



# Inhalt

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	7
1.1	Tipps zur Vermittlung der Thematik	7
1.2	Normen und Klassifizierungen	8
1.2.1	PSA – Persönliche Schutzausrüstung	8
1.2.2	EN – Euro-Norm	9
1.2.3	CE-Kennzeichnung	9
1.2.4	CEN – Europäische Normenkommission	9
1.2.5	UIAA-Norm – Die Norm der Bergsportfachverbände	10
1.2.6	Sinn der Normung	10
1.2.7	Normung von Bergsportausrüstung (Stand: Januar 2011, Übersicht)	11
1.3	Einheiten und Größen	12
<b>2</b>	<b>Seile</b>	14
2.1	Dynamische Seile	14
2.1.1	Theoretische Grundlagen	14
2.1.1.1	Typen	14
2.1.1.2	Normen	14
2.1.2	Wichtig für die Praxis	15
2.1.2.1	Material und Herstellung	15
2.1.2.2	Mitgelieferte Produktinformationen	15
2.1.2.3	Mittenmarkierung	16
2.1.2.4	Lebensdauer	16
2.1.2.5	Beschädigung des Seiles durch Chemikalien	17
2.1.2.6	Einfluss der UV-Strahlung	17
2.2	Statische Seile	18
2.2.1	Theoretische Grundlagen	18
2.2.1.1	Typen	18
2.2.1.2	Normen	18
2.2.2	Wichtig für die Praxis	19
<b>3</b>	<b>Karabiner</b>	20
3.1	Theoretische Grundlagen	20
3.1.1	Typen	20



Ausrüstung		Handbuch Ausbildung des Deutschen Alpenvereins
Inhalt		
3.1.2	Normen	21
3.2	Wichtig für die Praxis	22
3.2.1	Bruchgefahr bei geöffnetem Schnapper	22
3.2.2	Verschlussysteme	22
4	<b>Klemmkeile und Klemmgeräte</b>	24
4.1	Klemmkeile	24
4.1.1	Theoretische Grundlagen	24
4.1.1.1	Typen	24
4.1.1.2	Normen	24
4.1.2	Wichtig für die Praxis	25
4.2	Klemmgeräte	26
4.2.1	Theoretische Grundlagen	26
4.2.1.1	Typen	26
4.2.1.2	Normen	26
4.2.2	Wichtig für die Praxis	27
5	<b>Normalhaken</b>	28
5.1	Theoretische Grundlagen	28
5.1.1	Typen	28
5.1.2	Normen	29
5.2	Wichtig für die Praxis	30
6	<b>Bohrhaken</b>	31
6.1	Theoretische Grundlagen	31
6.1.1	Typen	31
6.1.2	Normen	32
6.2	Wichtig für die Praxis	33
6.2.1	Nicht normkonforme Systeme	33
6.2.2	Schäden durch Korrosion	33
6.2.3	Werkstoffqualität	34
6.2.4	Einbindetiefe	34
6.2.5	Vor- und Nachteile der Bohrhaken-Systeme	35
6.2.6	Fehler beim Anbringen von Haken	36
6.2.7	Fehler beim Anbringen von Expressankern	37



6.2.8	Gesteinsart und Bohrhaken-System	37
7	<b>Schlingen und Reepschnüre</b>	38
7.1	Bandmaterial	38
7.1.1	Theoretische Grundlagen	38
7.1.1.1	Typen	38
7.1.1.2	Normen	38
7.1.2	Wichtig für die Praxis	39
7.2	Expressschlingen	40
7.2.1	Theoretische Grundlagen	40
7.2.1.1	Typen	40
7.2.1.2	Normen	40
7.2.2	Wichtig für die Praxis	41
7.2.2.1	Material	41
7.2.2.2	Prüfverfahren	41
7.3	Reepschnüre	42
7.3.1	Theoretische Grundlagen	42
7.3.1.1	Typen	42
7.3.1.2	Normen	42
8	<b>Anseilgurte</b>	43
8.1	Theoretische Grundlagen	43
8.1.1	Typen	43
8.1.2	Normen	43
8.2	Wichtig für die Praxis	45
9	<b>Helme</b>	46
9.1	Theoretische Grundlagen	46
9.1.1	Typen	46
9.1.2	Normen	46
9.2	Wichtig für die Praxis	48
9.2.1	Alterung	48
9.2.2	Vor- und Nachteile der verschiedenen Helmtypen	48



Ausrüstung		Handbuch Ausbildung des Deutschen Alpenvereins
Inhalt		
<b>10</b>	<b>Eisgeräte und Pickel</b>	49
<b>10.1</b>	Theoretische Grundlagen	49
<b>10.1.1</b>	Typen	49
<b>10.1.2</b>	Normen	49
<b>10.2</b>	Wichtig für die Praxis	51
<b>10.2.1</b>	Steileisgeräte	51
<b>10.2.2</b>	Pickel	52
<b>11</b>	<b>Steigeisen</b>	53
<b>11.1</b>	Theoretische Grundlagen	53
<b>11.1.1</b>	Typen	53
<b>11.1.2</b>	Normen	54
<b>11.2</b>	Wichtig für die Praxis	55
<b>11.2.1</b>	Steileis-Eisen	55
<b>11.2.2</b>	Hochtouren-Eisen	55
<b>11.2.3</b>	Leichtsteigeisen und Grödel	55
<b>12</b>	<b>Eisschrauben</b>	56
<b>12.1</b>	Theoretische Grundlagen	56
<b>12.1.1</b>	Typen	56
<b>12.1.2</b>	Normen	56
<b>12.2</b>	Wichtig für die Praxis	57
<b>12.2.1</b>	Vorteil von Kurbelschrauben	57
<b>12.2.2</b>	Setzwinkel	57
<b>12.2.3</b>	Festigkeiten	57
<b>12.2.4</b>	Qualitätsmerkmale einer Schraube	58
<b>13</b>	<b>Sicherungsgeräte und Bremsgeräte</b>	59
<b>13.1</b>	Theoretische Grundlagen	59
<b>13.1.1</b>	Typen	59
<b>13.1.2</b>	Normen	59
<b>13.2</b>	Wichtig für die Praxis	61
<b>13.2.1</b>	Sicherungsgeräte als „Bremskraftverstärker“	61
<b>13.2.2</b>	Halbautomaten	61
<b>13.2.3</b>	Manuelle Sicherungsgeräte	61



