

# Infoskript Bohrhaken

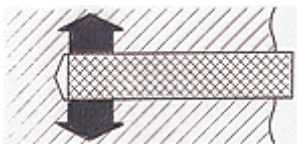
Bohrhaken sind mittlerweile, zumindest in unseren Breiten, als Sicherungsmittel etabliert. Je mehr silbrig glänzendes Metall in einer Route steckt umso beliebter scheint diese zu sein und umso sorgloser geht Kletterin/er zu Werke. Doch nicht alles was am Fels silbrig glänzend steckt, verdient die Bezeichnung Sicherungsmittel.

Dieses Skript soll daher über Bohrhaken informieren. Dem ausschließlichen Nutzer soll es helfen einen sicheren von einem unsicheren Haken zu unterscheiden, dem der vor hat Bohrhaken zu setzen oder dies bereits getan hat soll es zeigen welches Material geeignet ist und wie dieses verlässlich verankert wird. Keinesfalls soll es als Aufforderung zum Bohren missverstanden werden.

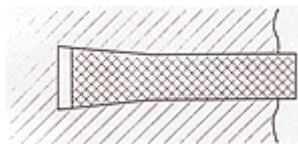
## Teil I – Welche Haken gibt es, was halten sie und welchen kann man trauen

### Befestigungsmechanismen

Rein physikalisch/mechanisch lassen sich drei Befestigungsprinzipien unterscheiden:



Kraftschluss



Formschluss



Stoffschluss

Abbildung 1

1. **Kraftschluss:** Das Prinzip dürfte jedermann bekannt sein vom banalem Plastikdübel, mit Hilfe dessen zu Hause mehr oder weniger sinnvolle Gegenstände an Wänden und Decken befestigt werden. Stark vereinfacht ausgedrückt: In einem Loch steckt etwas, was darin eigentlich keinen Platz hat. Physikalisch ausgedrückt: Kraft + Gegenkraft ergibt Haltekraft (sog. Spreizdruck). Die Kraft wird erzeugt durch das Spreizen des Dübels, die Gegenkraft resultiert zwanglos aus dem Widerstand der Wände des Bohrlochs. Womit wir schon bei den Nachteilen dieses Systems wären: Kraft lässt mit der Zeit nach, manchmal schneller, gelegentlich langsamer - oder wird erst gar nicht aufgebaut. Letzteres ist dann der Fall, wenn entweder der Spreizdruck des Dübels zu gering ist oder die Wand des Bohrlochs zu weich, in Kombination gibt es beides natürlich auch.
2. **Formschluss:** Etwas schwieriger zu erklären aber gleichermaßen banal. Zwei Teile passen so gut zusammen, dass sie nicht mehr zu trennen sind. Ist dann noch das eine Ende dicker als das andere, und liegt das dicke Ende auch noch im Inneren des Felsen/der Wand kann (fast) nichts mehr passieren. Stellt sich nur noch die Frage, wie man ein Loch fabriziert, das innen einen größeren Durchmesser hat als außen. Ein spezielles Bohrsystem macht's möglich. Nachteile gibt's bei diesem System fast keine, vorausgesetzt, das Material, in das man das Loch bohrt/ den Dübel einbringt ist fest genug. Vorteil dieses Systems ist die spreizdruckfreie, dass heißt ohne Kräfte wirkende, Befestigung.
3. **Stoffschluss:** simply the best und auch noch am einfachsten zu erklären. Zu zwei zu verbindenden Teilen kommt ein zusätzlicher Stoff hinzu, der alles fest miteinander verbindet. Am Fels heißt dies: man bohrt ein Loch, fülle dies mit Zement / Verbundmörtel (fälschlicherweise häufig als Klebemittel bezeichnet) und stecke einen Haken hinein. Hat man alles richtig gemacht, hat man eine dauerhafte, feste und vor allem ohne Kraft wirkende (sog. spreizdruckfreie) Verbindung. Nachteile hat dieses System keine.

## Die Norm für Bohrhaken

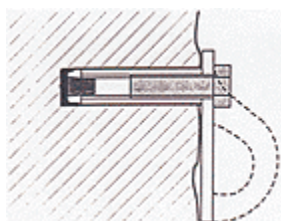
Die mittlerweile für Bohrhaken existierende Norm (DIN,ÖNORM;UIAA usw.) verlangt:

1. Zugfestigkeit in axialer Richtung: 15 KN
2. Zugfestigkeit in radialer Richtung: 25 KN
3. Bohrlochtiefen unabhängige Systeme
4. Korrosionsbeständige Materialien

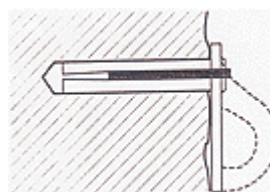
## Bohrhakentypen

Entsprechend den verschiedenen Befestigungsprinzipien lassen sich die unterschiedlichen Bohrhakentypen wie folgt zuordnen. Sofern die einzelnen Bohrhaken den mittlerweile existierenden **Normen für Bohrhaken** entsprechen, ist dies im Text erwähnt.

