrlochdurchmesser und das notwendige Spezialwerkzeug in Form von Hinterschnittbohrer und Eintreibmeißel. Zur Montage ist ein Drehmoment einzuhalten. Die Abmessungen des Systems entsprechen nicht der neuen Norm (Durchmesser 14 mm, Länge 60 mm).

- **Schraubanker**



Der Multi-Monti Schraubanker (auch als Betonschraube bezeichnet) funktioniert verblüffend einfach. Entsprechend dem Schraubenschaft wird ein relativ dünnes Loch gebohrt. Anschließend wird die Schraube in das Loch geschraubt. Dabei schneidet die Spitze der Schraube ein Gewinde in den Fels, ähnlich einer Eisschraube im Eis. Dieses System ist Spreizdruckfrei, bietet einen vorbildlichen Formschluss. Der Haken ist sofort belastbar.

Nachteil ist der hohe Eindrehwiderstand. Das System funktioniert nur in mittelharten Gesteinen wie Kalk und Dolomit. In härteren Gesteinen wie Gneis oder Granit nicht, da der Eindrehwiderstand zu groß ist und die Schraube beim Setzen abreißen oder vorgeschädigt werden kann. 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. Nach Setzanleitung ist ein Drehmoment einzuhalten. Als Bohrhaken sind die Abmessung M10 (8mm Bohrloch), Länge 85 mm oder M12 (10 mm Bohrloch), Länge 100 mm geeignet.

## Reibschlüssige Systeme:

- **Expressanker**



Der Expressanker (auch als Schwerlastanker, Segmentanker oder Durchsteckanker 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) und M12 (Länge ca. 85 mm) sinnvoll.

- **Einschlaganker**



Der Einschlaganker (auch als Nagelanker oder „Long-Life Haken“ bezeichnet) funktioniert sehr einfach in der Anwendung. Außer dem Bohrer und einem Hammer wird kein zusätzliches Werkzeug benötigt. Deutliche Nachteile bilden 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 12mm) nicht mehr normkonform.

### Versuchsanordnung

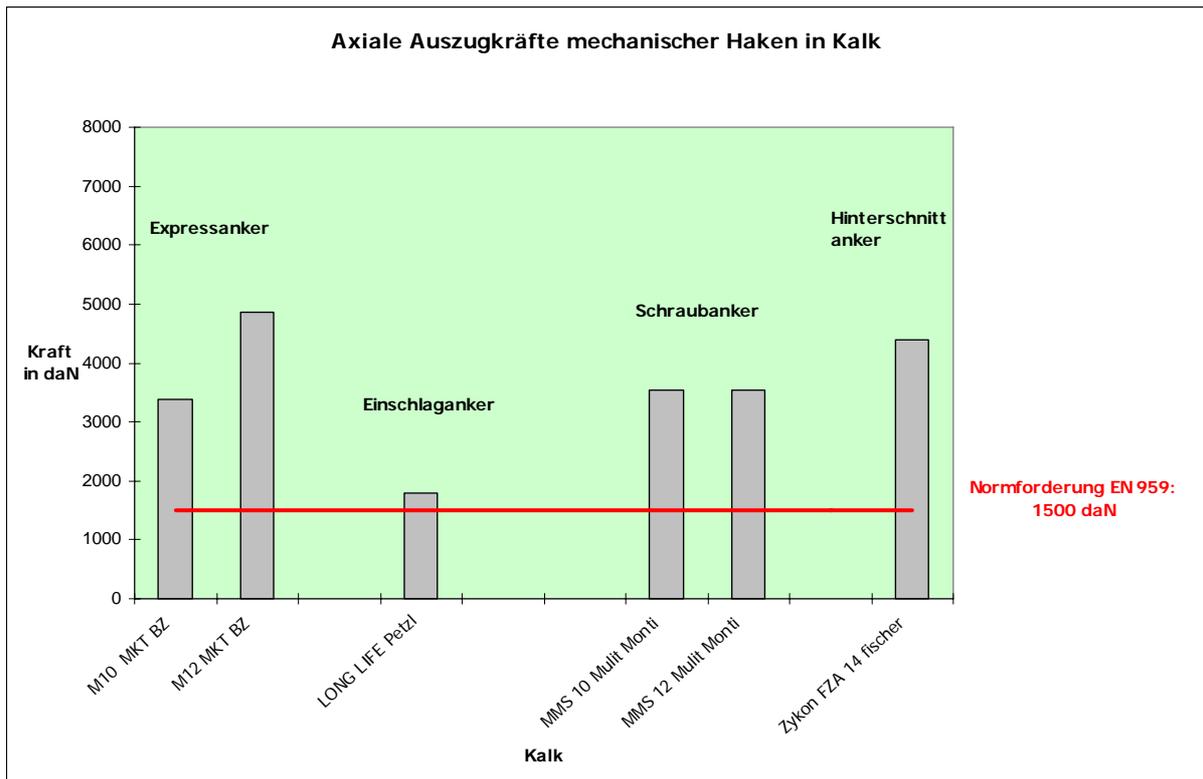
Es wurden pro Hakentyp fünf Versuchsmuster im Kalk ausgezogen und die Mittelwerte bestimmt. Der Auszug erfolgte wie bei den Verbundhaken in axialer (schaftparalleler) Zugrichtung, um die Werte der mechanischen Bohrhaken auch mit denen der Verbundmörtelhaken vergleichen zu können. Zudem würden mögliche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