Handbuch Ausbildung des Deutschen Alpenvereins		Ausrüstung
		Inhalt
<b>14</b>	<b>Fangstoßdämpfer</b>	62
<b>14.1</b>	Theoretische Grundlagen	62
<b>14.1.1</b>	Typen	62
<b>14.1.2</b>	Normen	63
<b>14.2</b>	Wichtig für die Praxis	64
<b>15</b>	<b>Seilklemmen</b>	65
<b>15.1</b>	Theoretische Grundlagen	65
<b>15.1.1</b>	Typen	65
<b>15.1.2</b>	Normen	65
<b>15.2</b>	Wichtig für die Praxis	67
<b>16</b>	<b>Seilrollen</b>	68
<b>16.1</b>	Theoretische Grundlagen	68
<b>16.1.1</b>	Typen	68
<b>16.1.2</b>	Normen	68
<b>16.2</b>	Wichtig für die Praxis	69
<b>17</b>	<b>Lawinennotfallausrüstung</b>	70
<b>17.1</b>	Theoretische Grundlagen	70
<b>17.1.1</b>	Typen	70
<b>17.1.2</b>	Norm	70
<b>17.2</b>	Wichtig für die Praxis	71
<b>17.2.1</b>	LVS-Geräte	71
<b>17.2.1.1</b>	Funktion der LVS-Geräte	71
<b>17.2.2</b>	Schaufel	73
<b>17.2.3</b>	Sonde	73
<b>17.2.4</b>	Zusatzausrüstung	73
<b>17.2.4.1</b>	Lawinenairbag	74
<b>17.2.4.2</b>	Avalung	74
<b>17.2.4.3</b>	Avalanch Ball	75
<b>17.2.5</b>	Weitere sicherheitstechnische Ausrüstung: Recco	76
<b>18</b>	<b>Künstliche Kletteranlagen</b>	77
<b>18.1</b>	Theoretische Grundlagen	77
<b>18.1.1</b>	Typen	77

18.1.2	Normen	77
19	Literaturhinweise	78
20	Anhang	79
20.1	Aufbau der Normsturzprüfung	79



## 1 Einführung

Die richtige, qualitativ hochwertige Ausrüstung ist neben dem persönlichen Können und den Verhältnissen vor Ort eine der entscheidenden Variablen beim Bergsport. Nicht umsonst muss ein Großteil der Bergsteigerausrüstung strenge Normen erfüllen. Die auf Materialversagen zurückzuführenden Unfälle werden deshalb immer seltener. Ein erhebliches Risiko besteht jedoch nach wie vor, wenn die Ausrüstungsgegenstände in für sie ungeeigneten Bereichen eingesetzt werden.

► *In diesem Abschnitt wird ein Überblick über die aktuellen Normen und Einsatzbereiche der Bergsportausrüstung gegeben. Dies dient als Grundlage für den Unterricht, es soll das Gefahrenbewusstsein wecken und auf Probleme beim Einsatz bestimmter Ausrüstungsgegenstände hinweisen.*

### 1.1 Tipps zur Vermittlung der Thematik

► *Nach dem methodischen Grundprinzip „Weniger ist oft mehr“ sollten nur die Ausrüstungsgegenstände vorgestellt und erklärt werden, die im weiteren Kursverlauf zum Einsatz kommen.*

► *Entsprechend dem Vorwissen und der Könnensstufe der Teilnehmer ist es empfehlenswert, sich auf die wesentlichen Informationen zu beschränken.*

► *Das in den Unterkapiteln „Normen“ dargestellte spezielle Fachwissen ist als Information für besonders Interessierte gedacht. Wesentlich relevanter für den Unterricht sind die in den Unterkapiteln „Wichtig für die Praxis“ gegebenen Informationen.*

### Das Unterrichtsgespräch

Ein Unterrichtsgespräch eignet sich hervorragend zur Vermittlung dieser Inhalte. Je nach Vorwissen der Teilnehmer kann über einzelne Ausrüstungsgegenstände, deren Anwendungsbereiche und ihre Grenzen referiert werden.

Wichtig ist dabei, einen Praxisbezug herzustellen. Die entsprechenden Ausrüstungsgegenstände sollten als Anschauungsmaterial greifbar sein. So kann zum Beispiel ein Rucksack mit den entsprechenden Materialien gefüllt werden. Jeder der Teilnehmer zieht im Unterricht einen Gegenstand aus dem Rucksack und erklärt diesen. Fehlende Informationen werden anschließend vom Ausbilder ergänzt.

### Die Kleingruppenarbeit

Bei der Kleingruppenarbeit halten zwei bis vier Personen gemeinsam ein Kurzreferat über maximal zwei Ausrüstungsgegenstände. Vorgetragen wird im Plenum.

### Frontalunterricht/Vortrag

Auch bei Vorträgen oder beim Frontalunterricht sollten immer die entsprechenden Ausrüstungsgegenstände als Anschauungsmaterial vorliegen. Unterstützend sind Medien wie Flipchart, Overheadfolien oder Tafel geeignet.



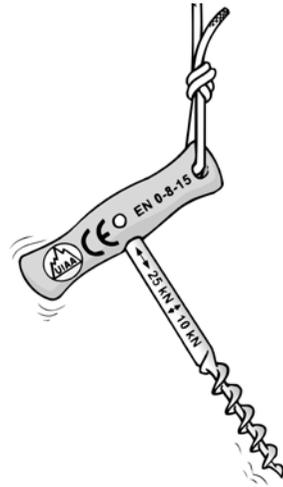
## 1.2 Normen und Klassifizierungen

Die Bergsportausrüstung unterliegt verschiedenen Normen. Neben der in der EU obligatorischen Euro-Norm (EN) existiert die „freiwillige“ UIAA-Norm.

Grundsätzlich ist die sicherheitsrelevante Bergsportausrüstung der persönlichen Schutzausrüstung (PSA) zugeordnet. Die PSA-Richtlinie teilt die Schutzausrüstung in die Schutzklassen I, II und III ein. Da Bergsportausrüstung vor Stürzen aus großer Höhe schützen soll, hat der Gesetzgeber die meisten der Bergsportartikel in die höchste, die PSA-Klasse III, eingestuft (siehe Tabelle Kapitel 1.3.7). Alle Produkte, die in Europa vertrieben und als PSA definiert werden, müssen deshalb auch der PSA-Richtlinie entsprechen.

Damit ist die EN für alle sicherheitsrelevanten Produkte, die auf dem europäischen Markt als Ausrüstung angeboten werden, bindend.

- ▶ Über die Anforderungen der EN hinaus stellt die freiwillige UIAA-Norm noch höhere Anforderungen an ein Produkt.
- ▶ Die PSA-Richtlinie schreibt die Art der Prüfung vor.
- ▶ In der Euro-Norm (EN) sind die konkreten technischen Anforderungen festgelegt.



### 1.2.1 PSA – Persönliche Schutzausrüstung

Die PSA wird in Kategorien von I bis III unterteilt. Die Kategorie gibt an, welcher Grad der Qualitätssicherung (Fertigungs- und Endkontrolle) erforderlich ist. Kategorie I (niedrigste Kategorie, nicht für Bergsportausrüstung) gilt zum Beispiel für Gartenhandschuhe; sollte ein Gartenhandschuh fehlerhaft gefertigt sein, dürfte dadurch niemand zu Tode kommen. Bei Produkten der Kategorie II (z.B. Helme) sind die Folgen von Mängeln dramatischer, sie müssen deshalb einer Baumusterprüfung bei einem zugelassenen Prüfinstitut unterzogen werden, bevor sie auf den Markt kommen.