1. **Expansionsbohrhaken – Kraftschluss:** Bereits der neoantike **Sticht-Bohrhaken** gehört in diese Kategorie, da er als Sicherungsmittel in unseren Breiten keine Rolle mehr spielt (in den Alpen, speziell Dolomiten sehr wohl) soll auf ihn nicht weiter eingegangen werden. **Selbstbohrdübel (=Kronenbohrdübel)** wurden (werden) meist in den Stärken M8 und M10 eingesetzt. Sie haben zahlreichen Petzl-Laschen und Mammut-Plättchen vor allem in der Anfangszeit der Freikletterbewegung zu  $\pm$  festem Halt im Fels verholfen und damit nicht unwesentlich zur Beruhigung unserer Nerven beigetragen. Nachteil dieses Hakensystems ist vor allem, dass beim Setzen der Dübel auf die Einhaltung der exakten Bohrlochtiefe geachtet werden muss (Bohrlochtiefen abhängiges System, nicht normgerecht). Ist das Loch zu tief gebohrt, kann die Spreizwirkung des Dübels zu gering sein, so wird verhindert, dass der zum sicheren Halt notwendige Kraftschluss aufkommt. Ist das Bohrloch zu seicht, steht der (nur einige cm lange) Dübel aus der Wand, was die Hebelverhältnisse nachhaltig verschlechtert. Alle Dübel dieses Hakentyps sind aus nicht korrosionsbeständigen Materialien hergestellt, was dazu führt dass jeder Dübel im Bohrloch früher oder später rostet, auch wenn dieses mit Silikon o.ä. abgedichtet ist. Aus diesen Gründen sind Haken dieses Typs **nicht normgerecht**. Außerdem waren die Laschen der ersten Hakengeneration aus Aluminium hergestellt, dessen Materialeigenschaften (Neigung zu Bruch/Riss und Kontaktkorrosion) für einen Kletterhaken als nicht ideal eingestuft werden muss. **Normgerecht** sind die von verschiedenen Bergsportartikelherstellern vertriebenen „**Longlife-Haken**“ (=Haken mit Längsstift = **Schlaganker**) und **Durchsteckanker (= Expressanker, = Schwerlastanker)**, sofern aus korrosionsbeständigen Materialien gefertigt. Eine sichere Verankerung dieser Haken ist (fast) unabhängig von der Bohrlochtiefe. Zu tief spielt keine Rolle und das dürfte wohl jeder hinkriegen. Problematisch ist das Fixieren der **Durchsteckanker (=Schwerlastdübel)**, die mit einem **bestimmten Drehmoment** angezogen werden müssen (wer hat einen Drehmomentschlüssel dabei und kann mit diesem umgehen?). Wird diesbezüglich der vorgegebene Maximalwert überschritten kann der Anker reißen und die Haltekraft dramatisch absinken. Einzelne Unfälle mit zu fest angezogenen und deshalb gebrochenen Durchsteckankern sind bereits passiert. Andererseits wird bei einem Unterschreiten des vorgegebenen Anzugsdrehmoments nicht der optimale Kraftschluss hergestellt, was ebenfalls eine Reduktion der Haltekraft bewirkt. Eine Unterscheiden der einzelnen Haken dieser Gattung ist relativ einfach: Kronenbohrdübel: hier ist äußerlich ein Schraubenkopf (Innen-/Außensechskant) zu sehen, während beim Durchsteckanker und auch beim Hinterschnittdübel (s. u.) ein Gewindestift mit Mutter zu erkennen ist. Rein äußerlich sind die zuletzt genannten 2 Hakentypen am Fels nur schwer bis gar nicht zu unterscheiden. Hinterschnittdübel sind aber verglichen mit Durchsteckankern sehr teuer, so dass dies vor allem in südlichen Breiten kaum eingesetzt werden. Bei Longlife-Haken ist nichts was mit einer Schraube zu tun hat zu erkennen. (vgl.Abb.2 und Bild 2)

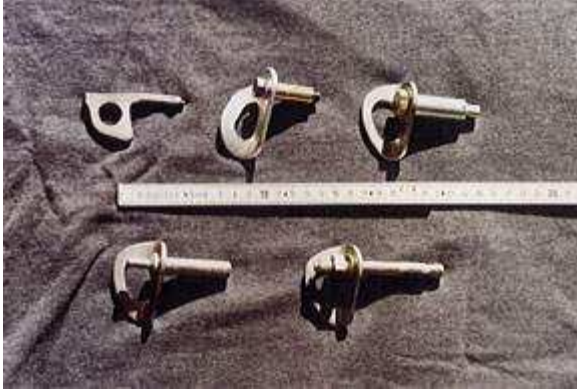


Kronenbohrdübel:  
Expansionsbohrhaken klassisch



Bohrhaken mit Längsstift, = Schlaganker:  
Expansionsbohrhaken modern

Abbildung 2



**Bild 1:**

Obere Reihe: Sticht-Bohrhaken, Kronenbohrdübel M8, Kronenbohrdübel M10,  
 Untere Reihe: Bohrhaken mit Längsstift (= "Schlaganker"), Durchsteckanker =  
 Schwerlastdübel

2. **Hinterschnittdübel-Formschluss:** Ebenfalls normgerecht. Nichts negatives gibt es diesbezüglich zu berichten, sofern diese aus korrosionsbeständigem Material gefertigt sind und der Fels ausreichend fest ist.
3. **Verbundhaken-Stoffschluss: Bühlerhaken** und dessen Nachbauten, die mittlerweile in großer Zahl im Bergsporthandel angeboten werden, **DAV-Ring** bzw. **DAV-Sicherheitshaken** gehören zu dieser Kategorie. Alle diese Haken sind, sofern aus korrosionsbeständigen Materialien gefertigt, als normgerecht zu bezeichnen und stellen momentan das beste Sicherungsmittel dar. Nicht normgerecht sind **Gerüstbau-Ösen** und **U-Stahlbügel**, diese sind jedoch als sicher zu bezeichnen, wenn ausreichend dimensioniert, sind i.d.R. jedoch nicht aus korrosionsbeständigem Material gefertigt, sondern nur oberflächenbehandelt.

