

Merkblätter A – Höhlenbefahrung

Persönliche Ausrüstung

- 2 A1 a,b **Bekleidung** (*Sulzbacher*)
- 2 A2 a,b **Beleuchtung** (*Sulzbacher & Plan*)
- 2 A3 a **Gurtzeug** (*Sulzbacher*)
- 2 A4 a,b **Abseilgeräte und Steigzeug** (*Sulzbacher*)
- 2 A5 a **Schleifsäcke** (*Sulzbacher*)
- A6 **Verpflegung**

Gemeinschaftsausrüstung

- 2 A10 a **Seile** (*Plan & Resch*)
 - A11 Bandschlingen, Repschnüre etc.
 - A12 Karabiner, Schraubglieder etc.
 - A13 Laschen
- 2 A14 a **Klemmkeile, Haken und Cliffhanger** (*Sulzbacher & Herrmann*)

Befahrungstechnik-Grundwissen

- 2 A20 a **Schachtbefahrung** (*Sulzbacher*)
- 2 A21 a-c **Seilknoten** (*Sulzbacher*)
 - A22 Seilbefestigung
- 2 A23 a-e **Abstieg und Aufstieg am Seil** (*Decker & Sulzbacher*)
 - A24 Klettertechniken in Höhlen
 - A25 Schlotklettern
- 1 A26 a,b **Schliefen** (*Herrmann*)
- 1 A27 a,b **Biwakieren in Höhlen** (*Knobloch*)
 - A28 Befahrung von Wasserhöhlen

Befahrungstechnik-Know-how

- 2 A40 a-c **Planung von Höhlentouren** (*Wielander*)
 - A41 Planung von Forschungseinsätzen
 - A42 Umweltschonende Höhlenbefahrung
- 2 A43 a-c **Behelfsmäßige Befahrungsmethoden** (*Berghold*)
 - A44 Risikoprävention: „Spielregeln“
- 2 A45 a-c **Risikoprävention: natürliche Risiken** (*Herrmann*)
- 2 A46 a-c **Risikoprävention: persönliche Risiken** (*Herrmann*)
 - A47 Risikoprävention: Notfallausrüstung
 - A48 Notfallmaßnahmen: Erste Hilfe
 - A49 Notfallmaßnahmen: Sofortmaßnahmen
- 2 A50 a,c **Behelfsmäßige Kameradenrettung** (*Hofmann & Gsenger*)
 - A51 Flaschenzüge
- 2 A52 a **Lotung von Schachttiefen** (*Herrmann*)
 - A53 Leichtausrüstung
- 2 A54 a,b **AS Verankerung** (*Herrmann*)

Bekleidung

Aufgrund der Eigenheiten von Höhlen, meist kalt, feucht bis nass sowie manchmal eng oder/und lehmig zu sein, kommt der Bekleidung des Höhlenforschers besondere Bedeutung zu. Um diesen Umständen Rechnung zu tragen, sollte die Bekleidung jedenfalls verschleißfest, wasserabweisend und gut isolierend sein. Der Fachhandel bietet hierzu verschiedene Lösungen an, um der jeweiligen Anwendung Rechnung zu tragen.

Der Schliefanzug (kurz: Schlaz)

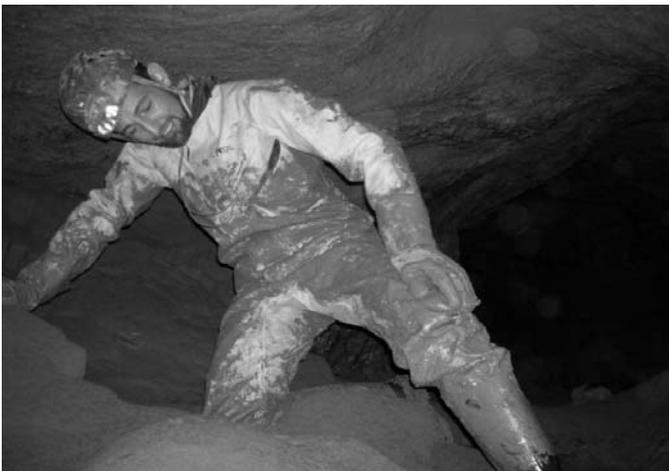
Kann aus Stoff, Kunstfasergewebe oder PVC- beschichtetem Gewebe bestehen.

Overalls aus herkömmlichen Geweben (z.B. Baumwolle) finden vor allem in Schauhöhlenbetrieben Verwendung, können jedoch auch bei Geländeerkundungen oder Bergwanderungen nützlich sein, wenn es darum geht, eingangsnaher Teile neu aufgefunderer Höhlen zu erkunden. Sie sind leicht und lassen sich auch in kleinen Rucksäcken verstauen, bieten jedoch nur mäßigen Schutz vor Schmutz und keinen Nässeschutz.

Konventionelle Schlaze (der Schlaz schlechthin) bestehen aus stabilem, reißfestem Gewebe (z. B. Cordura), verfügen meist über Aufdoppelungen an Gesäß und im Bereich der Knie sowie der Ellbögen und sind häufig innen mit einer dünnen Schicht aus Polyurethan versehen. Durch diese Beschichtung wird der Anzug halbwegs wasserdicht, bleibt jedoch luftdurchlässig. Diese Schlaze stellen die Standardausrüstung und das am besten geeignete Mittel für fast alle Höhlentouren dar.

Der Superschlaz besteht aus PVC-beschichtetem Gewebe, er ist in hohem Maße wasserdicht, jedoch nicht mehr luftdurchlässig. Für längere Touren nur bedingt geeignet, da man stark schwitzt, nützlich für sehr nasse oder lehmige Höhlen, insbesondere auch für stark tropfwasserführende Schächte. Superschlaze sind für enge Höhlen mit scharfkantigen Felsen wenig brauchbar, da sie leicht reißen.

Darüber hinaus bietet der Handel auch eine Mischung aus Schlaz und Superschlaz an, der bis zum Gesäß PVC- beschichtet ist, oberhalb jedoch nicht.



In sehr lehmigen Höhlen ist der Einsatz eines Superschlazes durchaus empfehlenswert.



Konventionelle Schlaze sind für fast alle Höhlentouren geeignet.

Unterbekleidung

Anforderungen an die Unterbekleidung

Die Temperatur in durchschnittlichen Höhlen der Alpen liegt meist nur knapp über dem Gefrierpunkt, hinzu kommt die beinahe zwangsläufig früher oder später eintretende Durchnässung des Höhlenforschers (entweder durch Wasser in der Höhle oder durch Schweiß) sowie fallweise Wetterführung. Auch die körperliche Aktivität in der Höhle variiert beträchtlich, oft folgt auf die Anstrengung des Zustiegs eine längere Phase der Bewegungslosigkeit während des Vermessens. Da die körperliche (und allenthalben geistige) Leistungsfähigkeit durch Kälte gravierend herabgesetzt wird, ist es sehr bedeutsam, eine entsprechend wärmende Unterbekleidung zu tragen (bzw. mitzuführen und bei Vermessungsarbeiten vor Ort anzuziehen).

Eine Reihe **handelsübliche Unterzieher** steht für diesen Zweck zur Verfügung. Sie sollten grundsätzlich aus Kunstfasern bestehen, da diese Materialien Nässe kaum speichern, sondern nach außen abgeben (von Baumwolle ist auf jeden Fall Abstand zu nehmen!). Exemplare aus eher dünnem Material sind für Vermessungstätigkeiten wenig geeignet, da sie bei längerer Bewegungslosigkeit zu kalt sind, für touristische Touren jedoch meist ausreichend. Die Modellpalette reicht bis zu dicken, fellartigen Unterziehern, die auch in nassem Zustand noch ausreichend warm sind und bis zu einem gewissen Grad auch die Befahrung von Wasserhöhlen ermöglichen.

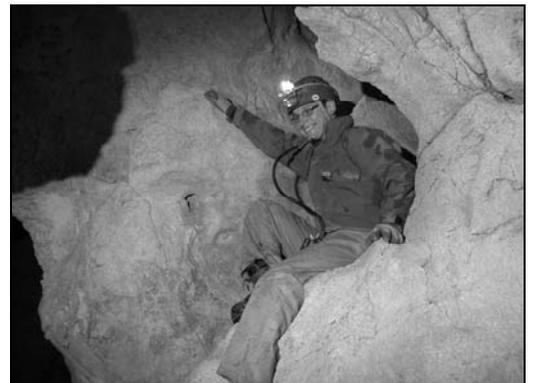
Aufgrund der Tatsache, dass der Höhlenforscher im Regelfall während einer Tour abwechselnd schwitzt und dann wieder friert, empfiehlt es sich einerseits, sich nach dem Zwiebelschalenmodell zu kleiden, andererseits auch trockene Reservebekleidung (zumindest bei langen Touren) mitzuführen.

Neoprenanzüge (zur Anwendung kommen Nass- bzw. Halbtrockenanzüge)

Sie sind im Surf- oder Tauchsporthandel, billiger jedoch meist im Höhlenausstattungshandel zu haben. Sie werden hauptsächlich zur Überwindung von Höhlenseen oder Halbsiphonen eingesetzt. Keinesfalls sollten jedoch anstrengende Tätigkeiten über Wasser, z. B. längere Schachtaufstiege, im Neoprenanzug durchgeführt werden, es kann dabei unter Umständen bis zum Hitzschlag kommen. Weiters sind die eng anliegenden Neoprenanzüge sehr bewegungshinderlich.

Schuhwerk

Bergschuhe bieten den Vorteil guter Stabilität und Wärmeisolation und sind meist auch relativ wasserdicht (zumindest bei entsprechender Behandlung). Eine sehr gute Alternative bieten jedoch Gummistiefel: sie sind vollkommen wasserdicht, lassen sich leichter reinigen und trocknen innen sehr schnell, da nicht gefüttert. Weiche Exemplare aus Gummi sind entgegen landläufiger Meinung sehr wohl auch zum Klettern in Höhlen geeignet, und zwar recht gut. Einen weiteren Vorteil bietet die meist sehr grobstollige Sohle, die auch in Lehm und sogar auf angetautem Eis relativ guten Halt bietet. Vorsicht ist jedoch geboten, wenn Gummistiefel im Schnee eingesetzt werden sollen: auf Grund mangelnder Isolation kommt es erstaunlich schnell zu Erfrierungen. Sehr warme Socken (auch hierzu halten die Ausrüster spezielle Lösungen bereit) sind Pflicht, beim Kauf von Gummistiefeln sind solche aus möglichst weichem Material vorzuziehen, da sie zum Klettern besser geeignet sind.



Beleuchtung

Verschiedene Beleuchtungssysteme

Nach dem eingesetzten Energieträger lassen sich grundsätzlich zwei verschiedene Beleuchtungssysteme unterscheiden:

Bei **Karbidlampen** wird durch eine chemische Reaktion zwischen Calciumcarbid und Wasser Acetylgas (oder chem. korrekter Ethin) freigesetzt, welches durch eine Düse austritt und als helle Flamme verbrennt. Karbidlicht zeichnet sich durch gute, räumliche Ausleuchtung sowie durch eine angenehme, gelblich-weiße Lichtfarbe aus. Überdies kann mit einer solchen Lampe eine sehr wirksame Beheizung eines Notbiwaks erreicht werden. Karbidlicht ist aber in Schläfen weniger geeignet, da der Entwickler durch häufiges Schütteln und Umkippen nicht gleichmäßig funktioniert. Anfällig ist die Flamme natürlich auch gegen Wind und (Tropf-) Wasser.

Elektrische Lampen hingegen nutzen Akkumulatoren, um elektrische Energie über ein Leuchtmittel (Glühbirnchen oder Leuchtdiode) in Licht zu verwandeln. Der Vorteil besteht in der relativ einfachen Wartung, darüber hinaus sind viele Elektrolampen wasserdicht, (zumindest tropfwasserdicht). Nachteilig ist die Tatsache, dass elektrische Lampen immer nur einen mehr oder weniger schmalen, kegelförmigen Bereich erhellen, jedoch lassen sich speziell mit Halogenlampen sehr große Leuchtweiten erzielen.

Funktionsweise sowie Wartung von Carbidlampen

Der Entwickler besteht aus dem Reaktionsraum, der mit Calciumcarbid (kohleähnlichen, ca. 20 mm großen Körnern) befüllt wird, sowie dem darüber angebrachten Wassertank, aus dem über eine Regulierdüse Wasser auf das Karbid tropft. Das bei der darauf folgenden Reaktion freigesetzte Gas verlässt den Entwickler über einen Schlauch, der zum am Helm befindlichen Brenner führt. Aus dem Karbid entsteht dabei Calciumhydroxid als Rückstand, welches im Entwickler mehr Raum beansprucht, daher darf dieser niemals vollständig mit Karbid befüllt werden. Je nach Entwicklertyp und Brennerdüse lässt sich eine Leuchtdauer von bis zu acht Stunden pro Füllung erreichen. Wasser muss jedoch schon früher ergänzt werden, daher ist dieses stets mitzuführen.

Damit Wasser kontinuierlich in den Reaktionsraum gelangen kann, ist im Tank eine Druckausgleichsöffnung vorgesehen. Um den Wasserverlust über diese Öffnung einzuschränken, verfügen Entwickler meist über einen zweiten Schlauch, über dessen offenes Ende der Druckausgleich hergestellt wird. Vorsicht:

eine zu starke Wasserzufuhr führt dazu, dass die Lampe „absäuft“ und nicht mehr funktioniert.

Nach Gebrauch ist der Entwickler zu leeren (Wassertank und Reaktionsraum) und von Karbidüberresten zu reinigen. Der Brennerschlauch kann abgenommen und durchgeblasen werden, die Düse ist mit einer dafür vorgesehenen Bürste zu reinigen. Die Dichtungen sowie die Regulierschraube sollten gelegentlich ausgebaut, gereinigt und leicht gefettet werden. Wird überdies darauf geachtet, dass nicht durch zu weites Öffnen der Regulierschraube (max. ein bis zwei Umdrehungen) Wasser oder gar Karbidrückstände in den Brennerschlauch gelangen, steht einer zuverlässigen Funktion nichts mehr im Wege.

Handkarbidlampen sind aus der Mode gekommen, werden aber noch in manchen Schauhöhlen und Schaubergwerken eingesetzt.



Sehr gebräuchliches System bestehend aus fest montierter Helmlampe (Halogenlampe oder LED wahlweise schaltbar) sowie Karbidlampe mit Entwickler aus Kunststoff.



Karbidlampen können verschiedene Störungen haben, die aber meist leicht behoben werden können:

Defekt	Behebung
Verstopfter Brenner oder rußende Flamme	Reinigen des Brenners mit Brennerbürstchen oder Austauschen des Brenners.
Verstopfte Wasserschraube	kurzes (!) Herausziehen der Wasserschraube, Achtung: starke Gasbildung!
Verstopfung der Luftzufuhr zum Wasserbehälter	Reinigung mit Wasser, auf Sauberkeit achten.
Gasaustritt zwischen Karbid- und Wasserbehälter	Fester verschrauben bzw. korrekt aufsetzen. Rand des Karbidbehälters beim Reinigen nie gegen Steine klopfen, da Kerben undichte Stellen verursachen!
Stichflamme der Helmlampe bei Schlüfen	Vor dem Schluf Wasserschraube kleiner drehen. Ursache ist das Schütteln des Karbidentwicklers.
Verstopfung des Gas-schlauches mit Karbidstaub	Auskratzen mit festem Draht, regelmäßig durchblasen.
Gasaustritt unter dem Brenner	Fester aufschrauben, abdichten mit Isolierband oder Klebstoff bzw. neuer Dichtung.

Elektrolampen

Bei **herkömmlichen Glühbirnchen** wird durch Stromdurchgang eine Glühwendel aus Wolfram auf Temperaturen von mehr als 3000 Grad erhitzt, wodurch diese Licht abgibt. Nachteilig ist der hohe Energiebedarf, nur ca. 5% der elektrischen Energie werden in Licht umgewandelt. Des Weiteren ist der Glühfaden in heißem Zustand erschütterungsanfällig. Diese Tatsachen haben zum Siegeszug von **Leuchtdioden** (kurz LED für engl. Light Emitting Diode) geführt. Dabei wird durch Stromdurchgang ein Halbleiterkristall zur Lumineszenz im ultravioletten Spektralbereich angeregt, eine am Kristall befindliche photolumineszente Schicht wandelt die UV- Strahlung in weißes Licht um. LEDs bieten eine reine Nahfeldbeleuchtung, sie sind absolut erschütterungsunempfindlich und wandeln über 20% der elektrischen Energie in Licht um. Dieser hohe Wirkungsgrad wird jedoch dadurch beeinträchtigt, dass zur Strombegrenzung immer ein Vorwiderstand erforderlich ist, der zu Verlusten führt. Dieses Problem wird von der Industrie dadurch umgangen, dass zur Strombegrenzung bei manchen Lampen ein elektronischer Wandler eingesetzt wird, dadurch lassen sich enorm hohe Leuchtdauern pro Akku erreichen.

Langfristig einsetzbar bleiben auch Elektrolampen nur bei richtiger Wartung, die Akkus müssen bei langem Nichtgebrauch entfernt werden, da die Gefahr besteht, dass austretender Elektrolyt die Kontakte der Lampe beschädigt. Batteriefach und Lampenkopf sollten geöffnet werden, da geringe Mengen an Feuchtigkeit (die fast immer auch in wasserdichte Lampen irgendwann eindringen) zu Kontaktkorrosion führen; ein Hauch Kontaktspray, auf die elektrischen Teile aufgebracht ist auch sehr hilfreich.

Sicherheit und Höhlenschutz

Da eine Fehlfunktion bei keiner Lampe auszuschließen ist, muss jeder Teilnehmer an einer Höhlentour (aus. Schauhöhlen) über mindestens zwei voneinander unabhängige Lichtquellen verfügen. Karbidabfälle sind teilweise giftig und schädigen das Ökosystem Höhle und sind daher unbedingt wieder mitzunehmen und über den Restmüll zu entsorgen. In Höhlen mit durchwegs kleiner Raumhöhe ist eher dem Elektrolicht der Vorzug zu geben, der Entwickler stört ohnehin beim Schließen und funktioniert nicht zufriedenstellend, vor allem verursacht die Flamme aber Rußflecken an der Höhlendecke.

Fackeln und dergleichen kommen aufgrund der starken Rauchentwicklung keinesfalls in Frage. Häufig wurden auch schon Massen ausgebrannter Kerzen in Höhlen aufgefunden, Kerzen sind zwar romantisch, stellen aber keine taugliche Höhlenbeleuchtung dar.

Leere Akkus enthalten neben dem ätzenden Elektrolyten auch Schwermetalle, sie sind als Sondermüll zu behandeln oder dem Handel zurückzugeben, keinesfalls in Höhlen zu deponieren. Überhaupt sind aufladbare Nickel- Metallhydridakkus zu einer wesentlich sinnvolleren Lösung geworden, neben mittlerweile sehr guter Leistung sind sie längerfristig deutlich billiger und wesentlich umweltschonender.

Gurtzeug

Das Gurtzeug stellt das Bindeglied zwischen dem Höhlenforscher und seinen Geräten zur Schachtbefahrung dar. Im Höhlengebrauch wird ausschließlich eine Kombination aus Sitzgurt und separatem Brustgurt verwendet. Das Gurtzeug muss genügend belastbar sein, um im Falle eines Sturzes in eine Seilsicherung sehr hohe Zugkräfte aufzunehmen, es soll außerdem eng anliegen, um die Hubbewegung beim Aufstieg am Seil möglichst gut auszunützen. Klettergurte sollten für Höhlenbefahrungen nicht eingesetzt werden (siehe unten).

Der Sitzgurt

Der Sitzgurt wird aus breiten Kunstfaserbändern gefertigt und besteht im einfachsten Fall aus einer Schlaufe am Rücken und zwei Beinschlaufen, die über dafür vorgesehene Ösen mit dem Zentralschraubglied verbunden werden. Im Gegensatz zu Klettergurten liegt der Anseilpunkt (=Schwerpunkt) beim Speleogurt tiefer, um einen möglichst großen Hub beim Seilaufstieg zu erreichen, des Weiteren verfügt er über Verstärkungen an exponierten Stellen, um Beschädigungen des Gurtbandes in engen Passagen zu vermeiden. Es sind auch Modelle mit einem weiteren, übers Gesäß verlaufenden Band erhältlich, sie sind vor allem für tiefe Schächte sinnvoll, da sie langes Sitzen bequemer machen.



Standard-Speleo-Sitzgurt



Brustgurt in Y-Form



Brustgurt in Achterform

Der Brustgurt

Dient dazu, die Bruststeigklemme am Seil hochzuführen, des Weiteren um zu verhindern, dass eine Verunglückte, kopfüber hängende Person aus dem Sitzgurt rutschen kann, was jedoch ohnehin eher unwahrscheinlich ist. Da ihm sicherheitstechnisch weniger Bedeutung zukommt, reicht im einfachsten Fall ein Textilband mit Verstellmöglichkeit, welches über die Schultern läuft, am Rücken überkreuzt und durch die Bruststeigklemme geführt wird. Es wird eine Vielzahl von Brustgurten angeboten, die leicht verstellbar sind und überdies mit Materialschlaufen aufwarten können.

Der Aufhängungspunkt

Ein großes Halbrundsraubglied (auch als "Maillon" bezeichnet), aber kein Karabiner(!), dient als zentraler Verbindungspunkt aller Geräte und Selbstsicherungen mit dem Sitzgurt. Die Selbstsicherungen werden mittels Ankerstich direkt in das Zentralschraubglied eingebunden (keine zusätzlichen Karabiner). Die Lage der Bruststeigklemme im Verhältnis zum Schwerpunkt lässt sich an die jeweilige Anatomie sowie Gewohnheit anpassen, indem ein Karabiner zwischen Halbrundsraubglied und Bruststeigklemme aufgenommen wird. Dadurch erhöht sich der Fixpunkt, es muss weniger Kraft in den Händen aufgewandt werden, um sich am Seil aufzurichten, jedoch mit dem Nachteil, dass der nutzbare Hub etwas kleiner wird. Durch Probieren lässt sich die individuell günstigste Einstellung ermitteln.

Sicherheit

Die belasteten Teile des Gurtes sind regelmäßig auf Verschleiß zu überprüfen, Gurtbänder müssen frei von sichtbaren Abnutzungserscheinungen oder gar Rissen sein (auch an Teilen, die z. B. unter Textilaufdoppelungen versteckt sind, kontrollieren), Metallteile (Ösen, falls vorhanden) dürfen nicht verformt oder stark korrodiert sein. Sitzgurte verfügen über Verstellmöglichkeiten, die Bänder müssen in den Dreistegeschnallen zurückgefädelt werden! Das komplette Gurtzeug (samt allen Geräten) stellt prinzipiell persönliche Ausrüstung dar, jeder Teilnehmer einer Gruppe sollte sein eigenes Steigzeug verwenden.

Abseilgeräte und Steigzeug

Abseilgeräte

Abseilgeräte, die im Canyoning oder im alpinen Bereich eingesetzt werden, wie z. B. der Achter, sind für die Höhlenbefahrung kaum brauchbar, da sie dazu neigen, das Seil zu verdrillen und so an Umstiegstellen zum Krangeln führen. Des Weiteren bieten sie zu wenig Widerstand gegen Abrieb, der durch lehmige Seile verursacht wird.

Abseilgeräte dürfen nur mit einem Schraubkarabner ins zentrale Schraubglied eingehängt werden. Bei jedem Gerät ist die Bedienungsanleitung genau zu beachten.

Das einfachste Abseilgerät für Höhlengebrauch ist das *Petzl Simple* oder ähnliche Geräte von anderen Herstellern. Das Seil wird über zwei fest montierte Rollen geführt, wodurch die gewünschte Reibung entsteht. Diese Rollen lassen sich auch umgekehrt montieren, falls sie durch häufigen Gebrauch bereits eingeschliffen sind. Beim Einlegen des Seiles bleibt das Gerät am Gurt fixiert. Das Simple sollte nicht ohne zusätzlichen Bremskarabiner verwendet werden.

Das Gerät *Petzl Stop* ist eine Weiterentwicklung dieses Konzepts mit dem Unterschied, dass die untere Rolle nockenförmig ausgebildet, schwenkbar gelagert sowie mit einem Hebel versehen ist. Solange man diesen gedrückt hält, gibt die Rolle das Seil frei, die Abseilfahrt lässt sich mit der rechten Hand am freien Seil regulieren. Lässt man den Hebel los, so blockiert das Gerät, die Abseilfahrt kommt zum Stillstand. Dieses Gerät kann auch für sehr kurze Strecken zum Aufstieg am Seil benutzt werden: man stellt sich in die Steigschlinge und zieht das Seil durchs Gerät, beim Entlasten der Steigschlinge dient die Stop-Funktion als Rücklaufsperrung. Da die Rollen asymmetrisch sind, können sie im Gegensatz zum *Simple* nur einseitig verwendet werden. Eine Gefahr stellt beim Stop der sog. „Klammer-Effekt“ dar: In überraschenden Notsituationen (z.B. Steinschlag) drückt man instinktiv die Hände zu – dies kann beim Stop dazu führen, dass man mit beiden Händen den Hebel durchdrückt und ungebremst am Seil abfährt. Alternativ sind daher Abseilgeräte mit doppelter Stop-Funktion, z. B. **Indi** oder **Double Stop** erhältlich, sie blockieren mit losgelassenem aber auch mit ganz durchgedrücktem Hebel.

Unter einem **Rack** versteht sich ein Gerät, bei dem die Reibung über runde Metallstäbe erreicht wird, durch die das Seil läuft. Es besitzt keine Stop-Funktion. Vorteilhaft ist jedoch die sehr gleichmäßige und fein regulierbare Abseilgeschwindigkeit. Das Rack ist für lange Abseilstrecken zu empfehlen und kann auch am Doppelseil verwendet werden.

Sicherungsgeräte

Werden Abseilgeräte ohne Stop-Funktion eingesetzt, so empfiehlt sich der Einsatz eines zusätzlichen Sicherungsgerätes, welches mit der freien Hand am Seil mitgeführt wird. Einfachstenfalls wird dies mit einem **Shunt** oder eigens für solche Zwecke erhältlicher **Sicherungsgeräte** erreicht. Die Funktion ist dieselbe, wie bei Abseilgeräten mit Stop-Funktion: lässt man das Sicherungsgerät los, verhindert es eine unkontrollierte Abseilfahrt.



Abseilgerät *Petzl Stop* geöffnet mit eingelegtem Seil.



Die Umlenkung des Seils durch einen speziellen Bremskarabiner erzeugt zusätzliche Reibung.



Abseilgerät *Kong-Rack* mit eingelegtem Seil.

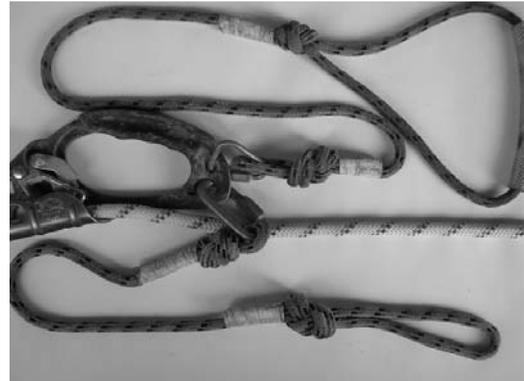
Steigzeug

Es dient in erster Linie dem Aufstieg am Seil, aber auch der Sicherung. Bei der bei uns gebräuchlichsten Steigmethode – der Frosch- oder Raupenmethode (MB A23) – sind zwei Steiggeräte erforderlich: die **Bruststeigklemme**, sie wird meist direkt im Zentralschraubglied des Sitzgurtes befestigt und die **Handsteigklemme**. Über diese wird mit Steigschlinge die Hubbewegung erreicht. Sie wird über eine Sicherungsleine ebenfalls im Zentralschraubglied eingebunden. Es gibt jedoch auch andere Methoden, bei denen z. B. mit zwei Handsteigklemmen gearbeitet wird (MB A23).

Außerdem ermöglichen Steigklemmen (im Notfall) den Abstieg auf einem belasteten Seil.



Bruststeigklemme (Croll) geöffnet, oben ist ein als Brustgurt dienendes Band erkennbar.



Handsteigklemme mit Sicherungsschlinge (wird im Zentralschraubglied eingebunden) und Steigschlinge

Die Klemmböcken der Steigklemmen verfügen über eine Verzahnung, um die Kraftübertragung aufs Seil zu ermöglichen. Eine Verriegelung schützt vor unbeabsichtigtem Öffnen der Klemme, Bohrungen im Gehäuse dienen dem Abführen von Verunreinigungen (Lehm, Eis,...), die sich in der Klemme anlagern.

Sonderformen von Steiggeräten

Der **Shunt**, der – wie schon erwähnt – auch als Sicherungsgerät dienen kann, lässt sich ebenso zum Aufstieg nutzen. Shunts greifen auch an stark verschmutzten oder gar vereisten Seilen.

Weiters bieten viele Hersteller **Notseilklemmen** an (z. B. Tibloc), die klein und sehr leicht sind, jedoch einen sehr guten Notersatz für alle Seilklemmen darstellen. Auch Rücklaufsperrern lassen sich hiermit aufbauen.

Fußsteigklemmen dienen dazu, den Aufstieg am Seil zu erleichtern, indem mit dem zweiten Fuß ebenfalls Arbeit verrichtet wird und das Seil durch die Bruststeigklemme gezogen wird. Sie besitzen jedoch keine Sicherung gegen unbeabsichtigtes Öffnen und sind daher rein zu diesem Zweck zu verwenden. Eine Fußsteigklemme lässt sich auch aus einer Handsteigklemme ohne Griff (z.B. Basic) oder Bruststeigklemme und Bändern selbst erstellen, dies hat weiters den Vorteil, dass eine vollwertige Ersatzklemme mitgeführt wird.

Neuerdings werden auch Steigklemmen, die aus der Kombination einer **Rolle** und einer **Klemmböcke** bestehen, als Ersatz für eine Bruststeigklemme angeboten, über deren Anwendung liegen jedoch zurzeit keine einheitlichen Erfahrungen vor.

Sollen schwere Lasten (Schleifsäcke) beim Aufstieg am Seil mitgeführt werden, so kann das Ende der Steigschlinge im Zentralschraubglied eingebunden und über eine Rolle an der Handsteigklemme geführt werden. Somit entsteht ein Flaschenzug, die pro Steigbewegung erreichte Hubhöhe halbiert sich zwar, der Kraftaufwand jedoch ebenfalls. Eine ähnliche Vorrichtung, welche die nötige Kraft (aber natürlich auch den erreichbaren Hub) um etwa ein Drittel reduziert, ist auch im Handel erhältlich (Petzl: Pompe)

Schleifsäcke

Dienen dem Transport von Hab und Gut des Höhlenforschers. Sie werden aus belastbaren Kunstfasergeweben angefertigt und meist zur Erhöhung der Verschleißfestigkeit sowie zum Abweisen von Wasser und Schmutz mit PVC beschichtet.

Die Auswahl des Schleifsackes

Unabhängig von Preis und Qualität des Fabrikates ist festzustellen, dass der Schleifsack den am härtesten beanspruchten Gegenstand der Ausrüstung darstellt. Trotz stabiler Materialien und noch so guter Verarbeitung handelt es sich beim Schleifsack um einen Verschleißgegenstand. Dies sei nur gesagt, um Enttäuschungen zu vermeiden, denn auch teure Spitzenprodukte können nach einigen härteren Touren ernste Schäden aufweisen.

Wichtig sind hingegen neben verstellbaren Trägern auch Griffe an möglichst vielen Seiten am Schleifsack, dies gehört jedoch ohnehin zur Standardausstattung bei ziemlich allen Fabrikaten.

Als Verschluss dient im Normalfall eine Schnur, die durch den Rand des Sackes gefädelt wird, mit deren Hilfe kann der Sack auch durch Engstellen gezogen oder am Gurt abgehängt werden. Manche Anbieter liefern Schleifsäcke mit sehr dünnen Schnüren aus, deren Verknotungen sich dann schwer lösen lassen bzw. bei starker Verschmutzung nicht mehr gut zu fassen sind. Solche Schnüre sollten tunlichst durch dickere ersetzt werden. Das Tragen schwerer Schleifsäcke am Rücken während Schachtbefahrungen ist nicht empfehlenswert, da dies den Schwerpunkt des Höhlenforschers hebt (Ausnahme: Steinschlaggefährdete Schächte). Zusätzliche Zugverschlüsse ermöglichen sogar die Befüllung des Sackes über seine eigentliche Höhe, sind jedoch ansonsten eher störend.

Große Schleifsäcke haben einen Vorteil: man kann viel einfüllen, aber auch den Nachteil, dass man viel einfüllt. Sie dann durch Engstellen zu quetschen, ist sehr anstrengend und zeitraubend, nicht selten ist Kameradenhilfe nötig. Daher gilt: "So groß als nötig, so klein wie möglich"

Sonderformen

Der Segen wasserdichter Transportsäcke ist aus der Canyoning-Branche über uns gekommen, hinsichtlich ihrer mechanischen Eigenschaften dürfte sich aber leider keine allzu lange Lebensdauer im Höhlengebrauch einstellen. Die Umkehrung der Innovationsfolge lässt sich ebenso zeigen: Säcke mit (ungewollten) Löchern sind in der Höhlenforschung seit Alters her bekannt, werden aber nun auch im Wassersport eingesetzt (mit gestanzten Löchern im Handel erhältlich) um einen schnellen Wiederaustritt des Wassers zu ermöglichen. Des einen Freud, des anderen Leid.

Um Dübelsetzausrüstung und weitere Hilfsmittel der Technik zu verstauen und am Gurt zu befestigen, werden eigene Dübelsetzertaschen sowie sehr kleine Schleifsäcke angeboten.



Bewährt haben sich Schleifsäcke mit folgenden Merkmalen:

- Griff am Boden
- Griff an der Seite, optional auch an beiden Seiten
- eine Schnur dient zum Verschließen sowie zum Anhängen (sie soll lang genug sein, damit der Sack beim Aufstieg am Seil nicht stört, wenn er unter dem Gurt hängt)
- optionaler zusätzlicher Zugverschluss (ist aber vor allem in lehmigen Höhlen nicht praktisch)

Merke: ein Karabiner zum Anhängen soll sich immer an der Schleifsackschnur befinden!



Seile

Je nach Aufbau und Verwendungszweck unterscheidet man zwischen dynamischen, halbstatistischen und statischen Seilen. Letztere kommen aber in der Höhlenforschung nicht zum Einsatz.

Dynamisches Seil (Bergseil, Kletterseil)

Dynamische Seile weisen allgemein eine **relativ hohe Gebrauchsdehnung** (in der Regel deutlich über 7 %) auf. Im Falle einer Sturzbelastung nimmt das Seil durch Dehnung einen Großteil der Sturzenergie auf. In Verbindung mit einer dynamischen Sicherungsmethode (z.B. HMS) bleiben die auf den Gestürzten bzw. auf die Sicherungskette wirkenden Kräfte in einem vertretbaren Ausmaß. Bei Kletterseilen unterscheidet man zwischen Einfach-, Halb- und Zwillingsseilen.