Ausrüstung gegen Absturz aus der Höhe ist der höchsten Schutzkategorie III zugeordnet. Bei PSA der Kategorie III muss zusätzlich zur Baumusterprüfung bei der Markteinführung eine Qualitätssicherung in Form einer jährlichen Wiederholungsprüfung oder einer ISO-zertifizierten Qualitätssicherung des Herstellers selbst vorgenommen werden.



### 1.2.2 EN – Euro-Norm

Die Euro-Norm (EN) wird für jeden Ausrüstungsgegenstand durch ein Normengremium (CEN) formuliert. Der Normtext ist in Deutschland nur über den Beuth Verlag in Berlin zu beziehen und darf weder kopiert noch anderweitig vervielfältigt werden. Die Euro-Norm liegt auch der DIN (Deutsche Industrienorm) zugrunde; die DIN ist somit lediglich die deutschsprachige Ausgabe der EN.

- ▶ Für jeden Ausrüstungsgegenstand existiert eine Norm, in der die technischen Mindestanforderungen wie zum Beispiel Festigkeiten, Prüfaufbauten, Prüfbedingungen und Abmessungen festgelegt sind. Jede dieser Normen trägt eine Nummer. Für Bergsportseile ist dies zum Beispiel die EN 892.

### 1.2.3 CE-Kennzeichnung

- ▶ Mit dem CE-Zeichen erklärt der Hersteller, dass sein Produkt den in Europa gültigen Richtlinien entspricht („conforme european“).

Bei Gegenständen, die der PSA-Schutzklasse II und III zugeordnet sind, muss eine Baumusterprüfung durchgeführt werden. Bei Klasse III muss die Qualitätssicherung zusätzlich von einem zugelassenen Prüfinstitut abgenommen werden. Dies wird durch die Nummer am CE-Zeichen belegt. Die Nummer gibt Auskunft, bei welchem Prüfinstitut das Produkt geprüft wurde. Trägt ein Karabiner beispielsweise die Kennzeichnung CE 0123, so besagt die Nummer, dass der TÜV in München für die Zertifizierung dieses Karabinertyps zuständig war.

Produkte, die nur mit einem CE-Kennzeichen ohne Nummer versehen sind, wurden nicht unabhängig geprüft! Bei Bergsportausrüstungsgegenständen gibt es momentan nur für Bohrhaken keine verpflichtende Norm, da diese nicht zur PSA zählen.

- ▶ Alle Bergsportausrüstung, die zur persönlichen Schutzausrüstung zählt, muss von einem Prüfinstitut abgenommen und somit mit einem CE-Zeichen mit Nummer gekennzeichnet werden (Ausnahme: Bohrhaken). Ist dies nicht der Fall, ist Vorsicht geboten!



### 1.2.4 CEN – Europäische Normenkommission

In der CEN sitzen die nach Fachgebieten unterteilten Gremien zur Festlegung der Euro-Norm (EN). Das zuständige Fachgremium für Bergsportausrüstung setzt sich zusammen aus Beauftragten der Bergsportverbände Europas (z.B. DAV, SAC, CAI) sowie aus Vertretern der Hersteller und der zuständigen Zertifizierungsstellen (Prüfinstitute, TÜV). Auch Normenänderungen müssen über dieses Gremium verabschiedet werden, was in der Praxis ein langwieriges Unterfangen darstellt.



### 1.2.5 UIAA-Norm – die Norm der Bergsportfachverbände

Die Norm der UIAA (Union Internationale des Associations d'Alpinisme, Internationale Union der Alpinverbände) gilt nicht nur in Europa, sondern weltweit. Sie ist nicht verpflichtend, hat aber für die EN oft eine Vorreiterrolle. Das liegt zum einen daran, dass die Verabschiedung einer Normenänderung innerhalb der UIAA wesentlich schneller vonstatten geht als in der CEN. Zum anderen haben Hersteller bei der UIAA-Norm nicht das gleiche Mitspracherecht wie Vertreter der Verbände.

► Die UIAA-Norm ist meistens der EN voraus und stellt daher den Stand der Technik für Bergsportausrüstung dar. Alle mit UIAA-Label versehenen Ausrüstungsgegenstände sind nach den höchsten Anforderungskriterien geprüft.



### 1.2.6 Sinn der Normung

Normen sind von den Normengremien der CEN und der UIAA erarbeitete Mindestanforderungen, um den Verbraucher vor mangelhafter Ware zu schützen. Die wichtigsten Anforderungen an ein Produkt sollen reproduzierbar abgeprüft werden.

Oft sind die Normprüfungen überdimensioniert, um ein gewisses Maß an Sicherheitsreserven zu gewährleisten. Andererseits liegt der Schwerpunkt der Norm auf der Reproduzierbarkeit, deshalb decken sich die Normanforderungen nicht immer ganz mit den Praxisanforderungen. Hier einige Beispiele:

- **Normsturzprüfung für Kletterseile**

In der Normsturzprüfung für Kletterseile werden Einfachseile mit einem Fallgewicht von 80 Kilogramm Eisenmasse geprüft. Die Fixierung des Seiles ist statisch, der Sturzfaktor beträgt etwa 1,75 (siehe Kapitel 2, Seile). Während der menschliche Körper im Moment des Fangstoßes bis zu einem Drittel der Energie durch Verformung absorbiert, ist die Eisenmasse dazu nicht in der Lage. Hinzu kommt, dass beim Bergsteigen in der Regel eine Form der dynamischen Partnersicherung angewendet wird. Dies bedeutet, dass ab einer gewissen Krafteinwirkung entweder das Seil im Bremsgerät zu laufen beginnt oder der Körper des Sichernden bewegt wird. Beim Normsturz ist das Seil jedoch statisch fixiert. Lediglich die Dynamik des Seiles kann hier Energie umwandeln. Trotzdem macht die Normanforderung (mindestens fünf bruchfreie Normstürze für ein Einfachseil) Sinn, um zu gewährleisten, dass Seile in der Praxis nicht reißen können (Ausnahmen: Belastung über scharfe Kanten, Säureeinwirkung).

- **Norm für Klettersteigsets**

Die Norm für Klettersteigsets EN 958 prüft, ob bei einem Sturz eines 80 Kilogramm schweren Eisengewichts aus 5 Meter Höhe ein maximaler Fangstoß von 6 Kilonewton (kN) auftritt. Es wird dabei jedoch nicht berücksichtigt, dass ein 6-Kilonewton-Fangstoß für eine leichte Person andere Folgen hat als für einen Menschen mit deutlich mehr Gewicht.

► Es ist sinnvoll, die vom Hersteller mitgelieferten Gebrauchsanleitungen zu lesen, denn dort müssen die genauen Anwendungsbereiche erläutert sein.