### Bohrhaken, was sie halten:

Hält er oder hält er nicht, der Bohrhaken, dies ist die spannende Frage und diese ist nicht leicht zu beantworten. Das worauf es bei einem Haken ankommt, steckt im Fels und ist entweder hinter einer Hakenlasche verborgen oder von  $\pm$  viel Zement/Verbundmörtel umgeben, es entzieht sich somit einer Sichtkontrolle. Zu bedenken sind zusätzlich noch die Eigenheiten des Gesteins, die von außen ebenfalls nicht leicht zu beurteilen sind. Z.B. hält ein Petzl-Long-Life-Haken im harten Granit nahezu eine Ewigkeit, im weichen Frankenjurakalk dagegen kann er, je nach Felsbeschaffenheit eine durchaus gute Absicherung darstellen oder er muss (auch ohne wesentliche Belastung) als absolut ungeeignet, sprich unsicher bezeichnet werden. Auf diesen Umstand wird in dem Kapitel zum Setzen von Bohrhaken ausführlich eingegangen. Umfangreiche Belastungsversuche mit den verschiedenen Bohrhakensystemen wurden vom DAV-Sicherheitskreis (1,2) durchgeführt, Tests hat auch die IG stichprobenartig durchgeführt (4).

Die vom DAV-Sicherheitskreis (1,2) ermittelten Bruchlastwerte der o.g. Hakentypen orientierend kurz zusammengefasst:

<b>Kronenbohrdübel M8/M10</b>	<b>6,0 - 16 kN (verankert in Fels)</b>
<b>Durchsteckanker und Long-life-Haken</b>	<b>25,5 - 38,2 kN (verankert in Beton)</b>
<b>Hinterschnitt-Dübel</b>	<b>31,0 - 36,2 kN (verankert in Beton)</b>
<b>Bühler-/Verbundhaken</b>	<b>30,0 - 60,0 kN (Beton/Fels)</b>
<b>Gerüstbau-Ösen/U-Stahlbügel</b>	<b>20,0 - 40,0 kN (Beton, Materialquerschnitt mindestens 10mm!)</b>

Belastungsrichtung radial, die Werte für axiale Belastung sind nicht angegeben, sie können, je nach Hakentyp, bis zu 50% tiefer liegen!

Zum Vergleich: Die Belastung bei einem „normalem“ Sportklettersturz (Sturzhöhe ca. 4,0m) beträgt etwa 6,5 kN. Die größtmögliche Sturzbelastung liegt bei etwa 16,0 kN, ein Wert, der etwa bei einem Sturz in den ersten Haken einer Route und bei annähernd statischer Sicherung (fixierter GriGri!!!) durchaus erreicht werden kann.

Die folgenden Ausführungen basieren auf den zitierten Tests und Erfahrungswerten, sie sind nicht als absolut anzusehen und sollen nur als Hinweise verstanden werden.

### ***Vertrauen ist berechtigt bei***

- **Bühlerhaken, DAV-Haken und Klebebohrhaken** aus korrosionsbeständigem Stahl eingeklebt/einzementiert.
- **Expansionsbohrhaken** der letzten Generation aus rostfreiem Stahl wie **Long-life-Haken** und **Hinterschnittdübeln** korrekt **gesetzt in ausreichend hartem Gestein**.
- **Durchsteckanker**, können mit Einschränkungen als sicher bezeichnet werden. Das Problem stellt hier die Anbringung dar (s.o.).
- Ebenfalls mit Einschränkungen können **Gerüstbauösen** und **U-Stahlbügel**, „eingeklebt“/einzementiert, als sicher bezeichnet werden (ausreichende Dimensionierung, Materialstärke mindestens 10mm).

### ***Unter die Rubrik „wird schon halten“ fallen***

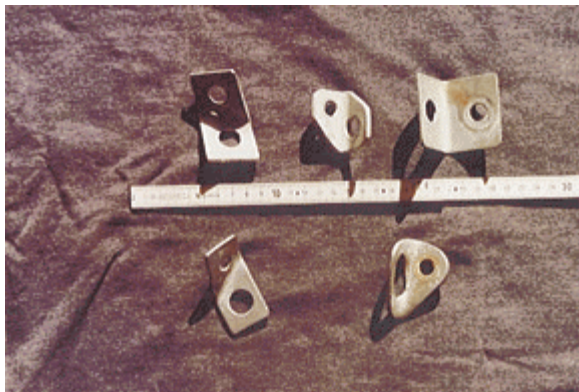
- **M-10 Kronenbohrdübel**, sofern neueren Datums.
- **Self-made Bühlerhaken**, meist unschwer an den unterschiedlichen Hakenformen/Hakengrößen als solche zu identifizieren.
- **Mammut-Ringe**.

### ***Ein gesundes Maß an Vorsicht ist angebracht bei***

- **M-8 Kronenbohrdübeln**, auch wenn diese noch „gut“ aussehen.
- Allen **Expansionsbohrhaken** der ersten Generation in Meeresnähe (Calanques, Mallorca usw.).
- **M-10 Kronenbohrdübel** sofern sie bereits deutliche Rostspuren an Schraube/Hakenlasche aufweisen bzw. solche älteren Datums.

### ***Höchste Alarmstufe ist angezeigt bei***

- jeder **Selfmade-Hakenlasche** (vgl. Bild 2),
- **Kronenbohrdübel mit Silikon** o. ä. abgedichtet, auch neueren Datums.
- **Gerüstbauhaken/U-Stahlbügel**, wenn am Bohrloch keine Zement-/Kleberspuren zu sehen sind (spricht für die Verwendung eines Plastikdübels/einfaches Einschlagen des Bügels in Bohrlöcher) oder wenn der Schaft, dort wo er Kontakt zu Zement/Klebemittel hat deutliche Rostspuren zeigt (spricht für Hakenkorrosion im Bohrloch).
- Generell bei jedem **Bohrhaken**, dessen Dübel weit aus dem Fels steht und dessen Hakenlasche nicht am Fels aufliegt (Bild 4).
- **Ringschrauben** der Größe M8/M10 und auch
- **einzementierte Normalhaken** sollten zu höchster Vorsicht mahnen.