Wegen der hohen Gebrauchsdehnung ist der Einsatz von Dynamikseilen bei Schachtabstiegen unvorteilhaft, diese Seile dienen zum Sichern (z.B. Schlotklettern)

Speläoseil (Halbstatistisches Seil)

Charakteristisch sind eine geringe Gebrauchsdehnung von ca. 3 % und hohe Abriebfestigkeit. Die statische Reißfestigkeit (= Bruchlast des Seils ohne Knoten) hängt vor allem vom Durchmesser ab und liegt ca. zwischen 13,5 kN und 20 kN (Herstellerangaben beachten; 1 kN entsprechen rund 100 kg). Nach den neuen Normvorschriften muss der Hersteller auch die Haltekraft angeben (gibt an, ab welcher Kraft Schäden am Seil auftreten). In der Höhlenforschung kommen Seile mit Durchmessern von 9 – 12 mm zum Einsatz (Dünne Seile sind wegen des geringen Gewichts eher für die Forschung gefragt, dickere Seile wegen der größeren Robustheit und dem höheren Bedienungskomfort bei Dauereinbauten und geführten Touren). Wichtig ist außerdem, dass die Seile der CE-Norm entsprechen – keine Billigprodukte verwenden. Speläoseile dürfen bei Kletterstellen nicht zum Sichern benutzt werden!

Seilprüfung und -pflege

Bei Höhlenbefahrungen werden die Seile im Normalfall verschmutzt und durch den Einsatz von Steigklemmen und Abseilgeräten bzw. durch die Seilreibung am Fels werden sie zudem entsprechend stark beansprucht. Die regelmäßige Prüfung und Reinigung der Seile ist daher unerlässlich.

Vor jeder Verwendung ist das Seil einer Prüfung zu unterziehen. Dabei lässt man das Seil langsam durch die Finger gleiten und überprüft den Zustand des Seils. Folgende Kriterien sind dabei zu beachten:

- Zustand des Seilmantels: Ist der Mantel beschädigt oder gar aufgeplatzt, so muss das Seil an dieser Stelle zerschnitten werden (die Teilstücke sowie Seile mit nur geringfügig aufgerautem, „pelzigem“ Mantel können jedoch weiterhin eingesetzt werden)
- Ist der Durchmesser des Seiles gleichmäßig? Unregelmäßigkeiten im Seildurchmesser, Einschnürungen, Eindellungen etc. deuten auf Beschädigungen hin. In diesen Fällen muss das Seil ausrangiert werden.
- Knickt das Seil bei der Bildung von Schlingen an bestimmten Stellen, so weist dies auf Beschädigungen des Kerns hin. Auch in diesem Fall ist das Seil nicht mehr zu verwenden.
- Die Bruchlast von allen Seilen lässt durch normale Alterung, aber speziell durch Verschmutzung u. Ä. stark nach.

Im Zweifelsfall ist das Seil auszuschneiden!

Neue Seile sind entsprechend der Bedienungsanleitung vorzubehandeln (abrollen, einwässern). Ein verschmutztes Seil wird mit Wasser (nicht heiß) gereinigt, indem man es durch eine Seilbürste zieht. Anschließend sollte das Seil kräftig gespült werden. Bei der gesamten Seilreinigung kommen keinerlei Reinigungsmittel (Seifen, Waschmittel...) zum Einsatz. Zum Trocknen wird das Seil, vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt und nicht in unmittelbarer Nähe eines Heizgerätes, aufgehängt.

Das Seil ist allgemein vor Chemikalien (Batteriesäure, Karbidreste, Benzin...), unnötiger Einwirkung von Sonnenlicht und Wärme zu schützen. Durch richtige und regelmäßige Seilpflege lässt sich die Lebensdauer des Seils verlängern.

Laschen

Die Verwendung der richtigen Lasche ist entscheidend für einen guten Seileinbau, vor allem um das Seil vor Felskontakt zu bewahren. Es gibt zwei Hauptformen: *gebogene* Laschen und *gedrehte* Laschen.

Bei **gebogenen Laschen** [Abb. links] liegt der Karabiner mit einem Schenkel am Felsen an und hält so den Knoten von der Wand fern. Gebogene Laschen werden daher bei Einbauten an senkrechten Wänden verwendet [Abb.1], sie dürfen allerdings nicht so angebracht werden, dass bei Belastung eine Hebelwirkung entsteht [Abb.2].



gebogene Lasche

Im Gegensatz zu den gebogenen Laschen liegt der Karabiner bei **gedrehten Laschen** [Abb. rechts] parallel zur Wand, dafür entsteht durch die Form der Lasche weniger Hebelwirkung am Anker, weshalb diese Laschen auch an Überhängen verwendet werden [Abb.3]. Es muss stets darauf geachtet werden, dass weder der Knoten, noch das Seil am Felsen scheuert. Daher darf diese Laschenform nicht an senkrechten Wänden angebracht werden [Abb.4].



gedrehte Lasche

Tipp: auch mit gedrehten Laschen kann der Knoten von einer senkrechten Wand abgehalten werden, indem einfach ein zweiter Karabiner eingehängt wird [Abb.5].



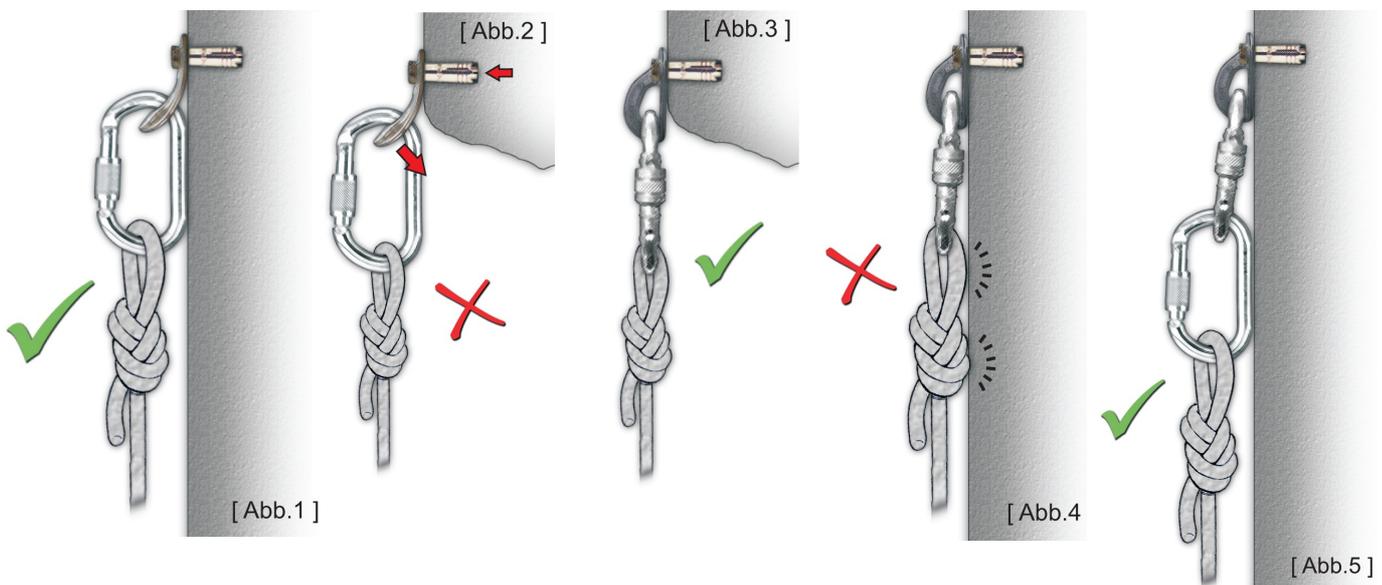
Clown

Neben gebogenen und gedrehten Laschen sind noch ein paar Sonderformen in Gebrauch: In einen **Clown** [Abb. links] wird das Seil direkt, ohne einen Karabiner eingebunden, muss aber vor dem Festschrauben eingelegt werden [Abb.6]. Clowns eignen sich auch für Deckeneinbauten.



[Abb.6]

Achtung: In Laschen dürfen Seile nicht direkt eingeknüpft werden, da durch die geringe Materialdicke eine hohe Kantenbelastung entsteht, die am Seil zu Beschädigungen bis hin zum Bruch führen kann. In Laschen werden daher nur Karabiner oder Schraubglieder eingehängt!



Klemmkeile, Felshaken und Cliffhanger

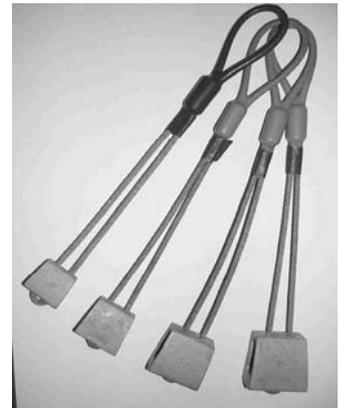
Verwendung

Klemmkeile, Felshaken und Ähnliches stellen Felsverankerungen dar, die sich in natürlichen Spalten und Rissen im Fels platzieren lassen. Da keine Bohrung erstellt werden muss, ist lediglich bescheidenes Werkzeug zum Setzen jener Befestigungen notwendig, Klemmkeile werden nur händisch in einem Spalt platziert, Haken werden mit dem Hammer eingeschlagen.

Achtung! Da keine berechenbare Haltekraft gegeben ist, dürfen alle derartigen Verankerungen lediglich von damit speziell ausgebildeten und erfahrenen Höhlenforschern verwendet werden. Klemmkeile halten zudem nur in eine Zugrichtung. Diese Hilfsmittel eignen sich vor allem als Sicherungsmittel bei Kletteraufstiegen, sind aber nur eingeschränkt als Abseilverankerungen in der Höhle nutzbar. Sie dürfen NIEMALS einzeln als Verankerung oder Sicherungspunkt verwendet werden!

Klemmkeile

Bestehen aus dem eigentlichen Keil, einem prismatischen Aluminiumteil, an dem eine Schlaufe aus Stahlseil oder steifer Reepschnur befestigt ist. Der Keil wird in höchst unterschiedlichen Formen gefertigt und besitzt verschiedene konvexe und/oder konkave Flächen, um in möglichst verschiedenen Positionen in einen Felsspalt eingelegt werden zu können. Die Kraftübertragung kommt überwiegend durch Formschluss zu Stande, der Keil muss so platziert werden, dass er durch die wirkende Zugkraft weiter in den Spalt hineingezogen wird. Klemmkeile sind in verschiedenen Größen erhältlich, die Auswahl des gerade passenden Keils und das richtige Einsetzen erfordern einige Übung und Probieren. Klemmkeile lassen sich nach der Verwendung auch wieder ausbauen, dies kann allerdings einige Mühe kosten. Ein Klemmkeilentferner erleichtert diese Arbeit. Kleine Klemmkeile (<1 cm) und flexible Klemm-Maschinen (Friends etc.) aus dem Klettersport sind in der Höhle aufgrund der meist unebenen und verschmutzten Felsoberfläche nicht geeignet.



Felshaken

Werden aus gehärtetem oder zähem Stahl gefertigt. Hartstahlhaken deformieren sich beim Einschlagen nicht wesentlich. Die Haltekraft ist auf reinen Kraftschluss zurückzuführen. Im Gegensatz dazu deformieren sich Haken aus zähem Stahl beim Einschlagen und passen sich der Felskontur an.

Da man im Höhleninneren nur selten ausreichend tiefe Risse im Gestein vorfindet, ist die Verwendung von Haken oft eher beschränkt. Das Entfernen von Haken geschieht mittels dosierter Hammerschläge abwechselnd von beiden Seiten, dies kann langwierig, manchmal sogar unmöglich sein. Das mehrmalige Aus- und Einschlagen von Felshaken an derselben Stelle zerstört üblicherweise die natürliche Felsstruktur, weshalb sich Haken generell nur für ein einmaliges Platzieren einer Verankerung eignen. Dauerhaft im Fels verankerte Haken können andererseits wieder an den Kontaktflächen zum Fels korrodieren, wodurch – durch Betrachtung des freiliegenden Teils nicht abschätzbar – die Haltekraft mit der Zeit verloren geht.



Cliffhanger bzw. Skyhook

Dabei handelt es sich um keine Verankerung im eigentlichen Sinn, sondern lediglich um einen Haken aus Stahlblech, der auf kleine bis kleinste Felsvorsprünge gehängt werden kann. Cliffhanger können als Kletterhilfe benützt werden oder um sich in Position zu halten, wenn man am Seil weit auspendelnd eine Verankerung setzen will.



Schachtbefahrung

Darunter ist grundsätzlich das Überwinden steiler bis senkrechter Höhlengänge zu verstehen, wobei von unterschiedlichen Hilfsmitteln Gebrauch gemacht werden kann:

Seilfreies Klettern, Klettern mit Halteseil

Viele kürzere Schachstrecken lassen sich, hinreichende Griff- und Trittmöglichkeiten vorausgesetzt, frei kletternd befahren. Das Anbringen eines zusätzlichen Halteseiles kann an solchen Stellen hilfreich sein. Da keine Steig- oder Abseilgeräte in ein Halteseil eingehängt werden, somit also nur Handkraft übertragen werden kann, müssen weder an die Verankerung noch an das Seil selbst die Festigkeitsanforderungen gestellt werden, die bei der Einseiltechnik gebräuchlich sind. Dies soll allerdings nicht heißen, dass die nötige Sorgfalt nicht auch beim Anbringen eines Halteseils walten sollte.

Fixe Leitern

Sind dann sinnvoll, wenn in einer Höhle lediglich kurze Schachtabstiege anzutreffen sind, die zwar nicht frei kletternd überwunden werden können, jedoch häufig befahren werden sollen. Werden entsprechende Abschnitte mit fest verankerten Leitern versehen, erübrigt sich oft die Mitnahme des Gurtzeuges.

Strickleitern (Drahtseilleitern)

Werden (wurden) vorzugsweise aus Stahlseil gefertigt, an dem in bestimmten Abständen Sprossen angebracht werden. Sie haben heute auf Grund mangelnder Sicherheit und erheblichen Gewichts hauptsächlich historische Bedeutung. In Ausnahmefällen sind Drahtseilleitern noch von Vorteil, um zum Beispiel kurze Schachtabschnitte für Personen überwindbar zu machen, die mit der Einseiltechnik nicht vertraut sind. Allerdings sollen derart kletternde Personen unbedingt gesichert werden (dynamisches Seil!), da unter anderem die verwendeten Stahlseile bei weitem häufiger brechen bzw. reißen, als man erwarten würde. Ein Gurt ist daher auch bei der Verwendung von Strickleitern Voraussetzung.

Einseiltechnik

Die Einseiltechnik (auch SRT von single rope technique) ist heute die Standardmethode zur Überwindung von Schächten. Der Abstieg erfolgt dabei an einem fest eingebauten Seil mit Hilfe eines Abseilgerätes, der Aufstieg mittels (mindestens zweier) Seilklemmen. Bei entsprechender Beherrschung der Technik und sorgfältigem Einbau des Seiles stellt die Einseiltechnik ein sehr sicheres und effizientes Werkzeug zur Befahrung senkrechter Höhlengänge dar. (siehe MB A21 bis A23)

Haftungsausschluss

Der Verband Österreichischer Höhlenforscher als Herausgeber sowie die Autoren haften nicht für Schäden an Personen oder Sachen, die durch fehlerhafte Anwendung oder Auffassung des in diesem Skriptum vermittelten Wissens entstehen. Die vorliegenden Speläo-Merkblätter verstehen sich als Leitfaden für höhlenkundliche Arbeit, sie geben lediglich nach dem derzeitigen Kenntnisstand bewährtes Wissen wieder. Die hier wiedergegebenen Ausführungen ersetzen weder adäquate Ausbildung durch erfahrene Personen, noch entsprechendes Training sowie das allmähliche Sammeln von Erfahrung. Maßgeblich für die Verwendung sicherheitsrelevanter Geräte ist die Bedienungsanleitung des Herstellers, sollten ihr auch Ausführungen in diesem Skriptum zuwiderlaufen. Die Herausgeber werden bemüht sein, zukünftige Erkenntnisse zu gegebener Zeit in die kommenden Lieferungen der Merkblätter mit einzubeziehen, im Gegensatz zu anderen Quellen kann das vorliegende Werk seiner Beschaffenheit nach jedoch nicht zu jeder Zeit aktuell gehalten werden. In sicherheitsrelevanten Aspekten ist daher die Beschäftigung mit einschlägiger Fachliteratur anzuraten. Höhlenbefahrung im Allgemeinen sowie Schachtbefahrung im Speziellen stellen auf Grund zahlreicher, oft schwer kalkulierbarer Risiken und widrigen Umgebungsbedingungen im Höhlenraum eine teils erhebliche Gefahr dar. Richtige Einschätzung der umgebenden Risiken sowie des eigenen Könnens sind zur Vermeidung von Unfällen unerlässlich! Lieber einmal zu früh umdrehen, als einmal zu spät.

Literatur

-  Alpine Caving Techniques (Georges Marbach/ Bernard Tourte).
-  Herstellerkataloge (detaillierte Ausführungen finden sich z.B. bei Petzl).
-  Sicherheit und Risiko in Fels und Eis (Pit Schubert, drei Bände, herausgegeben vom DAV).
-  Zeitschrift BergUndSteigen, herausgegeben vom DAV, Schweizer Alpen-Club und OeAV.

Seilknoten

Die Anwendungs- und Einsatzmöglichkeiten von Knoten sind sehr vielfältig – ob in der Seefahrt, im Bergsport oder in der Höhlenforschung. Dies zeigt sich auch an der großen Zahl verschiedener Knoten.

In diesem Merkblatt werden einige nützliche Knoten für die Höhlenforschung beschrieben, wobei die wichtigsten davon, **diese sind mit einem (!) gekennzeichnet**, blind beherrscht und regelmäßig geübt werden sollten. Dabei ist es besser, einige wenige Knoten sicher und in jeder Lage (z.B. Dunkelheit) zu können, als zwar viele zu kennen, diese aber nicht oder nur unzureichend zu beherrschen. **Ein falsch geknüpfter Knoten kann das Leben kosten!**

Allgemeine Hinweise zu Knoten

Alle Knoten haben die Eigenheit, die Belastbarkeit von Textilien (Seile, Reepschnüre, Bandschlingen ...) um etwa um 25 bis 45% herabzusetzen, da Seilfasern im Knoten besonders stark und ungleichmäßig durch Quetschung und Streckung belastet werden. Ein Seil, das bis zum Zerreißen belastet wird, reißt meistens im (oder dicht beim) Knoten, kaum an einer anderen Stelle. Bei manchen Knoten, z.B. beim Sackstich, ist diese Schwächung stärker ausgeprägt, als beispielsweise beim Achter oder Neuner, vorhanden ist sie jedoch auch hier. Wir rechnen der Einfachheit halber bei allen Knoten mit einer Bruchkraftabnahme des Materials von 50% – damit liegen wir immer auf der sicheren Seite.

Für alle Knoten gilt:

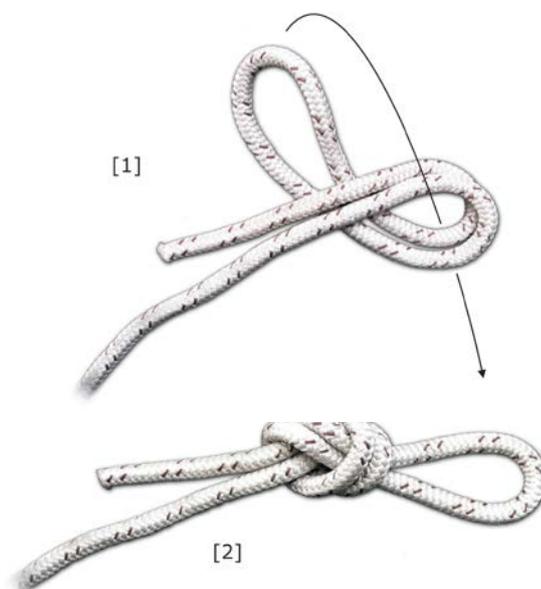
1. Die volle Belastbarkeit ist erst dann gegeben, wenn das freie Seilende lang genug ist, damit dieses bei starker Belastung des Knotens nicht durchrutschen kann. Ein Überstand von etwa dem zehnfachen des Seildurchmessers (also meist etwa 10 cm) sollte nicht unterschritten werden.
2. Die Schlaufe des Knotens sollte nicht zu lang geraten, dies ist besonders an Umstiegstellen hinderlich, sie soll aber groß genug sein, um ggf. das Einhängen der Selbstsicherung zu ermöglichen.
3. Alle Knoten müssen gut festgezogen werden, und zwar durch Ziehen an allen Enden des Knotens, im Falle des Achters also an allen vier aus dem Knoten laufenden Seilsträngen.
4. Knoten lassen sich leichter lösen, wenn sie vor der Belastung auch sorgfältig gelegt und ausgerichtet werden. Bei einem ordentlich gelegten Knoten ist außerdem die Seilchwächung (Bruchkraftabnahme) geringer und damit die Sicherheit höher!

Die wichtigsten Knoten (!) (must know)

Hinweis: Wie eingangs bereits erwähnt, sollten die nun folgenden Knoten von allen Personen (AnfängerInnen bis Profis), die in Vertikalhöhlen unterwegs sind, blind beherrscht werden!

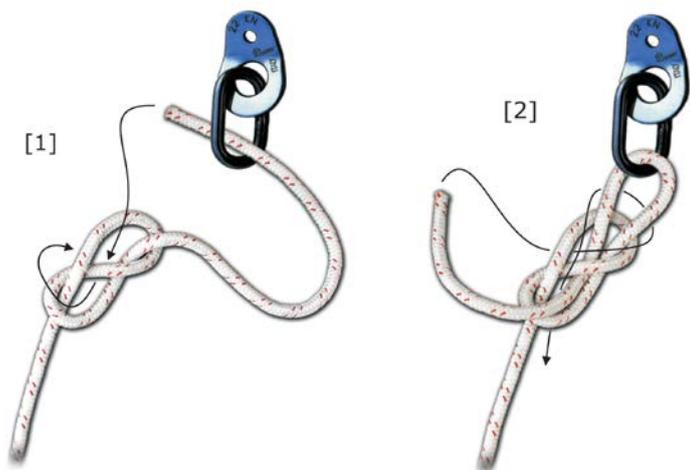
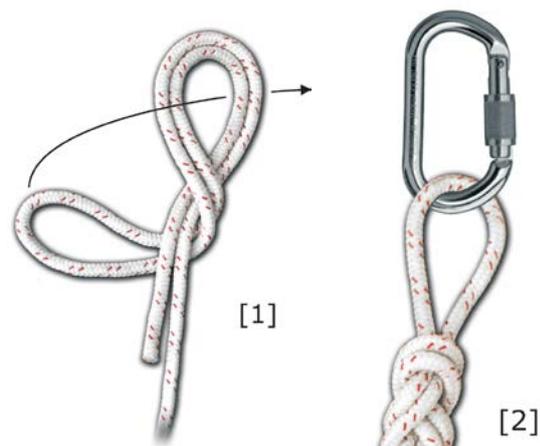
Sackstich (!) [e:] overhand knot

Verwendung: für Schleifsackleinen, Materialschnüre und Ähnliches. Der Sackstich kann auch als Endknoten in Seilen verwendet werden. Prinzipiell stellt der Sackstich auch einen sicheren und zulässigen Knoten für Seilbefestigungen und Seilverlängerungen dar. Er hat allerdings den Nachteil, dass er sich nach Belastung schwerer lösen lässt, als z.B. der Achter, und die Reißfestigkeit des Seiles stärker vermindert als dieser.



Achterknoten (doppelter) (!!) [e:] figure of eight loop

Verwendung: der Standardknoten in der Höhlenforschung zur Seilbefestigung. Er ist leicht zu knüpfen, vielseitig anwendbar und hat die Eigenheit, sich auch nach Belastung wieder einigermaßen leicht lösen zu lassen. Der Achterknoten kann als „Ersatz“ für die meisten anderen Knoten verwendet werden, sollten diese nicht beherrscht werden (nicht aber in Bandschlingen). Die Vorgangsweise zum Knüpfen eines Achters ist die gleiche wie beim Sackstich, nur wird die Schlaufe wie in Abb. [1] eine volle Umdrehung um das Seil geführt. Der korrekte Sitz des Achterknotens ist durch seine einzigartige Form leicht überprüfbar und daher ist dieser Knoten auch für AnfängerInnen sehr zu empfehlen.



Gesteckter Achterknoten (!)

Soll ein doppelter Achterknoten an einem sich nicht zu öffnenden Objekt befestigt werden (z.B.: Stahlring, Sanduhr, Schlinge eines anderen Knoten), so wird zuerst ein einfacher Achterknoten geknüpft (mit ausreichend Abstand zum Seilende), dann das Seilende durch die Befestigung gefädelt und dieses anschließend durch den Knoten zurückgeführt. Dabei wird dem Seilverlauf des ersten Achterknotens gefolgt, das Endresultat ist ident mit einem doppelten Achterknoten.

(Doppelter) Achterknoten als Seilverlängerung (!)

Bei dieser Methode wird in das zu verlängernde Seil ein doppelter Achterknoten geknüpft, das zweite Seil wird nun, beginnend beim Austritt der Schlaufe aus dem Knoten durch diesen vollständig zurückgefädelt. Die Schlaufe dient zum Einhängen der Selbstsicherung beim Übersteigen des Knotens. Nicht vergessen, am anderen Ende des neuen Seiles einen Endknoten zu knüpfen!

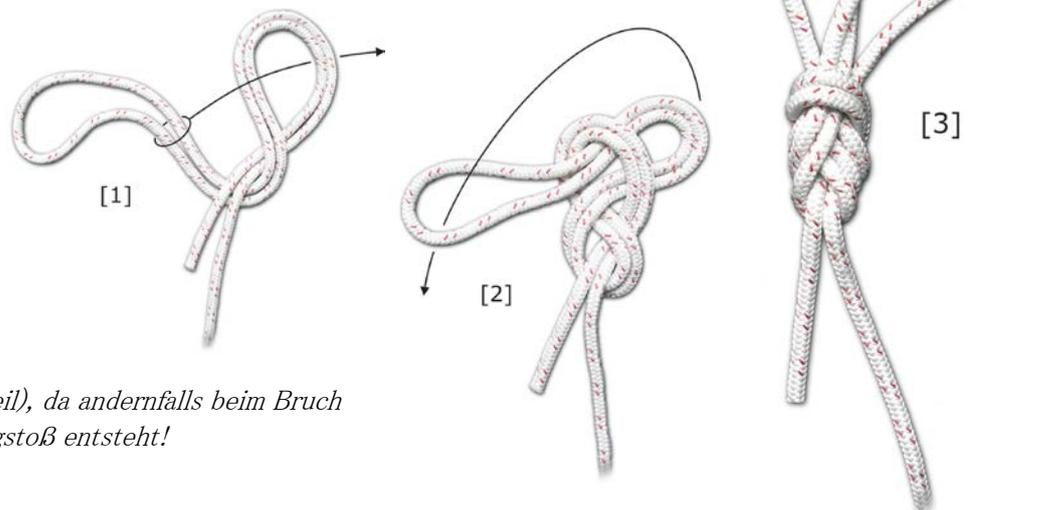


Rettersitzknoten (!) [e:] *double figure-8 on a bight*
auch: Hasenohrenknoten, Ypsilon, Mickey

Verwendung: zur Seilbefestigung (Ausgleichsverankerung) an doppelten Verankerungen. Zur Not auch als Ersatzhüftgurt zu verwenden (daher der Name). Der Rettersitzknoten wird wie der doppelte Achterknoten geknüpft, nur dass die Schlaufe nicht ganz durch das Auge gezogen, sondern wie in den Abbildungen über den ganzen Knoten gestülpt wird. Die Länge der beiden daraus resultierenden Schlaufen ist so zu wählen, dass die Last gleichmäßig auf beide Anker verteilt wird.

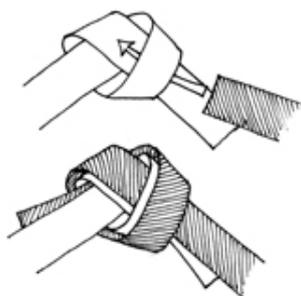
Hinweis zur Befahrungstechnik:

Beim Einhängen der Selbstsicherung an diesem Knoten muss diese immer durch beide Schlaufen eingehängt werden (Siehe dazu Merkblatt A23 Abseilen und Aufsteigen am Einfachseil), da andernfalls beim Bruch eines Ankers ein hoher Fangstoß entsteht!



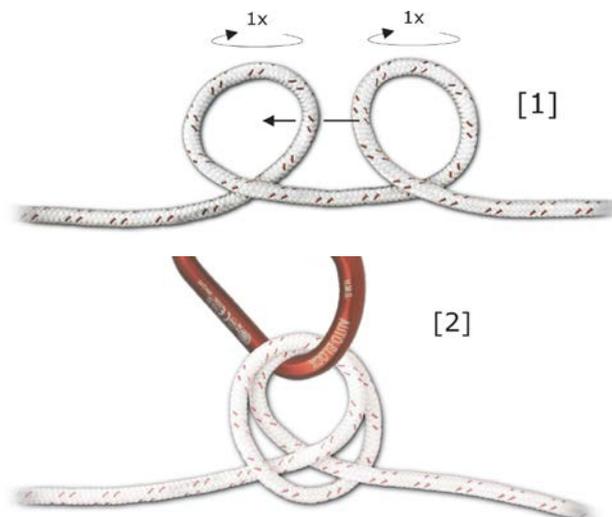
Bandschlingenknoten (!) [e:] *tape knot*

Dies ist der einzige Knoten, der zum Verbinden von Bandschlingen eingesetzt werden darf. In ein Ende des Bandes wird ein einfacher Sackstich geknüpft, das andere Ende wird durch diesen in entgegen gesetzter Richtung zurückgefädelt. Dieser Knoten ist so zu installieren, dass er nirgendwo anliegt (Karabiner, Felskante, Tropfstein etc.!) Dies könnte dazu führen, dass sich der Bandschlingenknoten durch Bewegungen lockert und unter Belastung öffnet. Auch hier ist auf genügend Überstand der Enden zu achten (diese ev. mit einem weiteren Sackstich abbinden). Abschließend den Knoten an allen Strängen gut festziehen! Sofern einsetzbar/verfügbar sind fertig vernähte Bandschlingen den auf diese Weise geknoteten vorzuziehen.



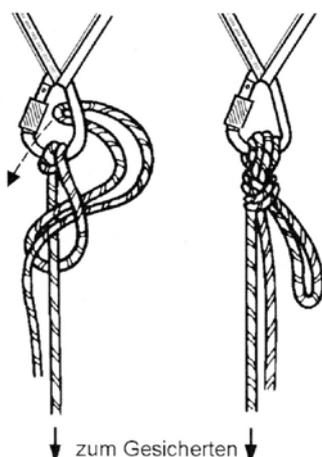
Mastwurf (!) [e:] *clove hitch*

Verwendung: für Zwischenverankerungen in Quergängen. Dieser Knoten besitzt den Vorteil, dass er sich leicht lockern lässt, das Seil kann dann in beliebiger Richtung nachgezogen werden. Zum Knüpfen eines Mastwurfes wird das Seil an zwei Stellen um eine halbe Umdrehung (beide Male in gleicher Richtung) eingedreht, die so entstehenden Schlaufen werden übereinander gelegt und eingehängt. Der Mastwurf darf sich jedoch nicht mit offenem Ende am Anfang eines Seiles befinden. Hier ist z.B. der *Schmetterlingsknoten* oder der *Achterknoten* zu verwenden.

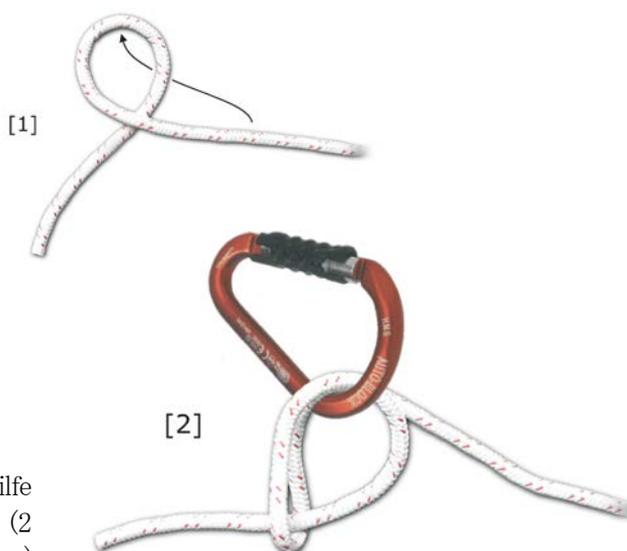


Halbmastwurf (!) [e:] munter hitch

Verwendung: zum provisorischen Abseilen, zum Sichern beim Klettern, sowie für alle Seilbefestigungen, welche sich unter Belastung öffnen lassen sollen, um das belastete Seil kontrolliert nachlassen zu können. Da der Knoten, um sich umlegen zu können (Nachlassen oder Spannen), einigen Platz benötigt, eignen sich hierzu breite, birnenförmige Karabiner (HMS), notfalls kann aber auch mit anderen (Oval-) Karabinern gearbeitet werden. Dass der Knoten richtig geknüpft ist, lässt sich leicht an diesem „Umspringen“ bei sich ändernder Belastungsrichtung erkennen.



Der Halbmastwurf kann mit Hilfe des so genannten **Wasserklanges** (2 Abb. links) abgebunden (fixiert) werden. Dies kann auch unter Belastung geschehen. Dabei wird der Knoten nahe am Karabiner fest mit der Hand umschlossen, um ihn abzuklemmen. Mit der zweiten Hand wird dann der Wasserklang wie in der linken Abb. geknüpft. Als Abschluss wird der Wasserklang mit einer Breze (Sackstich) um ein- und auslaufendes Seil gesichert (rechte Abb.). Es ist besonders darauf zu achten, niemals einen Finger oder die Hand in/durch eine der Schlaufen zu stecken um Verletzungen bei einem plötzlichen Rutschen oder Zusammenziehen des Knotens zu vermeiden! Wird der Wasserklang unter Belastung wieder gelöst, muss eine Hand stets das Bremsseil umfassen!

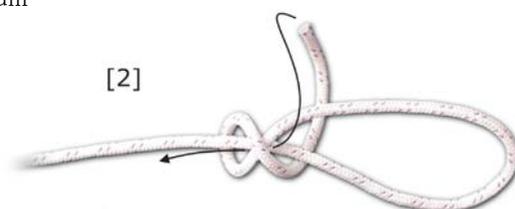
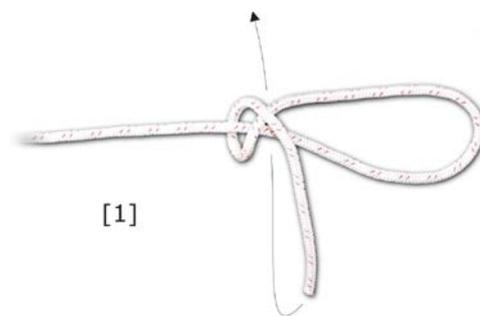


Weitere Knoten (nice to know)

Hinweis: Die ab hier vorgestellten Knoten sind für einige Anwendungen ebenfalls oder unter Umständen sogar besser geeignet als die „wichtigsten Knoten“ und können von fortgeschrittenen HöhlenforscherInnen als Ergänzung zu den „Standardknoten“ angewandt werden, sofern sie wie diese perfekt beherrscht werden!