### 1.2.7 Normung von Bergsportausrüstung

(Stand: Januar 2011)

	EN	PSA-Kategorie	UIAA
Seile	EN 892	III	UIAA 101
Reepschnur	EN 564	III	UIAA 102
Band	EN 565	III	UIAA 103
Expressschlingen	EN 566	III	UIAA 104
Anseilgurte	EN 12277	III	UIAA 105
Helme	EN 12492	II*	UIAA 106
Statikseile	EN 1891	III	UIAA 107
Karabiner	EN 12275	III	UIAA 121
Normalhaken	EN 569	III	UIAA 122
Bohrhaken	EN 959	--- **	UIAA 123
Klemmkeile	EN 12270	III	UIAA 124
Klemmgeräte	EN 12276	III	UIAA 125
Seilklemmen	EN 567	III	UIAA 126
Seilrollen	EN 12278	III	UIAA 127
Fangstoßdämpfer	EN 958	III	UIAA 128
Eisschrauben	EN 568	III	UIAA 151
Eisgeräte	EN 13089	III	UIAA 152
Steigeisen	EN 893	II	UIAA 153
Halbautomatische Sicherungsgeräte	EN 1515-1	III	UIAA 129
Manuelle Sicherungsgeräte	EN 1515-2	---	UIAA 129
Künstliche Kletteranlagen	EN 12572	---	---
LVS-Geräte	EN 300718	---	---

\* Die PSA-Kategorien wurden von Brüssel so festgelegt. Sie entsprechen nicht den Vorstellungen der DAV-Sicherheitsforschung, die hier Kategorie III vorgeschlagen hätte.

\*\* Bohrhaken sind nicht als PSA eingestuft und sind damit nicht kategorisiert. Sie tragen kein CE-Zeichen mit Prüfnummer.



### 1.3 Einheiten und Größen

Folgende Basiseinheiten sind zum Verständlichmachen der wichtigsten Normen für Bergsportausrüstung notwendig.

#### Basiseinheiten

<b>Länge</b>	Meter (m)
<b>Masse</b>	Kilogramm (kg)
<b>Zeit</b>	Sekunde (s)
<b>Temperatur</b>	Grad Celsius (°C)

#### Daraus abgeleitete Einheiten

<b>Fläche</b>	Quadratmeter (m <sup>2</sup> )
<b>Volumen</b>	Kubikmeter (m <sup>3</sup> )
<b>Kraft</b>	Newton (N)
<b>Arbeit</b>	Joule (J)

#### Unterteilung einer Einheit

Zur besseren Anschaulichkeit werden häufig Teile der Einheiten gewählt:

<b>Länge</b>	1000 mm = 100 cm = 10 dm = 1 m = 0,001 km
<b>Zeit</b>	3600 s = 60 min = 1 h
<b>Masse</b>	1000 g = 1 kg = 0,001 t
<b>Kraft</b>	1000 N = 100 daN = 1 kN
<b>Arbeit</b>	1000 J = 1 kJ

#### Weitere notwendige Einheiten

<b>Feldstärke</b>	Mykroamper pro Meter (µA/m)
<b>Frequenz</b>	Kilohertz (kHz)

#### Alte und neue Maßeinheiten

- Das Messen der Temperatur in Grad Celsius gegenüber der moderneren Einheit Kelvin (K) hat weiterhin Bestand.
- Kilopond (kp) wurde durch Newton (N) abgelöst.



Da Kräfteinheiten (meist Bruchkräfte) wesentliche Bestandteile der Bergsportnormen sind, hier nochmals einige Punkte zum besseren Verständnis:

- ▶ *Newton (N) und Kilopond (kp) sind Einheiten für Kräfte. Kilogramm (kg) ist eine Masseneinheit.*
- ▶ *1 Newton ist die Kraft, die nötig ist, um eine Masse von 1 Kilogramm in 1 Sekunde auf 1 Meter pro Sekunde (m/s) zu beschleunigen.*
- ▶ *Heute werden Kräfte in Newton gemessen – nicht mehr wie früher in Kilo-pond.*
- ▶ *Kraftmessungen beim Testen von Bergsportausrüstung erfolgen in Newton (N), Kilonewton (kN) und Dekanewton (daN).*
- ▶ *1000 N = 1 kN = 100 daN = 102 kp (ca. 100 kp).*



## 2 Seile

Im Bergsport werden dynamische und statische Seile verwendet. Während die dynamischen Seile zur Energieaufnahme bei der Partnersicherung dienen, benutzt man Statikseile vornehmlich als Fixseile, um daran auf- oder abzusteigen. Sie finden beim Höhlenforschen oder Gewerbeklettern ihre Verwendung.

### 2.1 Dynamische Seile

» Seil, das dazu vorgesehen ist, den freien Sturz eines Bergsteigers bei einer begrenzten maximalen Fangstoßkraft aufzufangen. «

*(Definition laut Norm)*

#### 2.1.1 Theoretische Grundlagen

##### 2.1.1.1 Typen

Dynamische Seile gibt es in drei Typen: als Einfach-, Halb- oder Zwillingsseile.

Seiltyp	Kennzeichnung	Durchmesser	Gewicht pro Meter
Einfachseile	(1)	8,7 bis 11 mm	51 bis 85 g
Halbseile	(1/2)	7,8 bis 9 mm	40 bis 55 g
Zwillingsseile	(∞)	6,9 bis 8 mm	35 bis 45 g

##### 2.1.1.2 Normen

<b>Norm</b>	EN 892	UIAA 101
<b>Stand</b>	Februar 2005	Januar 2009

#### Die wichtigsten Normanforderungen nach EN 892

Seiltyp	Einfachseil	Halbseil	Zwillingsseil
<b>Prüfung im</b>	Einfachstrang	Einfachstrang	Doppelstrang
<b>Normsturz mit</b>	80 kg	55 kg	80 kg
<b>Anzahl Normstürze</b>	mind. 5	mind. 5	mind. 12
<b>Fangstoß</b>	≤ 12 kN	≤ 8 kN	≤ 12 kN
<b>Gebrauchsdehnung</b>	≤ 10 %	≤ 12 %	≤ 10 %
<b>Mantelverschiebung</b>	≤ 20 mm	≤ 20 mm	≤ 20 mm
<b>Normsturzdehnung</b>	≤ 40 %	≤ 40 %	≤ 40 %



► Ergänzend zur EN verlangt die UIAA-Norm 101, dass alle als Multisturzseile gekennzeichneten Einfachseile mindestens 10 Normstürze halten müssen.

### Der Normsturz

Der Normsturz ist eine definierte Testanordnung mit einem Sturfaktor von 1,75. Für die Praxis hat er eine untergeordnete Bedeutung, da die Seilbefestigung beim Versuchsaufbau statisch vorgeschrieben ist. In der Praxis wird dynamisch gesichert (siehe Abschnitt Sicherung, Kapitel 4, Sicherheitstheorie). Außerdem ist das Sturzgewicht aus Eisen und verformt sich beim Normsturz nicht. Der menschliche Körper hingegen nimmt durch Verformung Energie auf. Die Normsturzprüfung schreibt weiter vor, dass das Seil eingespannt bleibt. Das heißt, dass die Belastung in der Umlenkung immer an derselben Stelle auf das Seil wirkt.