**Bild 2:**  
Obere Reihe: Selfmade-Hakenlaschen  
Untere Reihe: Mammut-Plättchen, Petzillasche

### **Nicht eindeutig zuzuordnen sind**

- „**Propellerhaken**“, also Bohrhaken deren Öse/Lasche sich drehen lässt. Diese können als sicher angesehen werden, sofern deren Verankerung nach dem Longlife-Prinzip erfolgte und wenn deren Dübel noch fest sitzt bzw. nicht aus der Wand steht. Bei Durchsteckankern und bei Kronenbohrdübeln kann eine lockere Hakenlasche, bzw. eine lockere Schraube/Mutter auf einen lockeren Dübel hinweisen. Misstrauen ist in diesen Fällen mehr als angebracht.

## **Teil II – Zum Anbringen von Bohrhaken**

**Generell ist jedem der (Bohr-)Haken setzen will und dies noch nicht getan hat, dringend zu empfehlen sich an jemanden zu wenden, der sich damit auskennt, das Motto „Jugend forscht oder try and error“ ist absolut nicht angebracht und kann fatale Folgen haben!**

Die folgenden Ausführungen sind speziell auf die Felsen der Fränkischen Schweiz abgestimmt, gleichwohl sind sie auch auf andere Gebiete übertragbar.

### **Die Felsqualität und Gesteinshärte**

sind mitentscheidende Faktoren wenn es um die Haltekraft der verschiedenen Hakensysteme/-Typen geht.

Es dürfte jedermann einleuchten dass z.B. im weichem Sandstein der Pfalz oder der Sächsischen Schweiz andere physikalische Voraussetzungen vorliegen als im Granit vom Grimselpass oder Fichtelgebirge. Aus diesem Grund werden auch in den verschiedenen Klettergebieten, je nach Gesteinsart, unterschiedliche Bohrhakentypen eingesetzt. So sind in der Sächsischen Schweiz (sehr weicher Sandstein) nur Ringhaken mit einem Schaftdurchmesser von 20mm und einer Schaftlänge von 200mm als ausreichend sicher zu beurteilen, am Grimsel (Granit) kann jedoch ein Long-Life-Bohrhaken mit einem Durchmesser von 12mm und einer Schaftlänge von 60mm eine nahezu optimale Sicherung darstellen.

Einfacher ausgedrückt, **nicht jeder Bohrhaken kann in jedem Gestein eingesetzt werden**. Ein Umstand auf den kaum ein Bergsportartikelhersteller/-anbieter eingeht, lediglich die Firma Petzl weist in ihrem Katalog darauf hin, dass einzelne Bohrhakentypen für bestimmte Gesteinsarten nicht geeignet sind. Mittlerweile werden auch von anderen Firmen (z.B. Salewa) unterschiedlich lange Verbundhaken angeboten, leider fehlt jedoch ein Hinweis, bei welchem Gestein welcher Haken eingesetzt werden kann



**Bild 3:**  
gelockerter Long Life-Haken: Der Dübel ist bereits einige cm aus dem Fels "gewandert", die Hakenlasche liegt nicht mehr am Fels auf.

Der **Kalksandstein der Fränkischen Schweiz** ist relativ weich und weist noch eine Besonderheit auf: Nach einer recht kompakten und relativ harten Oberfläche folgt häufig in wenigen cm Tiefe eine sehr weiche, feuchte Gesteinsschicht. Dieser Sachverhalt erklärt die häufiger in der Fränkischen Schweiz anzutreffenden Long-Life-Haken deren Dübel weit aus dem Fels stehen und die – fälschlicherweise – als fehlerhaft, in ein vermeintlich nicht ausreichend tiefes Bohrloch, gesetzt, angesehen werden. Jedoch war nicht etwa das Bohrloch zu seicht, sondern das Gestein an der Stelle zu weich, an

der der Spreizdruck des Dübels wirken sollte. Durch nachlassenden Kraftschluss in der weichen Gesteinsschicht und durch steten Zug (Seilzug) nach außen ist es zu einem „Wandern“ des Hakens gekommen (vgl. Bild 3). Da dies prinzipiell bei jedem Expansionsbohrhaken passieren kann und da eine Änderung der Gesteinshärte beim Bohren der Hakenlöcher vor allem dem unerfahrenen Hakensetzer nicht so ohne weiteres auffällt **sollten in der Fränkischen Schweiz idealer Weise nur zementierte/„geklebte“ Verbundhaken/Bühlerhaken angebracht werden.**

### Geeignete Bohrhaken:

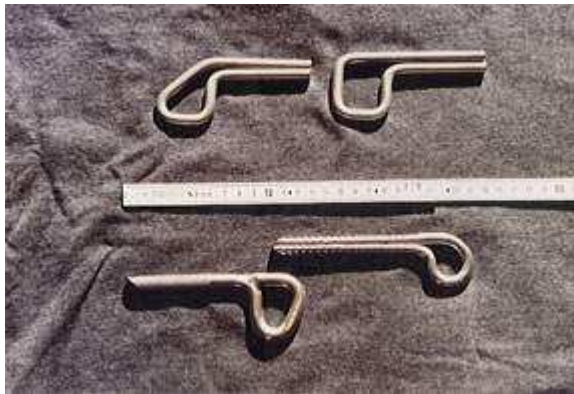
Prinzipiell sollte man nur normgerechte Bohrhaken zum Sanieren/Einrichten von Routen einsetzen.