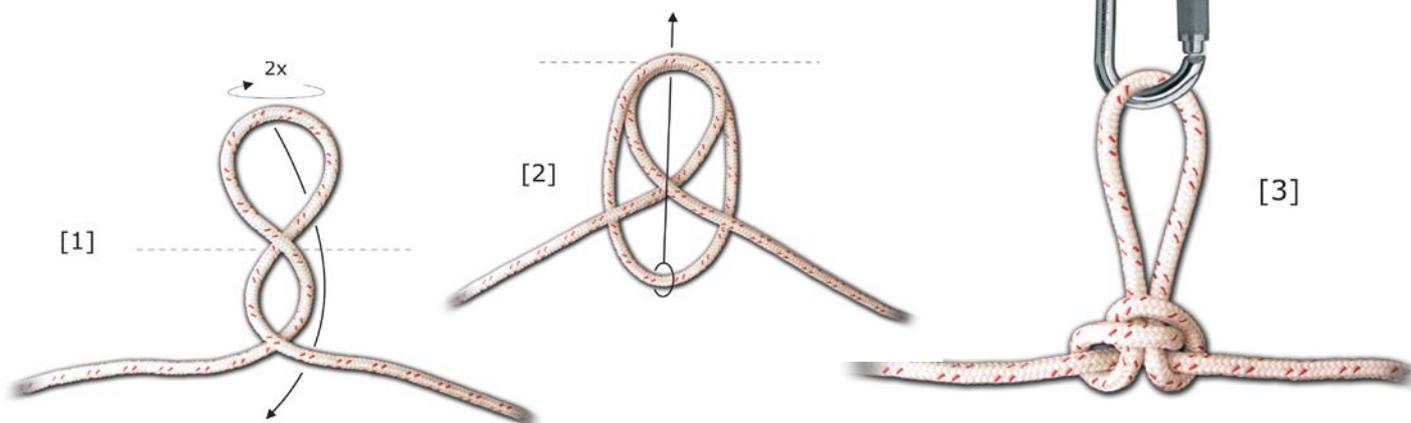
Doppelter Überhandknoten mit Schlaufe [f:] demi pêcheur double

Verwendung: zum Verbinden der Sicherungsleine mit dem Karabiner der Selbstsicherung. Der Knoten erwies sich in Untersuchungen als äußerst bruchfest und hat den Vorteil sich festzuziehen, wodurch ein Verrutschen am Karabiner verhindert wird. Weitere Verwendung: Wird der Doppelte Überhandknoten ohne Schlaufe, dafür um das Ende eines anderen Seiles geknüpft und in dieses ebenfalls ein solcher Knoten um das erste Seil gelegt, spricht man von einem *Doppelten Spierenstich* (ohne Abb.). Dieser eignet sich zum Verbinden zweier Seile, hat aber den Nachteil, dass er keine Schlaufe zum Einhängen der Selbstsicherung bietet.



Schmetterlingsknoten *[e:] alpine butterfly*

Verwendung: für Zwischenverankerungen in Quergängen. Der Vorteil gegenüber dem Mastwurf ist, dass der Knoten eine Schlaufe zum Einhängen der Selbstsicherung hat, was aber in Quergängen nicht wirklich benötigt wird. Der Schmetterlingsknoten bietet für Quergänge weiters den Vorteil, dass man mit ihm unterschiedlich lange Weichen herstellen kann – also wenn die Verankerungen in sehr unterschiedlicher Höhe sind, kann man dennoch ein "eben" verlaufendes Quergangsseil spannen, wobei das Seil beiderseits gerade aus dem Knoten läuft. Der größte Nachteil des Schmetterlingsknotens ist, dass er sich nach starker Belastung nur sehr schwer wieder öffnen lässt.



Neuner *[e:] figure of nine (ohne Abbildung)*

Verwendung: Der Neuner ist vor allem bei dünnen Seilen (<9 mm) statt dem Achterknoten ratsam. Er wird wie der Achterknoten geknüpft, nur wird die Schlaufe ein weiteres halbes Mal ums Seil geschlagen. Er kann etwas leichter gelöst werden als der Achter und ist etwas belastbarer.

Quellen:

Larcher, Michael & Zak, Heinz (2006): *Seiltechnik* (1.+2. Auflage)

Marbach, Georges & Tourte, Bernard (2002): *Alpine Caving Techniques*. Speleo Projects.

Petzl (2009): www.petzl.com

Schubert, Pit (2006,2008): *Sicherheit und Risiko in Fels und Eis* (Band I - III). Bergverlag Rother.

Schubert, Pit (2009): Korrespondenz per email.

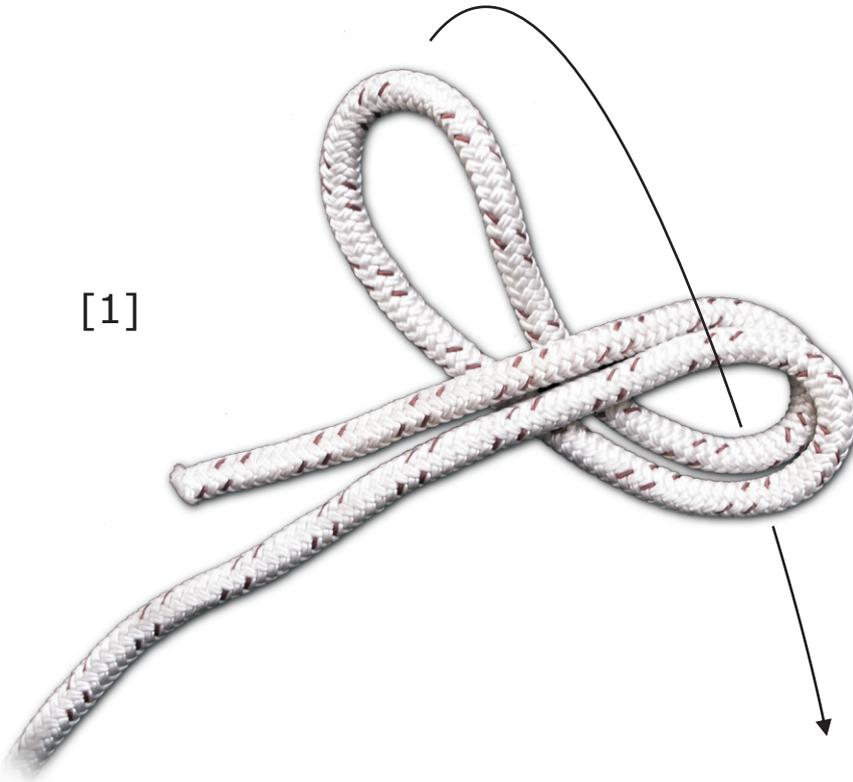
Shepherd, Nigel (2001): *The complete guide to rope techniques*. Constable - London.

Speldok 12: *Höhlenführerskriptum*. Verband Österreichischer Höhlenforscher.

Sackstich

overhand knot [e]

[1]

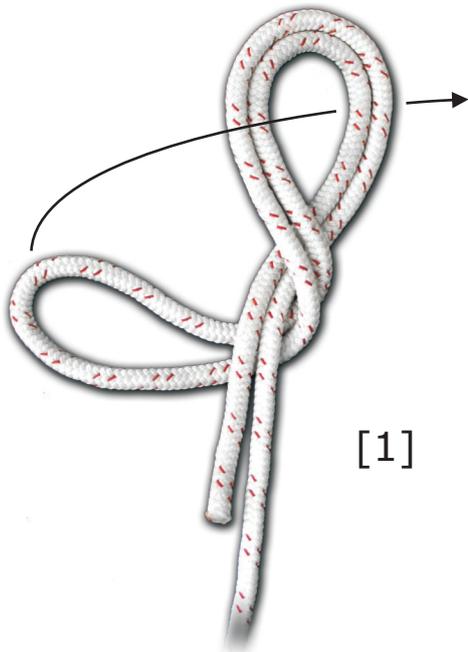


[2]



Doppelter Achterknoten

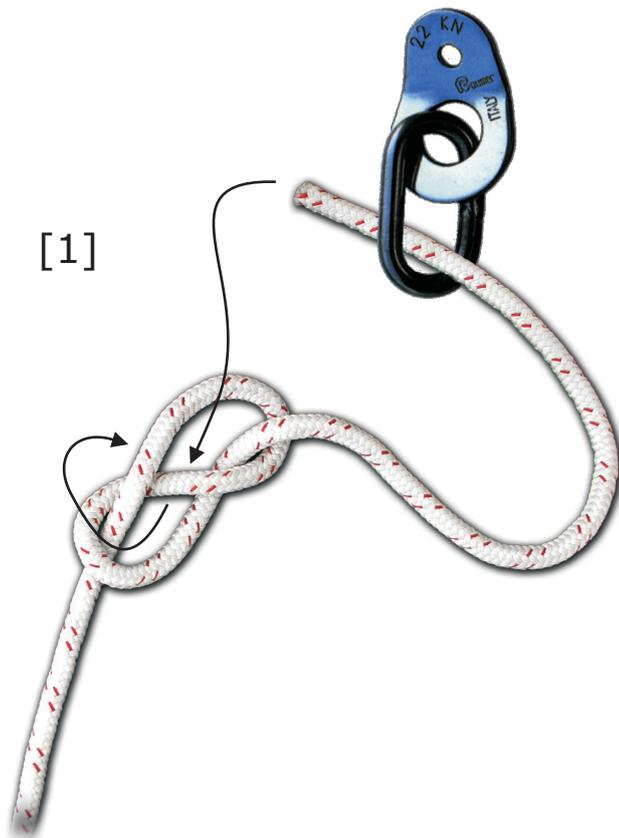
Double Figure of Eight [e]



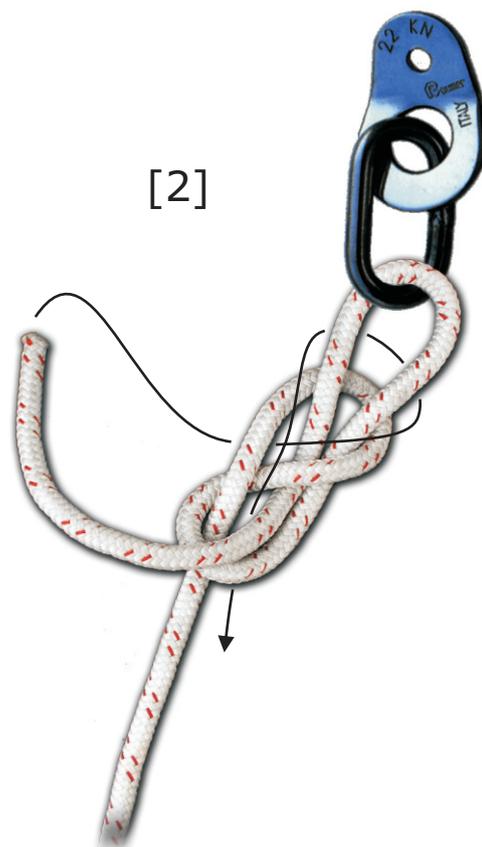
[2]



Gesteckter Doppelter Achterknoten:



[2]



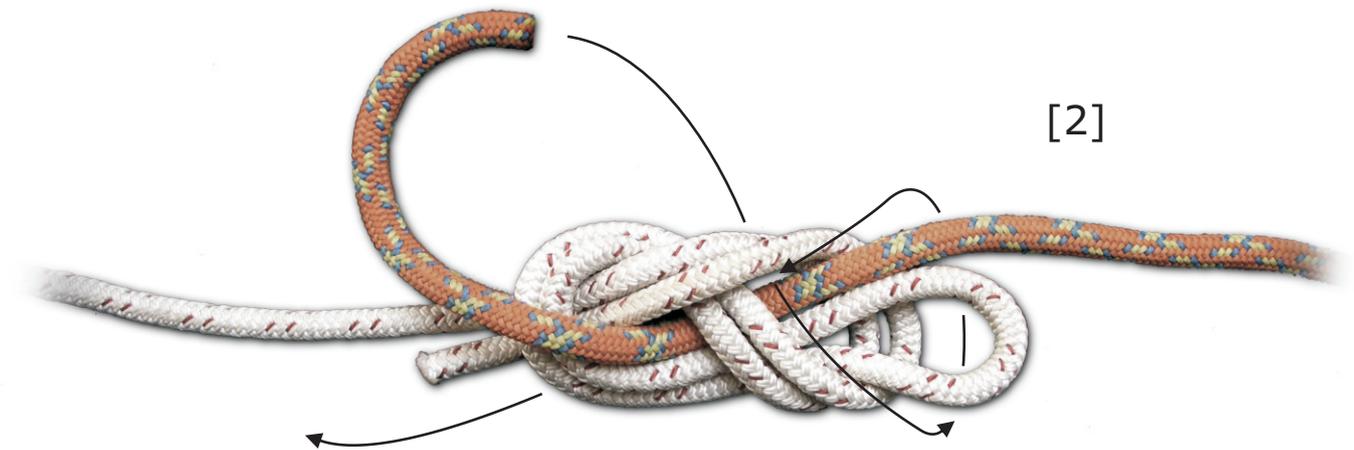
Doppelter Achterknoten als Seilverlängerung

[1]

zu verlängerndes Seilende



[2]



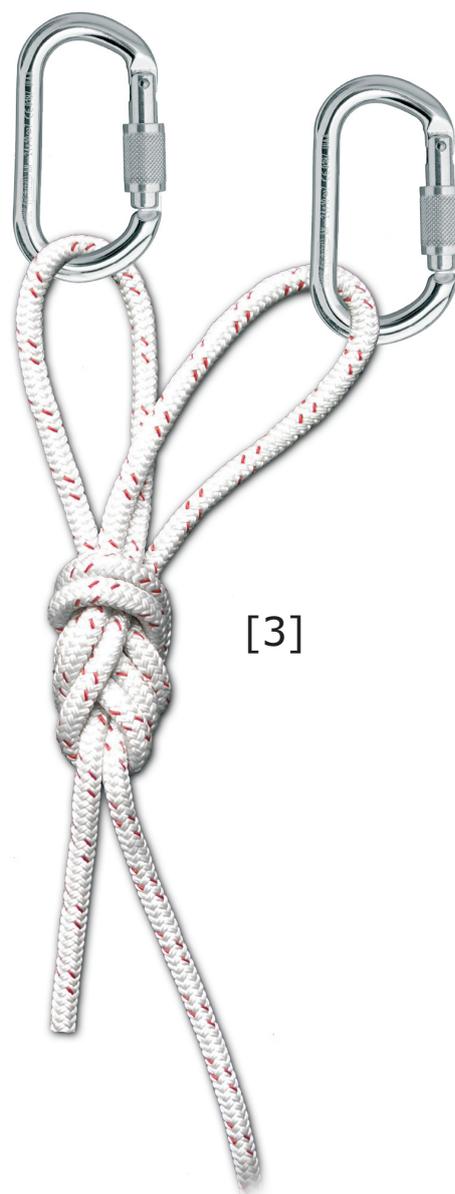
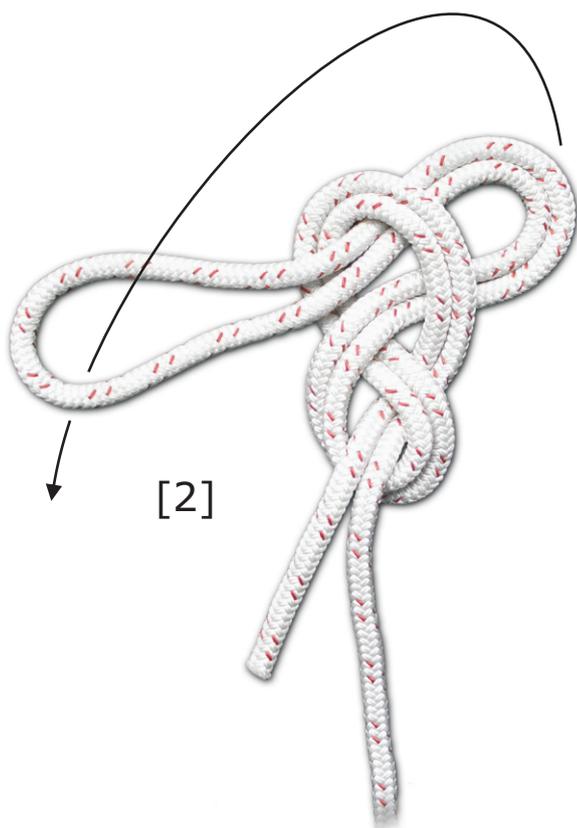
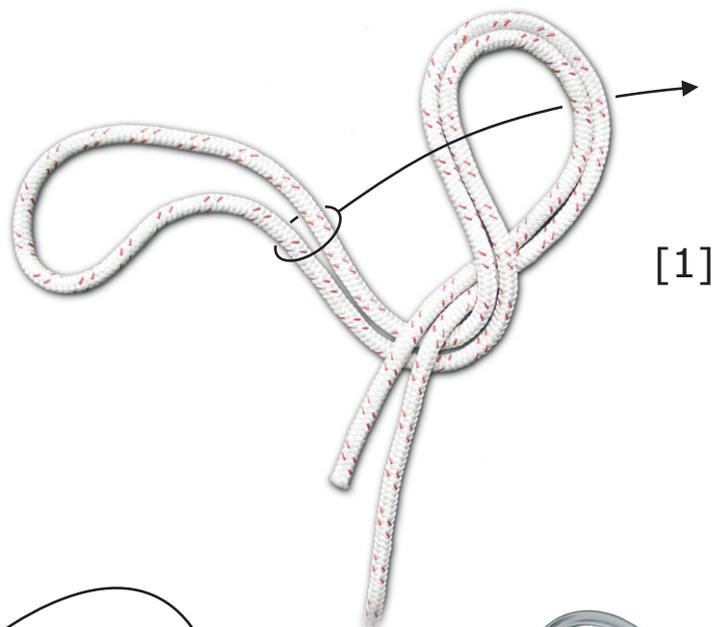
[3]



Schleife zum Einhängen
der Selbstsicherung

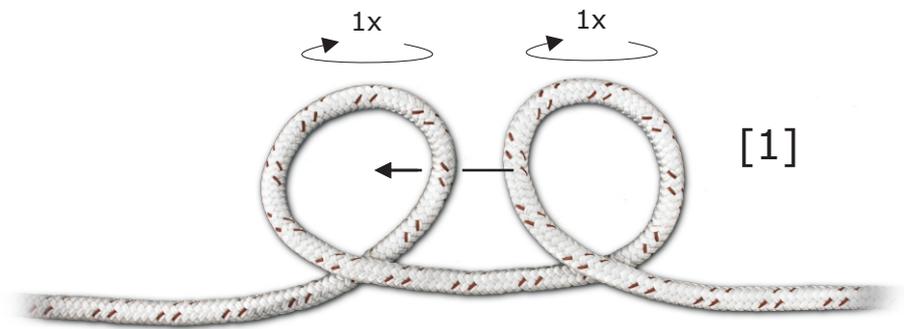
Rettersitzknoten

auch: Hasenohrenknoten ,Ypsilon ,Mickey
Double figure-8 on a bight [e]



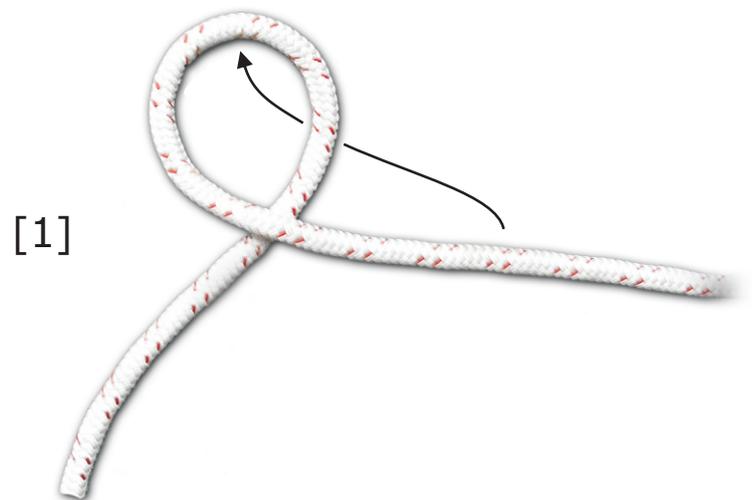
Mastwurf

Clove Hitch [e]



Halbmastwurf

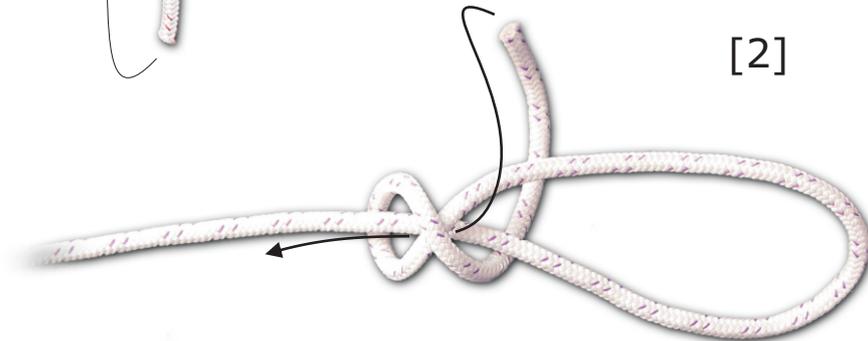
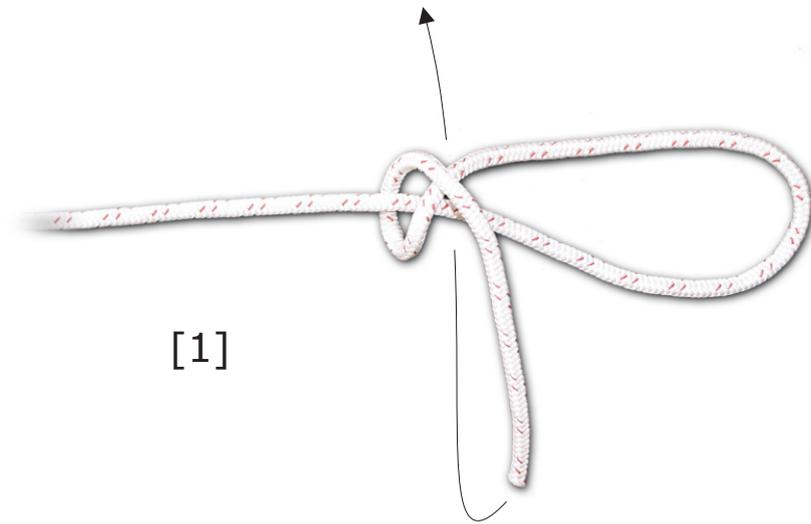
auch: HMS-Knoten
Munter Hitch [e]



Doppelter Überhandknoten mit Schlaufe

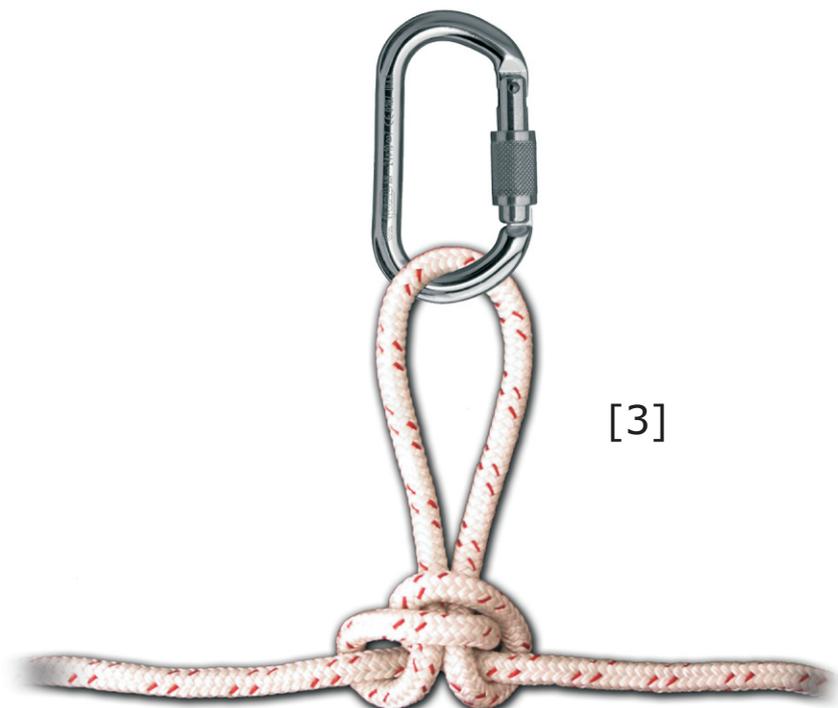
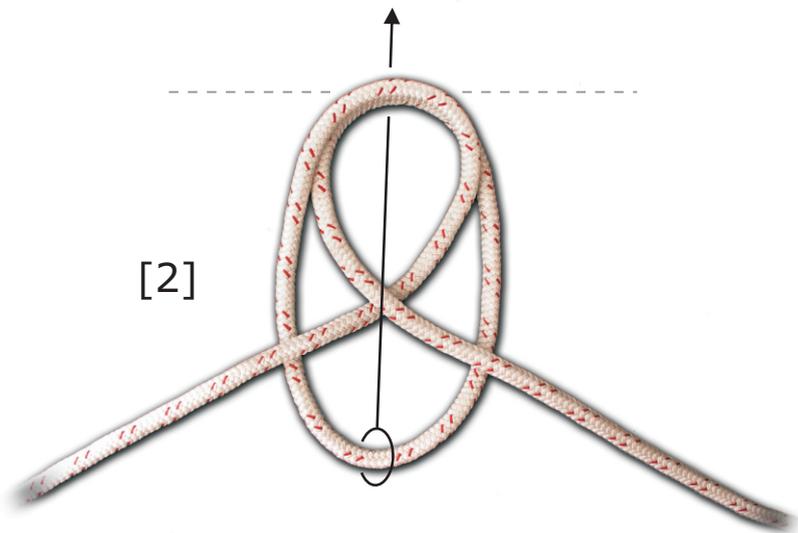
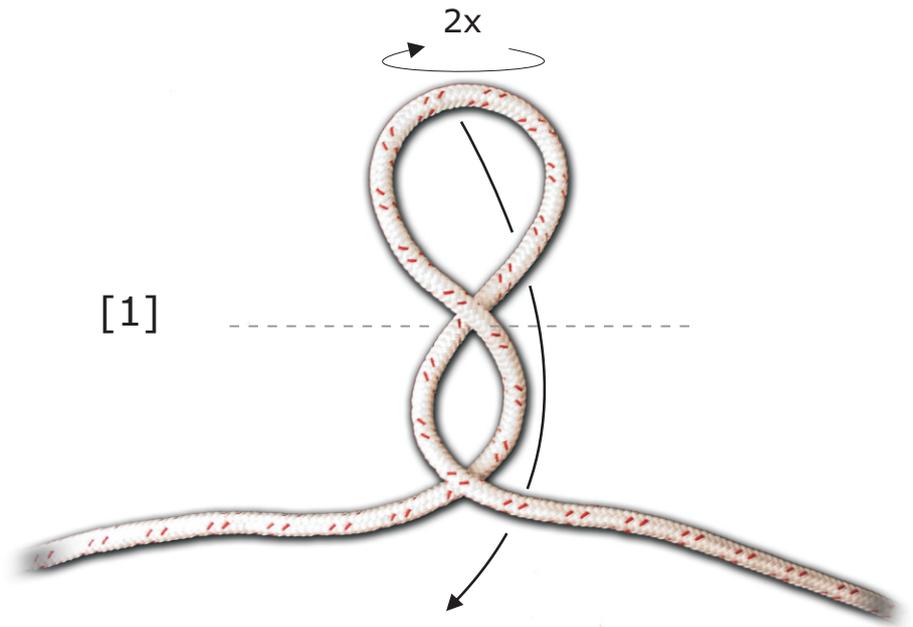
double fisherman's knot [e] demi pêcheur double [f]

zum Verbinden der Selbstsicherung mit dem Karabiner



Schmetterlingsknoten

Alpine Butterfly [e]



Seilbefestigung - Schachteinbau

Gleich zu Beginn sei erwähnt, dass zum sicheren Seileinbau in Vertikalhöhlen größte Sorgfalt, Umsicht und Erfahrung nötig ist. Immerhin hängt außer dem eigenen Leben, auch das Leben sämtlicher, diese Einbauten benutzenden Personen davon ab. In diesem Merkblatt werden die zur Zeit gängigsten Methoden und Techniken des Seileinbaus beschrieben, dennoch stellt es lediglich einen Lernbehelf dar! Denn Seileinbau muss unbedingt in einer fundierten, sowohl praktischen als auch theoretischen Ausbildung erlernt und geübt werden!

Allgemeine Überlegungen zum Einbau von Vertikalhöhlen

Höhlenschutz

Mit dem Einbau einer unerforschten Schachthöhle machen wir dieses seit vielleicht Millionen von Jahren unberührte Neuland schließlich für den Menschen zugänglich. Unsere Einbauten legen den Weg fest, den Menschen in Zukunft durch die Höhle nehmen werden. Dieser „Fußabdruck“ wird nicht nur uns selbst, sondern vielleicht auch unsere Art um Jahrtausende überdauern. Es erscheint daher angebracht, die Seilführung mit größtmöglicher Rücksicht auf die Erhaltung des ursprünglichen Zustandes der Höhle vorzunehmen. Hier einige Anhaltspunkte dazu:

Sofern im Rahmen einer sicheren Befahrung vertretbar, sollte sensiblen Formationen wie z.B. Tropfsteinen, Sinterbildungen und Ähnlichem bestmöglich ausgewichen werden.

Verankerungen sollten so angebracht werden, dass sie später nicht durch weitere ergänzt oder ersetzt werden müssen. In optisch besonders sensiblen Höhlen (z.B. in Schauhöhlen) sind Anker möglichst außer Sichtweite und mit der Option, diese später im Gestein versenken zu können, anzubringen (z.B. tiefes Bohrloch bei HST-Ankern).

Ist eine Zerstörung von Höhleninhalten aus befahrungstechnischen Gründen notwendig (z.B. Abschlagen von Sinter in Engstellen), so ist diese auf ein Minimum zu begrenzen beziehungsweise ist, in besonders schützenswerten Höhlen, von einer weiteren Befahrung unter Umständen gänzlich abzusehen.



Höhlen Vermessen und das Privileg der Erstbefahrung

Da Schachteinbauten in der Regel in noch unbekanntem Höhlen oder Schächten vorgenommen werden, hier ein kurzer Hinweis zur Höhlendokumentation. Diese ist in erster Linie wichtig, um die Dimensionen (Länge, Tiefe etc.) einer neuen Höhle überhaupt exakt erfassen zu können und andere Menschen bzw. HöhlenforscherInnen an dieser Entdeckung teilhaben zu lassen. Die Dokumentation dient außerdem als Grundlage für weitere Forschungen, den Höhlenschutz und für eventuell weiterführende, wissenschaftliche Untersuchungen. Daher werden auch nur vermessene Höhlen in den Kataster aufgenommen.

Eine unbekannte Höhle oder einen unbekanntem Schacht als erste Person befahren und erforschen zu können, zählt zweifellos zu den aufregendsten, schönsten und intensivsten Aspekten der Höhlenforschung. Dieses Privileg beinhaltet daher auch die Pflicht, dieses Neuland zu vermessen und zu dokumentieren. Sind die ErforscherInnen dazu nicht selbst in der Lage, ist es ihre Aufgabe, eine Vermessung durch qualifizierte Personen zu organisieren.

Es gilt daher: keine Befahrung und kein Einbau einer unbekanntem Höhle ohne eine Vermessung und Dokumentation derselben!

Anleitungen zur Vermessung von Höhlen finden sich in den Merkblättern B20 bis B71.

Richtlinien und Grundsätze beim Seileinbau - Was ist alles zu beachten?

- **Die Position der Verankerung:** dieser kommt beim Schachteinbau größte Bedeutung zu! Mit der Positionierung der Verankerung entscheiden sich fast alle weiteren Faktoren (siehe unten). Daher gilt: erst denken, dann handeln! Der Schacht wird zuerst im Geist eingebaut, wobei versucht werden soll möglichst viele beeinflussbare Faktoren zu beachten, dazu gehört vor allem der weitere Seilverlauf. Erst dann wird der Hammer ausgepackt.
- **Das Seil darf nicht am Fels aufliegen!** Ansonsten entstehen durch die Bewegung des Seiles (z.B. Schwingungen beim Aufsteigen) starke Reibungskräfte, die das Seil beschädigen und sehr schnell bis zum Bruch führen können. Der Ort der Verankerung und die Seilführung müssen daher stets so gewählt werden, dass das Seil und der Knoten (auch während der Befahrung und wenn möglich auch beim Versagen eines Ankers) keinerlei Felskontakt haben. Dies geschieht durch kluge Positionierung der Verankerung, sowie durch das Anbringen von Umlenkungen (Deviateuren) oder Umstiegstellen. Zur Not kann auch ein Seilschoner Abhilfe schaffen (z.B. beim Höhleneinstieg).



Umstiegstellen sind einfache oder doppelte Verankerungen, in die das Seil eingeknotet wird. Sie müssen doppelt ausgeführt sein, wenn der Bruch eines Ankers einen hohen Sturzfaktor oder einen gefährlichen Pendler zur Folge hätte. Bei **Umlenkungen** (Deviationen) läuft das Seil nur durch einen Karabiner und wird dadurch abgelenkt. Beträgt dieser Winkel mehr als 45°, muss auch eine Umlenkung doppelt verankert werden! → siehe Anhang 1 „Schema Schachteinbau“.

- **Schachteinbauten müssen redundant sein!** Es muss stets gewährleistet sein, dass beim Ausfall (Bruch) einer Komponente (z.B. eines Ankers oder Karabiners) kein Totalausfall der Sicherungskette (und in Folge des eigenen Lebens) eintritt. Konkret bedeutet dies Folgendes: Hauptverankerungen müssen ausnahmslos doppelt, d.h. voneinander unabhängig tragend ausgeführt werden! Das gilt auch für Zwischenverankerungen, wenn beim Bruch des Ankers ein gefährlicher Pendler oder eine zu hohe Seilbelastung (Sturzfaktor, Kantenbelastung, etc.) entstehen würden. → siehe Anhang 1 „Schema Schachteinbau“.
- **Gefahrenzonen ausweichen!** Alle Einbauten sind so vorzunehmen, dass vorhandenen oder möglichen Gefahren (z.B. Steinschlag, Eis, Wasser, etc.) bestmöglich ausgewichen wird. Daher, wann immer möglich, aus

der Falllinie versetzt einbauen.

- **Der Schacht muss für alle Gruppenmitglieder befahrbar sein!** Der sicherste Einbau ist oft nicht der bequemste, dennoch sollte er für alle Personen in der Gruppe befahrbar sein. Bei ungeübten Gruppen ist vor allem auf eine ausreichende Länge der Seilschlaufe an der Umstiegstelle zu achten!
- **Dem Zweck angemessen einbauen!** Seilbefestigungen können auf unterschiedlichste Art und mit unterschiedlichem Aufwand angebracht werden. Dieser sollte der Art der Befahrung angepasst sein. Bei der ersten Forschungsfahrt reicht vielleicht ein Spit an der Umstiegstelle, während in oft befahrenen Schächten beliebter Höhlen sicher langlebigere Verankerungen (z.B. Verbundanker) zu empfehlen sind. Auf jeden Fall aber gilt:
- **Einbauten müssen ab der ersten Befahrung sicher sein!** Schlampiger oder unzureichender Einbau zur schnellen Tiefenerkundung unter dem Motto: „das machen wir dann später noch g'scheit“, ist ein Garant für Unfälle. Lieber einmal auf Grund von Material- oder Zeitmangel umkehren, als den Schacht nie wieder zu verlassen.