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!

Bei den Expressankern wurden die Durchmesser 10 und 12 mm geprüft. Die Einbindetiefen lagen bei den M10 Anker bei 75 mm, bei M12 bei 85 mm. Die Tabelle zeigt die ermittelten Auszugsfestigkeiten der mechanischen Bohrhakensysteme

Die Schraubanker wurden mit dem Außendurchmesser 10 mm (Bohrlochdurchmesser 8 mm) in der Länge 85 mm und 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:

Alle getesteten mechanischen Systeme zeigen ausreichende bis gute Festigkeiten.

- Bei den Expressankern wurde bei den Versuchen der Spreiz-Ring 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 andern 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 zu mechanischen Bohrhakensystemen

#### Bohren und Bohrloch reinigen

Geböhrt werden 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 Herfahren“ der Bohrmaschine ausgeleiert wird. Schließlich ist der Bohrl Lochdurchmesser entscheidend für eine optimale Spreizwirkung des Dübels.

Die Bohrlochreinigung ist zwar weniger bedeutend als bei den Verbundmörtelhaken, ein Ausblasen des Bohrstaubs ist jedoch notwendig, 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 Spreizdübeln daher besonders wichtig.

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



*Zu geringe Randabstände – der linke Haken brach weit unter der geforderten Norm aus*

### 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 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. Dies 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 Montage-Widerstand erhöht. Dieser Montagefehler ist durch ein weit über die Mutter rausragendes 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 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“.
- Der Hinterschnittanker verlangt Spezialwerkzeug in Form eines sehr teuren Hinterschnittbohrers und eines Eintreibmeißels. Die Bohrmaschine wird nach Bohrlocherstellung 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).
- Die 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 Schädigung 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 Gesteinen wie Sandstein oder splittrigem Kalk sind wesentlich größere Einbindetiefen zwischen 100 bis 300 mm notwendig bzw. Verbundhaken sinnvoller. Die DAV-Sicherheitsforschung fordert für alle Hakensysteme eine Mindest-Einbindetiefe von 70 mm.

### **Dauerschwellbelastung**

Da die Vermutung nahe liegt, dass häufiges Stürzen besonders bei den Expressankern eine Kerbwirkung erzeugt und in Folge zu einer frühzeitigen Materialermüdung führen könnte, führt die DAV-Sicherheitsforschung in Zusammenarbeit mit der Uni Kaiserslautern eine Versuchsreihe dazu durch. Die Ergebnisse werden in der Bohrhakenbroschüre im Herbst 2006 veröffentlicht.