► Eine Grafik zum genauen Aufbau der Normsturzprüfung ist in Kapitel 20, Anhang, abgebildet.

#### 2.1.2 Wichtig für die Praxis

##### 2.1.2.1 Material und Herstellung

Seile bestehen heutzutage aus Polyamidgarn (Polyamid 6.6, wird auch als Nylon bezeichnet). Diese Fasern sind etwa halb so dick wie ein Haar. Aus zwei bis sechs solcher Garne wird ein Zwirnfaden gedreht (verzwirnen). Vier bis sechs dieser Zwirnfäden werden wiederum zu einer Einlage verdreht, mehrere dieser Einlagen bilden den Kern.

Das Verdrehen gibt dem Seil seine Elastizität, ähnlich einer Spiralfeder. Die Zwirnfäden und Einlagen werden mit Chemikalien UV-stabilisiert, veredelt und thermisch geschrumpft, um die Reibung zwischen den Zwirnfäden zu verringern.

Auf der Flechtmaschine wird der Seilkern mit dem Mantelgarn umflochten. Der Mantelanteil liegt zwischen 35 und 45 Prozent. Alle Seile besitzen im Inneren einen Kennfaden, der Auskunft über Herstellungsjahr und Firma gibt.

##### 2.1.2.2 Mitgelieferte Produktinformationen

Die Hersteller müssen Seile an ihren Enden mit dem Symbol des Seiltyps sowie dem Herstellernamen oder Logo kennzeichnen (Bänderole). Zudem wird meistens die Seillänge angegeben und über eventuelle wasserabweisende Beschichtungen informiert.

Im Beipackzettel müssen die folgenden Informationen stehen: Länge, Name oder Warenzeichen des Herstellers, Nummer der EN, Durchmesser, Metergewicht, Seiltyp, Gebrauchsdehnung (statische Dehnung), Normsturzdehnung (dynamische Dehnung), Fangstoß beim Normsturz, Anzahl der gehaltenen Normstürze, Mantelverschiebung, Bedeutung aller auf dem Produkt angebrachten Markierungen, Informationen zum Gebrauch des Produkts sowie Angaben zu Instandhaltung und Lebensdauer.



### 2.1.2.3 Mittenmarkierung

Die Mittenmarkierung des Seiles gibt dem Anwender sinnvolle Hinweise, zum Beispiel ob das Seil zum Ablassen ausreichend lang ist. Außerdem helfen sie dem Kletterer, wenn er abschätzen muss, wie viel Seil bereits ausgegeben wurde. Die Markierung sollte nicht verschiebbar und möglichst dauerhaft angebracht sein (kein Klebeband). Alte Farbmarkierungen können mit Seilmarkierungsstiften (zur Not auch mit Kugelschreiber oder lösungsmittelarmen Filzstiften wie dem Edding 3000) nachgemalt werden.

Zwar können diese Markierungen eine geringe Verminderung der Seilfestigkeit bewirken, diese bewegt sich jedoch in einem für die Praxis untergeordneten Rahmen. Ein nasses Seil weist beispielsweise eine ähnliche Minderung der Festigkeit auf, und auch durch mehrmaliges Abseilen wird die Festigkeit in ähnlichem Umfang verringert. Diese witterungs- oder gebrauchsbedingten Schwächungen sind einkalkuliert und bergen kein ernst zu nehmendes Risiko.

### 2.1.2.4 Lebensdauer

Laut EN sind die Hersteller verpflichtet, Angaben über die Lebensdauer von Bergsportausrüstung zu machen. Nach Ablauf dieser Zeit verfällt die Gewährleistungspflicht des Herstellers. Für den kommerziellen Einsatz (z.B. Verleih) ist es deshalb wichtig, sich an diese Angaben zu halten. Für den privaten Gebrauch ist es eine Abwägungsache.

#### Empfehlung zur Lebensdauer von Seilen beim Klettern

Verwendungshäufigkeit	Ungefähre Lebensdauer
Nie benutzt	maximal 10 Jahre
Selten benutzt (ein- oder zweimal im Jahr)	bis zu 7 Jahre
Gelegentlich benutzt (einmal im Monat)	bis zu 5 Jahre
Regelmäßig benutzt (mehrmals im Monat)	bis zu 3 Jahre
Häufig benutzt (jede Woche)	bis zu 1 Jahr
Ständig benutzt (fast täglich)	weniger als 1 Jahr

Ein Überschreiten der empfohlenen Nutzungsdauer führt zwar nicht zwangsläufig zum Versagen, jedoch nehmen die dynamischen Eigenschaften eines Seiles mit der Zeit ab, und das Handling wird schlechter. Ein Seil gehört auf jeden Fall ausgemustert oder abgeschnitten, wenn der Mantel beschädigt oder das Ende durch häufiges Stürzen „platt“ ist.

Allgemein wirken sich häufiges Ablassen, Abseilen, Stürzen, Staub und Sand negativ auf die Lebensdauer eines Seiles aus. Während Ablassen, Abseilen und Stürzen zum normalen Gebrauch eines Seiles gehören, sollte gegen Schmutz (vor allem Sand und Staub) etwas unternommen werden. Dringen die feinen Kristalle und Schmutzpartikel ins Seil ein, wirken sie wie „Sand im Getriebe“ und verletzen



die feinen Polyamidfilamente. Der Gebrauch eines Seilsacks schafft hier Abhilfe und verlängert die Lebensdauer des Seiles.

### 2.1.2.5 Beschädigung des Seiles durch Chemikalien

Schwefelsäure (z.B. in der Autobatterie) ist gefährlich für Seile. Kommt das Seil damit in Berührung, nimmt seine Festigkeit dramatisch ab. Auch Salzsäure, Salpetersäure, Phosphorsäure, Natriumhydroxid, Phenol und Wasserstoffperoxid sind schädlich.

Die Einflüsse von Harnsäure, Coca-Cola, Salzwasser, Autan, Benzin oder Diesel sind nach Versuchen der DAV-Sicherheitsforschung hingegen nicht dramatisch und haben keine praxisrelevante festigkeitsvermindernde Wirkung.

► *Nach Kontakt mit Schwefelsäure kann eine Belastung mit einfachem Körpergewicht bereits zum Seilriss führen.*

### 2.1.2.6 Einfluss der UV-Strahlung

Nylon altert durch UV-Bestrahlung, es wird spröde und brüchig. Um dies zu verhindern, wird das Garn mit chemischen Substanzen gegen die Einflüsse von UV-Licht stabilisiert.

Die Chemikalie soll die durch das UV-Licht gebildeten freien Radikale binden. Ist diese Imprägnierung verbraucht, wirkt das UV-Licht schädigend auf das bestrahlte Garn. Die Eindringtiefe des UV-Lichtes ist allerdings gering und betrifft fast nur den Mantel. Dadurch erklärt sich der geringe Festigkeitsverlust des Kernmantelmaterials, selbst wenn es über einen langen Zeitraum einer hohen UV-Belastung ausgesetzt war.