Das war für die ersten zwei Seiten bereits einiges an Regeln. Es lässt sich vielleicht schon erkennen, dass der Einbau von Vertikalhöhlen ein umfangreiches Thema ist, bei dem es eine ganze Menge zu beachten gilt. Aber es geht noch weiter: kommen wir nun zur Vorgehensweise beim Schachteinbau selbst. Doch nicht verzagen: mit etwas Übung wird dir all das, was jetzt noch so kompliziert scheint, bald in Fleisch und Blut über gehen.

Vorgangsweise beim Schachteinbau

- **Den Zustieg absichern:** Einem Schacht nähert man sich am besten schon am Seil gesichert. Dieses wird in ausreichender Entfernung zum Schacht mit einer Hauptverankerung (redundant) fixiert. Die Annäherung an den Abgrund erfolgt dann gesichert über das Abseilgerät oder die Handsteigklemme (Siehe Merkblatt A20 „Abseilen“ Abb. 4).
- **Schachteinstieg freiräumen:** Lose Objekte wie Steine, größere Äste oder Eis dürfen während der Befahrung keine Gefahr darstellen. Alles, was in den Schacht fallen könnte, daher vorher hinunter werfen, sichern oder wegräumen.
- **Tiefe abschätzen und Seil vorbereiten:** Es ist hilfreich, vor dem Abseilen die ungefähre Schachttiefe zu wissen, vor allem um die benötigte Seillänge bereit zu haben. Siehe dazu Merkblatt A52a „Lotung von Schachttiefen“. Das Seil wird vor der Schachtbefahrung in losen Schlaufen im Schleifsack verstaut und aus diesem während dem Abseilen nach und nach herausgezogen. Das lose Seilende wird nicht in den Schacht geworfen, da dies zu unangenehmen Verwicklungen führen und außerdem das Seil durch Steinschlag beschädigt werden könnte.

WICHTIG: In das lose Seilende muss immer ein Sicherheitsknoten (z.B. ein doppelter Achter) gebunden werden um nicht versehentlich über das Seilende hinaus abzuseilen. Ein fehlender Sicherheitsknoten war schon des öfteren der Grund für tödliche Unfälle! Vor allem, wenn das Seilende nicht sichtbar ist, da es z.B. im Schleifsack verstaut ist, sollte man sich doppelt vergewissern, dass der Sicherheitsknoten auch wirklich vorhanden ist.

- **Art und Position der Verankerung wählen:** wenn die Möglichkeit einer sicheren, natürlichen Verankerung besteht, ist diese einer technisch gesetzten zu bevorzugen. Allerdings: bei technischen Verankerungen kann die optimale Position flexibler gewählt werden. Hauptkriterium für die Ankerposition ist der weitere Seilverlauf. (Siehe Richtlinien - Punkt 2). Der Ankergrund sollte auch möglichst eben sein: kleinere, hervorstehende Zacken können mit dem Hammer abgeschlagen werden. Technische Verankerungen erzeugen fast alle eine hohe Spreizwirkung im Felsen, daher ist auf genügend stabile Gesteinsmasse im Umkreis des Ankers (Radius mindestens 15 – 20 cm) zu achten.
- **Ankergrund auf Festigkeit prüfen:** Den Felsen, die Sanduhr, etc. optisch auf Schwachstellen wie Risse, Verwitterung, etc. und akustisch durch Abklopfen mit dem Hammer prüfen („Klangprobe“). Hohler oder dumpfer Klang deutet auf Schwachstellen im Fels hin. „Gesunder“ Fels hat einen eindeutigen Klang. Tropfsteine oder Sinter eignen sich nicht für Verankerungen, da ihre Haltekraft nicht abschätzbar ist.
- **Verankerung anbringen:** Die verschiedenen Möglichkeiten hierbei werden im nächsten Kapitel „Methoden zur Seilbefestigung“ ausführlich beschrieben.
- **Seil befestigen:** Um die optimale Länge der Seilschlinge zum Umsteigen einstellen zu können, gibt es zwei Methoden:

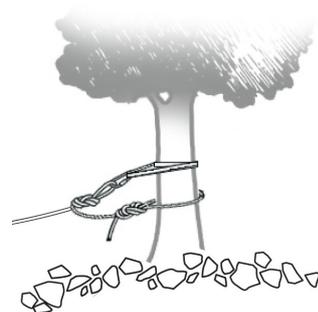
1. Seillänge schätzen: Bei dieser Methode wird das Seil direkt nach dem Anbringen der Verankerung in diese eingehängt. Dabei wird die Länge der benötigten Seilschlaufe einfach abgeschätzt. Dies erfordert einiges an Erfahrung, hier einige Anhaltspunkte dazu: Die Seilschlaufe muss so lang gewählt werden, dass, wenn die Seildehnung durch das eigene Gewicht wegfällt, die Schlaufe immer noch lang genug ist, damit der/die Nachkommende das Abseilgerät im unbelasteten Seil einhängen und abbinden kann. Je ungeübter die Gruppe ist, desto länger sollte die Seilschlaufe für ein bequemes Umsteigen sein. Vorsicht bei neuen, trockenen Seilen: diese verkürzen sich beim ersten Wasserkontakt erheblich.

2. Belastete Umstiegstelle: Nach dem Anbringen der Verankerung wird die Selbstsicherung in diese eingehängt und weiter abgeseilt, bis das Gewicht in der Selbstsicherung hängt und das Abseilgerät entlastet ist. Danach wird die Handsteigklemme als zusätzliche Sicherung ins obere Seil eingehängt. Nun wird das Abseilgerät abgebunden (siehe Merkblatt A20 „Abseilen“ Abb. 1 u. 2), dann der Knoten für die Umstiegstelle ins Seil geknüpft und in den Karabiner der Verankerung eingehängt. Jetzt kann ganz normal umgestiegen werden. Diese Methode ist zwar zeitaufwändig und wirkt auf den ersten Blick umständlich, hat aber den Vorteil, dass auch ungeübte Personen immer die korrekte Länge der Seilschlinge einbauen können. Vorsicht: der Karabiner der Umstiegstelle steht beim Einbau unter Last und sollte daher nicht all zu fest zugeschraubt werden, sonst bekommt man ihn später nicht mehr auf!

Methoden zur Seilbefestigung

Natürliche Befestigungsmethoden

- **Bäume:** Gesunde und gut verwurzelte Bäume mit ausreichendem Durchmesser (mind. 15 cm) eignen sich hervorragend zur Seilbefestigung (z.B. bei Höhleneingängen). Damit das Seil nicht in die Rinde einschneidet, empfiehlt sich die Verwendung einer Bandschlinge. Hauptverankerungen müssen auch an Bäumen doppelt ausgeführt werden (siehe Abb. rechts).
- **Sanduhren, Felsköpfl:** Es dürfen nur Felsstrukturen aus solidem, nicht verwittertem Gestein verwendet werden, die keinerlei Risse oder Hohlräume aufweisen. Zusätzlich ist der Fels durch Hammerschläge („Klangprobe“) auf seine Festigkeit zu prüfen. Sanduhren und Felsköpfl müssen eine durchgehende, rissfreie Verbindung zum Muttergestein haben und sollten einen Durchmesser von 10 cm nicht unterschreiten. Zur Befestigung eignen sich Bandschlingen oder Reepschnüre die so gelegt werden, dass sie sich bei Belastung um den natürlichen Anker festziehen (Abb. rechts). In diese wird dann ein Karabiner und in diesen dann erst das Seil eingehängt. Dabei sollte der Knoten der Bandschlinge oder der Reepschnur nicht am Fels aufliegen, damit er sich nicht von selbst öffnen kann! Bei Felsköpfeln ist außerdem auf die richtige Belastungsrichtung zu achten, damit die Verankerung nicht abrutscht.



Achtung: Seile niemals direkt in Bandschlingenmaterial oder Reepschnüre knüpfen! Durch die entstehende Reibungswärme schmelzen diese Textilien binnen Sekunden durch!

- **Tropfsteine und Versinterungen:** Selbst wenn diese einen recht soliden Eindruck machen, ist vor einer Verwendung als Verankerung abzuraten, denn Tropfsteine und Sinter sind erstens extrem spröde und können außerdem auf losem Untergrund (Sand, Lehm, Bergmilch...) aufgewachsen sein und bei der ersten Belastung nachgeben.
- **Blöcke, Klemmsteine:** Achtung: auch stabil wirkende, große Steine können unter Belastung plötzlich nachgeben! Bei dieser Art der Verankerung ist deshalb besonders sorgfältig vorzugehen. Um große Blöcke kann das Seil direkt geknüpft werden, bei kleineren Steinen werden Bandschlingen zur Fixierung verwendet.

Technische Befestigungs- (Verankerungs) Methoden

Künstliche Anker bieten bei korrekter Anbringung ein hohes Maß an Haltekraft und dadurch Sicherheit. Ihr Hauptvorteil gegenüber natürlichen Verankerungen liegt darin, dass die Ankerposition flexibler auswählbar ist. Die Anbringung nimmt aber meistens mehr Zeit in Anspruch. Im nächsten Kapitel sind die zur Zeit gängigsten, technischen Verankerungen beschrieben.

Achtung bei bereits vorhandenen Verankerungen: Stößt man bei einer Befahrung auf bereits vorhandene, technische Verankerungen, müssen diese vor ihrer Verwendung bestmöglich überprüft werden. Auf folgende Punkte ist dabei zu achten:

- **Rost:** die Haltekraft kann durch Rost stark beeinträchtigt sein!
- **Material:** Sind Verbiegungen oder gar Risse im Material erkennbar, ist die Verankerung unbrauchbar!
- **Anbringung:** Ist ein Anker nicht korrekt angebracht, darf er ebenfalls nicht verwendet werden.
- **Sitz des Ankers:** Ein Anker darf sich nicht bewegen oder drehen lassen. Beim Festziehen der Schraube muss deutlicher Widerstand auftreten und der Anker darf sich nicht durchdrehen. Verbundanker auch auf Bewegungen in Richtung ihrer Längsachse prüfen!

Geben Verankerungen bei einem dieser Punkte Anlass zu Zweifel, sind sie für eine weitere Verwendung unbrauchbar zu machen (Ein- oder abschlagen, mit Lehm oder Steinen zustopfen...)!



Spit (auch: Kronenbohrdübel)

Spits sind Dübel mit integrierter Bohrkronen und stellen nach wie vor die am häufigsten verwendete, technische Verankerung in der Höhlenforschung dar. Sie können ohne Bohrmaschine von Hand gesetzt werden und sind daher vor allem bei längeren Forschungsfahrten beliebt. Spits finden sich in vertikalen Höhlen auf der ganzen Welt, obgleich sie z.B. im Bergsport mittlerweile abgelehnt werden, da sie aus gehärtetem Stahl gefertigt sind und daher rosten, also im Lauf der Zeit ihre Haltekraft verlieren.

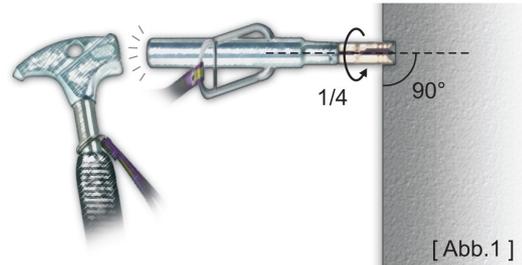
Vorteile: geringes Gewicht, geringer Preis, immun gegen leere Akkus oder stumpfe Bohrer.

Nachteile: nicht CE geprüft, nicht rostfrei – daher begrenzte Einsatzdauer, Bohrlochtiefe entscheidend für die Haltekraft, korrekte Anbringung oder Rosteinwirkung später nur bedingt überprüfbar.

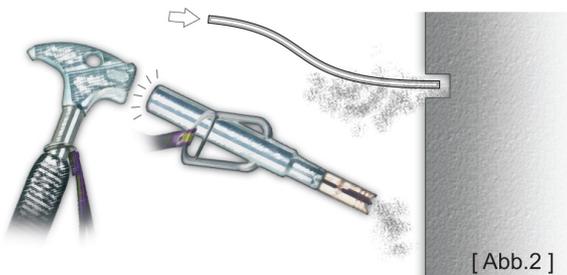
Benötigtes Material: Spit, Spreizkeil, Spitzsetzer, Hammer, Schlauch, Lasche mit Schraube.

Setzvorgang: Der Spit wird bis zum Anschlag auf das Gewinde des Spitzsetzers aufgeschraubt und durch Schläge mit dem Hammer auf dessen hinteres Ende im rechten Winkel in den Felsen getrieben. [Abb.1]. Dabei wird der Spitzsetzer im Uhrzeigersinn gedreht, damit die Bohrzacken immer auf unterschiedliche Stellen im Bohrloch zu liegen kommen. Zu Beginn sollte etwas vorsichtiger geschlagen werden, damit weniger Gestein von der Felsoberfläche um das Bohrloch herum abgesprengt wird. In kurzen Abständen muss immer wieder der Bohrstaub aus dem Spit und dem Bohrloch entfernt werden [Abb.2]. Die Bohrlochtiefe beträgt 32 mm und darf nicht überschritten werden, damit nach dem Einschlagen des Spreizkeils der Spit plan mit der Felsoberfläche abschließt. Auf den meisten Spitzsetzern ist dazu eine Kerbe an der korrekten Einschlagtiefe angebracht. [Abb.3]. Das fertige Bohrloch wird nochmals gereinigt und der Spreizkeil mit leichten Hammerschlägen in die Krone des Spits eingeklopft, so dass dieser nicht beim Einschlagen in das Bohrloch herausfallen kann. [Abb.4]. Der Spit samt Spreizkeil wird nun fest in das Bohrloch gehämmert, wodurch sich diese im Fels verspreizen. Abschließend wird der Spitzsetzer ab- und die Lasche aufgeschraubt. Die Schraube darf dabei nicht zu fest angezogen werden (das Anzugsdrehmoment beträgt nur 15 Nm)!

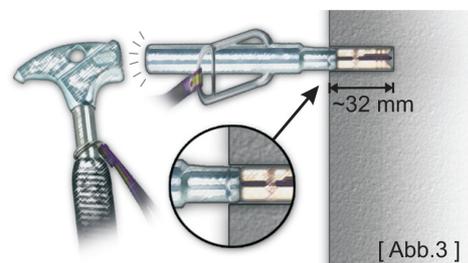
Achtung: Wird das Loch maschinell gebohrt (Ø 12 mm), muss dieses noch mit dem Spit zu einer zylindrischen Form mit ebenem Boden nachbearbeitet werden, da Bohrer ein Loch mit konischem Boden erzeugen, der Spit jedoch ein Bohrloch mit ebenem Boden als Auflage für den Spreizkeil benötigt!



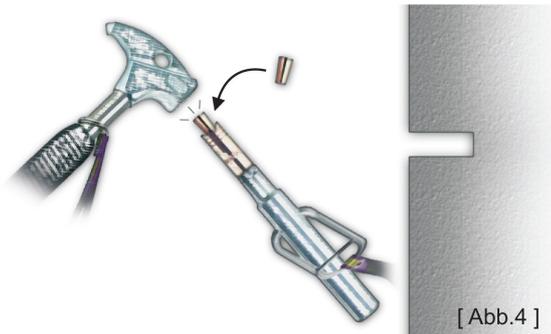
[Abb.1]



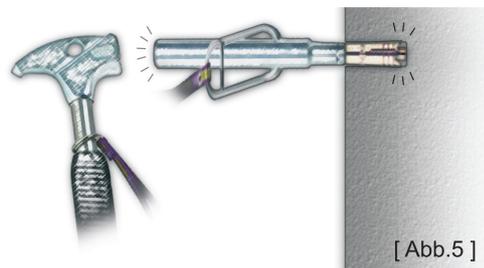
[Abb.2]



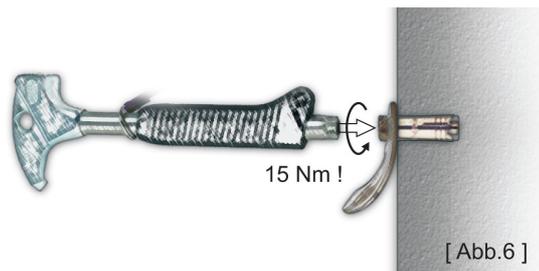
[Abb.3]



[Abb.4]



[Abb.5]



[Abb.6]





Bohranker (auch: Durchsteckanker, Schwerlastanker)

Der Bohranker ist ein Edelstahlstift mit Außengewinde und einer Mutter samt Beilagscheibe. Die Spreizwirkung wird durch einen Konus mit Quetschring erzeugt. Bohranker werden in verschiedenen Durchmessern und Längen hergestellt. In Österreich werden meist Bohranker der Marke Hilti (Typ HST bzw. HST-R) in den Größen 8 (Ø mm) oder 10 (Ø mm) verwendet.

Vorteile: starke Haltekraft die außerdem durch Anziehen der Mutter überprüfbar ist, rostfrei (HST-R), Bohrlochtiefe nicht entscheidend für die Haltekraft, schnelles und kraftsparendes Setzen. CE geprüft.

Nachteile: höhere Anschaffungskosten als beim Spitz, kann nur mit Bohrmaschine (=Gewicht) gesetzt werden.

Benötigtes Material: Bohranker, Bohrmaschine, Bohrer (Ø 8 oder 10 mm), Hammer, Schlauch, Lasche ohne Schraube (siehe: Tipps).

Setzvorgang: Gebohrt wird mit einem Akku-Bohrhammer im rechten Winkel zur Felsoberfläche, wobei die ersten mm vorsichtig und langsam gebohrt werden, damit weniger Gestein von der Felsoberfläche um das Bohrloch herum abgesprengt wird [Abb.1]. Die Bohrtiefe entspricht mindestens der Länge des Bohrankers, kann aber auch tiefer sein, wenn der Anker später versenkt werden soll. Der Bohrstaub wird aus dem fertigen Loch mit einem Schlauch ausgeblasen [Abb.2]. Nun wird der Anker samt aufgeschraubter Lasche in das Bohrloch geschlagen, die Mutter sollte sich dabei am Schluss nur wenige mm vor dem Gewindeende befinden und die Lasche sollte plan am Felsen aufliegen [Abb.3]. Beim Einschlagen ist darauf zu achten, dass nicht auf die Mutter geschlagen und das Gewinde beschädigt wird. Mit dem Stiel des Hammers oder mit einem 13er Schraubenschlüssel wird nun die Mutter festgezogen, bis deutlicher Widerstand zu spüren ist, dann hat sich der Quetschring über den Konus geschoben und der Anker ist fixiert.

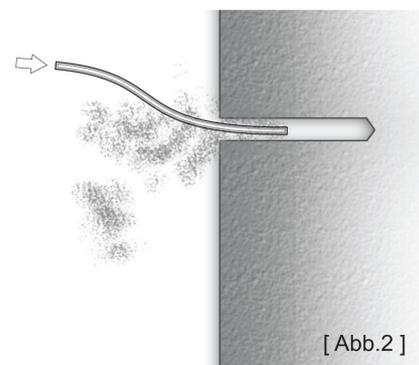
Ein Bohranker kann deutlich stärker festgezogen werden als ein Spitz. Das Anzugsdrehmoment beträgt 25 Nm bei 8 mm Ankern und 45 Nm bei 10 mm Ankern.

Achtung: Kommt beim Festschrauben die farbige Markierung am Gewinde zum Vorschein, oder dreht sich der Anker durch, ist die Verankerung unbrauchbar! Der Quetschring hat sich nicht gespreizt: der Anker darf nicht verwendet und sollte unbrauchbar gemacht werden (Abschlagen oder versenken).

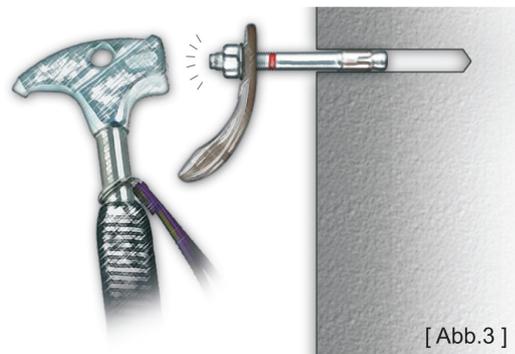
Tipps: Die Laschen können schon vor der Befahrung auf den Bohranker geschraubt und mit Karabiner versehen werden, dann entfällt lästiges Hantieren im Schacht. Beim Schachtausbau bleibt die Mutter und die Beilagscheibe am Bohranker für zukünftige Befahrungen.



[Abb.1]



[Abb.2]



[Abb.3]



25 Nm bei Ø 8 mm oder
45 Nm bei Ø 10 mm !

[Abb.4]



HKD (Hilti)

Der HKD(-S) ist ein Bohrdübel aus rostfreiem Stahl mit integriertem Spreizkeil. Der HKD findet in der Größe M8x30 (Ø 10 mm, Länge 30 mm) Verwendung in der Höhlenforschung da er für die gleichen Schrauben (M8) wird der Spit geeignet ist. Das Bohrloch (Ø 10 mm) kann sowohl von Hand (z.B. mit Petzl Rocpec) als auch mit Bohrmaschine gebohrt werden.

Vorteile: Geringes Gewicht wenn von Hand gesetzt, geringe Anschaffungskosten, im Gegensatz zum Spit wird der Dübel nicht durch den Setzvorgang vorbelastet. Rostfrei. CE geprüft.

Nachteile: Kann durch zu festes Anziehen der Schraube leicht überdreht werden. (Anzugsdrehmoment nur 10 Nm!) Benötigt eigenes Setzwerkzeug und einen Splintentreiber (=zusätzliches Gewicht).

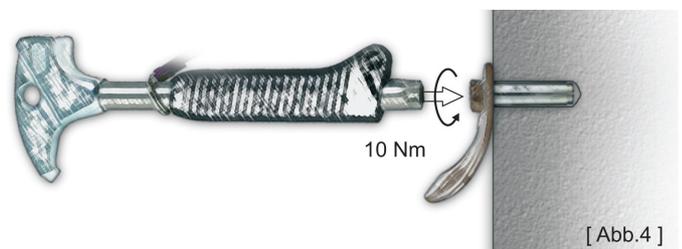
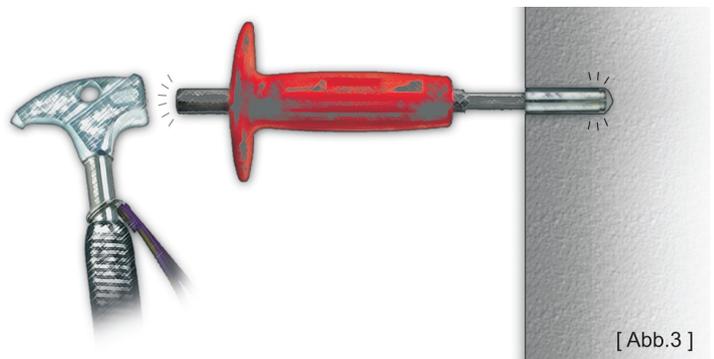
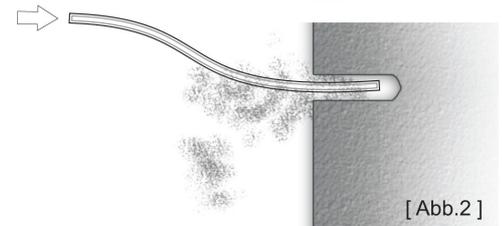
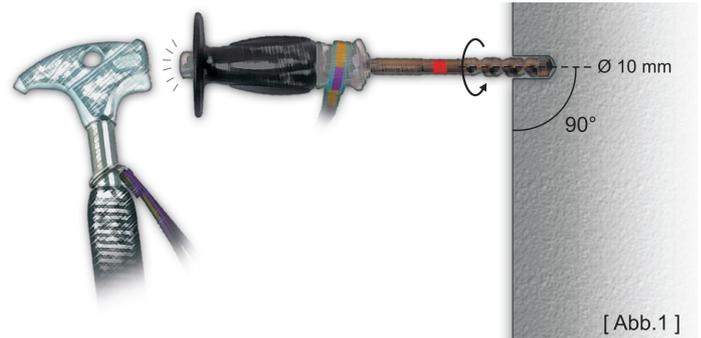
Benötigtes Material: HKD-Dübel, Petzl-Rocpec oder Bohrmaschine, Bohrer (Ø 10 mm), Splintentreiber, Hammer, Schlauch, Lasche mit Schraube.

Setzvorgang: Das Bohrloch für den HKD kann sowohl von Hand mit einem Rockpecker, als auch maschinell gebohrt werden und muss wie bei den anderen Ankern einen rechten Winkel zur Felsoberfläche bilden. Der Bohrdurchmesser beträgt 10 mm bei einer Bohrtiefe von 30 mm [Abb.1]. Ein zu tiefes Bohrloch ist nicht so gravierend wie beim Spit, da der HKD einen innenliegenden Spreizkeil (Splint) besitzt und manche Modelle sogar einen vorstehenden Rand als Anschlag haben. Dennoch ist ein genaues Bohrloch von Vorteil, denn der HKD rutscht beim Einschlagen in zu tiefe Bohrlöcher manchmal trotz Rand zu weit hinein, wodurch dann die Schraube nicht mehr auf ihrer ganzen Gewindelänge greifen kann. Das fertige Bohrloch wird mit einem Schlauch ausgeblasen [Abb.2], dann kann der Dübel eingesetzt werden.

Jetzt wird der Splintentreiber (keine Eigenbauten, nur Originalwerkzeug verwenden!) auf den Spreizkeil (dieser befindet sich hinter dem Gewinde) gesetzt und mit kräftigen Hammerschlägen nach innen getrieben, wodurch sich der HKD im Bohrloch verspreizt [Abb.3]. Hierbei ist darauf zu achten, nicht versehentlich mit dem Splintentreiber auf das Gewinde zu schlagen. Abschließend wird die Lasche mit einem Anzugsdrehmoment von 10 Nm festgezogen [Abb.4].

Achtung: Es gelten die selben Setzkriterien wie beim Spit: Der Dübel muss plan mit dem Felsen abschließen und darf nicht im Bohrloch „versinken“. Ebenso wenig darf der HKD hervorstehen, die Lasche muss am Felsen aufliegen. Achtung vor einem Überdrehen der Schraube!

Tipp: Um nicht versehentlich zu tief zu bohren, kann die Bohrtiefe von 30 mm am Bohrer mit einem farbigen Klebeband markiert werden.



Verbundanker (auch: Klebeanker)



Verbundanker werden, wie der Name schon vermuten lässt, im Bohrloch eingeklebt. Sie weisen nicht nur sehr hohe Haltekräfte (meistens > 20 kN) auf, sondern sind auch sehr unempfindlich gegen Korrosion, da der Klebstoff das Bohrloch versiegelt. Daher werden sie gerne für Langzeiteinbauten verwendet. Verbundanker finden auch verbreitet Anwendung im Bergsport.

Anker zum Einkleben werden von mehreren Herstellern und in den verschiedensten Ausführungen und Dimensionen angeboten. Gebräuchlich ist z.B. der *Collinox* von Petzl (Abb. links) mit fertigem Ring. Auch verwendet werden so genannte „Ankerstangen“ wie der *HAS-TZ* von Hilti, auf die wie beim Bohreranker eine Lasche geschraubt wird.

Vorteile: Sehr hohe Haltekräfte, lange Einsatzdauer, geprüftes Material.

Nachteile: Klebeanker können nicht sofort nach ihrer Anbringung verwendet werden, da der Klebstoff je nach Marke und Temperatur zwischen 2 und 48 Stunden aushärten muss. Verbundanker sind vergleichsweise teuer, aber in oft befahrenen Schächten eine gute Investition!

Benötigtes Material: Anker, Klebepatrone (z.B. Petzl *Ampoule Collinox*), Bohrmaschine, Bohrer, Hammer, Schlauch.

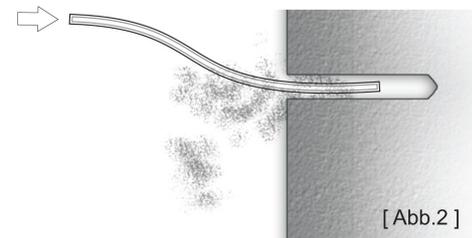
Setzvorgang: Das Bohrloch wird mit der Bohrmaschine im rechten Winkel zur Felsoberfläche gebohrt, die Bohrtiefe entspricht der Länge des Ankerschaftes. [Abb.1] Der Bohrdurchmesser ist etwas größer als der des Ankers. Bei einem *Collinox* mit einem Durchmesser von 10 mm zum Beispiel wird ein 12 mm Bohrloch benötigt. Dazu die Angaben des Herstellers genau beachten! Das fertige Bohrloch wird mit einer kleinen Bürste gereinigt mit einem Schlauch ausgeblasen. [Abb.2] Die Klebepatrone wird in das Bohrloch eingeführt und mit dem Hammer angebrochen. [Abb.3] Danach wird der Anker durch Schlagen und Drehen in das mit Klebstoff gefüllte Loch versenkt. [Abb.4] Nun muss der Anker noch mehrere Male (min. 10x) gedreht werden, damit sich die Klebemasse gut zwischen Anker und Felsen verteilt. [Abb.5] Aus dem Bohrloch austretender Klebstoff kann entfernt werden.

Je nach Marke und Temperatur muss der Klebstoff nun mehrere Stunden aushärten, bevor der Anker belastet werden darf. Auch hier sind die Angaben des Herstellers genau zu beachten!

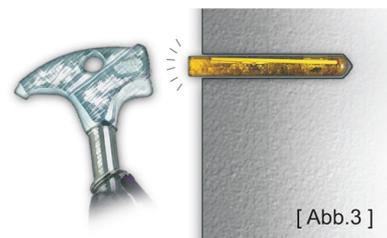
Achtung: Das Bohrloch für Verbundanker ist besonders sorgfältig vom Bohrstaub zu reinigen (mit Bürste und Schlauch), da schon geringe Reste die Haltekraft stark reduzieren können. Es ist auch darauf zu achten, dass kein Wasser in das Bohrloch gelangt (vor dem Ausblasen also nochmal runterschlucken :)



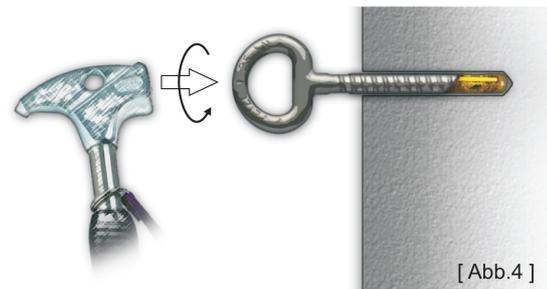
[Abb.1]



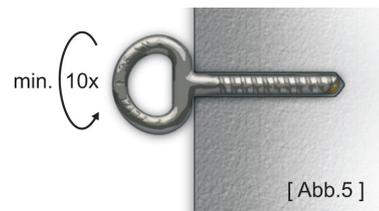
[Abb.2]



[Abb.3]



[Abb.4]



[Abb.5]



Felshaken

Siehe dazu auch Merkblatt A14. Felshaken werden in der Höhlenforschung nur selten verwendet, weil sie aus mehreren Gründen keine zuverlässigen Verankerungen für die Schachtbefahrung darstellen. Es gibt allerdings Situationen, in denen schnell und ohne großen Aufwand eine halbwegs annehmbare Verankerung benötigt wird, hierzu ist es nützlich ein wenig über Felshaken zu wissen (und im Bedarfsfall einen dabei zu haben).

Felshaken werden mit Hammerschlägen in Risse und Spalten getrieben und es gibt sie in den unterschiedlichsten Formen (Drehmomenthaken=Universalhaken [Abb.links], Querhaken, Winkelhaken, Profilhaken, Längshaken und Ringhaken), in verschiedenen Größen und aus unterschiedlichen Materialien (Weichstahl, Hartstahl, Titan). Ihnen allen gemein ist, dass sie ihre Haltekraft durch Reibung mit der Felloberfläche erzeugen. Diese kann durch mehrere Faktoren erhöht werden: passende Risse verwenden, die den eingeschlagenen Haken von allen Seiten fest umschließen. Den Haken bis zur Öse einschlagen, damit bei Belastung keine Hebelwirkung entsteht. Die Hakenform und Setzrichtung so wählen, dass die Öse bei Belastung eine Drehwirkung auf den Haken ausübt.

Achtung: Größte Vorsicht ist bei bereits vorhandenen Felshaken in Höhlen geboten: bei eingeschlagenen Haken ist weder die Form noch die Länge des Schaftes erkennbar. Auch von außen scheinbar intakte Haken können im Felsen bereits gänzlich ver- oder gar abgerostet sein!

Informationen zu Akku-Bohrhämmern

Moderne Geräte sind trotz guter Akkuleistung (über 3 Ah) bereits sehr leicht (unter 2,5 kg), daher werden sie immer öfter auch bei Forschungsfahrten verwendet, da das Anbringen von Verankerungen mit ihnen Zeit und Kraft spart. Mit einem Akku lassen sich je nach Gerät zwischen 10 und 20 Bohrlöcher erstellen.

Bohrmaschinen sind zwar sehr robust, sollten aber vor Nässe und Schlägen geschützt transportiert werden. Hierzu werden meist selbstgemachte Schutzhüllen aus Plastik oder Neopren verwendet, auch das Einwickeln in Frischhaltefolie hat sich bewährt.

Bohrmaschinen müssen in Schächten wie jedes andere Material auch gesichert sein, meist werden sie beim Einbau an Bandschlingen um die Schulter getragen, zum Transport sollten sie mit stoßdämpfendem Material umwickelt im Schleifsack verstaut werden.

Brauch- und leistbare Akku-Bohrhämmer werden von mehreren Herstellern angeboten, die derzeit gängigsten sind: Panasonic, Hilti und Makita [Abbildungen rechts].

Tipp: immer einen Ersatzbohrer für die geplanten Einbauten (8 oder 10 mm) mitnehmen. Nichts ist ärgerlicher, als eine Tour wegen einer Kleinigkeit wie einem verlorenen oder stumpfen Bohrer abbrechen zu müssen.

Tipp: Die Kontakte von Ersatzakkus mit Isolierband abkleben, damit diese beim Transport im Schleifsack vor Kurzschluss und Entladung geschützt sind.



Langzeiteinbauten

Sollen Schachteinbauten für längere Zeit in der Höhle verbleiben, sind einige zusätzliche Faktoren zu bedenken, die hier kurz beschrieben werden.

Seile: Grundsätzlich schadet es Seilen nicht, wenn sie über einen längeren Zeitraum eingebaut bleiben, sie sollten allerdings nicht in der Nähe von fließendem Wasser hängen, da sich das Seil durch die ständigen Bewegungen an Scheuerstellen abwetzen kann. Noch gefährlicher sind diese Dauerbewegungen an Laschen und Karabinern, die sich innerhalb weniger Monate sogar gänzlich durchscheuern können! Eis kann Seile ebenfalls stark beschädigen, daher müssen Stellen, an denen Wasser im Winter gefrieren kann, unbedingt vermieden werden. In Schächten ohne Umstiegstellen können Seile aufgeschossen und an den obersten Anker gehängt werden.