### **Am besten geeignet und in jedem Gestein einsetzbar sind:**

- **Verbundhaken/Bühlerhaken** aus korrosionsbeständigem Material gefertigt, befestigt mit Verbundmörtel oder Zement. **Normgerechte Verbundhaken** werden mittlerweile von verschiedenen Firmen in den unterschiedlichsten Formen und zu höchst unterschiedlichen Preisen angeboten (z.B. Produkte der Firmen Salewa, Fixe, Cassin, DMM, Petzl, Stubai).

### **Achtung: Auch bei Bühlerhaken und Verbundhaken gibt es einige Dinge zu beachten:**

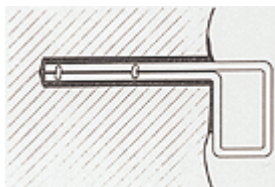
1. **Hakengeometrie:** Die Hakenlänge(=Schaftlänge), der Schaftdurchmesser und die Oberflächenbeschaffenheit des Schaftes („glatt/rauh“) haben erhebliche Auswirkungen auf die erzielbaren Haltewerte. **Folgende Punkte sind bei Verbundhaken/Bühlerhaken zu beachten** (vgl. auch Bild 4):



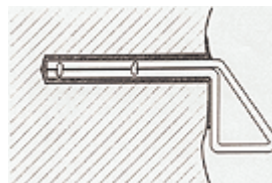
**Bild 4:**

Obere Reihe: Ungeeignete Verbundhaken: Hakenschaft zu kurz (<7cm) Oberfläche vollkommen glatt. Untere Reihe: Geeignete Verbundhaken: Hakenschaft ausreichend lang (>8cm), Schaft "aufgeraut".

2. **Hakenlänge/Schaftdurchmesser:** Die Länge des Hakenschaftes (der Teil des Hakens der im Zement/Verbundmörtel „steckt“) sollte auch bei relativ festem Kalk **mindestens 8cm** betragen. In extrem weichen Gestein ( Sandstein; s.o.) sogar deutlich mehr. Nach Auskunft der Firma Hilti soll die Länge des „eingeklebten“ Werkstückes das 9-fache des Durchmessers betragen. Eine Regel die bei Klebehaken aus Praktikabilitätsgründen nicht immer durchführbar ist. Nach allen bisher durchgeführten Tests ist man bei Haken mit einer Schaftlänge von 8 cm bei einem Schaftdurchmesser  $\geq 12\text{mm}$  in normalfestem, nicht brüchigem Fels, z.B. Kalk auf der sicheren Seite.
3. **Hakenschaft-Oberfläche:** Der Hakenschaft sollte nicht vollständig glatt sein, der Hakenschaft sollte eine gewindeähnliche, oder andersartig aufgeraute Oberfläche aufweisen. Je mehr „Angriffsfläche“ der eingesetzte Zement/Verbundmörtel hat, um so höher sind die erreichbaren Haltekräfte, insbesondere bei axialer Belastung. Ein Umstand der vor allem in überhängendem Gelände zu beachten ist.
4. **Hakenöse:** . Haken mit kleinerer, im oberen Bereich abgeschrägter Öse (vgl. Abb.3) sind günstiger sind als Haken in der „klassischen“ Bühlerform. Je größer die Hakenöse umso größer die Gefahr des Selbst-Aushängens von Karabinern. Prinzipiell sollte jedoch die Hakenöse so groß sein, dass sie einen Karabiner und ein Einfachseil problemlos aufnehmen kann.



Bühlerhaken "klassisch"



Bühlerhaken modifiziert, abgeschrägte Hakenöse

Abbildung 3

### **Mit Einschränkungen können eingesetzt werden:**

(homogene Gesteinsqualität und ausreichende Gesteinshärte vorausgesetzt, s.o.)

- **Schlaganker = Long-Life-Haken = Bohrhaken mit einem Längsstift** (z.B. der Firmen Mammut, Petzl,)
- **Hinterschnitt-Bohrhaken** (MSE-Fischer-Zykon, Vertrieb z.B. durch die Firma VauDe)
- **Durchsteckanker, sofern die Anbringung mit einem Drehmomentschlüssel entsprechend der Herstellervorgaben erfolgt.** (Fa. Petzl, Fixe, Cassin, Kong usw.)

### **Nicht eingesetzt werden sollten:**

- **Gerüstbauösen und U-Stahlbügel, der Baumarkt lässt grüßen**

Wohl in erster Linie aus Kostengründen aber sicherlich auch weil es früher nicht ganz einfach war die Original - Bühlerhaken zu beziehen wurden und werden derartige Materialien zu Absicherung eingesetzt. Auch wenn einzelne Modelle, korrekt angebracht, durchaus als sicher angesehen werden können, **sollten sie nicht zum Sanieren/Einrichten von Routen herangezogen werden.** Das was bei OBI, Bahr und Co. in den Regalen liegt ist in der Regel nicht normgerecht, da nicht aus korrosionsbeständigem Material (nur oberflächenbehandelt) hergestellt. Außerdem fehlt in der Regel auch eine Angabe zu den Herstellungsmaterialien (Stahlqualität, Härte), so dass hinsichtlich der Stabilität der Haken dieses Typs keine Aussagen möglich sind. Auch Durchsteckanker können mittlerweile in den einschlägig bekannten Baumärkten erstanden werden. Diese eignen sich durchwegs nicht zur Absicherung von Kletterrouten, da meist nicht aus korrosionsbeständigem Material gefertigt.