Bei Bandmaterial, das bekanntlich keinen schützenden Mantel hat, ist der Einfluss von UV-Strahlung daher kritischer zu bewerten.



## 2.2 Statische Seile

» Aus einer Kern-Mantel-Konstruktion bestehendes Textilsil zur Benutzung bei seilunterstützten Arbeiten, zur Arbeitsplatzpositionierung und zum Rückhalten bei der Rettung und beim Höhlenforschen. «

*(Definition laut Norm)*

### 2.2.1 Theoretische Grundlagen

#### 2.2.1.1 Typen

Bei den statischen Seilen werden zwei Typen (Typ A und B) unterschieden. Für Typ A gelten höhere Festigkeitsanforderungen als für Typ B. Statische Seile werden als Kern-Mantel-Konstruktionen hergestellt, wobei der Kern im Allgemeinen das lasttragende Element ist und der Mantel gegen Abrieb und UV-Schädigung schützt. Statikseile müssen einen Durchmesser zwischen 8,5 und 16 Millimeter haben.

#### 2.2.1.2 Normen

<b>Norm</b>	EN 1891	UIAA 107
<b>Stand</b>	März 1998	Januar 2009

#### Die wichtigsten Normanforderungen nach EN 1891

Seiltyp	A	B
<b>Statische Belastbarkeit</b>	22 kN	18 kN
<b>Belastbarkeit der Endverbindung (Achterknoten)</b>	15 kN	12 kN
<b>Dynamische Belastbarkeit</b>	Mind. 5 Stürze	Mind. 5 Stürze
<b>Schmelzpunkt</b>	Über 195°	Über 195°
<b>Mantelverschiebung</b>	< 20 mm	< 15 mm
<b>Dehnung</b>	< 5 %	< 5 %
<b>Knotbarkeit</b>	< 1,2	< 1,2

Die UIAA-Norm schreibt darüber hinaus vor, dass ein auf Rollen geliefertes Statikseil aus einem Stück bestehen muss.



## 2.2.2 Wichtig für die Praxis

### • Prüfkriterien

Die dynamische Belastbarkeit wird durch eine Sturzanordnung mit einer freien Fallhöhe von 2 Metern bei einem Sturzfaktor 1 geprüft. Seile vom Typ A werden hierbei mit 100 Kilogramm Fallgewicht, Seile vom Typ B mit 80 Kilogramm Fallgewicht getestet.

### • Kennzeichnung

Die Enden des Seiles müssen mit Bänderolen versehen sein, die folgende Informationen enthalten:

- Seiltyp (A oder B).
- Durchmesser in Millimetern.
- Die Nummer der EN.



### 3 Karabiner

» Vorrichtung, die sich öffnen lässt und von einem Bergsteiger direkt oder indirekt in eine Verankerung eingehängt werden kann. «

(Definition laut Norm)

#### 3.1 Theoretische Grundlagen

##### 3.1.1 Typen

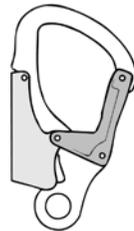
Bei Karabinern werden die folgenden Formen unterschieden:



Typ B



Typ H



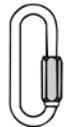
Typ K



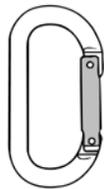
Typ A



Typ T



Typ Q



Typ X



Typ NP (nose piercing)

#### 3.1.2 Normen

Norm	EN 12275	UIAA 121
Stand	April 2013	Januar 2009

##### Die wichtigsten Normanforderungen nach EN 12275

Typ	Beschreibung	Längs-richt.	Quer-richt.	Offen (längs)	Schnapper-öffnung
B	Basiskarabiner	20 kN	7 kN	7 kN*	15 mm
H	HMS-Karabiner	20 kN	7 kN	6 kN*	15 mm
K	Klettersteigkarabiner	25 kN	7 kN	8 kN	21 mm
A	Spezieller Hakenkarabiner	20 kN	---	7 kN*	---
T	Karabiner mit Seilpositions-vorrichtung	20 kN	---	7 kN*	15 mm
Q	Schraubglied Maillon Rapid	25 kN	10 kN	---	---
X	Ovalekarabiner	18 kN	7 kN	5 kN*	15 mm

\* Keine Anforderung, wenn der Karabiner mit einer automatischen Schnapper-Verschluss-sicherung ausgerüstet ist.

Zusätzlich wird in der UIAA-Norm seit 2009 und in der EN seit 2013 bei Karabinern mit Verschluss-sicherung eine Prüfung der Festigkeit des Verschlusses verlangt. Der Verschluss muss einer Last von 1 Kilonewton widerstehen und nach der Belastung noch funktionstüchtig sein.



### 3.2 Wichtig für die Praxis

#### 3.2.1 Bruchgefahr bei geöffnetem Schnapper

Die Schnapper-offen-Belastung oder Biegebelastungen können auch heute noch zu Karabinerbrüchen führen. Um diese Gefahr zu minimieren, sollte die Schnapper-offen-Festigkeit bei mindestens 8 Kilonewton liegen. Karabiner, die lediglich 7 Kilonewton Offenfestigkeit aufweisen, sind nicht zu empfehlen.

Um das ungewollte Öffnen des Schnappers im Moment des Anpralls der Expressschlinge an der Wand zu erschweren, wurden Wiregate-Schnapper konstruiert. Durch die kleinere Massenträgheit öffnen sich diese Schnapper weniger oder gar nicht.

#### 3.2.2 Verschlusssysteme

Das Sicherheitsniveau eines Karabinerverschlusses kann in die drei Kategorien „niedrig“, „mittel“ und „hoch“ unterteilt werden:

- **Niedrig**

Bei Karabinern der niedrigen Sicherheitsstufe bedarf es lediglich zweier einfach zu kombinierenden Bewegungen, um den Karabiner zu öffnen.

- **Mittel**

Sind diese beiden Bewegungen komplexer oder wenn sie sich nicht so einfach kombinieren lassen, dann wird der Karabinerverschluss dem mittleren Sicherheitsniveau zugeordnet. Hier finden sich auch Karabinerverschlüsse, die nur durch eine Kombination von drei verschiedenen Bewegungen geöffnet werden können.

- **Hoch**

Das höchste Sicherheitsniveau ist solchen Karabinerverschlüssen vorbehalten, die nur durch drei oder mehr Bewegungen geöffnet werden können und die zufällige Kombination dieser Bewegungen sehr unwahrscheinlich ist. Diese Karabiner bieten die größte Sicherheit gegen unbeabsichtigtes Aushängen und werden daher auch „Safelock“-Karabiner genannt. Das Sicherheitsniveau „hoch“ kann auch durch zwei gegenläufig eingehängte Schnapper erreicht werden.