Laschen: Für Langzeiteinbauten sollten nur Stahllaschen verwendet werden, denn an Aluminiumlaschen tritt bereits nach wenigen Wochen die so genannte *Kontaktkorrosion* ein, die durch einen Potentialunterschied in der Spannungsreihe zwischen den verschiedenen Metallen (Schraube=Edelstahl, Lasche=Aluminium) entsteht. Dabei fließen Elektronen aus dem Aluminium (Anode) in Richtung des Stahls (Katode) und die Lasche korrodiert (rostet) an den Kontaktstellen. Dieser Vorgang wird durch Wasser (Elektrolyt) und die ständige Feuchtigkeit in Höhlen noch beschleunigt.



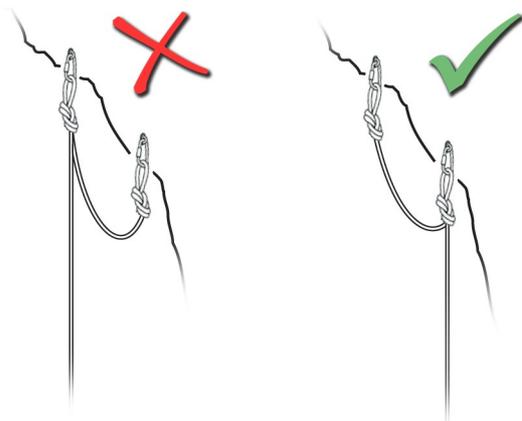
Stahllasche

Karabiner: Neben dem oben beschriebenen Problem des Durchscheuerns, können auch Karabiner von Kontaktkorrosion betroffen sein. Für Langzeiteinbauten empfiehlt sich daher die Verwendung von Stahlschraubgliedern (Ø mind. 8 mm).

Sturzfaktor

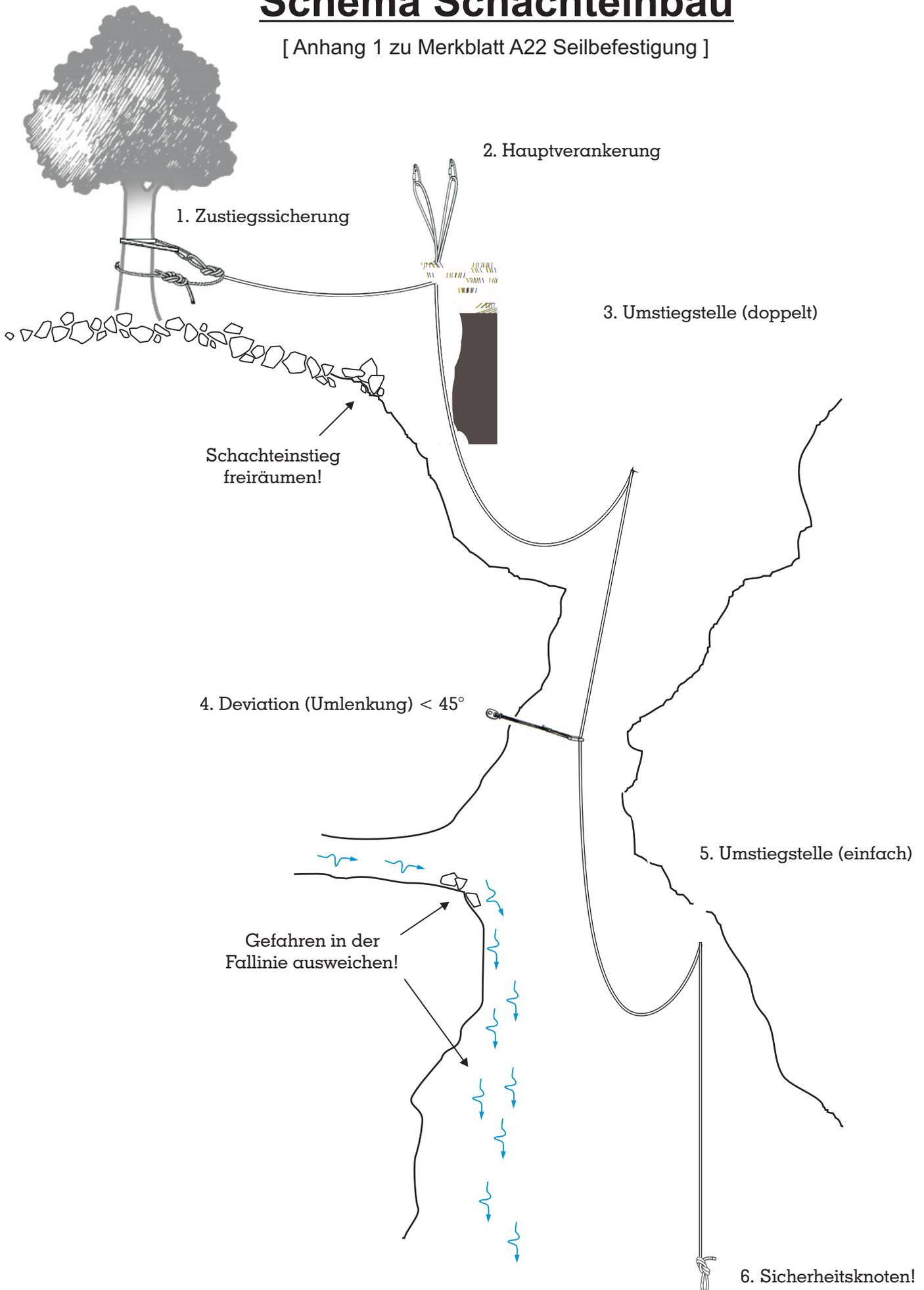
Der Sturzfaktor ist ein Maß für die auftretenden Kräfte, die bei einem Sturz ins Seil, bzw. dem Bruch einer Zwischenverankerung entstehen. Der Sturzfaktor ist eine dimensionslose Zahl zwischen 0 und 2 und errechnet sich aus der Fallhöhe, geteilt durch die Länge des Seiles, das den Sturz aufnimmt. Anders ausgedrückt: je länger das den Sturz auffangende Seil und je geringer die Sturzhöhe, desto kleiner ist der Sturzfaktor und damit die Belastung auf Körper und Verankerung.

Ein Beispiel: bei einem Sturz von 3 Metern in ein 6 Meter langes Seil, ergibt sich ein Sturzfaktor von 0,5. Höhlenseile (Statikseile) müssen einen Sturzfaktor von 1 aushalten. Dies ist auch der maximal mögliche Sturzfaktor in der Einseiltechnik, da, anders als beim Klettern, der Punkt an dem das Seil verankert ist niemals überstiegen wird und daher die Sturzhöhe nicht größer sein kann, als das abfangende Seil. Schachteinbauten müssen allerdings so vorgenommen werden, dass der Sturzfaktor möglichst gering gehalten wird! Bei der Wahl der Ankerposition ist daher immer darauf zu achten, dass bei einem möglichen Bruch dieser Verankerung, das auffangende Seil länger ist, als die Sturzhöhe!



Schema Schachteinbau

[Anhang 1 zu Merkblatt A22 Seilbefestigung]



Abseilen und Aufsteigen am Einfachseil

SRT – Single Rope Technique

Allgemeines zum Erlernen von vertikalen Befahrungstechniken

Seiltechnik für die Befahrung von Vertikalhöhlen sollte nicht im Selbststudium erlernt oder mittels „learning by doing“ in die Praxis umgesetzt werden. Auch dieses Skriptum stellt lediglich eine Lerngrundlage dar und ist alleine nicht ausreichend, um die beschriebenen Techniken ausreichend zu erlernen und zu beherrschen. Lass dich von erfahrenen Personen deines Höhlenvereins in sicherer Seiltechnik unterweisen und nimm nach Möglichkeit auch an Schulungen und Ausbildungen teil, bevor du Schachthöhlen befährst! Der VÖH bietet zu diesem Thema regelmäßige Ausbildungen an. (z.B.: Speläotraining Technik I und II).

Hinweise zu diesem Merkblatt

Die hier beschriebenen Inhalte und Techniken sind nicht allein das Werk des Autors, sondern das Resultat der Arbeit und der Erfahrungen des VÖH-Schulungsteams und vieler anderer Höhlenforscher und -forscherinnen. Sie stellen die derzeit aktuelle Lehrmeinung des VÖH und die Grundlage für unsere Ausbildungen dar.

Die Lehrmeinung erhebt damit aber keinesfalls Anspruch auf Vollständigkeit oder alleinige Gültigkeit. Es gibt auch andere Befahrungstechniken und Ausrüstungen, die ebenso zulässig und sicher sind.

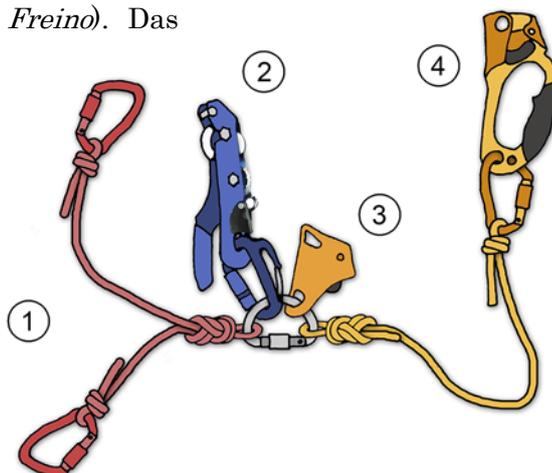
Wir haben uns auf die hier beschriebenen Techniken und Ausrüstungen als Lehrmeinung geeinigt, weil sie eine gute Kombination aus effektiver Befahrungstechnik (auch zu Forschungszwecken), relativ einfacher Erlernbarkeit, geringer Fehleranfälligkeit und dadurch hoher Sicherheit darstellen.

Die **richtige Bedienung** deiner Ausrüstung (Einlegen des Seiles, Blockieren, zusätzliche Bedienvarianten, Gefahrenhinweise...) wird in diesem Skriptum nicht extra erklärt, entnimm diese bitte der Gebrauchsanleitung des Herstellers. Die dort erklärte Handhabung, sowie die in diesem Merkblatt beschriebenen Techniken müssen für eine sichere und effektive Schachtbefahrung „blind“ beherrscht und regelmäßig angewendet bzw. geübt werden!

I. Das Schachtzeug

Die Ausrüstung für die hier beschriebenen Techniken wird in einem zentralen Schraubglied (Maillon) am Höhlengurt befestigt und besteht aus folgenden Komponenten:

- ① **Zwei Selbstsicherungen:** vorgefertigte oder aus dynamischem Seil (ø 9 oder 10 mm) selbst geknüpft mit zwei **Schraubkarabinern**.
- ② Dem **Abseilgerät** (hier *Stop*) mit **Bremskarabiner** (hier *Freino*). Das Abseilgerät sollte immer, auch beim Aufsteigen, im Maillon hängen, um eine Benützung ohne vorheriges Umhängen (und damit möglichem Verlust) durchführen zu können.
- ③ **Bruststeigklemme** (hier *Croll*) mit einem Brustgurt. (Der Brustgurt wird in den Abbildungen nicht gezeigt).
- ④ **Handsteigklemme** mit Sicherungsleine aus dynamischem Seil (ø 9 oder 10 mm) und Steigschlinge. (Die Steigschlinge wird in den Abbildungen nicht gezeigt).



Alle Abbildungen in diesem Merkblatt sind aus Eigenperspektive dargestellt, also so wie du die Ausrüstung an dir selbst sehen würdest.

II. Schachtbefahrung: Abseilen

In Höhlen erfolgt das Abseilen (und auch das Aufsteigen) an einem für die Dauer der Befahrung bzw. der Erforschung der Höhle fix eingebauten Einfachseil. Dazu haben sich folgende drei Abseilgeräte bewährt: **Rack**, **Simple** und **Stop**. Andere Geräte wie z.B. **Abseilachter** wären rein technisch zwar zulässig, bringen aber in der Höhlenbefahrung viele Nachteile mit sich und sollen daher nicht verwendet werden. Der Petzl Stop ist das gebräuchlichste, höhlentaugliche Gerät mit *Autoblockierfunktion* und bietet dadurch ein größeres Maß an Sicherheit. In diesem Merkblatt wird daher hauptsächlich auf die Befahrungstechnik mit dem Stop eingegangen. (Siehe dazu auch den *Warnhinweis Klammerreflex* weiter unten).

Vor dem Abseilen bzw. dem Einstieg in eine Schachthöhle ist zu beachten:

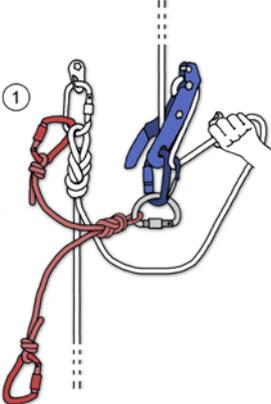
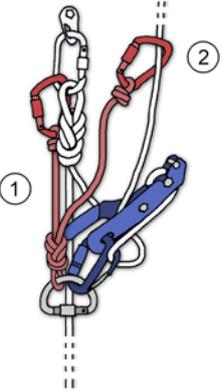
- Vor dem Einstieg in die Höhle bzw. in den ersten Schacht ist gegenseitig der **Partnercheck** (Erklärung siehe unten) durchzuführen.
- Bei der erstmaligen Befahrung eines Schachtes (auch in der Höhle), unbedingt **sämtliches loses Material (Steine, Äste, Schnee, Eis, u.ä.) vom Einstieg entfernen**, damit dieses nicht durch Seilbewegungen oder Nachkommende Personen in den Schacht fallen kann!
- Vor jedem einzelnen Abseilvorgang (so z.B. auch nach jeder Umstiegstelle) wird die Durchführung des „**ABS-Checks**“ (Erklärung siehe unten) empfohlen, um Gefahrenquellen und Fehler rechtzeitig zu erkennen und vermeiden zu können.
- Bei möglichem Felskontakt (z.B. in schrägen Schächten) sowie bei Steinschlaggefahr wird der **Schleifsack am Rücken** getragen, sonst mit einem **Schraubkarabiner unten am Zentralschraubglied oder Gurt** angehängt.
- Wird ein **Seil zum Einbau** in den Schacht mitgeführt, so wird das freie Ende nicht in den Schacht geworfen, sondern **im Schleifsack verstaut**. Dazu wird zuerst ein doppelter Achterknoten als **Endknoten** ca. 1 m vor dem Seilende geknüpft (und gut festgezogen) und der Rest in losen Schlingen darüber in den Schleifsack gelegt. So kann das Seil während dem Abseilen ohne zu verknoten oder hängen zu bleiben aus diesem herauslaufen und Steine können abgeräumt werden, ohne das Seil zu beschädigen.

Worauf ist beim Abseilen selbst zu achten:

- Bereits beim Schachtzustieg oder Quergängen vor dem Schacht, immer mit **mindestens einer Selbstsicherung** im Sicherungsseil einhängen. Wird zur Sicherung die **Handsteigklemme** verwendet (z.B. bei Zustiegen mit starkem Gefälle oder bei Quergängen), muss das Seil **auch in den Karabiner** der Handsteigklemme eingehängt werden (siehe Abbildung: *Sichern mit Handsteigklemme*), um im Falle eines Sturzes ein Verdrehen der Klemme im Seil zu verhindern.
- Während des Abseilens **umfasst eine Hand (= Bremshand) ständig das Seil** unter dem Abseilgerät, mit mindestens 2 – 3 Handbreiten Sicherheitsabstand! **Die Bremshand darf nur dann vom Seil genommen werden, wenn das Abseilgerät korrekt blockiert, d.h. abgebunden, oder die Selbstsicherung eingehängt wurde.**
- Knapp unterhalb von Seilverankerungen **besonders langsam, gleichmäßig und auf keinen Fall ruckartig abseilen** (bzw. aufsteigen), da hier die Belastung auf die Verankerung am größten ist. Je kürzer das Seilstück ist, umso weniger können Belastungsstöße durch die Seildehnung gedämpft werden.
- Die Abseilgeschwindigkeit wird ausschließlich durch die Bremshand kontrolliert** und nicht durch mehr oder weniger starkes Drücken des Blockierhebels am Stop. Die **Abseilgeschwindigkeit** sollte langsam genug sein, um Schäden am Seilmantel durch zu starke Wärmeentwicklung zu vermeiden.

- Zur besseren Kontrolle der **Abseilgeschwindigkeit** empfiehlt sich die Verwendung eines **Bremskarabiners**, z.B. Raumer *Handy* oder Petzl *Freino*. Besonders bei dünnen und/oder rutschigen Seilen. Es kann auch ein **normaler Karabiner** verwendet werden, dieser muss dann allerdings in den Karabiner des Abseilgerätes und nicht in das zentrale Schraubglied eingehängt werden, um ein gefährliches Einfädeln des Abseilgerätes darin zu verhindern! (siehe Abbildung: *Bremskarabiner*)
- Die Karabiner **der Selbstsicherung** immer **mit der Öffnung vom Felsen bzw. Seil weg** in der Umstiegstelle (bzw. in der Schlaufe des Knotens) einhängen, um Druck auf die Öffnung und damit ein eventuelles Aufdrücken zu vermeiden. (siehe Abbildung: *Abseilen 1*)
- Bei doppelten Verankerungen (z.B. mit Rettersitzknoten) ist **die Selbstsicherung immer durch beide Seilschlaufen des Knotens einzuhängen und nicht in einen der Karabiner**, um beim Versagen eines Ankers eine hohe Sturzbelastung auszuschließen! (siehe Abbildung: *Sichern an doppelten Verankerungen*)
- Nicht **vergessen**: nach Verlassen der Umstiegstelle „**Seil frei!**“ oder „**Libero!**“ nach oben melden.

Die Seilmanöver beim Abseilen: Umstiegstellen, Umlenkungen, Seilverlängerungen und andere Hindernisse:

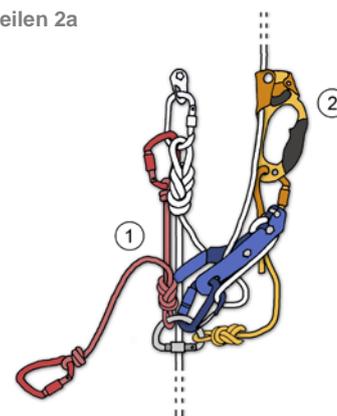
Abseilen über Umstiegstellen - Schritt 1 von 4	<p style="text-align: center;">Abseilen 1</p> 
<p>Bis auf Höhe der Verankerung abseilen (bei kleinen Pendlern etwas darunter) und die kurze Selbstsicherung in den Karabiner der Verankerung einhängen ① und zuschrauben.</p> <p>Beachte: Die Öffnung des Karabiners der Selbstsicherung muss dabei vom Felsen bzw. dem Knoten wegzeigen, um eine Belastung auf die Öffnung zu vermeiden!</p> <p>Hinweis: Werden zum Einhängen der Selbstsicherung beide Hände benötigt (z.B. um sich bei Pendlern zur Verankerung hinziehen zu können), so wird das Abseilgerät vorher abgebunden (blockiert).</p>	
Abseilen über Umstiegstellen - Schritt 2 von 4	<p style="text-align: center;">Abseilen 2</p> 
<p>Weiter abseilen, bis die kurze Selbstsicherung voll belastet und das Abseilgerät entlastet ist ①.</p> <p>Die lange Selbstsicherung wird jetzt in das nach oben führende Seil eingehängt ②, oder bei freihängenden Umstiegstellen die <i>Variante</i> (siehe unten) durchgeführt.</p> <p>Hinweis: Bei sicherem Stand an der Umstiegstelle, oder für sehr geübte HöhlenforscherInnen ist es nicht zwingend nötig, auch die lange Selbstsicherung einzuhängen.</p>	

Abseilen über Umsteigstellen - Schritt 2 von 4 / Variante

Bei **freihängenden Umsteigstellen** wird statt der langen Selbstsicherung die **Handsteigklemme** in das nach oben führende Seil eingehängt ②, um später durch die Steigschlinge eine **Entlastungsmöglichkeit** zum Aushängen der Selbstsicherung zu haben.

Tipp: Die Handsteigklemme möglichst tief (in Kinnhöhe oder darunter) einhängen. Bei langen Abseilstrecken (mit großer Seildehnung) kann die Klemme alternativ auch zwischen Knoten und Abseilgerät (in Richtung Knoten) eingehängt werden.

Abseilen 2a

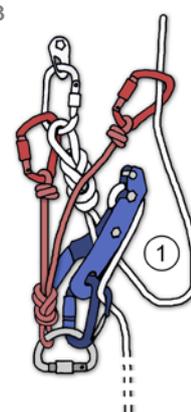


Abseilen über Umsteigstellen - Schritt 3 von 4

Jetzt wird das Abseilgerät geöffnet und in das **nach unten** führende Seil, **nahe am Knoten eingehängt** ① und danach möglichst weit nach oben (zum Knoten hin) gezogen.

Beachte: Werden zum Entlasten und Aushängen der kurzen Selbstsicherung (im nächsten Schritt) **beide Hände benötigt**, so muss das **Abseilgerät jetzt abgebunden** (blockiert) werden.

Abseilen 3



Abseilen über Umsteigstellen - Schritt 4 von 4

Nun kann die **kurze Selbstsicherung entlastet und ausgehängt** werden ①. Dabei ist das Abseilgerät entweder **abgebunden**, oder die **Bremshand ist am Seil!**

Beachte: Vor dem **Belasten des Abseilgerätes** ist dieses auf seine **korrekte Lage** hin zu überprüfen, so dass es nicht im Karabiner oder im Maillon verkantet. Auch die **richtige Belastungsrichtung des Karabiners im Anker** (längs, Öffnung nach unten) ist zu überprüfen.

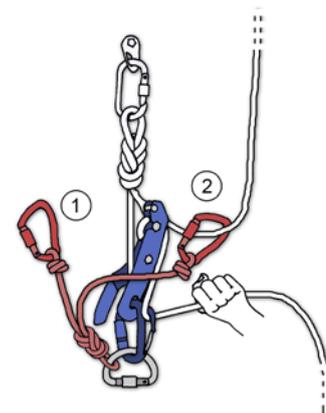
Tipp: Vor dem Fortsetzen des Abseilvorganges den *A.B.S. Check* (siehe Kapitel IV) durchführen.

Tipp: Ist die Seilschleife nach oben lang genug, kann z.B. mit dem Knie oder Fuß in diese gestiegen werden, um die kurze Selbstsicherung leichter entlasten zu können.

Nach erfolgreichem Umsteigmanöver wird mit der freien Hand noch die **lange Selbstsicherung** bzw. die **Handsteigklemme** ausgehängt ②, danach *„Seil frei!“* oder *„Libero!“* an die nachfolgende Person gemeldet und die Abseilfahrt fortgesetzt.

Beachte: Knapp unterhalb der Seilverankerung bzw. des Knotens besonders **langsam, gleichmäßig** und **auf keinen Fall ruckartig** abseilen!

Abseilen 4



Abseilen über Umsteigstellen mit großem Versatz (Pendler)

Pendler beim Abseilen

Bis auf **Höhe der Verankerung** abseilen und die **Handsteigklemme** in das Seil zur Zwischenverankerung eingehängen ①.

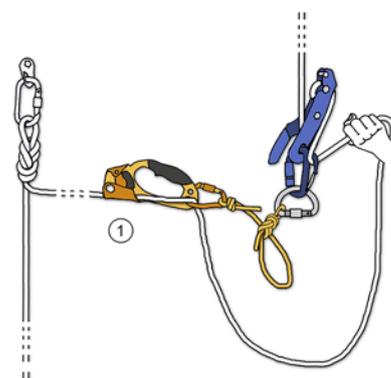
So weit wie ohne extremen Krafteinsatz möglich, **zur Verankerung hinziehen** und dabei die Handsteigklemme nachschieben.

Weiter abseilen, bis wieder **ein Stück zur Verankerung hingezogen** und die **Handsteigklemme nachgeschoben** werden kann.

Diesen Vorgang wiederholen, bis die Umsteigstelle erreicht ist und eine **Selbtsicherung** in die Seilverankerung eingehängt werden kann.

Handsteigklemme aushängen und weiter vorgehen wie beim **Abseilen über Umsteigstellen ab Schritt 2**.

Hinweis: Bei sehr horizontalen Pendlern kann es nötig sein, zur Umsteigstelle mit **beiden Steigklemmen** aufzusteigen.



Abseilen über Seilumlenkungen (Deviateure) und Seilschoner

Bis auf **gleiche Höhe** mit der Umlenkung (oder bis zum Seilschoner) abseilen.

Abseilgerät blockieren (abbinden), wenn zum Umhängen die Bremshand benötigt wird.

Den Karabiner der Umlenkung (oder den Seilschoner) **unterhalb des Abseilgerätes aushängen** und **darüber wieder einhängen**.

Den Abseilvorgang fortsetzen.

Tipp: Bei **großem seitlichem Versatz** (Pendler zur Umlenkung) kann es hilfreich und kraftsparend sein, die Selbstsicherung in die Umlenkung einzuhängen, um beide Hände für das Umhängen frei zu haben.

Beachte: Eine Umlenkung ist keine Zwischenverankerung und darf daher **nie mit dem vollen Körpergewicht belastet** werden! Das Abseilgerät wird bei diesem Manöver **nie vom Seil** genommen!

Wechsel vom Abseilen zum Aufsteigen

Das **Abseilgerät abbinden** (blockieren).

Danach die **Handsteigklemme** möglichst hoch in das Seil darüber einhängen.

Den Körper mit Hilfe der Steigschlinge aufrichten und die **Bruststeigklemme** zwischen der Handsteigklemme und dem Abseilgerät einhängen.

Sind **beide Steigklemmen am Seil**, kann das **Abseilgerät ausgehängt** und mit dem Aufstieg begonnen werden.

Absteigen mit den Steigklemmen

Um schnell ein kurzes Stück tiefer zu kommen, oder wenn an einem belasteten Seil abgestiegen werden muss, ist ein Wechsel auf das Abseilgerät nicht nötig bzw. möglich. Es kann ganz einfach wie folgt mit den Klemmen abgestiegen werden:

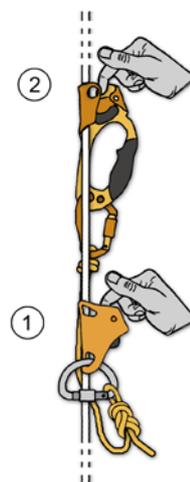
Körper in der Steigschlinge der Handsteigklemme aufrichten, die dadurch entlastete **Bruststeigklemme** durch einen Druck von oben auf die Klemmvorrichtung und gleichzeitigem Absenken des Körpers ein Stück nach unten schieben und wieder belasten ①.

Jetzt die **Handsteigklemme** durch einen Druck von oben auf die Klemmvorrichtung bis über die Bruststeigklemme nach unten schieben ②.

Den Vorgang wiederholen.

Beachte: Die Klemmen dürfen **nicht durch Druck auf die Hebel zum Öffnen der Klemmvorrichtung** gelöst werden, weil dabei die Gefahr besteht, die Klemme ungewollt ganz zu öffnen.

Absteigen mit Steigklemmen



Abseilen über Seilverlängerungen und Knoten - Schritt 1 von 2

Vor Erreichen des Knotens das Seil aus dem Bremskarabiner nehmen und **bis zum Knoten abseilen**.

Danach die **Handsteigklemme** in das Seil ein Stück darüber einhängen.

Den Körper in der Fußschlinge aufrichten, die **Bruststeigklemme** zwischen der Handsteigklemme und dem Abseilgerät einhängen und belasten.

Beachte: Ist an dem Knoten eine Schlaufe zur Sicherung vorhanden, muss vor dem Umsteigen zusätzlich eine **Selbstsicherung** darin eingehängt werden.

Abseilen über Seilverlängerungen und Knoten - Schritt 2 von 2

Sind beide Steigklemmen am Seil, kann das **Abseilgerät ausgehängt** und **unter dem Knoten wieder eingehängt** und blockiert (abgebunden) werden.

Mit beiden Klemmen möglichst weit **herunter an den Knoten absteigen**.

Durch Aufrichten in der Fußschlinge die **Bruststeigklemme entlasten, aushängen** und das Gewicht auf das Abseilgerät verlagern.

Beachte: Vor dem **Belasten des Abseilgerätes** ist dieses auf seine **korrekte Lage** hin zu überprüfen, so dass es nicht im Karabiner oder im Maillon verkantet.

Jetzt noch die **Handsteigklemme und eine ev. Selbstsicherung lösen** und die Abseilfahrt fortsetzen.

III. Schachtbefahrung: Aufsteigen

Die „Frosch- oder Raupen-Technik“

... ist die in Europa gängigste Steigtechnik. Das Passieren von Zwischenverankerungen, Knoten, Umlenkungen und ähnlichem ist mit dieser Methode sehr gut möglich. Daher ist sie auch die bevorzugte Technik der VÖH Lehrmeinung und wird auf unseren Kursen und Trainings unterrichtet. Benützt wird eine im zentralen Schaubglied (Maillon) befestigte und mittels Brustgurt nach oben gespannte **Bruststeigklemme** (z.B. *Petzl Croll*), sowie eine **Handsteigklemme** (z.B. *Petzl Ascension*), welche mit einer Steigschlinge versehen und mittels eigener Seilsicherung im Sitzgurt befestigt ist.

Eine Ergänzung zu dieser Methode stellt die Verwendung einer **Fußsteigklemme** dar. Dabei handelt es sich um eine Steigklemme ohne Griff, welche über Bänder und/oder Gurte an der Innenseite eines Fußes befestigt wird. Vor allem bei langen Schächten oder mit schweren Säcken steigert die Fußsteigklemme die Effizienz deutlich.

Das Aufsteigen

Beide Steigklemmen werden am Seil eingehängt und ein Fuß wird in die **Steigschlinge** gestellt. Mit den Händen wird die Handsteigklemme am Seil nach oben geschoben, wobei gleichzeitig das Bein angewinkelt wird. Dann wird der Körper durch **Ausstrecken des Beins in der Steigschlinge** wieder aufgerichtet, wodurch die Bruststeigklemme nach oben rutscht und wieder belastet werden kann. Nun wird die Handsteigklemme wieder hochgeschoben und der Vorgang wiederholt.

Siehe dazu auch den Absatz „*Hinweise zum kraftsparenden und effizienten Schachtaufstieg*“ weiter unten.

Die Seilmanöver beim Aufsteigen: Umsteigstellen, Umlenkungen, Seilverlängerungen und andere Hindernisse

Aufsteigen über Zwischenverankerungen - Schritt 1 von 3

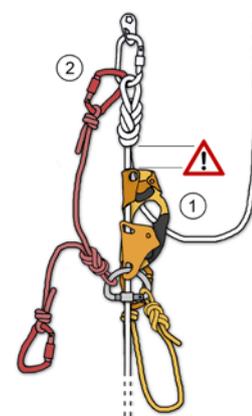
Aufsteigen, bis die Handsteigklemme etwa **zwei Fingerbreit unter dem Knoten der Verankerung** und die Bruststeigklemme knapp darunter ist ①. Dann die **lange Selbstsicherung** in den Karabiner der Verankerung eingehängen ②.

Beachte: Knapp unterhalb der Seilverankerung bzw. des Knotens besonders **langsam, gleichmäßig** und **auf keinen Fall ruckartig** aufsteigen, da hier die Belastung auf die Verankerung am größten ist, weil das Seil alle Bewegungen ungedämpft an den Anker weiter gibt.

Beachte: Die Öffnung des Karabiners der Selbstsicherung muss dabei **vom Felsen bzw. dem Knoten wegzeigen**, um einen Druck auf die Öffnung zu vermeiden!

Hinweis: Der Abstand der Handsteigklemme zum Knoten ist wichtig, um diese später zum Aushängen noch ein Stück nach oben bewegen zu können!

Aufsteigen 1



Aufsteigen über Zwischenverankerungen - Schritt 2 von 3

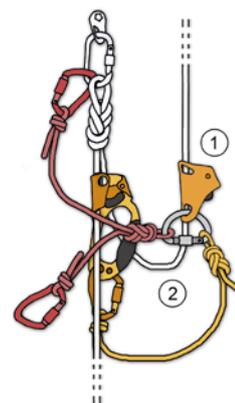
In der Steigschlinge aufstehen, die dadurch entlastete **Bruststeigklemme** aushängen und in das nach oben führenden Seil **möglichst hoch** wieder einhängen ①.

Tipp: Vor dem Aushängen der Bruststeigklemme kann das nach oben führende Seil mit einer Hand bereits nahe zur Klemme herangezogen werden, das erleichtert das Umhängen und spart Kraft.

Beachte: Das Seil soll nach dem Umhängen der Bruststeigklemme (und vor deren Belastung) so weit durch die Klemme **nach unten gezogen werden**, dass nur das nach oben führende Seil belastet wird und nicht das Stück unterhalb der Klemme in Richtung Knoten! ②

Ist dies nicht möglich, weil z.B. die Seilschleife zu kurz ist, kann alternativ auch **zuerst die Handsteigklemme** und **danach die Bruststeigklemme** umgehängt werden.

Aufsteigen 2



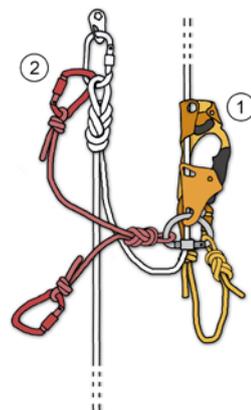
Aufsteigen über Zwischenverankerungen - Schritt 3 von 3

Jetzt wird die **Handsteigklemme** geöffnet und über der Bruststeigklemme in das nach oben führende Seil eingehängt.

Beachte: Die Klemme muss dabei **außen an der Schlaufe des oberen Seiles vorbei** und nicht durch diese hindurch (Verstricken) geführt werden.

Sind beide Klemmen am oberen Seil, kann die **lange Selbstsicherung ausgehängt** ② werden. **Bevor es weitergeht muss noch überprüft werden:** liegt der **Karabiner korrekt** in der Lasche (vertikal mit der Öffnung nach unten und zugeschraubt)? **Hängt das Seil frei nach unten** (oder wurde es versehentlich mit aufgezogen)? Erst danach wird „*Seil frei!*“ oder „*Libero!*“ an die nachfolgende Person gemeldet und der Aufstieg fortgesetzt.

Aufsteigen 3



Aufsteigen über Umlenkungen (Deviateure) und Seilschoner

So hoch wie möglich unter der Umlenkung (oder dem Seilschoner) aufsteigen. Den Karabiner der Umlenkung (oder den Seilschoner) **oberhalb der Steigklemmen aushängen** und **darunter wieder einhängen**. Den Aufstieg fortsetzen.

Beachte: Nach Passieren der Umlenkung, vor allem wenn sie direkt über dem Schachtgrund bzw. dem Seilende ist, unbedingt darauf achten, dass **das Seil wieder direkt durch die Umlenkung läuft** und nicht nachgezogen (und dadurch vom Schachtgrund gehoben) wird!

Tipp: Bei **großem seitlichem Versatz** (Pendler zur Umlenkung) kann es hilfreich und kraftsparend sein, die Selbstsicherung in die Umlenkung einzuhängen.

Beachte: Eine Umlenkung ist keine Zwischenverankerung und darf daher **nie mit dem vollen Körpergewicht belastet** werden! Die Steigklemmen werden bei diesem Manöver **nie vom Seil** genommen!

Wechsel vom Aufsteigen zum Abseilen

Das **Abseilgerät** unterhalb der Bruststeigklemme einhängen und abbinden (blockieren).

Die **Handsteigklemme** möglichst weit nach unten, knapp über die Bruststeigklemme schieben.