## **Zum Setzen von Bohrhaken**

### 1. Allgemeines:

Auf die Positionierung der Bohrhaken aus klettertechnischer Sicht soll hier nicht eingegangen werden. Prinzipiell ist beim Setzen von Haken zunächst auf die Gesteinsqualität zu achten (brüchiges Gestein?, gleichmäßige Gesteinshärte in allen Schichten?), gegebenenfalls ist ein weiteres Bohrloch an anderer Stelle anzubringen oder ein anderer Hakentyp zu wählen

(Expansionsbohrhaken↔Klebehaken, s.o.). Der Haken sollte so angebracht werden, dass ein geklinkter Karabiner mit seinen Schenkeln nicht auf Felskanten aufliegt, sondern möglichst frei hängt. Bei Expansionsbohrhaken sollte die Hakenöse vollständig am Fels anliegen, bei Klebehaken/Bühlerhaken ist darauf zu achten, dass der untere dem Fels zugewandte Schenkel der Öse ebenfalls am Fels aufliegt (vgl. Abb.3), was i.d.R. ein entsprechendes Schlitzfenster des Bohrlochs erfordert. In überhängendem Gelände sollten die Haken möglichst senkrecht zur Felsoberfläche und nicht waagrecht bezogen auf den Boden gesetzt werden (4). Dies setzt jedoch die Verwendung von geeignetem Verbundmörtel und geeignetem Hakenmaterial voraus. Ist entsprechendes Material nicht vorhanden, z.B. wenn die Haken mit Zement befestigt werden, muss das Bohrloch weiterhin leicht geneigt bzw. annähernd waagrecht gesetzt werden, was u.U. zu einer Einschränkung der Haltekraft des Hakens führt. **Der Abstand des Bohrlochs zu Rissen, Löchern und Kanten sollte mindestens 15cm betragen, in sehr weichem Gestein ist ein deutlich größerer Abstand notwendig.**

### 2. Expansionsbohrhaken/Hinterschnittdübel:

Es sei nochmals daran erinnert, dass eine sichere Anbringung derartiger Haken eine gewisse Gesteinshärte erfordern. Diese muss auf der gesamten Länge des Bohrlochs gegeben sein. Die Anbringung von **Hinterschnittdübeln** funktioniert nur mit entsprechenden Bohrern, so dass Fehler beim Anbringen kaum zu erwarten sind. Bei der Verwendung von **Long-Life-Haken** (Schlaganker) und **Durchsteckankern** (Schwerlastanker) ist lediglich auf den richtigen Bohrlochdurchmesser und ausreichende Bohrlochtiefe zu achten. Bei **Durchsteckankern** muss jedoch **zusätzlich** noch bedacht werden, dass diese entsprechend der Herstellerangaben mit einem **bestimmten Drehmoment** angezogen werden müssen, was den Einsatz eines Drehmomentschlüssel erfordert. **Immer müssen die Dübel senkrecht zur Wand gesetzt werden, die Bohrhakenlasche sollte vollständig am Fels anliegen.**

### 3. Zum Zementieren von Haken:

Zement hat sich seit Anfang der sechziger Jahre zur Befestigung von (Bühler-)Haken bestens bewährt, **Zement ist jedoch hinsichtlich der Verarbeitung das problematischste Material**, sein Einsatz erfordert nicht nur handwerkliches Geschick sondern auch Produktkenntnis. **Günstiger ist**, da leichter zu verarbeiten, **die Anwendung von Verbundklebemitteln**. Auf eine wissenschaftliche Abhandlung über mineralische Werkstoffe wird an dieser Stelle verzichtet, beispielhaft sei jedoch erwähnt, dass Zement (**auch sog. „Schnellzement“**) bis zur vollständigen Aushärtung einen Zeitraum von über 20 Tagen benötigt(!!!!), wobei für eine **korrekte und zeitgerechte** Aushärtung auch noch bestimmte physikalische Voraussetzungen erfüllt sein müssen ( Umgebungstemperatur, Mischungsverhältnis Wasser/Zement). **Beim Zementieren von Haken sind daher nachfolgende Punkte besonders zu beachten:** Unabhängig vom Schaftdurchmesser des Hakens ist auf ein ausreichend großes Bohrloch zu achten. Ossi Bühler (wer sollte es besser wissen?!) empfiehlt einen **Durchmesser von 20 mm** (leichteres Füllen des Bohrlochs mit Zement, vollständiges Einbetten des Hakens). Das Bohrloch sollte leicht geneigt gebohrt sein, es sollte möglichst staubfrei sein, ferner leicht angefeuchtet (jedoch kein stehendes Wasser!). **Ausschließlich schnell abbindenden Zement verwenden, Mischungsverhältnis Wasser/Zement nur entsprechend der Herstellerangaben (meist 1:3). Nicht bei Außentemperaturen unter 5° zementieren, evtl. nächtlichen Temperaturrückgang (Nachtfrost!!) beachten.** Bei hohen Außentemperaturen kann die Abbindzeit so kurz sein, dass man Mühe hat das Bohrloch mit dem angerührten Zement zu füllen! **Keinesfalls einen, auch nur teilweise abgebundenen Zement, durch erneute Zugabe von Wasser nochmals aufmischen. „Verfallsdatum“ des Herstellers beachten** (nur von einzelnen Firmen angegeben).

**Frisch gesetzte Haken/neu eingerichtete Routen kennzeichnen und vor einer Begehung (nicht am gleichen Tag! ) Haken prüfen.**

**Geeigneter Zement:** Prinzipiell sollte nur sog. Schnellzement zur Befestigung von Kletterhaken verwendet werden. Produkte mit einer etwas längeren Abbindzeit/Verarbeitungszeit ( $\approx 10\text{min.}$ ) sind günstiger, da leichter zu verarbeiten (z.B: Racovix V, Ceresit Ceromax CX13 o.ä.). Generell empfiehlt es sich vor dem Einsatz entsprechender Materialien die spezifischen Produktinformationen des Herstellers zu studieren, diese geben meist auch für Laien verständlich, hinreichende Informationen darüber, ob ein Zement für die Befestigung von Kletterhaken geeignet ist oder nicht. Weiterhin finden sich hier auch Informationen über Lagerfähigkeit („Verfallsdatum“).