Die Komplexität und Art der Anwendung entscheidet, welches Sicherheitsniveau des Karabinerverschlusses nötig ist. So ist ein im Karabiner zum Sichern eingehängtes GriGri eine recht einfache und definierte Anwendung, die nur eines vergleichsweise niedrigen Sicherheitsniveaus bedarf (das Seil läuft hier beim Sichern nicht um den Karabiner). Zum Anseilen in einer Seilweiche oder zum Topropen hingegen ist ein Karabiner mit einem deutlich höheren Sicherheitsniveau zu empfehlen, da die Bewegungen von Seil und Anseilring im Karabiner deutlich komplexer sind (Wechsel zwischen belasten, entlasten und stürzen).

Eine anwendungsorientierte Kategorisierung der verschiedenen Karabinerverschlüsse ist in der nebenstehenden Tabelle zu finden. Für eine Anwendung nicht



zu empfehlen sind Karabinerverschlüsse, die als „problematisch“ oder „mangelhaft“ eingestuft sind. Bei den als „akzeptabel“ bis „sehr gut“ bewerteten Verschlüssen kann der Benutzer selbst entscheiden, welchen Kompromiss er – abhängig vom individuellen Sicherheitsbedürfnis – zwischen Sicherheit und Handling machen möchte.

Ein ausschlaggebender Punkt für das Handling ist zum Beispiel, ob der Karabinerverschluss selbst verriegelnd ist oder nicht. Bei selbst verriegelnden Verschlussicherungen kann das Schließen der Verriegelung nicht vergessen werden, und der Verschluss kann sich nicht durch Vibrationen oder Reibung unbemerkt öffnen. Allerdings ist ein einhändiges Seileinlegen meist nur schlecht oder gar nicht möglich. Auch eine Positionierungsvorrichtung, die das Verdrehen des Karabiners verhindert, kann das Handling verbessern und verhindert die Gefahr einer Querbelastung.

**Bewertung von Karabinerverschlüssen:**

Verschlusssicherheit	Niedrig	Mittel	Hoch - Safelock
Beispiele für Karabinermodelle	 Twist-Lock  Pinch Lock Slider	 Schrauber Magnetron  Push-/Pull-and-Twist	 Ball-Lock Belay Master  Bajonett gegenläufige Schnapper
	●	●	●
	●	●	●
	●	●	●
	●	●	●
	●	●	●
	●	●	●
	●	●	●
	●	●	●

HINWEIS: Für Sicherheit gegen unbeabsichtigtes Aushängen ist zum Einen das Funktionsprinzip der Verschlussicherung und zum Anderen die technisch-konstruktive Umsetzung dieses Prinzips entscheidend. Deshalb können einzelne Karabinermodelle von dieser Grundeinstellung abweichen.

● sehr gut    ● gut    ● akzeptabel    ● problematisch    ● mangelhaft

\* Karabiner-Empfehlung des Herstellers (Gebrauchsanweisung) beachten!      \*\* Bei Selbstsicherung mit Bandschlinge Positionierung mit Mastwurf empfohlen



## 4 Klemmkeile und Klemmgeräte

» Klemmkeile sind nicht verstellbare, keilförmige Körper, die in Felsrisse geklemmt werden können und eine Belastung in Längsrichtung aufnehmen können. Klemmgeräte sind verstellbare, keilförmige Körper, die in Felsrisse geklemmt werden können und eine Belastung in Längsrichtung aufnehmen können. «

(Definition laut Norm)

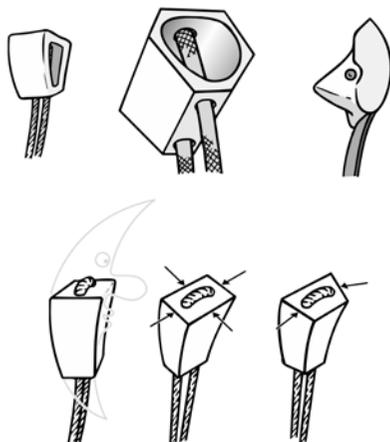
### 4.1 Klemmkeile

#### 4.1.1 Theoretische Grundlagen

##### 4.1.1.1 Typen

Klemmkeile lassen sich aufgrund ihrer unterschiedlichen Grundform in Stopper, Hexentrics und Tricams unterteilen (siehe Abbildung, von links).

Diese Klemmkeilformen werden mit Drahtkabel-, Band- oder Reepschnurschlingen angeboten. Stopper können darüber hinaus ganz unterschiedliche Formen besitzen, wie zum Beispiel Halbmond, parallel/nichtparallel Seitenwände (siehe Abbildung, von links).

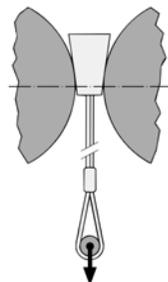


##### 4.1.1.2 Normen

Norm	EN 12270	UIAA 124
Stand	Entwurf April 2010	Januar 2009

#### Die wichtigsten Normanforderungen nach EN 12270

Die Festigkeit von Keilen muss lediglich 2 Kilonewton betragen. Bei der Prüfung wird der Keil am unteren Drittel in die Prüfvorrichtung eingespannt und bis zum Auszug oder Bruch belastet (siehe Abbildung). Bei Tricams werden alle Legepositionen abgeprüft. Der erzielte



Festigkeitswert, abgerundet auf die nächstkleinere ganze Zahl, muss in Kilonewton dauerhaft auf dem Keil angebracht sein. Die UIAA-Norm verlangt keine weiteren Kriterien.

#### 4.1.2 Wichtig für die Praxis

##### • Kennzahlen

Die Formen für Klemmkeile sind ebenso wenig genormt wie die Größenangaben. Daher unterscheiden sich die mit Kennzahlen durchnummerierten Größen von Hersteller zu Hersteller.

##### • Nur zur Fortbewegung!

Keile mit einer Festigkeit unter 6 Kilonewton sind nicht als Sicherungsmittel zu betrachten, sondern als Fortbewegungskeile.

##### • Stopper

Bei Stoppern hat sich die Halbmondform gegenüber der herkömmlichen (geraden) Form durchgesetzt. Nicht parallele (konische) Stopper können in der Regel besser in nach außen aufgehenden Rissen positioniert werden (Formschluss, siehe Abbildung).



##### • Festigkeitswerte

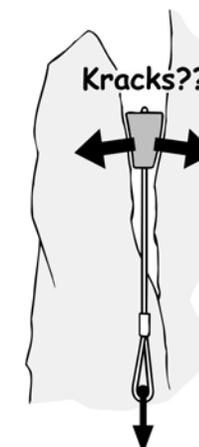
Manche Hersteller geben zwei Festigkeitswerte auf ihren Keilen an. Diese etwas verwirrenden Angaben beziehen sich auf den Auszugswert und den Bruchwert. Für die Praxis ist der kleinere Wert interessant. Der Bruchwert wird in der Regel durch den Drahtkabeldurchmesser bestimmt. Auf älteren Keilen ist zum Teil der Festigkeitswert nicht in Kilonewton (kN) angegeben, sondern mit Sternen (\*) gekennzeichnet. Ähnlich wie bei den Kennfäden bei Bandmaterial steht jeder Stern für 5 Kilonewton.