In der Steigschlinge aufrichten, die dadurch **entlastete Bruststeigklemme aushängen** und das Gewicht **auf das Abseilgerät** verlagern

Beachte: Vor dem Belasten des Abseilgerätes ist darauf zu achten, dass dieses **korrekt liegt** und **nicht im Maillon verdreht oder verkantet** ist.

Zuletzt noch die **Handsteigklemme aushängen** und die Abseilfahrt beginnen.

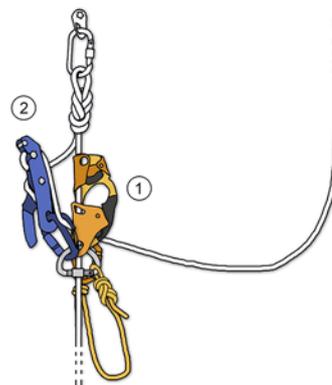
Aufsteigen über Umsteigstellen mit großem Versatz - Schritt 1 von 2

Aufsteigen, bis die Handsteigklemme etwa **zwei Fingerbreit unter dem Knoten der Verankerung** und die Bruststeigklemme knapp darunter ist ①.

Nun das **Abseilgerät** so unterhalb des Knotens in das von oben kommende Seil einhängen (und abbinden), dass damit **vom Knoten weg abgeseilt** werden kann ②.

Beachte: Knapp unterhalb der Seilverankerung bzw. des Knotens besonders **langsam, gleichmäßig** und **auf keinen Fall ruckartig** aufsteigen bzw. abseilen, da hier die Belastung auf die Verankerung am größten ist.

Aufsteigen über Pendler 1



Aufsteigen über Umsteigstellen mit großem Versatz - Schritt 2 von 2

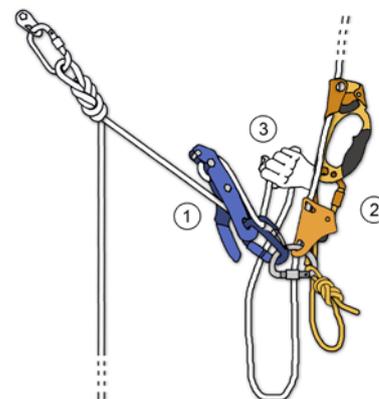
In der Steigschlinge aufrichten, die dadurch **entlastete Bruststeigklemme aushängen** und das Gewicht **auf das Abseilgerät** verlagern ①.

Beachte: Vor dem **Belasten des Abseilgerätes** ist dieses auf seine **korrekte Lage** hin zu überprüfen, so dass es nicht im Karabiner oder im Maillon verkantet.

Jetzt das **nach oben führende Seil** so weit wie möglich heranziehen und nacheinander erst die **Bruststeigklemme** und danach die **Handsteigklemme** darin einhängen ②.

Danach **bis in Fall-linie abseilen**, das nun entlastete Abseilgerät aushängen und den Aufstieg fortsetzen.

Aufsteigen über Pendler 2



IV. Anhang: Checks, Hinweise und Abbildungen

Der Partnercheck sollte **vor jeder Schachthöhlenbefahrung** und auch nach Wiederanlegen des Gurtzeugs (z.B. nach Rast, Biwak, WC-Gang...) gegenseitig gewissenhaft durchgeführt werden. Leider wird ein Bestehen auf den Partnercheck, vor allem unter erfahrenen HöhlenforscherInnen, als eher „uncool“ belächelt und daher oftmals ausgelassen. Dennoch hätte ein Partnercheck einige mitunter auch tödliche Unfälle in der Vergangenheit zu verhindern geholfen. Wer lieber etwas uncool ist, der/die überprüfe beim Partnercheck folgende Punkte:

- Gurt** korrekt angelegt, nicht beschädigt und alle **Gurtschlaufen** zurückgefädelt?
- Zentrales Schraubglied** (Maillon) zugeschraubt (mit der Öffnung nach links*)?
- Abseilgerät** korrekt angebracht und dessen **Karabiner** zugeschraubt? **Bremskarabiner** vorhanden?
- Steigklemmen** und **Selbstsicherungen** korrekt am Gurt angebracht?
- Reservelicht** griffbereit und funktionstüchtig?

* Die Öffnung nach links kann ein ungewolltes Aufschrauben durch das vorbeilaufende Seil beim Aufstieg verhindern.

Der ABS-Check (Anker, Bremse, Stop)

Kann helfen, gefährliche Fehler durch Routine, Gedankenlosigkeit und Unaufmerksamkeit (den sogenannten *Blackouts*) zu verhindern. Dieser Check wird nicht wie der Partnercheck gegenseitig, sondern von jeder Person selbst durchgeführt und zwar zu Beginn eines jeden Abseilvorganges. Also auch z.B. nach Passieren einer Umstiegstelle. Folgende Punkte werden beim ABS-Check jedes Mal und **möglichst bewusst** kontrolliert:

ANKER: Wie ist der Zustand der Verankerung meines Seiles?

- Ist der Anker selbst in gutem Zustand (Alter, Sitz, Rost etc.)?
- Ist die Schraube der Lasche festgeschraubt oder schon gelockert?
- Ist der / sind die Karabiner zugeschraubt (mit der Öffnung nach unten und vom Fels weg)?
- Sind die Knoten korrekt?
- Stimmt die Rückversicherung des Seiles (im Falle eines Versagens des Ankers)?

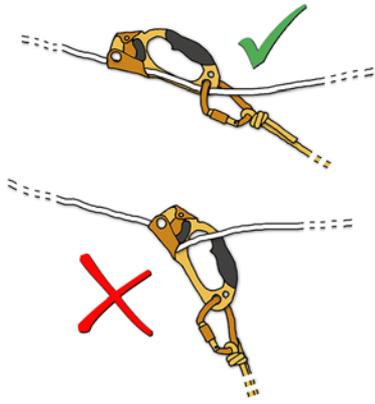
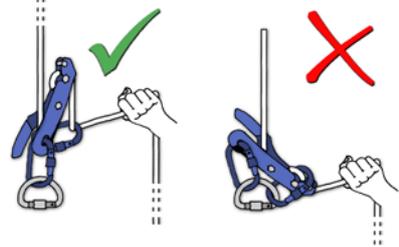
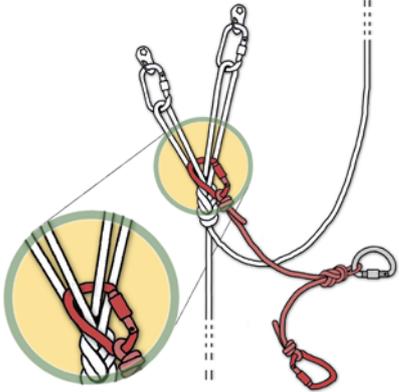
BREMSE: Ist meine Abseilvorrichtung/Seilbremse in Ordnung?

- Liegt das Seil korrekt im Abseilgerät?
- Liegt das richtige Seil im Abseilgerät?
- Ist der Karabiner bzw. das Schraubglied zwischen Abseilgerät und zentralem Schraubglied zugeschraubt?
- Ist das zentrale Schraubglied zugeschraubt?

STOP: Befindet sich unter mir eine sichere „Auffanglinie“?

- Befindet sich ein Knoten im Seilende?
- Reicht das Seilende bis zum Boden oder ist das „Ende“ eine Umstiegstelle?

Quelle: *ABS-Check gegen Blackouts beim Abseilen*. In: Berg und Steigen 3/06, Österreichischer Alpenverein

<p>Sichern mit Handsteigklemme</p> 	<p>Bremskarabiner</p> 	<p>Sichern an doppelten Verankerungen</p> 
<p>Wird zur Sicherung die Handsteigklemme verwendet (z.B. bei Zustiegen mit starkem Gefälle oder bei Quergängen), muss das Seil auch in den Karabiner der Handsteigklemme eingehängt werden (obere Darstellung), damit sich im Falle eines Sturzes die Klemme nicht im Seil verdreht!</p>	<p>Wird ein normaler Karabiner als Bremskarabiner verwendet (kein <i>Freino</i> oder <i>Handy</i>), ist dieser im Karabiner des Abseilgerätes einzuhängen und nicht im zentralen Schraublied, um ein Einfädeln des Abseilgerätes darin (und dadurch Ausschalten der Bremsfunktion) auszuschließen.</p> <p>(Siehe Gebrauchsanweisung).</p>	<p>Bei doppelten Verankerungen (z.B. Rettersitzknoten) muss die Selbstsicherung immer durch beide Seilschlaufen des Knotens eingehängt werden!</p> <p>Bei Versagen eines Ankers entsteht so keine zusätzliche Sturzbelastung auf den verbleibenden Anker.</p>

Hinweise zum kraftsparenden und effizienten Schachtaufstieg:

- Die Arbeit beim Aufsteigen soll hauptsächlich **von den Beinen** und möglichst wenig von den Armen geleistet werden, denn diese ermüden weitaus schneller. Dies wird durch eine möglichst senkrechte Haltung während der Hubbewegung erreicht (Brustgurt eng ziehen).
- Die **Handsteigklemme** sollte nur so weit nach oben geschoben werden, bis das Knie des Beines in der Steigschlinge maximal **auf Hüfthöhe** ist. Aus dieser Position steht die meiste Kraft für das Aufstehen zur Verfügung. Die Handsteigklemme höher zu schieben bringt zwar mehr Hub, ermüdet dafür aber rascher. Die Beine sollen beim Aufstehen eher nach hinten, direkt unter den Schwerpunkt des Körpers drücken.
- Rutscht das Seil zu Beginn des Aufstiegs nicht ordentlich durch die Bruststeigklemme, kann es entweder vor jedem Hub **zwischen den Füßen eingeklemmt**, oder von einer Person am Schachtgrund **unter Zug gehalten** werden. Nach einigen Metern Aufstieg hat das Seil unter einem meist genug Gewicht, um keine derartigen Probleme mehr zu machen. Tut es dies dennoch, ist meist das Schachtzeug falsch eingestellt, oder die Körperhaltung falsch.
- Solange das Seil völlig frei hängt, ist es am kraftsparendsten, **mit beiden Beinen zu steigen**. Bei Felskontakt ist es günstiger, mit nur einem Fuß in der Steigschlinge zu stehen und mit dem anderen **am Fels mitzusteigen**.
- Die **Einstellung des Schachtzeuges** spielt eine große Rolle beim effizienten Steigen: Der Sitzgurt und sein Abstand zur Bruststeigklemme, sowie der Brustgurt und die Länge der Steigschlinge müssen richtig angepasst werden. Tothub durch Auf- und Abwärtsrutschen der Bruststeigklemme, ein zu schräges Hängen im Seil und eine zu kurze oder zu lange Steigschlinge erfordert sehr viel zusätzlichen Kraftaufwand. Wichtig ist, dass der Sitzgurt gut passt und der Brustgurt fest angezogen ist (ev. nochmals nachziehen, wenn man im Seil hängt). Bei der Höhe der

Bruststeigklemme über dem Sitzgurt muss ein Kompromiss zwischen hohem Anschlagpunkt (=> aufrechter Lage, wenig Kraftaufwand in den Händen) und Steighub (je tiefer die Bruststeigklemme liegt, desto größer) gefunden werden. Es ist nicht immer sinnvoll, alles daran zu setzen, den maximal möglichen Steighub zu erreichen, da der Gewinn an Steiggeschwindigkeit mit höherem Kraftaufwand bezahlt werden muss. Ein Bergwanderer versucht auch nicht, ständig Riesenschritte zu machen. Der richtige Kompromiss lässt sich im Laufe der Zeit finden. Eine zusätzliche Fußsteigklemme hilft, das Seil durch die Bruststeigklemme zu befördern und reduziert den Tothub erheblich (siehe Kapitel "Steigklemmen").

- Steigschlingen aus gewöhnlicher Reepschnur weisen erhebliche Dehnung auf, daher ist eine dehnungsarme Dyneemaschnur oder Bandmaterial vorzuziehen (allerdings nur für die Steigschlinge und nicht für das Sicherungsseil).
- Beim Aufsteigen gilt es einen Rhythmus zu finden, der die Schwingungen des Seiles bestmöglich ausnützt. Dies bedingt, das zu Beginn eher langsamer und weiter oben dann etwas schneller aufgestiegen wird.

Warnhinweis *Klammerreflex* beim Petzl Stop

Bei allen Vorteilen des Petzl Stop mit seiner Autoblockierfunktion, birgt dessen Verwendung doch eine besondere Gefahrenquelle, die **unbedingt beachtet** werden muss: das Gerät schützt nicht vor dem **Klammerreflex**. Dieser ist ein evolutionär vererbter und dadurch tief verankerter Reflex, der bei einem plötzlichen Absinken des Körpers (z.B. Ausrutschen) ein festes Zugreifen der Hände auslöst. Umfasst eine Hand gerade den Bremshebel, so wird dieser ganz durchgedrückt und damit die Blockierfunktion aufgehoben. Der Klammerreflex kann nicht bewusst verhindert und auch durch Training nicht „verlernt“ werden.

Der einzige Schutz davor besteht darin, **die Bremshand während dem Abseilen nie vom Seil zu nehmen!**

Haftungsausschluss

Der Verband Österreichischer Höhlenforscher (VÖH), sowie die AutorInnen der Speläomerkblätter übernehmen keinerlei Gewähr für die Aktualität, Korrektheit oder Vollständigkeit der Informationen in den Speläomerkblättern. Haftungsansprüche gegen den VÖH und/oder gegen die AutorInnen der Speläomerkblätter, die sich auf Schäden wirtschaftlicher, körperlicher oder ideeller Art beziehen, welche durch die Nutzung oder Nichtnutzung der dargebotenen Informationen bzw. durch die Nutzung fehlerhafter und unvollständiger Informationen verursacht wurden, sind grundsätzlich ausgeschlossen.

Hinweise zu den Abbildungen

Alle Abbildungen in diesem Merkblatt sind aus **Eigenperspektive** dargestellt, also so wie du die Ausrüstung an dir selbst sehen würdest. Auf manchen Abbildungen wurde **ein Ausrüstungsteil aus Gründen der Übersichtlichkeit weggelassen** (z.B. das Abseilgerät bei den Abbildungen zum Aufsteigen), dies bedeutet natürlich **nicht**, dass dieses Teil vom Maillon ausgehängt werden soll! Manche Ausrüstungsteile werden zur besseren Übersichtlichkeit **auf keinen Abbildungen dargestellt**, z.B. die Steigschlinge der Handsteigklemme oder der Brustgurt der Bruststeigklemme, auch diese Teile müssen am Schachtzeug natürlich vorhanden sein!

Alle Abbildungen in diesem Merkblatt wurden vom Autor selbst erstellt (2013).

Anregungen, Kritik, Vorschläge und andere Hinweise zu diesem Merkblatt sind erwünscht und werden vom Autor gerne unter schulung@hoehle.org entgegen genommen!

Literaturverzeichnis

Alpine Caving Techniques	Marbach, G. & Tourte, B. (2002): Speleo Projects
Caving Technical Guide	École Francaise de Spéléologie (2013): efs.ffspeleo.fr
Petzl	(2013) www.petzl.com
Sicherheit und Risiko in Fels und Eis	(Band I – III) Schubert, Pit (2006,2008): Bergverlag Rother
The Complete Caving Manual	Sparrow, Andy (2009): Crowood Press
The Complete Guide to Rope Techniques	Shepherd, Nigel (2001): Constable – London

Dank

Die Vorgängerversion (2007) dieses Merkblattes wurde von Margit Decker und Dieter Sulzbacher erstellt. Die aktuelle Version baut auf dieser auf und hat teilweise Inhalte daraus übernommen.

Danke für die vielen Hinweise, Korrekturen und Tipps von Margit Decker, Andreas Glitzner, Eckart Herrmann, Christa Markom, Lukas Plan, Thomas Resch, Dieter Sulzbacher und allen anderen kritischen HöhlenforscherInnen!



Im *Fledermausschacht* am Tonion, Steiermark. Foto: Lukas Plan

Schließen

Die Überwindung von Engstellen ist eine befahrungstechnische Schwierigkeit, bei der uns Ausrüstung und Material wenig helfen. Viele Höhlen sind aber so gebaut, daß man nur durch Engstellen in weitere, große Fortsetzungen gelangt. Entgegen der landläufigen Meinung ist Schließen nur selten ein körperliches, sondern in erster Linie ein psychisches Problem. Die körperlichen Grenzen liegen zumeist bei viel engeren Gangprofilen (bei durchschnittlich gebauten Personen bei etwa 40 x 25 cm!), auch verhindern dicke Bekleidung, angelegte Gurten und selbst ein Bierbauch nur selten das Durchkommen. Wer durch Engstellen in bereits erforschte oder noch unbekannte Höhlenteile vordringen möchte, sollte aber beachten:

- bergab ist es viel einfacher als bergauf
- außer bei bergab führendem Neuland immer Kopf voran schließen, ansonsten könnten Körperteile aufgrund hängenbleibender Bekleidung Schaden nehmen
- Hektik vermeiden und den Körper nie verspannen – dann steckt man! Alle Körperteile, die für eine bestimmte Bewegung nicht erforderlich sind, bewußt entspannen
- normalerweise ist es am günstigsten, den jeweils unteren Arm nach vorne (in Befahrungsrichtung) auszustrecken und den oberen Arm am Körper anzulegen
- klemmt der Brustkorb, bewußt mit dem Bauch atmen
- offenes Licht kann in Schlüfen gefährlich werden
- An Biegungen immer so drehen, daß die Oberschenkel als längster starrer Körperteil übrig bleiben
- Kameradenunterstützung ist durch ein Halteseil, Handzug, Gewähren des Fußes als Haltepunkt oder Drücken gegen wegrutschende Füße möglich
- V-förmige Schlüfe erfordern permanenten Kraftaufwand – es besteht also hier wirklich die Gefahr dass man stecken bleibt, wenn einen die Kraft verlässt

Schwierigkeitsskala für Engstellen

In einigen Bundesländern hat sich die von Michael Häusler 1985 (ursprünglich zu humoristischen Zwecken) vorgeschlagene Schlufschwierigkeitsbewertung durchgesetzt und in Raumbeschreibungen und auf Plänen durchaus bewährt (auch wenn die Schwierigkeit je nach Körperbau von Person zu Person schwanken kann):

Schwierigkeitsgrad I: Bückstelle

Stellenweise Niederknien oder seitliches Durchgehen.
 Kein Kontakt mit dem Fels. Schleifsack wird getragen.



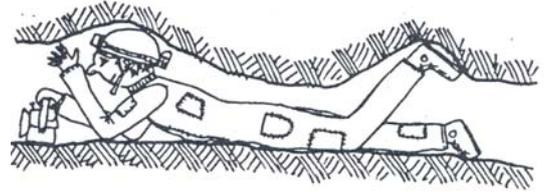
Schwierigkeitsgrad II: Krabbelstelle

Krabbeln auf Händen und Knien, Schleifsack wird nachgezogen, kaum Felskontakt.



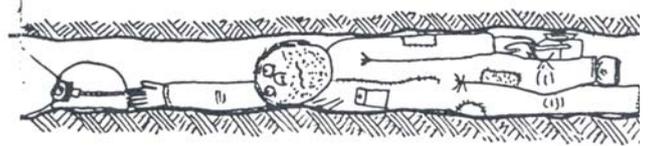
Schwierigkeitsgrad III: Kriechstrecke

Kriechen auf Ellenbogen und Bauch, Beine ausgestreckt nachgezogen oder seitlich angewinkelt. Wenig Felskontakt mit Rücken und Schultern.



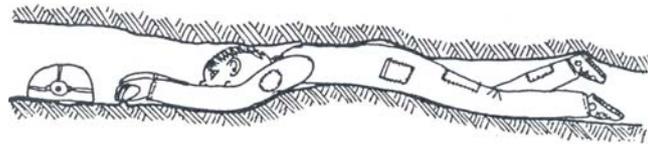
Schwierigkeitsgrad IV: eng

Strecke wird auf Bauch und Brust rutschend bewältigt. Felskontakt mit Teilen des Körperquerschnittes. Kein Ausatmen nötig.



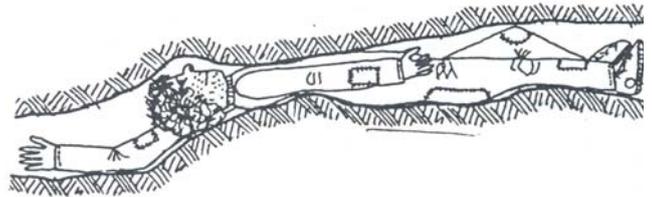
Schwierigkeitsgrad V: sehr eng

Gesamter Körperquerschnitt hat Felskontakt, Armhaltung und Lage im Schluf sind wichtig. Teilweises Ausatmen nötig. Helm wird hinderlich, Körperbeherrschung und Geschicklichkeit erforderlich.



Schwierigkeitsgrad VI: äußerst eng

Nur unter vollem Ausatmen und extremen Kraftaufwand möglich, mit Helm meist unmöglich, oft mehrere Versuche nötig, trainierten und erfahrenen Schliefern vobehalten.



Schwierigkeitsgrad VII: extrem eng

Zusätzlich intensive Konzentration und psychische Beschäftigung mit dem Schlufproblem nötig. Teilweise nur mit Kameradenhilfe und unter Verletzungsrisiko befahrbar.

Literatur

Häusler, M. (1985): Schwierigkeitsbewertung von Schlüfen. – Höhlenkundliche Mitteilungen, Wien, 41 (10): 183-186

Häusler, M. (1985): Schließen. Problemloses Überwinden von Engstellen in Höhlen vom ersten Grad bis zum Sportschließen. – 32 Seiten, erhältlich im Nachdruck über den Lv f. Hk i. Wien & NÖ.

Biwakieren in Höhlen

Die expeditionsmäßige Höhlenforschung gerät in neue Dimensionen, wenn ein Forschungsziel einen oder mehrere unterirdische Tagesmärsche von der Oberfläche entfernt liegt. In diesem Fall wird es notwendig, Biwak(s) einzurichten. Bei längeren Talanstiegen wird auch gelegentlich im Eingangsbereich von Höhlen biwakiert. Ob Biwaks aus reiner Abenteuerlust, ohne zwingende Gründe ökologisch vertretbar sind, soll im Kapitel Höhlenschutz erörtert werden.

Grundsätzliches

Mehrtägige Höhlenaufenthalte werfen spezielle **Sicherheitsaspekte** auf: Passiert ein Unfall, ist es bei größeren Distanzen zur Oberfläche oft problematisch bis unmöglich, Hilfskräfte zu informieren. Hilfsmaßnahmen laufen daher in der Regel erst Stunden nach der beabsichtigten Rückkehr, also im Extremfall mit tagelanger Verspätung an. Fundierte Kenntnisse in Kameradenrettung und das Mitführen entsprechenden Materials sind daher unerlässlich! - Die früher übliche Einrichtung von Nachrichtenverbindungen (Telefonleitung) zu Biwakplätzen hat sich aufgrund des großen Aufwands und der Störanfälligkeit nicht sehr bewährt.

Bei einmaligen Vorstößen in entlegene Höhlenteile, etwa tiefe Schachtzonen, die sich nicht in einem Tag bewältigen lassen, wird man meist mit einem **Notbiwak** das Auslangen finden und die Ausrüstung entsprechend reduzieren. **Fixe Biwaks** richtet man sinnvollerweise in größeren Höhlensystemen ein, wo sie für mehrere Expeditionen als Forschungsstützpunkt dienen.

Der Biwakplatz

Für die Auswahl eines geeigneten Biwakplatzes sind neben der "strategisch" günstigen Lage natürlich Kriterien wie **Bodenbeschaffenheit** (ideal: Sand), **Trockenheit** und **Wetterführung** entscheidend. Besonders letztere kann - beim Aufbau kaum verspürt - zum "Schlafraubfaktor" werden. - Wichtig ist das Vorhandensein von **Trinkwasser** in Biwaknähe. Denken sollte man auch an "gewisse Geschäfte", deren Verrichtung möglichst ohne vorherigen Hindernis-Parcours gewährleistet sein sollte. - Der Autor erinnert sich übrigens auch an ein Biwak, bei dem sich unerwarteterweise ausgerechnet der zuvor dafür gewählte Ort als Schlüssel zu neuen Fortsetzungen entpuppte...



Raucherkarhöhle/Stmk. – Unterwelt-Biwak
 Fotos: G. Knobloch



Feuertalsystem / OÖ - Biwak b. Vorstoß in die „Sahara“

Ausrüstung:

Folgende Liste von Einrichtungsgegenständen stellt eine Art Maximal-Standard dar, der bei verringertem Komfortbedürfnis natürlich nach Bedarf reduziert werden kann:

- **Plastikplanen** als Unterlage und gegen Tropfwasser
- **Unterlagsmatte** Schaumstoffmatte oder "selbstaufblasende" Matte (wegen mangelnder Isolierung eher keine Luftmatratze!)
- **Hängematte** plus **Befestigungsmaterial** benötigt man, wenn der erwünschte Untergrund nicht zur Verfügung steht
- **guter Schlafsack** (no, na) – Manche schwören auf Daune andere auf Hohlfaser. Erstere ist leichter und hat das kleiner Packmaß, ist aber teurer und empfindlich gegen Feuchtigkeit
- **Wasserdichte Plastik-Container** bewähren sich besonders in Fix-Biwaks, insbesondere wenn sie gleichzeitig als *Hocker* verwendet werden können. Sie dienen der Aufbewahrung von Schlafsäcken und Kleidung - ein Säckchen "Silca-Gel" dazu schadet sicher nicht.
- **Campingtisch** aus Alu-Sprossen (im besseren Fachhandel und fallweise beim "Hofer") lässt sich sogar im Schleifsack verstauen, fällt aber unter "Luxus" – meist erfüllt diese Funktion ein geeigneter Steinblock
- **Kocher:** da geht nichts über einen Benziner (guter alter "Phoebus" oder z.B. MSR). Zur Not tut's auch ein Gaskocher. Puristen (wie der Autor) schwören allerdings auf "Espit" (hat die Größe einer Zigarettenschachtel, erzeugt aber giftige Dämpfe!). Ausreichend **Brennmittel** nicht vergessen!
- **Taschenöfen** mit Kohlestäben (die Benziner gehen recht schnell kaputt) sind kein Markenzeichen von "Weicheiern" sondern schlicht und einfach empfehlenswert, so man nicht gerade in tropischen Höhlen biwakiert.
- **Kerzen** bewähren sich sehr zur Ausleuchtung gewisser Wege und Örtlichkeiten (siehe oben)
- **Verpflegung:** ob gefriergetrocknet oder Ham and Eggs (letztere haben wirklich schon den Weg in Biwaks gefunden!) - das muss jeder für sich entscheiden. - Nicht vergessen: Utensilien zum Sammeln von Tropfwasser (falls keine ordentliche Wasserstelle in Biwak-Nähe)!
- **Kleidung:** Merke: es gibt kein Biwak, wo dich nicht irgendwann einmal ordentlich friert (gilt natürlich für unsere Breiten). Also: beim Gewand nicht sparen! - Unbezahlbar (und trotzdem oft vergessen): Nachthäubchen!
- **Hausverstand** ist wohl das wichtigste "Utensil" bei der Zusammenstellung der - für den geplanten Einsatz - ideal abgestimmten Ausrüstung.

Nach dem Biwak:

...bleiben die Spuren desselben leider meist als Denkmal für die heroischen Taten seiner Benutzer vor Ort zurück. Da aber inzwischen (hoffentlich) niemand mehr an der Richtigkeit des modernen Höhlenschutz-Gedankens zweifelt, könnte der Ruhm in diesem Fall ein zweifelhafter sein.

Also: Nehmt's euren Dreck wieder mit nach draußen - und zwar ohne wenn und aber!

Planung von Höhlentouren

Rechtzeitige und sorgfältige Planung ist das Um und Auf einer erfolgreichen Tour, daher hier ein paar Worte zur Tourenplanung.

Vor der Tour

Ein Großteil der Planung spielt sich natürlich vor der Tour ab – es ist sinnvoll, sich rechtzeitig vorher (je nach Höhle: Tage bis ev. Monate) Gedanken über ein paar Punkte zu machen:

1. Informationen beschaffen

Zunächst einmal ist zu klären:

Darf man überhaupt? Stichwort: Genehmigung des Grundeigentümers, Besonders Geschützte Höhle (siehe Abbildung)! Je nach Bundesland gelten andere Bestimmungen. Für manche Höhlen gibt es auch ein spezielles Befahrungsverbot für die Wintermonate.

Ist die Höhle versperrt bzw. wo besorgt man sich den Schlüssel?

Wie sieht's dort drinnen aus? Antwort liefern Raumbeschreibungen, Höhlenpläne oder Kenner der Höhle.

Welche Gefahren (Steinschlag, Wasser etc.) drohen? Man bedenke auch, dass der Schwierigkeitsgrad und die Länge der geplanten Höhlentour dem schwächsten Mitglied der Gruppe angepasst sein muss! Problematisch können sein: Schwierig zu befahrende Schächte und Canyons, Engstellen, Wasser führende Höhlenteile,...

Welches Material braucht man? Gibt es Einbauten, und wenn ja wie alt / in welchem Zustand sind diese?

Wie sieht der Zustieg zur Höhle aus? In welchem Gelände liegt die Höhle, wie leicht / schwierig ist sie zu finden? Gibt es GPS-Koordinaten oder ist die Höhle sogar auf einer Karte eingezeichnet? Welche Ausrüstung braucht man für den Zustieg? Gibt es Gefahren beim Zustieg (Lawinen, Steinschlag...)?

Information liefern mir: Erfahrene Höhlenforscher, Höhlenvereine. Pläne und Raumbeschreibungen findet man im Höhlenkataster des jeweils zuständigen Vereins, in Katasterbüchern oder / und in höhlenkundlichen Publikationen (Vereinsmitteilungen, Die Höhle, etc.)



Betretungsverbotstafel, Höhlenschutzbelehrung und Kennzeichnung einer Besonders Geschützten Höhle (Trockenes Loch, NÖ)

2. Material beschaffen

Man ist sich nun darüber im Klaren, dass die Höhle befahren werden darf und kann, jetzt fehlt noch die nötige Ausrüstung. Einbaumaterial (Seile, Verankerungen etc.) kann teilweise bei örtlichen Höhlenvereinen ausgeliehen werden. Genügend Reserven mitnehmen!

Ein paar Tage vor der Tour:

3. Wetterbericht beachten!

Je nach Lage der Höhle spielt natürlich das Wetter eine mehr oder weniger große Rolle für den reibungslosen Ablauf der Tour. Man bedenke, dass auch der gefahrlose Zu- und Abstieg meist vom Wetter abhängig ist.

Besondere Vorsicht ist geboten bei **hochalpinen Schächten**, hier ist die Gefahr eines überraschenden Wassereinbruches nach Gewittern gegeben, dies gilt ebenso für **talnahe Quellhöhlen**. Das betrifft insbesondere Siphone, die sich rasch mit Wasser füllen und somit den Rückweg versperren können. Aber es muss gar nicht so schlimm kommen – es ist schon frustrierend genug, wenn man gar nicht erst in die Höhle kann, weil durch den normalerweise nur feuchten Canyon auf einmal ein knietiefer Bach rauscht...

Wintertouren haben hier den Vorteil, dass die Höhlen meist weniger Wasser führen, allerdings ist der Zustieg zu dieser Jahreszeit oft anspruchsvoller (Schneelage und insbesondere Lawinengefahr). Auch sind viele Höhleneingänge mit Schnee verschlossen, außerdem werden viele Höhlen von Fledermäusen als Winterquartier genutzt und sollten deshalb im Winter nicht befahren werden.

Im Frühjahr kann die Schneeschmelze zu unerwarteten Wassermengen führen, im Sommer sind vor allem im Hochgebirge Gewitter oft problematisch und schlecht vorhersagbar. Wie man sieht, können die besten Bedingungen in unseren Breiten während Schönwetterperioden im Herbst gegeben sein.



Wasseraktive Höhle (Saubachhöhle, NÖ).

Wenn möglich sollte man sich vor der Tour ein Alternativprogramm für den Schlechtwetterfall zurecht legen. So kann unter Umständen vermieden werden, dass manche Teilnehmer die Tour auch bei widrigsten Verhältnissen „durchziehen“ wollen.

4. Packen

Was man alles mit dabei haben sollte: Rucksack für den Zustieg, Schleifsack (bei kleineren Touren reicht einer für 2-3 Personen), mindestens 2 voneinander unabhängige Lichtquellen (z.B. Karbidlampe und elektrische Beleuchtung), evtl. Reservebatterien und –karbid, Schlaz, Helm, Schleifsackapotheke (insbes. Verbandszeug und Alu-Rettungsdecke), Proviant und Getränk, genug Wechselgewand (auch für den Zu- und Abstieg), evtl. Schachtausrüstung, Höhlenplan.

Für den Zustieg: Orientierungshilfsmittel (Karten, GPS-Empfänger...), zusätzliche (Alpin)Ausrüstung (Regenbekleidung, Biwaksack, Tourenski, Schneeschuhe, ...)

Bevor's nun wirklich losgeht, ein bisschen was zur:

5. Sicherheit

Die Gruppengröße sollte optimalerweise 3-4 Personen betragen. Falls eine Person verunfallt, können dann immer noch 1-2 Personen die Höhle verlassen, ohne den Verletzten alleine zurücklassen zu müssen.

Alarmzeit bekannt geben: Nicht zu großzügig, aber auch nicht zu knapp. Großzügige Alarmzeiten haben den Vorteil, dass man nicht in Stress gerät, wenn man wider Erwarten etwas länger in der Höhle bleiben möchte oder kleinere Probleme zu Zeitverzögerungen führen. Sie haben aber auch den Nachteil, dass man im Notfall umso länger auf das Eintreffen der Höhlenrettung warten muss, wenn die Alarmierung nicht von den in der Höhle befindlichen Personen durchgeführt werden kann. Ein Richtwert für die Alarmzeit wäre ca. 3 Stunden mehr als die späteste geplante Rückkehrzeit.

Die Alarmzeit muss bei einer verlässlichen Person, die sich außerhalb der Höhle befindet, hinterlegt werden, benötigte Informationen sind: Name der Höhle, Katasternummer (wegen Eindeutigkeit!), bei größeren Höhlen: Höhlenteil, Alarmzeit (mit Datum, um bereits mehrmals vorgekommenen Missverständnissen vorzubeugen), Anzahl und Namen der Teilnehmer, Telefonnummer der Höhlenrettung (Bundesnotrufnummer: 02622/ 144, oder Notrufplan).

Während der Tour

1. Pausen

Genug einkalkulieren! Sinnvoll ist es, in der Mitte der Tour eine größere Pause (zum Jausnen, Karbid wechseln etc.) einzuplanen. Der Pausenplatz sollte trocken und sicher (vor Steinschlag etc.) sein, beim Rasten nicht direkt auf den Höhlenboden sondern auf Schleifsack, Seil und dergleichen. setzen.

2. Orientierung

Ist nicht ganz einfach, aber wozu gibt es Hilfsmittel? Es erweist sich als sinnvoll, den **Höhlenplan** bei der Hand zu haben (z.B. in der Brusttasche des Schlazes), evtl. in einer Klarsichthülle um starker Verschmutzung vorzubeugen, und auch regelmäßig einen Blick darauf zu werfen um den Wegverlauf nachzuvollziehen. Nicht nur bei markanten Kreuzungen ist es sinnvoll, auch einen **Blick retour** zu machen, damit man sich einprägt, wie der richtige Weg beim Rückweg verläuft.