### **Checkliste Spreizdübel-Systeme**

#### **Haken:**

- Schaftlänge fünffacher Bohrlochdurchmesser – bei weichen Gesteinen (z.B. Sandstein) länger und besser Verbundhaken setzen!
- Ausreichende Dimensionierung (Schaftdurchmesser mindestens 10 mm)
- 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 evtl. keine optimale Spreizwirkung gegeben ist und um Haken bei Bedarf versenken zu können

#### **Montage:**

- Drehmoment berücksichtigen

### **Korrosion**

Laut Norm dürfen nur Bohrhaken aus Edelstahl Verwendung finden. Trotzdem werden immer wieder verzinkte Haken in Geschäften verkauft und gesetzt.

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.

Selbst Edelstahl in einer A2 Legierung (Stahlqualität 1.4301 und hochwertiger) ist nicht geeignet für den Meerwasserbereich und ungünstige Umgebungsbedingungen (s. Tabelle). Zusammengefasst kann gesagt werden, dass für „normalen Einsatz“ eine A2 Stahl ausreichend ist. In Gebieten mit hoher Umweltbelastung ist ein A4 Stahl notwendig. Für den Meerwasserbereich sind HCR Stähle (high corrosion resistant) das optimale (Kategorie 4 in der Tabelle).

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

#### Aus Sonderdruck 862 – Informationsstelle Edelstahl Rostfrei

- 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
- X = 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 werde; insbesondere sind glatte Oberflächenausführungen und regelmäßige Reinigung erforderlich
- = voraussichtlich starke Korrosion

#### Bild

*Korrosion im Dübelhohlraum zwischen Schraube und Spreizkegel führte zum Bruch des Systems bei einem normalen Sportklettersturz.*

Neben der oben 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 würde sich an einem Stahldübel mit der Zeit auflösen. Dieser Prozess wird wiederum durch Feuchtigkeit und hohe Temperaturen begünstigt. Laut Norm dürfen daher keine unterschiedlich edlen Metalle in einem Bohrhaken kombiniert werden.



*Kontakt-Korrosion*

## Überblick über Vor und Nachteile der Bohrhakensysteme

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

## Welches Bohrhaken-System eignet sich wo?

Gestein:	weich (Sandstein)	mittel (Kalk, Dolomit)	hart (Gneis, Granit, Basalt)
Beanspruchung: häufiges Stürzen	Verbundhaken, 100 mm und länger	Expressanker M12 Schraubanker MMS12 Verbundhaken	Expressanker M12 Verbundhaken
seltene 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)*

Seltene Stürzen =

*weniger als 100 Stürze auf den Fixpunkt im Jahr zu erwarten  
(z.B. Haken im Donautal oder alpiner Sportkletterroute)*

## 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 Umlenkungspunkte einfach ausgewechselt werden können zu empfehlen. Ein sich drehender Ring muss zwar gefädelt werden, verschleißt aber wesentlich langsamer als ein Karabiner oder ein fixiertes Umlenkensystem, da das Seil nicht immer über dieselbe Stelle läuft. 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 platziert werden. Für Mehrseillängenrouten sind zwei 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 30cm 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 Ketten-Schraubgliedern 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 geachtet werden. Die handelsüblichen Systeme sollten aus Edelstahl sein. Selbstgebaute Ketten müssen eine Festigkeit von mindestens 15 kN aufweisen. Reepschnüre oder Bandmaterial hat nichts verloren an modernen Standplätzen. Mechanische Beschädigung und Alterung stellen einen unnötigen Risikofaktor dar.

### **Entfernen alter Haken**

Bei Sanierungen sollten alte Hakensysteme möglichst felsschonend entfernt werden. Verbundhaken müssen dazu abgeflecht 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 unbedingt flachschlagen. Alte Normalhaken in alten ehemaligen „Technotouren“ zwischen Bohrhaken können zum technischen Klettern belassen werden.