### 4. Verbundmörtel

**ist am einfachsten zu verarbeiten und stellt momentan das beste Befestigungsmittel dar.** Im Vergleich zum Zementieren entfällt das Mischen als potentielle Fehlerquelle. Es ist deutlich weniger Materialaufwand nötig. Der Zeitaufwand ist geringer und die Abbindzeit ist verglichen mit Zement erheblich reduziert, meist sind die Haken noch am gleichen Tag belastbar, ein auch unter Sicherheitsaspekten nicht zu unterschätzender Vorteil.

**Gängig** sind derzeit Kartuschenmörtel und sog. Mörtelpatronen. Je nach Verarbeitungsvorgaben der Hersteller **werden bei Mörtelpatronen sog. Mörtelglaspatronen von Hammerglaspatronen (s.u.) unterschieden.**

#### **Kartuschenmörtel**

**Am leichtesten ist mit Mörtelkartuschen zu arbeiten, die zudem für alle Hakentypen einsetzbar sind.** Mörtelkartuschen erfordern lediglich den Einsatz spezieller Auspressgeräte und Mischer (meist herstellerspezifisch!).

Die Verarbeitungshinweise des Herstellers sind unbedingt zu beachten.

Bei einer **neuen Kartusche** oder bei einem **Mischerwechsel** müssen die ersten 2 Hübe des Gebindes (sog. **Mörtelvorlauf**) verworfen werden. Hat das Klebemittel im Mischer einmal begonnen abzubinden ist der Mischer zu wechseln. Üblicherweise ist auf den Kartuschen ein **Verfallsdatum** angegeben das beachtet werden muss. Je nach Hersteller sind zudem angebrochene Kartuschen zusätzlich nur begrenzt lagerungs- bzw. verarbeitungsfähig. Vorsicht bei niedrigen Außentemperaturen, die Abbindzeit wird erheblich verlängert, **bzw. dürfen unter bestimmten Temperaturen (meist 5 Grad) entsprechende Kartuschenmörtel nicht mehr verarbeitet werden.**



**Bohrlochdurchmesser:** Dieser sollte bei einem runden Hakenschaft **circa 2mm** über dem Schaftdurchmesser liegen. Der Bohrlochdurchmesser darf nicht zu groß sein, insgesamt darf der Bohrlochdurchmesser bei einem  $\pm$ runden Hakenschaft maximal 50% größer als der Schaftdurchmesser sein. Bei klassischen Bühlerhaken (oder ähnlichen Modellen) mit quer-länglichem Schaftprofil kann so knapp gebohrt werden, dass der Haken gerade in das Bohrloch passt, bzw. leicht eingeschlagen werden muss. Das **Bohrloch** möglichst senkrecht zur Felsoberfläche setzen, auch in überhängendem Gelände (**s.o.!!**).

**Bohrlochtiefe:** Hakenschaftlänge + 0,5cm.

**Bohrloch reinigen:** Das Bohrloch muss absolut staubfrei sein (mehrmaliges Ausblasen mit einer geeigneten Pumpe/Ausbläser **und** mehrmaliges mechanisches Reinigen mit Flaschenhalsputzer, **danach** nochmaliges Ausblasen).

**Haken setzen:** Das gründlich gereinigte Bohrloch aus der Tiefe heraus zu etwa  $\frac{3}{4}$  blasenfrei mit Verbundmörtel füllen und den Haken langsam in das Bohrloch einbringen, evtl. herausgepresstes Klebemittel mit einer Spachtel verstreichen.

### **Mörtelpatronen**

#### **Mörtelpatronen sind nicht für alle Haken und nicht für alle Gesteinsarten geeignet!**

Mörtelpatronen können nicht in sehr porösem oder löcherigem Gestein eingesetzt werden, da sich in diesen Fällen der flüssige Anteil des Klebemittels verflüchtigt, was ein sicheres Abbinden verhindert. Nur Haken mit (annähernd) rundem Schaftquerschnitt können mit diesen befestigt werden (z.B. Salewa- und Stubai-Klebehaken, Petzl Collinox usw. , nicht geeignet für klassische Bühlerhaken). **Auch bei Mörtelpatronen müssen die Außentemperaturen (Hersteller-angaben!) beachtet werden.**

**Bohrlochdurchmesser:** s.o., spezifische Angaben der Hersteller betreffend den Bohrerdurchmesser für die jeweilige Klebpatrone beachten.

**Bohrlochtiefe:** Hakenschaftlänge + 0,5cm.

**Bohrloch reinigen:** Das Bohrloch wie oben beschrieben reinigen.

**Haken setzen:** Bezüglich der Verarbeitung kann man **Mörtelglaspatronen** von **Hammerglaspatronen** unterscheiden.

Bei **Mörtelglaspatronen** fordern die Hersteller i.d.R., dass die Haken maschinell mit einer bestimmten Drehzahl schlagbohend in die Patrone eingebracht werden (hierzu wird ein spezielles Werkzeug benötigt). Alternativ können die Haken zentimeterweise mit einem Hammer eingeschlagen und per Hand gedreht (mindestens 15-20mal, je häufiger desto besser) werden, eine Vorgehensweise die sich bei den aktuellen Tests des DAV-Sicherheitskreis (1,2) bewährt hat.

Bei **Hammerglaspatronen** entfällt das Drehen der Haken, der Haken wird einfach mit einem Hammer in die Patrone eingeschlagen. **Bei Hammerglaspatronen ist zu beachten**, dass das „Klebemittel“ relativ dünnflüssig ist, so dass diese in senkrechtem und überhängendem Gelände nicht bzw. nur eingeschränkt eingesetzt werden können, da beim Einschlagen der Haken der Mörtel aus dem Bohrloch fließt. Zudem lagen in den aktuellen Tests (2) die Hakenauszugswerte für Hammerglaspatronen deutlich unter denen der Mörtelglaspatronen und Kartuschenmörtel.