Achtung in großen Hallen, es ist mitunter schwierig, den Ein- bzw. Ausgang zu lokalisieren, da die Reichweite der Lampen oft nicht ausreicht. In großen, unübersichtlichen Hallen oder Gängen besteht außerdem die Gefahr, beim Suchen des Weiterweges im Kreis zu laufen. Zur Not können Steinmännchen aufgestellt und nachher wieder abgebaut werden. Bleibende Markierungen (Kreide, Lack und „Ariadnefäden“) sind aus Höhlenschutzgründen unbedingt zu unterlassen.

Generell ist es wichtig, dass alle Teilnehmer selbständig wieder aus der Höhle finden können. Wenn nur einer den Rückweg kennt und dieser verunfallt, können die anderen sonst keine Hilfe holen. Die Gefahr besteht vor allem dann, wenn einer den Weg kennt und ihm die anderen nur folgen, ohne sich Zeit für die Orientierung zu nehmen!



Planstudium (Trockenes Loch, NÖ).

3. Umkehrpunkt

Ganz wichtig: Rechtzeitig umkehren, also noch bevor jemand ernsthaft konditionelle Probleme bekommt. Vor allem bei Schachthöhlen ist der Aufstieg wesentlich anstrengender als der Abstieg. Generell muss das Tempo und die Länge der Tour dem Schwächsten angepasst werden. Es ist auch zu bedenken, dass der Rückweg oft länger dauert als der Hinweg, bedingt durch Müdigkeit der Teilnehmer, eventuelle Orientierungsprobleme und Aufstiege.

4. Ende der Tour

Zum Teil haben tragische Unfälle gezeigt, dass am Ende der Tour erhöhte Unfallgefahr besteht, da die Anspannung vorbei ist und die Konzentration nachlässt. Auch nahe dem Eingang und natürlich beim Abstieg können noch erhebliche Gefahren gegeben sein (Abstürzen, Rückweg bei Dunkelheit etc.). Erst „abschalten“ wenn absolut keine Gefahr mehr besteht.

Nach der Tour

Die Tour ist vorbei, alles hat geklappt und alle sind wieder gut draußen und voller Tatendrang für die nächste Höhlenbefahrung, aber ein paar Dinge müssen noch erledigt werden:

Zuerst einmal die Alarmzeit abmelden! Erst dann darf man müde das nächste Wirtshaus aufsuchen...

Wird die Heimreise gleich nach der Tour mit dem Auto angetreten, kann durch die Müdigkeit erhebliche Unfallgefahr (Sekundenschlaf) bestehen. Besser ist es, sich auszuschlafen und erst danach heimzufahren – es hat schon mehrere gravierende Autounfälle nach Höhlentouren gegeben!

Material (Leihmaterial) reinigen (und retournieren). Gegebenenfalls den Schlüssel retournieren.

Evtl. eine Fahrtenmeldung oder einen Fahrtenbericht schreiben (der örtliche Höhlenverein wird es danken).

Umweltschonende Höhlenbefahrung

Die Höhle mit ihrem Inhalt und ihren Lebewesen ist ein sehr verletzliches Gebilde, das empfindlich auf jede Veränderung reagiert und sich innerhalb menschlicher Zeitmaßstäbe praktisch nicht erneuert. Ein abgebrochener Tropfstein etwa ist unwiederbringlich verloren, selbst die Berührung kann das weitere Wachstum unterbrechen oder Spuren hinterlassen. Daher lautet die Devise für jede Höhlenbefahrung:

Nimm nichts mit außer Fotos

Lass nichts zurück außer Fußspuren

Schlag nichts tot außer Zeit

Take nothing but pictures

Leave nothing but footprints

kill nothing but time

Nimm nichts mit

- Die Mitnahme von Souvenirs ist tabu; auch Sinterbruchstücke im Bodenschutt prägen das Erscheinungsbild einer Höhle und können von wissenschaftlichem Wert sein.
- Vieles, was in der Begeisterung vor Ort eingesteckt wird, ist zu Hause unattraktiv und wertlos. Mach andere Teilnehmer der Höhlentour darauf aufmerksam.
- Wenn pro Jahr nur 50 Personen eine Höhle besuchen und jeder nimmt sich nur ein Sinterbruchstück mit, dann sind in nur 100 Jahren 5000 „schöne“ (mitnahmewürdige) Höhleninhalte entnommen: vom Schmuck der Höhle ist nichts mehr übrig.
- Proben für wissenschaftliche Zwecke sollten nur in Kooperation mit Fachleuten entnommen werden und wenn deren wissenschaftliche Auswertung auch gesichert ist.

Lass nichts zurück

Alles, was in die Höhle hineingeschafft wird, muss auch wieder heraus! Nimm dafür ausreichende Säcke und Behälter mit.

- Die gesamte Ausrüstung – auch jene, die kaputtgegangen ist
- Altkarbid und Altbatterien
- Fäkalien
- Alle sonstigen Abfälle wie Verpackungen und Essensreste

Auch nachfolgende Höhlenbesucher wollen die Höhle möglichst im Urzustand erleben, daher:

- Keine Markierungspfeile hinterlassen, zur Orientierung gibt es Höhlenpläne und Beschreibungen.
- Vermessungspunkte dezent markieren.
- Keine Inschriften und Graffitis an den Wänden hinterlassen – dafür eignet sich ein Höhlenbuch besser.
- Auch Steinmänner sind unnötig – es gibt vielbesuchte Höhlen, wo man den richtigen Weg vor lauter Steinmännern nicht mehr findet, weil jeder herumirrende Besucher seine eigenen Steinmänner aufgestellt hat. In ausgedehnten Höhlen mit vielen Zielen helfen sie ohnehin nicht weiter.
- Nicht unnötig den Höhlenboden zertrampeln. Eine Spur genügt: In großräumigen Höhlenteilen wird ein ausgetretener Pfad eingehalten – Höhlensedimente sind wissenschaftlich von besonderem Interesse und deshalb schützenswert. Jede zusätzliche Spur bildet nicht nur ein unschönes Mal, sondern verleitet nachfolgende Besucher ebenfalls zu Fehlritten. In manchen besonders schönen Höhlen hat es sich eingebürgert, vor dem Betreten von sintergeschmückten Räumen die Stiefel und schmutzigen Overalls abzulegen.

Schlag nichts tot

- Kein Lagerfeuer im Höhleneingang, keine Fackeln in der Höhle.
- Vorsicht mit der Flamme deiner Karbidlampe, nach Möglichkeit Karbid- durch LED-Lampen ersetzen.
- Im Winter Verzicht auf den Besuch von Fledermausquartieren (➔ siehe Merkblätter C61, C62).
- Keine Verunreinigung von Höhlenbächen.
- Vor allem in den Eingangsteilen von Höhlen ist Vorsicht geboten, denn hier leben besonders viele Tier- und Pflanzenarten auf engstem Raum.

Abfallbelastung in der Höhle problematischer als an der Oberfläche

In Karstgebieten wird das Wasser – wenn überhaupt – nur durch die Bodendecke an der Oberfläche gefiltert. Alles, was in der Höhle ins Wasser geschüttet wird, gefährdet empfindliche Lebewesen und kann das Trinkwasser anderer verschmutzen. Essensreste bilden den Nährboden für Schimmelpilze.

Wie funktioniert die Ver- und Entsorgung während der Höhlentour?

Proviand wird am besten in wasserdicht verschließbaren Beuteln oder Weithals-Plastiktonnen verstaut. Diese Tonnen werden in einer Größe gewählt, mit der sie in einen Schleifsack passen, und werden zusammen mit dem gesamten Gruppenmaterial auf die mitgeführten Schleifsäcke aufgeteilt. Im Lauf der Höhlentour werden schrittweise die Vorräte entnommen und der Abfall darin verstaut.

Die Notdurft sollte vor der Tour erledigt werden. Dauert die Tour lange, dient eine Tonne (mit Plastiksack innen) als Abort und Altkarbidbehälter und wird wieder aus der Höhle hinausgetragen. Als Urinflasche eignet sich eine leere PET-Flasche.

Müdigkeit und Erschöpfung – die Basis der Nachlässigkeit:

Leider zeigt sich immer wieder, dass bei Müdigkeit und schwerem Gepäck alle guten Vorsätze verloren gehen: man achtet nicht mehr auf die zarten Sintergebilde an der Decke, man „verzichtet“ auf die Mitnahme von Altkarbid oder redet sich ein, dass man das umfangreiche Befahrungsmaterial wohl bei der nächsten Tour an die Oberfläche zurücktragen wird.

Daher soll die Tourenplanung so erfolgen, dass die Gruppe noch fit und bei Laune ist, wenn man an die Oberfläche zurückkehrt.

Behelfsmäßige Befahrungsmethoden

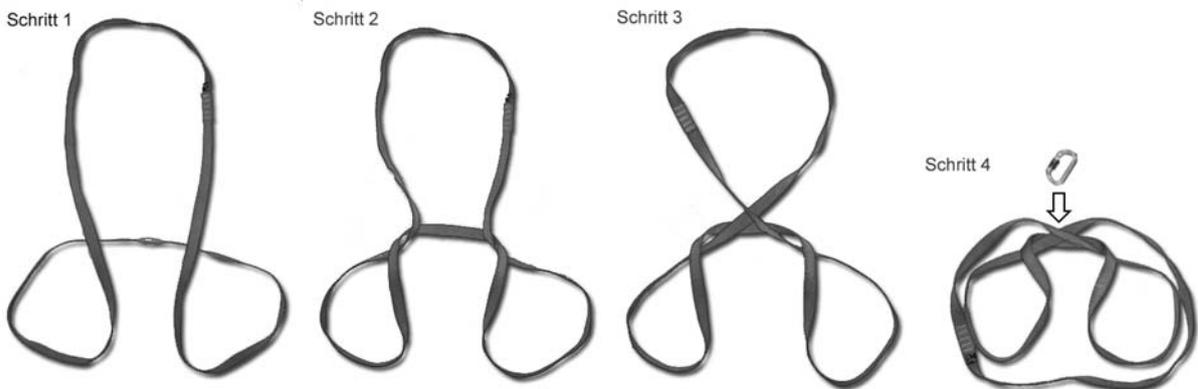
Höhlenforscher diskutieren viel und gern über die Vorzüge gewisser Abseilgeräte, verwenden viel Zeit um ihr Schachtzeug zu optimieren und ihre Technik zu verfeinern. Doch was geschieht, wenn einmal eine Klemme bricht oder das Abseilgerät im falschen, nämlich weit entfernten Schleifsack verstaут ist oder gar beim Umhängen in einen bodenlosen Spalt verschwindet? Jeder Höhlenforscher kann sich plötzlich mit einer Situation konfrontiert sehen, in der Improvisation gefragt ist. Im Folgenden sollen einige hierfür sehr brauchbare Techniken und Tricks erläutert werden.

Behelfsmäßiges Gurtzeug

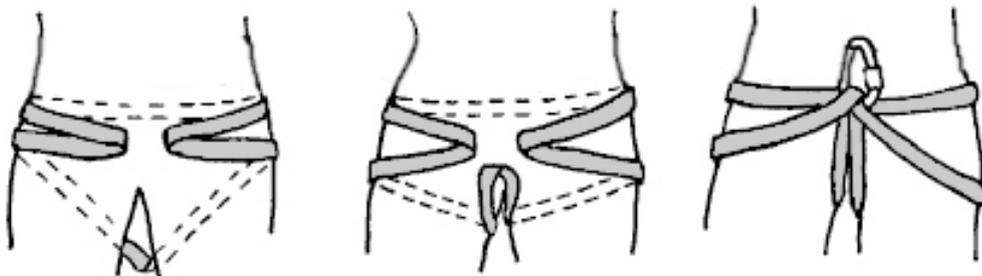
Bandschlingensitze

Um einen behelfsmäßigen Gurt aus Bandschlingenmaterial herzustellen, gibt es die verschiedensten Möglichkeiten. Einige der Gängigsten seien hier erwähnt.

Sitzgurt aus einer Bandschlinge (nach Dirk Leber):



Eine andere, etwas einfachere Version eines Bandschlingensitzes sieht so aus:



Und eine (etwas unbequemere) Möglichkeit, die auch mit kurzen Bandschlingen funktioniert:



Bei Verwendung derartig improvisierter Sitzgurte ist zusätzlich das Tragen eines Brustgurtes (im Notfall auch nur eines behelfsmäßigen) empfehlenswert, da man sehr leicht nach hinten kippen kann.

Abseilen

Halbmastwurf (HMS)

Der Halbmastwurf eignet sich vor allem, um (behelfsmäßig) an einem Einfachseil abzufahren. Dafür empfiehlt sich ein HMS-Karabiner, zur Not eignen sich aber auch alle anderen, möglichst runden Schraubkarabiner. Ein Nachteil dieser Methode ist die entstehende starke Verkrangelung des Seiles (die ev. bei Umstiegstellen problematisch werden kann). Anmerkung: Wenn das Auslaufende Seil parallel zum Lastseil gehalten wird, verkrangelt das Seil nicht so stark.

Benötigtes Material: 1 (HMS) Karabiner



Karabinerbremse

Die Karabinerbremse ist auch an **Doppelseilen** verwendbar, eignet sich auch für lange Abseilstrecken und verkrangelt im Gegensatz zum HMS-Knoten das Seil nicht. **Es ist besonders darauf zu achten, dass das Seil nicht über die Karabineröffnung läuft.** Um eine größere Bremswirkung zu erzielen, können auch zwei Querkarabiner verwendet werden. Alternativ dazu lässt sich eine Karabinerbremse auch mit nur einem Karabiner und einem anderen, länglichen Gegenstand (z.B. Felshaken, Eisschraube – Vorsicht bei scharfen Kanten!) herstellen. **Benötigtes Material:** 2 (1) Karabiner (und ev. anderes Material)

Achtung! Sowohl Karabinerbremse als auch Dülfer Sitz (siehe unten) stellen wegen ihrer Fehleranfälligkeit lediglich Notfalltechniken dar!



Dülfer Sitz (nach Hans Dülfer 1892-1915)

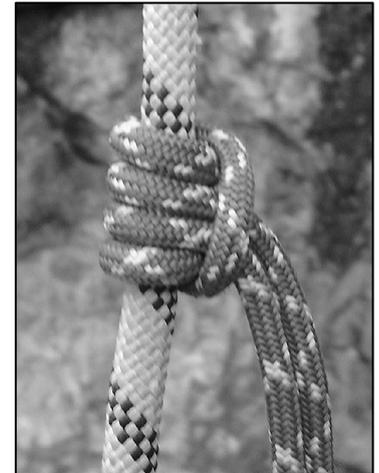
Auch der Dülfer Sitz sei hier erwähnt. Er eignet sich aufgrund der großen Hitzeentwicklung durch Reibung wenn überhaupt dann nur für kurze, nicht senkrechte Abseilstrecken (z.B. auf steilen Stellen mit Halteseilen) und **nur auf fester, dicker Kleidung und mit Handschuhen.** Das Seil wird wie in der linken Abbildung durch die Beine und um den Rumpf geschlungen. Eine andere Variante ist, das Seil nur durch die Achseln zu legen (rechte Abbildung).

Aufsteigen

Prusikknoten

Der Prusikknoten eignet sich als nützlicher Ersatz für Seilklemmen. Er ist vielseitig anwendbar, blockiert zuverlässig und ist auch nach starker Belastung leicht wieder lösbar. Mögliche Anwendungen: Aufstieg am Einfachseil, Rücklauf Sperre bei Flaschenzügen, Selbstsicherung (Ohnmacht) beim Abseilen...

Benötigtes Material: Reepschnur



Karabinerklemmknoten (Bachmann Knoten)

Eine andere Variante des Klemmknotens ist der Bachmann Knoten. Er besteht aus einem Karabiner und einer Reepschnur und kann verwendet werden, wenn der Prusikknoten aus bestimmten Gründen nicht anwendbar ist (z.B. ungünstiges Verhältnis der Durchmesser von Seil und Reepschnur). Er fixiert ausgezeichnet auch auf verschmutzten oder eisigen Seilen. Er kann auch mit Bandschlingenmaterial geknüpft werden und benötigt keinen Schraubkarabiner.

Benötigtes Material: Karabiner, Reepschnur oder Bandschlinge.

Schlingknoten

Wenn keine Reepschnur für einen Prusikknoten oder Karabinerklemmknoten zur Verfügung steht, kann auch mit einer **Bandschlinge** ein brauchbarer Klemmknoten geknüpft werden. Der Schlingknoten klemmt nicht so zuverlässig wie der Prusik und sollte vor Belastung möglichst festgezogen werden.

Benötigtes Material: Bandschlinge



Tibloc

Sehr empfehlenswert ist die Tibloc-Notklemme der Fa. Petzl. Mit 39 g wiegt sie weniger als eine Reepschnur und bildet richtig angewendet eine vollständige und extrem vielseitige Klemme. Anwendungen: Aufstieg am Einfachseil, Flaschenzug, Rücklauf Sperre... **Wichtig: das Seil muss wie in der Abb. unbedingt auch durch den Karabiner laufen!**

Benötigtes Material: Tibloc, Karabiner

Petzel Stop

Kurze Aufstiege können aufgrund des Klemmmechanismus auch mit diesem Abseilgerät bewältigt werden. Es muss allerdings das auslaufende Seil kräftig mit der Hand nach oben gezogen werden, was vor allem bei dicken Seilen kräfteraubend ist.

Risikoprävention: „Spielregeln“

Geh nie allein!

Schon ein kleines Missgeschick (ein eingeklemmter Fuß, das Versagen eines wichtigen Ausrüstungsgegenstandes,...) kann für den Alleingeher schwerwiegende oder gar tödliche Folgen haben.

Immer 3 unabhängige Lichtquellen mitnehmen!

Auch beste Markenprodukte fallen aus. Wenn Du in so einem Fall Deine einzige Reservelampe fallen lässt, sieht es finster aus. Eine Mini-LED (Schlüsselanhänger) als dritte Lichtquelle belastet den Schleifsack nicht und kann nicht nur praktisch sondern auch lebensrettend sein.

Ziel, Teilnehmer und beabsichtigte Dauer bekanntgeben!

Sonst sucht Dich niemand! Wenn Du Deine Verwandten nicht belasten willst, dann informiere Freunde, Forscherkollegen, oder einen Hüttenwirt. Im Zuge einer Expedition immer auf einem gemeinschaftlichen Tages- oder Netzplan ein- und austragen!

Alarmzeit vereinbaren!

Nur so ist eine zeitgerechte Rettung sichergestellt. Im Fall eines Unfalls kann das Team je nach kalkulierter (kalkulierbarer!) Zeit bis zum Eintreffen der Rettung bestgeeignete Maßnahmen setzen.

Niemanden Zurücklassen!

Auch noch am Rückweg von der Höhle bleibt mindestens ein zweites Teammitglied beim schwächsten / langsamsten Teilnehmer.

Trage in der Höhle immer einen Helm!

Fast jeder erfahrene Höhlenforscher kann sich an Momente erinnern, wo er wegen eines unbeachteten Deckenvorsprungs an harmloser Stelle ohne Helm bewusstlos zu Boden gegangen wäre. Aber ist das fernab der Zivilisation und bei Temperaturen um 0°C harmlos?

Wetterbericht beachten!

Es ist nicht nur die Hochwassergefahr in der Höhle: Blitzeinschläge von Gewittern, Nebel auf kahlen Hochplateaus, Wintereinbrüche, die föhnbedingt angestiegene Lawinengefahr und einiges mehr kann durch die Nutzung der Wetterdienste vermieden werden.

Pflege Deine Ausrüstung!

Lass Deine Ausrüstung nach der Tour nicht tagelang lehmig in nassen Säcken vergammeln. Ein verrostetes Zentralschraubglied, ein durchgescheuertes Abseilgerät oder ein zerschlissener Sitzgurt sind nicht cool, sondern einfach nur ein Zeichen von Dummheit!

Nie ungesichert fremde Einbauten benutzen!

Für den Zustand von Einbauten, deren Herkunft und Zweck unbekannt sind, kann Dir niemand garantieren. Nur weil aus einem Schlot ein verlockendes Seil herabhängt, ist noch lange nicht gesagt, dass dieses auch oben fest verankert ist.

Keine fremden Einbauten und Ausrüstungen entfernen!

Du kannst damit das Leben anderer gefährden! Es sei denn, es ist zweifelsfrei bekannt, dass niemand in der Höhle ist und die eingebauten Seile auch nicht mehr benötigt werden. Auch ein Lebensmitteldepot kann für eine fremde Expedition wichtig sein.

Risikoprävention: Natürliche Risiken

Da wir Menschen nicht an den Lebensraum Höhle angepasst sind, bringt uns der Aufenthalt unter Tag objektive Gefahren, denen wir mit Vorsicht, Verstand und Erfahrung begegnen sollten. Neben der Gefahr für unser Leben und unsere Gesundheit sind zunehmend rechtliche Konsequenzen von objektiv gefährlichen Tätigkeiten zu bedenken. Juristisch bilden Höhlenforscher eine „Gefahrgemeinschaft“.

In mitteleuropäischen Höhlen stellen Verstürze, Eis- und Steinschlag sowie Hochwässer die Hauptgefahren dar. In tropischen Ländern kommen einige hierzulande fast unbekannte, biologische Gefahren hinzu. Nicht vergessen sollte man in einem Gebirgsland wie Österreich die allgemeinen alpinen Gefahren, insbesondere bei winterlichem Zustieg zur Höhle.

Versturz

Die meisten Höhlen sind mindestens Jahrtausende alt und die Gefahr des Einsturzes ist grundsätzlich sehr gering. Dennoch gibt es in vielen Höhlen kurze einsturzgefährdete Abschnitte an Störungszonen im Gestein oder Bereiche, die bis zur Decke mit labilem Versturzmateriale erfüllt sind. Zudem ist zu beachten, dass tief im Höhleninneren zwar die das Gestein auflockernde Frostsprengung wegfällt, diese dann aber andererseits fehlt, um tonnenschwere, „absturzbereite“ Blöcke vor einem menschlichen Besuch in den Abgrund zu befördern.

Vorsichtsmaßnahmen: Gefahrenzeichen sind frisch aussehende (unverlehmte) Felspartien, umherliegende Steine und Felsblöcke, Risse im Gestein oder gar das Fehlen einer kompakten Raumbegrenzung, das Vibrieren verkeilter Blöcke und die Bewegung größerer Schutthalden beim Betreten sowie das mürbe Zerfallen von Gesteinsbrocken beim Anklopfen oder Angreifen. Verstürze immer nur einzeln durchqueren, niemals schräg nach oben führende „Hängeverstürze“ ausräumen, Befahrungshinweise und Plansignatur: beachten. Bei wackeligen Felsblöcken auf Befahrungsversuche verzichten. Stabilisierungs- und Stützversuche (Felsanker, PU-Schaum,...) sind eher zweifelhaft!

Hacheln sind bizarre Felsgebilde, die oft meterweit wie Messer in den Höhlenraum ragen. Die durch Korrosion sehr langsam entstandenen Gebilde können tonnenschwer sein, aber schon bei der leisesten Berührung abbrechen und zu Boden stürzen.

Vorsichtsmaßnahmen: Berührung vermeiden oder notfalls aus sicherer Position Anklopfen/Abschlagen/Abtreten.

Stein- und Eisschlag

Stein- und Eisschlag (und herabfallende Ausrüstungsgegenstände) sind zu fast 100% das Ergebnis menschlicher Aktivität und Unvorsichtigkeit. Bei Eishöhlen ist zu beachten, dass die aus hohen Schloten herabsausenden Trümmer auf Eisböden auch noch weit zur Seite schlitern können, auch Steine prallen von der Schachtwand ab, weshalb Nischen in der Schachtwand nur bedingt Schutz bieten. Daher zur **Gefahrenvermeidung:**

1. Beim Schachteinbau räumt der erste abseilende Forscher jede Schachtstufe so weit ab, dass später kein Stein losgetreten werden kann (egal wie lange es dauert!) Davor das Seil aufziehen bzw. beim Abseilen aus Schleifsack herauslaufen lassen!
2. Der erste Forscher seilt sich grundsätzlich langsam ab und prüft, beklopft und säubert die Schachtwand im Bereich der Abseilstrecke.



Versturzmauer mit frischen Nachbrüchen im Krampusschacht, Rax, NÖ.



„Wabeneis“: schön anzusehen, aber ein Signal für Eisabbau und drohende Eisschlaggefahr!

3. Weitere Forscher folgen erst (einzeln!) nach, wenn der vorhergehende Forscher einen steinschlagsicheren Platz erreicht hat. (Ausnahmen nur in Notsituationen und bei der Vermessung / Fotodokumentation, wo die Beteiligten in ständigem Kontakt stehen müssen).

4. Verzicht auf die Befahrung von Eishöhlen in der Tauphase (erkennbar am trüben, oberflächlich gemusterten „Wabeneis“!). Tageszeit (Schneesmelze!), herumliegende Eistrümmer, Steinschlagspuren an den Wänden, vorhandene Befahrungshinweise und Plansignatur () beachten.

Hochwasser

In alpinen Höhlen liegen die Wassertemperaturen nur wenige °C über Null. Da genügt schon das geringe Anschwellen eines Tropfwassergerinnes (z.B. auch durch nachmittägliche Schneesmelze bei strahlendem Schönwetter!), dass der Wiederaufstieg in einem Schacht zum Kampf auf Leben und Tod wird. In Wasserhöhlen kann man schon durch einen kleinen, weit entfernten Regenguss an der Oberfläche unterkühlt oder eingeschlossen werden.



Halbsiphon

Erkennen der Gefahrenzonen: Blankgewaschener Fels in Schächten (auch wenn gerade kein Wasser fließt!), Schaumreste an Decke und Wänden von zeitweise überfluteten Gangstrecken, Restwasserbecken, eingeschwemmtes Material (Äste, Abfall, ...), Verschwinden von Spuren früherer Begehungen.

Gefahrenvermeidung: Wetterprognosen beachten, bei hochwassergefährdeten Höhlen die kalte Winterperiode nützen (wenn es der Zustieg erlaubt), Seile nie in wassergefährdeten Schachtbereichen einbauen, auch wenn es noch so bequem wäre. Ausrüstung nie im Hochwasserbereich liegen lassen.

Verhalten bei Hochwasser: Panik vermeiden (Gefahr von Folgeunfällen!), keine „Ausbruchsversuche“ durch das Hochwasser unternehmen – meist geht der Wasserstand schon nach kurzer Zeit wieder zurück – sondern möglichst hochgelegene, trockene Räume aufsuchen. Weiteres Verhalten wie bei anderen Höhlenunfällen.

Blitzschlag

Unfälle durch Blitzschlag sind in wasserführenden Schachthöhlen bis in weit über 100 m Tiefe dokumentiert. Nischen und Höhlen bilden nur bei entsprechendem Abstand zum Fels Sicherheit.

Vorsichtsmaßnahme: Vermeidung wasserführender Schächte. Längeren Aufenthalt (Schachtposten, tagnahe Biwaks) im Nahbereich von Gerinnen – vor allem bei offensichtlich gewitterbedingtem Anschwellen – vermeiden.

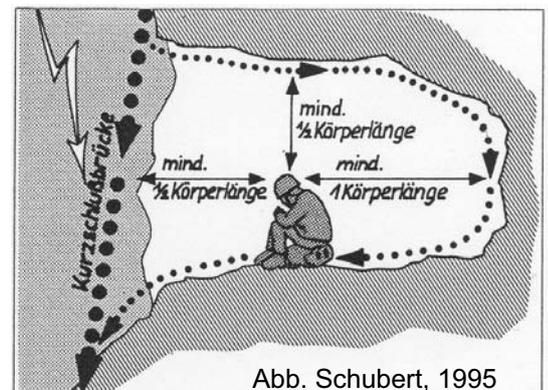


Abb. Schubert, 1995

Vereisung

Seile und Kletterstellen in Eingangsnähe können sich bei entsprechender Witterung – insbesondere Wechsel zwischen Frost- und Tauwetter – binnen weniger Stunden mit einer zentimeterdicken Eisglasur überziehen. Der Wiederaufstieg mit Steigklemmen wird dann zum Heldenkampf.

Gefahrenvermeidung: Seile in tagnahen Schächten mit Ausnahme des Sommers nie im Spritzwasserbereich hängen lassen und/oder laufender Kontakt zur Oberfläche und Wetterprognose.

Notmaßnahme: Seil mit Hammer von Eis befreien. Shunt (Petzl) statt normaler Steigklemme verwenden (auch zum Sichern beim Abseilen auf vereisten Seilen).

Hinweis: Gletscherhöhlen (Höhlen im Eis) erfordern wie das Höhlentauchen eigene Spielregeln und Befahrungstechniken und sollten grundsätzlich nur mit erfahrenen Gletscherkundlern (Glaziologen) besucht werden. Spannungszustände im Eis können schon bei leichter Berührung zu bergschlagartigen Einstürzen führen; Eingangsbereiche und aufliegendes Schuttmaterial können jederzeit nachstürzen; Tagesgang der Schmelzwässer beachten!

Fuchsbandwurm & Co.

Vor allem engräumige Kleinhöhlen werden häufig von Füchsen, Dachsen und verschiedenen Kleinsäugetern aufgesucht. Diese Tiere können verschiedene gefährliche Krankheiten und Parasiten übertragen. Die Übertragungsgefahr auf den Menschen ist zwar vermutlich gering, aber jedenfalls möglich. Fuchsbandwurm und Tollwut sind unheilbar und tödlich! Wieviele andere derartige Krankheiten und Pilzinfektionen in Eingangsschlüfen von Höhlen möglich sind, ist weitgehend unerforscht.

Gegenmaßnahmen: Gummihandschuhe, Finger nicht abschlecken, feuchte Nasen nicht mit der schmutzigen Hand abwischen, bei staubigen Höhlen oder sichtbaren Kotplätzen Mundschutz tragen.

Gefährliche Gase

In österreichischen Karsthöhlen sind nur sehr wenige, durch Kadaver oder Müll (ev. auch durch eingeschwemmte Biomasse) verursachte Fälle von erhöhten Giftgaskonzentrationen in schlecht belüfteten Höhlen dokumentiert. Künstliche Hohlräume wie Keller, Brunnen und Bergwerke sind jedoch grundsätzlich potentielle Gefahrenbereiche durch CO₂ und Grubengas. In Höhlen anderer Gebiete (z.B. Tschechien, Ungarn, Namibia) treten immer wieder oder sogar regelmäßig zu hohe CO₂-Konzentrationen auf. In Österreich ist dies bisher lediglich aus dem Gugansschluckloch (1836/116, Frankenfels, NÖ) während der Sommermonate nachgewiesen.

Vorsichtsmaßnahmen: Im Gegensatz zur landläufigen Meinung ist das Erlöschen einer Karbidlampe keinesfalls ein brauchbarer Indikator für das Vorhandensein von CO₂. Es sind viele Fälle (vor allem aus dem Weinbau) dokumentiert, in denen eine Kerze, die als CO₂-Anzeiger mitgebracht wurde, noch brannte, während deren Träger tot daneben lag. Bei Eintreten typischer Alarmzeichen wie plötzliche, unerklärliche Kopfschmerzen, Übelkeit, nicht anders erklärbare plötzliche Müdigkeit, Schwindel oder Hyperventilation, die aber keinesfalls immer auftreten müssen, sollte man erhöhte CO₂-Konzentration als Verursacher in Erwägung ziehen und die Höhle schleunigst verlassen. Einzig sichere Vorgangsweise ist die Verwendung entsprechender Messgeräte bei der Befahrung von Objekten, in denen die Luftverhältnisse unklar sind.

Alpine Gefahren

Insbesondere bei winterlichem Höhlenzustieg ist das gesamte Spektrum alpiner Gefahren zu beachten (Lawinen, Steinschlag, Gewitter, Schlechtwettereinbrüche, ...). Als Lehrbuch kann empfohlen werden:

 SCHUBERT, P. (1995): Sicherheit und Risiko in Fels und Eis. Erlebnisse und Ergebnisse aus 25 Jahren Sicherheitsforschung des Deutschen Alpenvereins. – DAV, München, 2. akt. Aufl., 272 S, ISBN 3-7633-6000-X

Außerhalb Mitteleuropas

Histoplasmose

In vielen, vor allem tropischen Weltregionen verbreitete, sehr schlecht heilbare Pilzkrankung der Lunge. Die Pilzsporen werden mit dem Fledermauskot verbreitet. In manchen tropischen Fledermaushöhlen ist auch die Gefahr gegeben, sich über die Atemwege mit der Pest zu infizieren.

Gefahrenvermeidung: Fledermaushöhlen in wärmeren Regionen meiden, insbesondere die Kothaufen unter den Nistplätzen. Dort Mundschutz verwenden.

Gefährliche Tiere

Je nach Region können dem Höhlenforscher vor allem höhlenbewohnende Insekten (Giftspinnen, Wespen, Wildbienen), Reptilien (Giftschlangen) und Großsäuger (z.B. Malayanbär) gefährlich werden.

Gefahrenvermeidung: Gefahrensymbole auf Plänen, Verhaltensregeln und Hinweise in Forschungsberichten beachten; vorbeugender Kontakt zu Forschern mit regionaler Erfahrung.

Risikoprävention: Persönliche Risiken

Bei der Durchsicht von Unfallstatistiken und -analysen stellt man fest, dass der weitaus größte Teil von Höhlenunfällen nicht durch das „Blinde Walten des Schicksals“ (Zitat vermutl.: Purtscheller 1895), sondern durch subjektive Fehlleistungen verursacht wurde. Die folgende Zusammenstellung typischer (häufiger) subjektiver Unfallursachen soll weitere Unfälle vermeiden helfen, erhebt aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Und: den Wert ständigen risikobewussten Mitdenkens und eines gewissen Maßes an Phantasie kann auch der beste Kurs, die beste Lehrschrift nicht ersetzen! Die nachfolgenden Beispiele sind aus der Praxis gegriffen, es wurde aber versucht, sie soweit zu abstrahieren, dass kein direkter Bezug zu einem tatsächlich stattgefundenen Unfall hergestellt werden kann. Die Auflistung besitzt keine Reihung nach Wichtigkeit oder Häufigkeit.

Ermüdung bzw. "Übermüdung"

Wer müde wird, verliert nicht nur an Wachsamkeit, er wird auch in seinen aktiven Handlungen nachlässig: Im Allgemeinen neigt der Mensch dazu, bei Müdigkeit die nicht unmittelbar notwendigen Handlungen – und damit Energie – einzusparen. Das ist dann zum Beispiel das Einhängen der Selbstsicherung an einer Umsteigstelle oder in einem Quergang. Generell gilt daher: Gegen Ende der Höhlentour wird es am gefährlichsten.

Fazit: *Nach der Höhlentour nächtens auf der Autobahn überschlagen. An einer gut abgesicherten Stelle und trotz besten Kletterkönnens abgestürzt.*

➔ Zeitrahmen für die Tour vorher je nach Kondition und Allgemeinverfassung (vorher Stress am Arbeitsplatz?) aller Beteiligten planen und festlegen – und dann auch einhalten, auch wenn es noch so toll weiterginge. Besser einmal um die Einhaltung des Zeitplans streiten, als einen Unfall erleben. Während der Tour die anderen beobachten und bei Anzeichen von Ermüdung Pausen vorschlagen (am besten: „ICH bin müde, machen wir eine Trinkpause!“, auch wenn in Wirklichkeit die anderen Müdigkeit zeigen).