Besonders alte Stichtbohrhaken oder Bohrkronen-Systeme sollten unbedingt saniert werden



## **Anhang**

### **Fehlermöglichkeiten beim Anbringen von 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 jedoch noch das Bohrloch; falsches Mischungsverhältnis ⇒ Mörtelmasse bindet nicht ab

### **Fehlermöglichkeiten beim Anbringen von Verbundhaken mit Mörtelglaspatronen:**

- Bohrloch zu tief für Schaftlänge des Hakens ⇒ keine Vermischung im hinteren Bohrlochbereich
- Glasmörtelpatrone zu lang für Bohrloch ⇒ Füllmasse geht verloren, vor allem Härter ⇒ 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) ⇒ Härter kristallisiert evtl. aus ⇒ Mörtel bindet nicht ab
- Schaftoberfläche des Hakens zu glatt ⇒ kein Formschluss zwischen Mörtelmasse und Haken
- nicht ausreichende Vermischung von Härter und Mischmasse ⇒ Mörtel bindet nicht ab.

### **Fehlermöglichkeit beim Anbringen von Expressankern:**

- 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 Bohrlochdurchmesser (M10) je nach Fabrikat und Material ein unterschiedlich hohes Drehmoment von 25 – 45 Nm an. Die Setzanweisung muss daher unbedingt beachtet werden.
- Eine weitere Fehlermöglichkeit liegt darin, dass die Mutter beim Montieren am Gewindeende ansteht. 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 wird. Erreicht die Mutter dann das Gewindeende entsteht abrupt ein Widerstand.

## 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 also einen „Verkehr“ und muss die legitimen Erwartungen nachfolgender Kletterer berücksichtigen. Bei Bohrhaken wird davon ausgegangen, dass sie einen zuverlässigen Fixpunkt darstellen, vor allem, wenn von außen kein Mangel erkennbar ist.
- Beim Setzen von Normalhaken, können nachfolgende Kletterer nicht von deren Festigkeit ausgehen.
- Eine Route muss nicht in einer Art und Weise eingerichtet werden, die es jedem ermöglicht diese gefahrlos zu begehen (Hakenabstände)
- Die Anbringung der Bohrhaken hat nach dem aktuellen Stand der Technik zu erfolgen
- Es ist darauf zu achten, bezüglich der legitimen Erwartung der Kletterer keine „Fallen“ zu erzeugen. Etwaige Veröffentlichungen müssen der Wahrheit entsprechen.
- Die legitime Erwartung des Verkehrs kann unter Umständen auch von den lokalen Gegebenheiten abhängig gemacht werden (z.B. übliche Absicherung in einem Klettergarten)
- Entscheidend ist der Moment der Verkehrseröffnung. 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.

### Eigentumssituation.

- Sanierungen und Erschließungen sollten grundsätzlich vorher mit den regionalen Felsbetreuern abgesprochen werden. Von Belang ist dabei die Eigentumssituation (privat oder öffentlich) und ob es dort *Nutzungsbeschränkungen* gibt, die das Recht auf freies Betreten der Natur einschränken (z.B. Wildschutzgebiet, Naturschutzgebiet, Kletterbeschränkung wegen Vogelbrut). Dies ist zum Teil schon im Gelände erkennbar, etwa durch Zaun und/oder Beschilderung.
- Grundbesitzer haben häufig Bedenken, dass sie 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.
- In den außeralpinen Klettergebieten gibt es fast überall mit den Behörden abgestimmte *Kletterkonzeptionen*, die das Klettern regeln. Sie zu ignorieren und in für das Klettern gesperrten Bereichen zu bohren, kann erheblichen Ärger verursachen und die oft sehr mühevoll ausgehandelten Kompromisse gefährden. Oft wurde im Rahmen der Kletterkonzeption auch eine Regelung für das Anlegen von Neutouren vereinbart. Informationen darüber gibt es bei den zuständigen Felsbetreuern oder Arbeitskreisen Klettern und Naturschutz (Kontaktadressen im Internet unter [www.dav-felsinfo.de](http://www.dav-felsinfo.de)).
- Auch in den Felsgebieten der bayerischen Voralpen gibt es zunehmend Konflikte mit dem Naturschutz. Daher hat der DAV auch hier eine Betreuungsstruktur aufgebaut. 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](http://www.alpenverein.de)), Felsinformationssystem des DAV unter [www.dav-felsinfo.de](http://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 daher angeraten, auch um durch unsere Bohraktion nicht 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) – Umlenkhooken
- Möglichst Abstand zu Überwinterungsquartieren von Fledermäusen halten (Höhlen und tiefen Rissen und in der Nähe solcher Winterquartiere nicht während des Winters (November bis April) Routen bohren.
- Bei größeren Felsen, wo Vögel Nistmöglichkeiten haben, 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](http://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 spätere Streitigkeiten vermeiden und Konflikte oft im vorhinein klären
- Die Kletterethik ist von Region zu Region unterschiedlich (z.B. Hakenabstände, Einbohren von oben) und sollte beim Einbohren von Routen berücksichtigt werden