Hammerglaspatronen sollten daher m.M.n. nicht eingesetzt werden.

### **Generell gilt:**

Bei dem Einsatz von Verbundmörtel/Mörtelpatronen ist unbedingt darauf zu achten, dass die Haken „sauber“ sind, sie sollten staubfrei, fettfrei und trocken sein, gegebenenfalls sollten sie entsprechend gereinigt werden!

Nässe/Feuchtigkeit: möglichst trocken! Ein bisschen feucht geht noch, aber nicht nass!

Alle Verbundmörtel sind  **$\pm$  toxisch, hautreizend bis hautschädigend**, deshalb möglichst mit Handschuhen und Schutzbrille arbeiten. Haut-, Schleimhaut- und Augenkontakt unbedingt vermeiden! Die entsprechenden Entsorgungsvorschriften sind zu beachten.

**Geeigneter Verbundmörtel/geeignete Mörtelpatronen:** Mittlerweile ist eine Vielzahl von Produkten auf dem Markt, so dass es nicht leicht ist ein geeignetes Mittel zu empfehlen bzw. auszuwählen. Im Rahmen des aktuellen Verbundmörtel-Tests des DAV-Sicherheitskreis (2) wurden unter Einbeziehung der Firmen verschiedene Verbundmörtel(-Systeme) der wichtigsten deutschen Anbieter geprüft. Es empfiehlt sich auf die getesteten Produkte (s.u.) zurückzugreifen. Ist der Einsatz eines nicht getesteten Produktes beabsichtigt, sollte man die Produktbeschreibung des Herstellers genau lesen und evtl. mit den Technischen Beratern der Firma Kontakt aufnehmen. Vorrangig sollte darauf geachtet werden, dass das Mörtelsystem für die Verwendung an/in Naturstein (nicht nur Beton! ) zugelassen/empfohlen ist. Weiterhin ist zu beachten für welche Werkstücklängen das Mörtelsystem empfohlen wird. Verbundhaken sind i.R. maximal 10cm lang und können nicht mit Bewehrungsstäben verglichen werden die Setztiefen von über 50cm bis zu 1m aufweisen können! Bauaufsichtlich zugelassene Mörtelsysteme sind auf Alterungsbeständigkeit geprüft und im Hinblick auf bestimmte Einsatzzwecke im Baubereich zugelassen (nicht jedoch im Hinblick auf die Anwendung an Felsen! ). Die nachfolgenden Empfehlungen basieren auf dem aktuellen Haken-/Mörteltest des DAV-Sicherheitskreis (2) und auf (telefonischen) Auskünften der technischen Dienste der einzelnen Hersteller. In praktisch allen Fällen waren die kontaktierten technischen Berater der verschiedenen Firmen übrigens mit der Problematik der Befestigung von Kletterhaken vertraut. Trotzdem sollte man sich bewusst sein, dass es sich um Empfehlungen handelt, die nicht mit verbindlichen Aussagen über theoretisch erzielbare Haltewerte gleich zu setzen sind. Weiterhin muss sich jeder Hakensetzer bewusst sein, dass letztlich nur eine optimale Qualität seiner Arbeit ein gutes Ergebnis garantiert.

Die vom DAV-Sicherheitskreis getesteten Mörtelsysteme sind nachfolgend aufgeführt.

Die über die getesteten Produkte hinaus von den einzelnen Herstellern evtl. zusätzlich empfohlenen Produkte sind kursiv geschrieben.

Alle getesteten Produkte erfüllten sowohl in Urgestein (Gneis) wie auch in Kalk die Mindestanforderung der Norm EN 959 für Bohrhaken bei axialer Belastung (15kN□1500kg). Am besten schnitten die Mörtelglaspatronen mit Auszugskräften von 50-60 kN ab, gefolgt von den Kartuschenmörteln (Auszugskräfte von 40-60 kN), immer noch im „grünen“ Bereich, jedoch deutlich niedriger lagen die Auszugskräfte der Hammerglaspatronen (20-40 kN). Um einen möglichst großen Sicherheitsspielraum zu haben sollten meiner Meinung nach Hammerglaspatronen nicht eingesetzt werden (s.o.).

- **Hilti:** Hilti Hit-HY 150  
Hilti Hit C 100  
Hilti Hit-RE 500  
Hilti Hit-HY 50
- **Fischer:** Fischer FIS VS 150 C  
Fischer RM (Mörtelglaspatrone)
- **Upat:** Upat UPM 44  
Upat UKA 3 (Mörtelglaspatrone)  
Upat UES (Hammerglaspatrone)
- **Würth:** Würth Wit-C 100  
Würth W-VAD (Mörtelglaspatrone)  
Würth W-VHP (Hammerglaspatrone)

**Eigene Bohrhakentests:** siehe Steinschlag 4/1998

### **Literatur:**

1. Mehr Sicherheit beim Bergsport, Teil 10, Herausgeber: Bayerisches Staatsministerium für Arbeit und Sozialordnung, Ausführung: DAV, Verfasser: Dipl.-Ing. Pit Schubert u.a.
2. DAV-Panorama 6/01, Seite – Verbundhaken und Verbundmörteltest
3. Einmalseins der Verbundhaken, Broschüre des DAV-Sicherheitskreis 05/01
4. Steinschlag 4/98 – Bohrhakentest
5. Diverses Prospektmaterial u.a. der Firmen Hilti, Henkel, Upat, Fischer, Würth, Petzl, Salewa, VauDe usw.