(Selbst-)Überschätzung, Überforderung

„Da will ich auch mit!“ – wer hat nicht schon einmal versucht, Erfahrenere/Geübtere dazu zu überreden, einen bei einer Tour mitzunehmen, die man sich selbst (alleine) nicht zutrauen würde, wer wurde nicht schon selbst einmal in dieser Weise bedrängt? Das Dumme daran ist, dass der Unerfahrene die möglichen Gefahren einer solchen Tour gar nicht erkennen kann.

Fazit: *Ein unvorhergesehenes Ereignis während der Tour bringt selbst die Erfahrenen an ihre Grenzen. Daher konnten sie in der kritischen Situation nicht mehr auf den Gast aufpassen und dieser blieb an einem schwierigen Seilquergang im Wasserfall hängen. Der Staatsanwalt klagt an, dass die erfahrene Gruppe den Anfänger in eine so schwierige Tour überhaupt mitgenommen hat.*

➔ Man sollte sich daher – in beiden Rollen – vorher bewusst machen, was bei ungeplanten Ereignissen oder Schwierigkeiten passieren würde. Der Erfahrene sollte den weniger Geübten mit Beispielen klarlegen, wie gefährlich die Mitnahme wäre und sich selbst fragen, ob nicht etwa der willkommene „Träger“ selbst zur Last werden könnte.

Gruppendruck, Gruppendynamik

Jeder kennt das: in der größeren Gruppe hat man Dinge unternommen, die man vielleicht zu zweit oder dritt niemals gewagt hätte. Bei der Tourenplanung will aber keiner als Feigling dastehen, und jeder denkt dann von den anderen: „Na, wenn die alle kein Problem darin sehen, dann wird es schon gehen, wahrscheinlich haben sie mehr Erfahrung, und ich bilde mir das mit dem Schlechtwetter nur ein...“

Fazit: *Eine zwölköpfige Gruppe durchwegs erfahrener Forscher wurde vom Hochwasser eingeschlossen. Nachher rätselte man, dass keinem der Beteiligten die drohende Unwettergefahr aufgefallen ist.*

➔ Selbstbewusstsein entwickeln! Wer in der Gruppe auf bestimmte Gefahren-Zusammenhänge hinweist, wirkt in Wirklichkeit kompetent, wird als besonders erfahren angesehen. Das Phänomen Gruppenzwang im Team ansprechen!

Rettungswagensyndrom

Das von Rettungseinsätzen bekannte Phänomen (Verletzter stirbt bei Eintreffen der Rettung oder beim Eintreffen der Rettung im Spital) tritt auch in gewöhnlichen und vorerst harmloseren Situationen auf: am Ende der Höhlentour lässt plötzlich die Anspannung und Konzentration nach, „es ist geschafft“, man ist plötzlich „nicht mehr voll bei der Sache“.

Fazit: *Absturz aus Unachtsamkeit beim Umziehen oder abschließendem Gruppenfoto nach dem Höhlenausstieg.*

➔ Problem kurz vor dem Ende der Höhlentour ansprechen: „Jetzt müssen wir noch gut nach Hause kommen!“.

Suchtähnliche Reizsteigerung

Was landläufig als „Adrenalinsucht“ bezeichnet wird, kann vor allem bei jungen oder sehr aktiven Höhlenforschern – wie bei Sportlern – in die Sackgasse eines unmerklichen, ständig wachsenden Risikoverhaltens führen. Der Mensch strebt unbewusst grundsätzlich nach Reizsteigerung, bei körperlicher Anstrengung wird dies durch zusätzliche hormonelle Substanzen verstärkt.

Fazit: *Im Lauf der Jahre unternahm X mit steigender Erfahrung immer schwierigere, extremere Touren. Er war einer der besten und erfahrensten Schachtforscher. Von einem winterlichen Alleingang in die Y-Höhle ist er nicht mehr zurückgekehrt.*

➔ Versuche dich leistungsmäßig einzustufen und überlege dir, ob der gleich routinierte Z diese Tour wagen würde, und was ihm dabei zustoßen könnte. (Die Möglichkeit, sich vorzustellen, dass einem selbst etwas zustoßen kann, ist meist blockiert – Selbstvertrauen ist an sich auch ein wichtiger Schutzmechanismus). Analysiere deine letzten zehn Höhlentouren: wenn eine ständige Tendenz zum Extremieren erkennbar ist, unternimm als nächstes bewusst eine harmlosere, einfachere Tour. Überlege dir, ob die extremen Aktionen zum Erreichen deines Forschungsziels wirklich notwendig sind. Als Höhlenforscher hast du den Vorteil, dass du nicht unter medialem Leistungsdruck stehst!

Das Hoppala – der Unfall der Extremen

Die Liste der in scheinbar harmlosen oder gar lächerlichen Situationen verunglückten Extrembergsteiger, -sportler und -höhlenforscher ist lang!

Fazit: *M, der am Fest zur Feier der Riesenhöhlenentdeckung seinen Schlüssel vergessen hatte, rutschte beim Überklettern der Gartenmauer ab und stürzte so unglücklich auf den Rücken, dass er seither an den Rollstuhl gefesselt ist.*

➔ An einer Lösung wird noch gearbeitet! Mit dem Lesen dieser Zeilen hast du einen wichtigen Schritt gesetzt.

Spezialisten-Dilettantismus

Wer mit dem Finger auf Bergsteiger zeigt, die wegen Lichtmangels aus der A-Höhle gerettet werden mussten, sollte besser darüber nachdenken, ob er selbst noch nie die Grenzen anderer Disziplinen gestreift hat, und sich dabei womöglich nicht allzu professionell verhalten hat (ungesicherter Kletterzustieg zur Höhle, Querung von Lawinhängen bei der Winterexpedition, ...)

Fazit: *Während der Dezemberexpedition in die B-Höhle verursachte ein Wintereinbruch extreme Kälte und meterhohe Schneeverwehungen. Zwei Teilnehmer erfroren sich beim Abstieg ins Tal mangels geeigneter Ausrüstung einige Finger und mussten sich einer wochenlangen schmerzhaften Heilbehandlung unterziehen.*

➔ Mach nur was du gelernt hast. Wenn du mit Schi zur Höhle gehst, solltest Du etwas von Schitouren verstehen usw.



Entdeckerrausch

Vor allem jüngere Forscher neigen dazu, bei der Entdeckung von Neuland auf Rückweg und Zeitplan zu vergessen und nicht mehr umkehren zu wollen (Die Sensation verdrängt alle Vernunft). Der Rückweg bestraft diese mangelnde Vorsicht mit großer Zuverlässigkeit! Entdeckerrausch kann in allen Situationen auftreten, in denen der einzelne für sich völlig neues erlebt – also nicht nur im Neuland.

Fazit: Beinbruch beim ungesicherten Erklettern der Felsstufe zu einer unausleuchtbaren Halle / nach großartigen Entdeckungen waren die Forscher so übermüdet, dass am Rückweg einer unbemerkt zurückblieb und sich in der Höhle verirrte. Er konnte erst nach drei Tagen gefunden werden und ist mangels Biwakausrüstung vermutlich an Unterkühlung gestorben.

➔ „Wer noch denken kann, bremse die anderen!“ (frei nach Asterix). Macht euch gegenseitig bewusst, dass ihr wiederkommen könnt, wenn die geplante Zeit für das entdeckte Neuland nicht ausreicht. Vielleicht sogar mit einer besseren Kamera-Ausrüstung, um tolle Bilder zu machen, mit einer größeren Mannschaft usw.

Es liegt nirgendwo ein Stein herum, der „deine Nummer trägt“, sondern jeder von uns trägt – ziemlich die gleichen – evolutionär bedingten Mängel (mangelnde Anpassung an ein bestimmtes Gefahrenumfeld wie Höhle oder Straßenverkehr) mit sich herum. Daran müssen wir arbeiten!

Behelfsmäßige Kameradenrettung

Was versteht man unter Kameradenhilfe?

Unter Kameradenhilfe versteht man die Hilfeleistung, die die Mitglieder einer Gruppe einem Kameraden im Notfall sofort anbieten können. Kameradenhilfe kann das Verbinden einer Wunde, die Hilfestellung bei befahrungstechnischen Problemen oder auch der gute Zuspruch (psychologische Hilfe) sein.

Wann ist Kameradenhilfe notwendig bzw. wo liegen ihre Grenzen?

Grundsätzlich ist Kameradenhilfe (Erste Hilfe, Zuspruch...) immer zu leisten, sobald eine Person ihrer bedarf, z.B. nach Unfällen oder bei Erschöpfung. Bevor man jedoch versucht, mit einem verletzten Kameraden die Höhle zu verlassen, sollte man sich nachfolgende Fragen stellen und erst dann weitere Maßnahmen treffen:

- ➔ Lässt es die Beschaffenheit der Höhle sowie der Zustand des hilfebedürftigen Kameraden zu, ohne Fremdhilfe aus der Höhle zu steigen?
- ➔ Können am Weg aus der Höhle befahrungstechnisch alle Passagen auch mit besagtem Kameraden bewältigt werden?
- ➔ Ist der Verletzungsgrad gering, bzw. eine Verschlechterung des Zustandes auszuschließen?
- ➔ Bin ich (oder sind die Gruppenmitglieder) überhaupt in der Lage, eventuell auftretende Schwierigkeiten zu meistern (medizinisch, technisch, psychologisch)?

Sollte eine dieser Fragen mit nein beantwortet werden, so ist die Alarmierung der Höhlenrettung sofort (den Umständen entsprechend) einzuleiten!

Seiltechnik für die Kameraderrettung

In manchen Fällen kann es notwendig sein, einem in Not geratenen Kameraden unverzüglich seiltechnische Hilfestellung zu geben. Dies kann z.B. die Unterstützung bzw. Sicherung von stark ermüdeten Personen, aber auch die Rettung eines Verletzten mittels Flaschenzug umfassen.

Speziell bei der Befahrung von Schächten mittels Einseiltechnik kann es bei längerem Hängen im Seil, hervorgerufen z.B. durch Verletzung oder Erschöpfung, zum Hängetrauma kommen. Das ist jener Zustand, der schon nach 15 Minuten durch die verminderte Blutzirkulation (regungsloses Hängen im Gurt) auftreten kann und lebensbedrohend ist. Hier setzt die Kameradenhilfe an, denn sie ist die einzige Hilfe, die in so kurzer Zeit verfügbar ist. Es versteht sich von selbst, dass eine solche Rettungsmaßnahme einiger Übung bedarf, um sie im Bedarfsfall effizient einsetzen zu können.

Benötigtes Rettungsmaterial

- Hilfsseil (bzw. Reepschnur): Länge ~5 m, Durchmesser mind. 7 mm
- Schachtausrüstung - bestehend aus Bruststeigklemme, Handsteigklemme, Sicherungsschlinge und Abseilgerät
- 1 Abseilgerät (vom Retter oder vom Verletzten nehmen)
- 1 Schraubkarabiner (vom Retter mitzubringen)
- 1 HMS- Karabiner (vom Retter mitzubringen)

Ablauf der Rettung

1. Aufstieg oder Abstieg (mit Klemmen) bis zum Verunfallten, die Positionierung des Retters oberhalb des Verletzten ist für den Rettungsverlauf günstiger.
2. Abseilgerät (egal ob vom Retter oder vom Verletzten) mit einem Karabiner ins zentrale Schraubglied des Verletzten einhängen. Das freie Seil unterhalb des Retters und des Verletzten in dieses Abseilgerät einlegen, Abseilgerät abbinden.
3. Einhängen der kurzen Selbstsicherungsschlinge des Retters in den Karabiner des Abseilgerätes.
Der Helfer muss sich jederzeit vom Verunfallten lösen können! Dies ist nicht möglich, wenn sich das Abseilgerät direkt im zentralen Schraubglied des Retters befindet und der Verletzte dazugehängt wird.
4. Ein Ende des Hilfsseils mittels Achterknoten (mit Ankerstich) am zentralen Schraubglied des Verunfallten fixieren - durch einen Umlenkkarabiner in der obersten Steigklemme führen(*)- und mit einem HMS (abgebunden) in einem (HMS-) Karabiner am zentralen Schraubglied des Retters fixieren.
(*)Handsteigklemme des Verletzten nehmen, um die eigene Bewegungsfreiheit zu erhalten, Sicherungsschlinge der Klemme zum Gurt des Verletzten muss aber gelöst, notfalls abgeschnitten werden.
5. Jetzt muss der Retter seine Bruststeigklemme lösen – dies geschieht, indem er sich in seine Steigschlinge stellt, seine Bruststeigklemme aushängt, und gleichzeitig das Hilfsseil durch den HMS straff zieht und diesen anschließend abbindet.
6. Nun wird die Handsteigklemme des Retters vom Seil ausgehängt.
7. Mittels Gegenzug wird die Bruststeigklemme des Verunfallten entlastet und ausgehängt.
8. Jetzt kann der Retter den abgebundenen HMS lösen und das Hilfsseil so lange nachlassen, bis der Verletzte und der Retter im Abseilgerät hängen.
9. Nicht benötigtes Material kann nun vom Seil entfernt und mitgenommen werden.
10. Zuletzt seilt sich der Retter mit dem Verunfallten ab.

Abseilen mit einem Verletzten über eine Umsteigstelle (Zwischenverankerung)

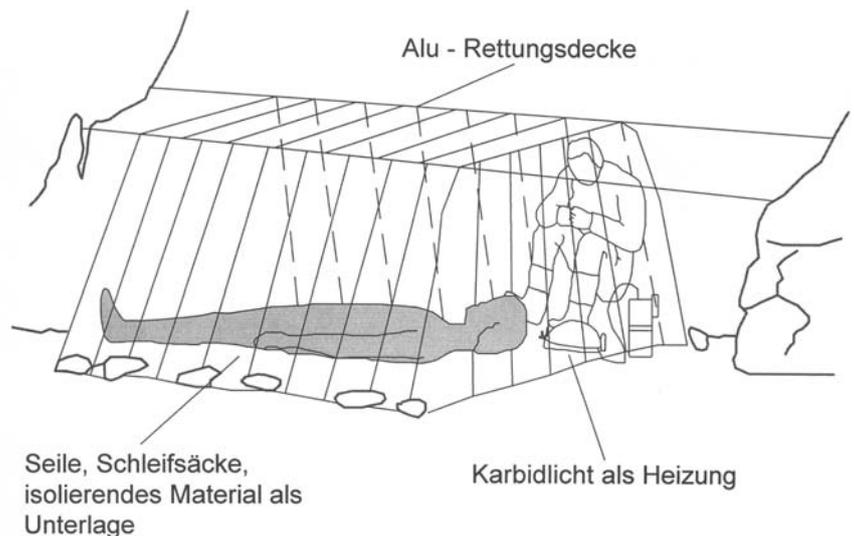
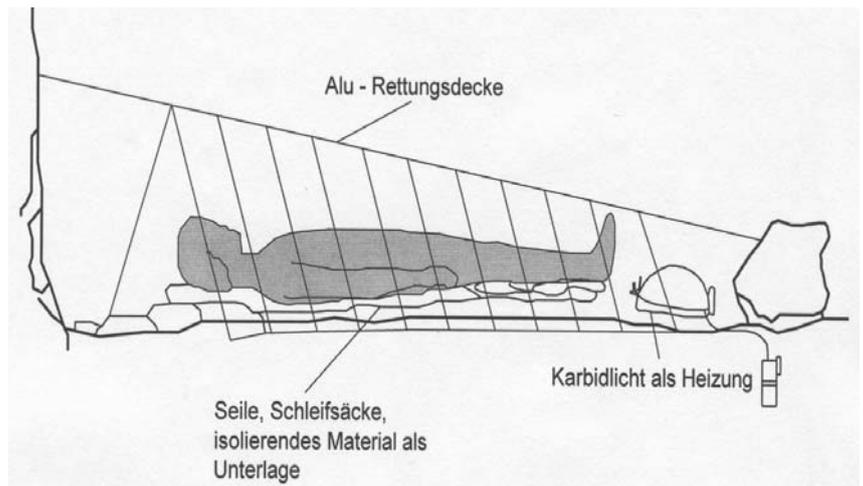
1. Wie im vorigen Kapitel seilt sich der Retter mit dem Verletzten gemeinsam ab, und zwar so weit, bis sich das Abseilgerät und die Zwischenverankerung auf selber Höhe befinden.
2. Kurze Selbstsicherung des Verletzten in die zu passierende Zwischenverankerung einhängen.
3. Ein Ende des Hilfsseils wird mittels Achterknoten (mit Ankerstich) am zentralen Schraubglied des Verunfallten fixiert – mit einem Umlenkkarabiner in die Zwischenverankerung eingehängt – und mit einem abgebundenen HMS in einem Karabiner am zentralen Schraubglied des Retters fixiert. Dabei muss das Hilfsseil so weit wie möglich gespannt werden. Wird das Hilfsseil nicht genügend gespannt, so lässt sich das Abseilgerät im Hauptseil nicht entlasten (Seilschleufe unter der Zwischensicherung).
4. Durch weiteres Abseilen überträgt sich die Last auf das Hilfsseil und das Abseilgerät wird entlastet.
5. Das Abseilgerät kann ins Seil unter der Zwischenverankerung eingehängt und fixiert werden.
6. Selbstsicherung aushängen.
7. Jetzt kann der Retter den abgebundenen HMS lösen und das Hilfsseil so lange nachlassen, bis der Verletzte und der Retter wieder im Abseilgerät hängen.
8. Karabiner und Hilfsseil aus der Zwischenverankerung aushängen und Abseilfahrt fortsetzen.

Nach erfolgter Rettung ist manchmal eine Erholungsphase angebracht – dies kann in einem schnell aufgestellten Wärmzelt wie nachstehend beschrieben erfolgen.

Das Wärmezelt

Zur Überbrückung von längeren Wartezeiten kann es vorteilhaft bzw. notwendig sein, ein behelfsmäßiges Zelt aus Alu- Rettungsdecken zu bauen. Mit ein paar Metern dünner Reepschnur (alternativ wird von manchen Höhlenforschern, auf Grund geringen Gewichts und ausreichender Reißfestigkeit, zum Abspannen eines Notzeltes auch gern Zahnseide mitgenommen) und einer Aludecke kann man ein Zelt bauen, das vor Tropfwasser, Zugluft und Unterkühlung schützt.

Ist Karbidlicht vorhanden, so soll dieses zum Heizen des Zeltes verwendet werden. Die Karbidfalle ist eine effektivere Heizung als man vermutet! Zur Isolation gegen Bodenkälte können Seile, Schleifsäcke oder andere isolierende Gegenstände aufgelegt werden. So kann aus vorhandenen Ausrüstungsgegenständen ein Lager errichtet werden, in dem man sich einigermaßen erholen kann.



Folgende Ausrüstungsgegenstände sind für eine behelfsmäßige Rettung empfehlenswert:

- ➔ 1 HMS- Karabiner; (zum Abseilen, Sichern, Flaschenzugbau und zur Kameradenrettung vom Seil)
- ➔ 2 Schraubkarabiner
- ➔ 1 Reepschnur, Durchmesser mindestens 7 mm, Länge 5 m; (als Hilfsseil für Flaschenzug oder zur Kameradenrettung vom Seil)
- ➔ 1 Alu Rettungsdecke;
- ➔ dünne Reepschnur oder Zahnseide; (Hilfsmittel für Wärmezeltbau, Zur Not können auch einzelne Litzen aus einem kurzen Seilstück gefädelt werden).

Lotung von Schachttiefen

Bei der Erforschung neuer Schachtstrecken ist es von Interesse, die Schachttiefe vor dem Abstieg einschätzen zu können. Drei Methoden sind dafür gebräuchlich:

1 Messung mit Laserdistanzer

Die Standard-Methode moderner Forschung!

- Vorteile: schnell, einfach, genau.
- Nachteile: Fehlmessung durch Verfehlen des Schachtgrundes (wenn unabsichtlich eine Stelle der Schachtwand angepeilt wird), bei trichterförmig beginnenden Schächten oder gewundenen Canyon wo keine direkte Sicht zum Schachtgrund gegeben ist, kann die Messung nur Minimalwerte bringen („Der Schacht ist sicher tiefer als...“).

2 Lotung durch Steinwurf

Bei der Erstbefahrung von Schächten ist es aus Sicherheitsgründen ohnehin erforderlich, Absätze von losen Steinen zu säubern. Diese Abräumarbeit kann zur Bestimmung der Tiefe der nächsten Schachtstufe genutzt werden. Dazu ist die 1950 von O. Schauberger eine durch Versuche ermittelte „Fallzeitkurve“ nach wie vor ein gut brauchbares Hilfsmittel:

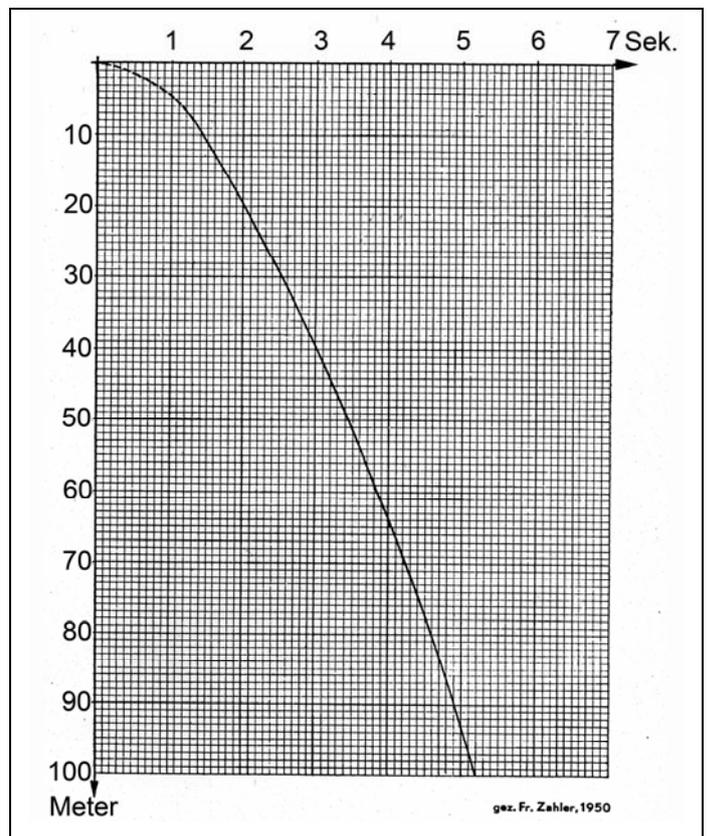
Die „Fallzeitkurve“ gibt das Verhältnis der Schachttiefe zur Zeit zwischen dem Loslassen des Steins bis zum Vernehmen des Aufprallgeräusches an.

Hinweise:

- Das Steinwerfen sollte in Tropfsteinhöhlen, Fledermausvorkommen, bei möglichen Knochenfunden am Schachtgrund und der Möglichkeit von Zusammenschlüssen zu bekannten Höhlenteilen mit Einbauten unterlassen werden.
- Möglichst runde, nicht plattige Steine und Uhr mit Stopp-Funktion verwenden.
- Als Faustregel kann man folgende Formel verwenden: $Zeit [Sekunden] \text{ zum Quadrat } \times 5$. Dies passt recht gut bis 50 m darüber werden die tiefen überschätzt - zumindest im Vergleich zur gezeigten Kurve (135 m bei 5,2 sec statt 100 m).

3 Lotung mit Maßband

Nur in wenigen Fällen praktikabel, da sich das Maßband und die notwendige Anhängelast (z.B. Karabiner) gerne in der Schachtwand oder im Blockwerk am Schachtgrund verhängen oder die Last auf Absätzen liegen bleibt. Außerdem ist das Aufsetzen der Last bei tieferen Schächten wegen des Eigengewichts des Bandes und der Reibung an Schachtwänden kaum mehr spürbar. Nur selten hängt das Maßband ab der Schachtkante frei durch die Luft.



Empirisch ermittelte Fallzeitkurve nach Schauberger 1951.

Weiterführende Literatur:

Schauberger, O. (1951): Über die Bestimmung der Tiefe von Naturschächten. – *Die Höhle*, 2 (2): 17-19.

Leichtausrüstung

Höhlenforschung ist materialintensiv und meistens mit unangenehmer Schlepperei verbunden. Fast alle Höhlenforscher bekommen früher oder später Knieprobleme, die nicht nur die Lebensqualität beeinträchtigen, sondern auch wesentlich teurer kommen, als etwa die Ersparnis durch schwerere Billigausrüstung (Beispiele: Stahl- oder Aluschraubglieder; Normale „Gummistiefel“ im Baumarkt sind billiger, wiegen aber wesentlich mehr als Spezialstiefel, ganz abgesehen von Komfort und Sicherheit). Es zahlt sich auch aus, vor jeder Tour zu überlegen, welche Ausrüstung wirklich notwendig ist. Die Gegenüberstellung dreier persönlicher Ausstattungen (Gewichtsangaben in Gramm) soll dazu Anregungen geben – verschiedene Kombinationen aus den gegenübergestellten Varianten werden je nach Höhle sinnvoll sein!



schwere Ausrüstung



Standard



Gewichtsoptimiert

Helm + Lampe (Scurion)* (mit Karbidlampe☺)	900 (2100)	Leichthelm + Lampe (Petzl DUO 14 LED)*	660	Leichthelm + Lampe (Petzl Myo XP)*	530
Superschlaz	1550	Normalschlaz	1300	Behelfskleidung (z.B. ausrangiertes Goretex)	720
Handschuhe robust	220	Gummihandschuhe mittel	100	Gummihandschuhe leicht	50
Schutzstiefel (zB Plastik, Baumarkt)	2300	Speleostiefel	2000	Thermo-Schutzstiefel (zB Dunlop Purofort)	1680
Speleo-Komfortgurtzeug	1060	Speleogurtzeug leicht	640	Alpin-Leichtgurtzeug	410
Rack + Karabiner	610	Petzl Stop + Karabiner	410	Achter + Karabiner	190
Komfortsteigzeug	600	Standardsteigzeug gewichtsoptimiert	420	Behelfssteigzeug (Klemmen: Petzl Tibloc)	320
Selbstsicherung	260	Selbstsicherung	260	Selbstsicherung	260
Standard-Schleifsack 28 l + Karabiner	900	Nylon-Schleifsack 28 l (wasserdicht) + Karabiner	780	Behelfssack Nylon 6 l + Leichtkarabiner	130
SUMME (Gramm)	8400 (9600)		6570		4290
<i>Anwendungsbeispiel: leicht erreichbare Wasserhöhlen mit großen Räumen und lehmigen Schächten</i>		<i>Anwendungsbeispiel: lange Höhlentouren mit Schächten</i>		<i>Anwendungsbeispiel: kleine Höhlen, Höhlen mit nur kurzen Schächten, aber sehr langem Zustieg</i>	

* jeweils inklusive Batterien bzw. Karbid+Wasserfüllung

Weitere Möglichkeiten: Unterwäsche, Seile, Biwakausrüstung, Kamera, Messgeräte, Verpflegung, Einbauzug (nicht immer ist eine Bohrmaschine eine Erleichterung!). Andererseits darf Gewichtsparen nicht die Sicherheit gefährden. Dieses Merkblatt will nicht dazu anregen, z.B. tiefe, wasserführende Schächte mit ungenügender Kleidung und Ministeigzeug zu befahren!

Leichteinbau mit AS (*Amarrage souple = anpassungsfähige Verankerung*)

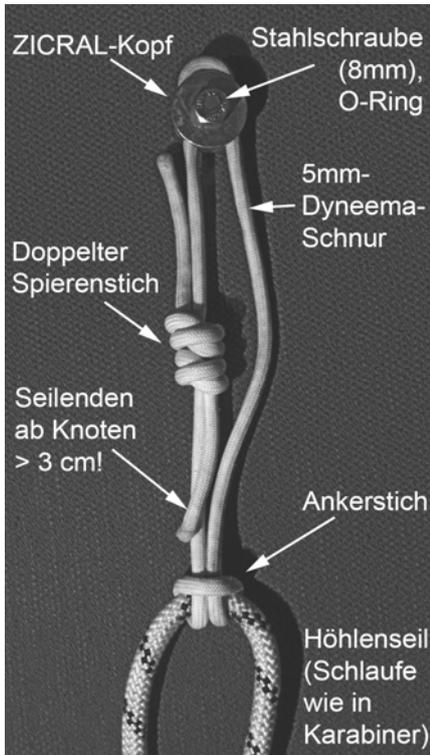


Abb. 1: Grundeinheit



Warnung Nichts für Anfänger! Die Dyneema®-Schnur hat ungewöhnliche Eigenschaften. Andere als die hier und auf der Folgeseite dargestellten oder in Kursen erlernten Anwendungen und Knoten oder das Nicht-Einhalten der hier geforderten Pflege können tödliche Folgen haben!

Die AS sind ultraleichte Verankerungen für Dübel mit 8-mm-Innengewinde (Spit, HKD, ...) und, nach Entfernen der INOX-Stahlschraube, auch für Durchsteckanker, und zwar an der Wand (Haltekraft 11 kN) oder an der Höhlendecke (16 kN) verwendbar. Empfehlenswert sind 35 cm und 60 cm lange Schlingen (100 bzw. 150 cm Schnur erforderlich), wobei ausschließlich Schnüre aus 100% Dyneema® verwendet werden dürfen.

Vorteile

Eine Einheit mit 35 cm langer Schlinge ersetzt Lasche und Karabiner und wiegt nur 36 Gramm, erspart aber zugleich 5-10 Gramm (10-20 cm) Seil. Die Länge der Verankerung kann einfach variiert werden ➔ Abb. 2.

Die Dyneema®-Schnur hat die mehrfache Haltekraft normaler Reepschnüre; sie ist zudem statisch wie ein Stahlseil und sehr abriebfest. Daher kann sie sogar STATT dem Seil über Kanten hängen ➔ Abb. 3

Zugleich kann die Schlinge an natürlichen Verankerungen verwendet werden (z.B. statt Bandschlingen), wobei der ZICRAL-Kopf nicht entfernt werden muss. Mittels Ankerstich können 2 oder mehrere AS zu längeren Schlingen oder für Y-Verankerungen an 2 Haltepunkten verknüpft werden.

Einfache Anwendungen

sind aus den Abbildungen auf diesem und dem Folgeblatt b ersichtlich. Da die Schnur sehr glatt ist, können Knoten auch nach Belastung leicht gelöst werden. Die Schlinge wird in der Höhle möglichst NICHT aufgeknötet, darf aber nicht über längere Zeiträume unter/nach Belastung hängen- bzw. verknötet bleiben. Knoten NACH dem Höhleneinsatz daher wieder vollständig öffnen, ansonsten langfristig Verlust der Haltekraft. AS ist daher nur für die Forschung und nicht für Dauereinbauten geeignet.

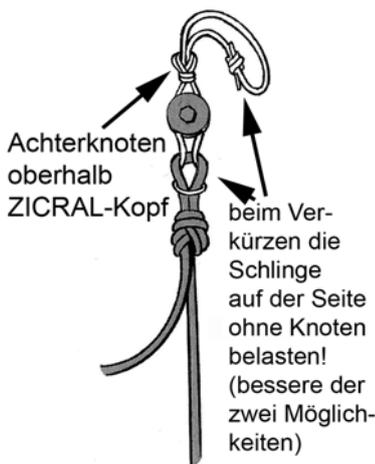


Abb. 2: Längen Anpassung

Fortgeschrittene Anwendung

Die AS erlaubt eine ungewöhnliche Vielfalt an kreativen Schachteinbauten (Name!). Diese dürfen aber nur nach ausgiebigem Studium der Literatur und Training durch erfahrene Anwender – aber niemals durch blindes Ausprobieren – eingesetzt werden!

Vorsicht mit offenem Licht, die Dyneema®-Schnur besitzt einen niedrigen Schmelzpunkt! Nicht als Sicherungsschlinge oder Hauptseil verwenden, sie ist absolut statisch!

Für die AS-Technik keine „Dyneema-Reepschnüre“ aus dem normalen Bergsporthandel verwenden – diese haben meist einen normalen Polyamid-Mantel. Ablängen der Schnur nur nach Anleitung des Herstellers!

Im Folgenden werden einige einfache Anwendungen der AS dargestellt. Die Zeichnungen sind (ohne Text) dem Buch von Marbach & Tourte entnommen.

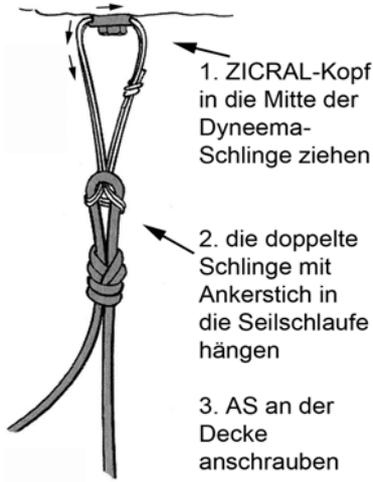


Abb. 3: AS als Deckenverankerung

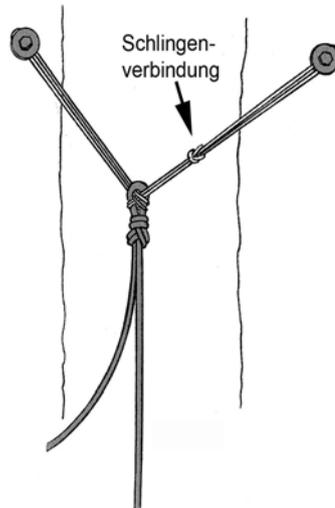


Abb. 4: Ypsilon-Seilbefestigung an zwei AS



Abb. 5: Ypsilon-Befestigung an einer normalen Lasche und einer AS

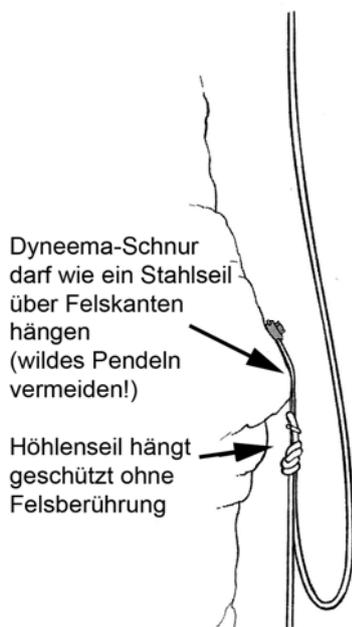


Abb. 6: AS als Seilschutz (z.B. Spit über Reibestelle)

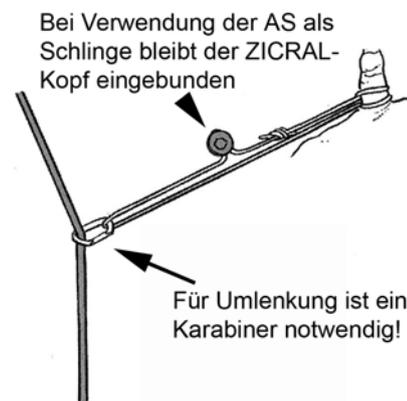


Abb. 7: Die AS-Einheit kann wie eine Bandschlinge an natürlichen Verankerungen verwendet werden

Literatur, Information

- 📖 Arnaud, J. (2005): *La cordelette dyneema® en speleologie*. – Les cahiers de L'EFS Nr. 13, Lyon, 32 S.
- 📖 Marbach, G., Tourte, B. (2000): *Alpine caving Techniques. A complete Guide to Safe and Efficient Caving*. – 1st English Edition, Speleo Projects, 320 S, ISBN 3-908495-10-5