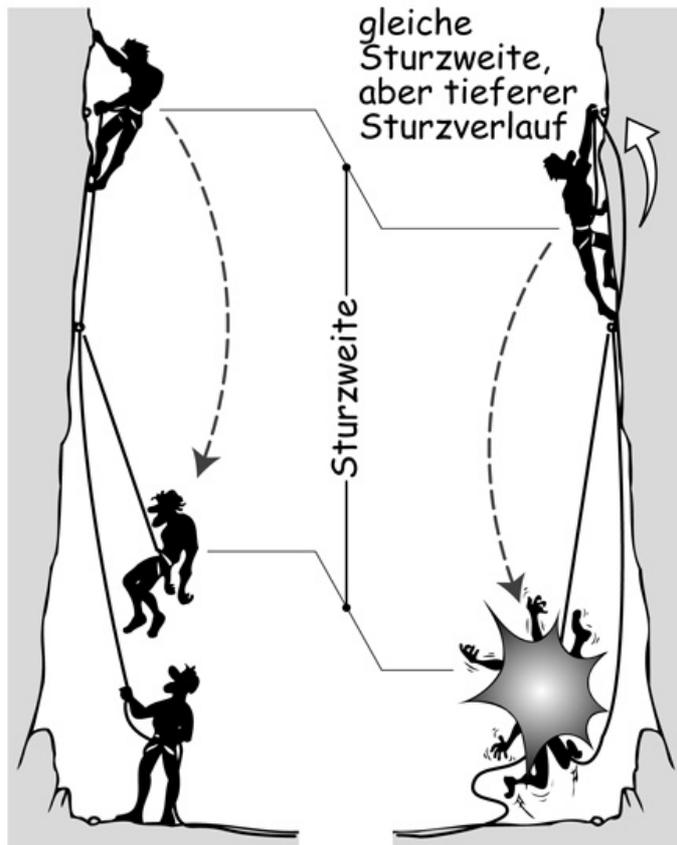
## **Materialauswahl/Wetter**

Bei der Wahl des Bohrhakensystems bitte die Tabelle auf Seite 16 berücksichtigen. Sollten Verbundhaken verarbeitet werden muss die Temperatur und die Witterung bezüglich Mörtelauswahl und Aushärtezeit in Betracht gezogen werden. Einige Mörtel beispielsweise reagieren empfindlich auf Nässe. Hierzu bitte die Angaben des technischen Merkblatts beachten

## Hakenabstände, Hakenposition und Seilverlauf

Sinnvolle Hakenabstände sind natürlich 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:  
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 andern 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 sicher eingehängt werden können, auch für etwas kleinere Kletterer.

Aus den oben genannten Punkten ergibt sich, dass man sich vor dem Einrichten einer Route/Seillänge also viele Gedanken machen muss. 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.