##### • Drahtkabel vorteilhaft

Zur Kraftaufnahme haben sich Drahtkabel gegenüber Band- und Kernmantelmaterial bewährt (kleiner Durchmesser, hohe Festigkeit).

##### • Sprengwirkung

Klemmkeile haben (abhängig von ihrem Keilwinkel) eine Sprengwirkung von etwa dem 1,5- bis 4-fachen der Zugbelastung (siehe Abbildung).



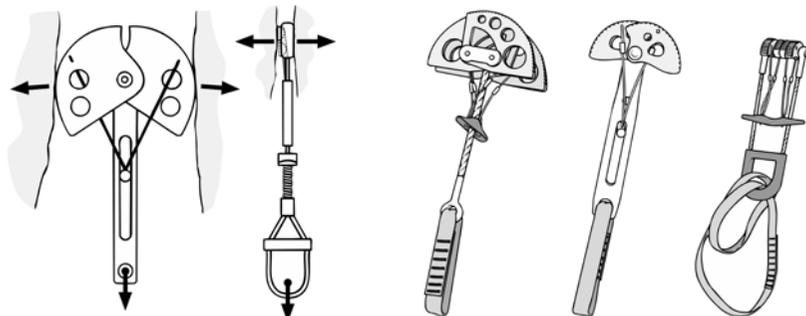


## 4.2 Klemmgeräte

### 4.2.1 Theoretische Grundlagen

#### 4.2.1.1 Typen

Klemmgeräte werden in zwei Funktionssysteme unterteilt: das „Friend-System“ und das „Slider-System“. Friends werden mit drei oder vier Segmenten angeboten, haben eine oder zwei Achsen und einen oder zwei starre oder flexible Stege.



Friend- und Slider-System.

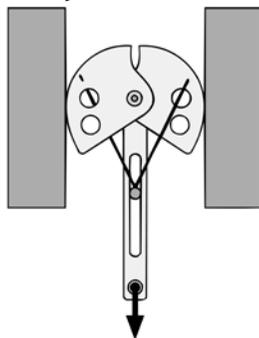
Unterschiedliche Friend-Systeme.

#### 4.2.1.2 Normen

Norm	EN 12276	UIAA 125
Stand	Entwurf April 2010	Januar 2009

#### Die wichtigsten Normanforderungen nach EN 12276

Die Festigkeit von Klemmgeräten muss mindestens 5 Kilonewton betragen. Bei der Prüfung wird das Klemmgerät zwischen zwei parallelen Auflagebacken angebracht (siehe Abbildung). Geprüft wird in drei Einstellbreiten: einem großen, einem kleinen und einem mittleren Segmentwinkel. Wenn der Hersteller angibt, dass der Friend als Keil verwendet werden kann, wird auch die passive Festigkeit geprüft. Die Krafteinwirkung wird bis zum Bruch oder bis zum Auszug aus der Prüfvorrichtung aufgebracht. Der erzielte Wert (kN) muss dauerhaft auf dem Gerät angebracht sein (z.B. an der Schlinge zur Kraftaufnahme). Die UIAA-Norm stellt keine weiteren Anforderungen.



### 4.2.2 Wichtig für die Praxis

- **Flexibler Steg ist Standard**

Bei den Friend-Systemen gilt ein flexibler Steg mittlerweile als Standard. Dadurch können die Geräte auch in Querrissen oder Löchern ohne ein Abbinden angebracht werden.

- **Drei oder vier Segmente?**

Die Entscheidung für drei oder vier Segmente ist Geschmacksache. Weniger breite Geräte (drei Segmente) lassen sich manchmal besser platzieren. Geräte mit vier Segmenten liegen hingegen weniger „wacklig“ und sind unempfindlicher gegen ein Verdrehen.

- **Achsen**

Die Geräte mit zwei Achsen haben einen größeren Einsatzbereich. Ein und dieselbe Größe deckt eine größere Rissbreite ab. Einige Hersteller bieten Modelle an, bei denen die Segmente einen Anschlag haben und somit auch als Klemmkeile verwendet werden können.

- **Sprengwirkung**

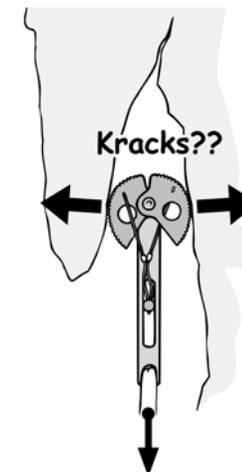
Die Sprengwirkung der Friend-Systeme beträgt etwa das Doppelte der Zugbelastung (siehe Abbildung).

- **Qualitätsmerkmale**

Ausschlaggebend für die Qualität der Friends sind die Stahlqualität der Achse und eine Spiralform (größer werdender Kreisradius) der Segmente. Ein nicht ausreichend fester Stahl führt zum Verbiegen der Achse und zum Versagen des Klemmgeräts. Kreisbogenförmige Segmente finden keinen ausreichenden Halt an den Risswänden (zu geringer Spreizdruck). Produkte ohne CE-Zeichen sind Nachbauten und sollten daher nicht verwendet werden.

► *Beim Legen von Klemmgeräten ist wichtig zu wissen, dass sie die höchsten Festigkeiten im mittleren, beziehungsweise im unteren Bereich der Einsatzbreite erreichen.*

► *Friend-Systeme haben sich gegenüber den Slider-Systemen durchgesetzt. Lediglich in Spezialbereichen (z.B. technisches Klettern) finden Slider-Systeme Verwendung.*





## 5 Normalhaken

» Gegenstand, der nach Einschlagen in einen Felsriss mittels eines Hammers oder eines gleichwertigen Instruments eine Verankerung darstellt. «

*(Definition laut Norm)*

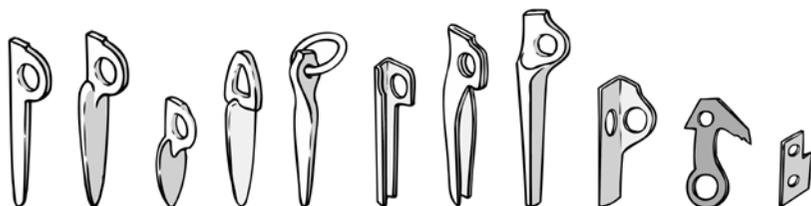
### 5.1 Theoretische Grundlagen

#### 5.1.1 Typen

Bei den Normalhaken (Felshaken) wird zwischen Weich- und Hartstahlhaken unterschieden. Darüber hinaus gibt es Sicherheits- und Fortbewegungshaken. Sicherheitshaken müssen eine höhere Bruchkraft und eine Mindestschaftlänge von 90 Millimetern aufweisen. Sie sind mit dem Symbol „S“ in einem Kreis gekennzeichnet (siehe Abbildung).



Die üblichen Formen von Normalhaken sehen wie folgt aus:



Normalhakentypen (siehe Abbildung, v.l.n.r.): Längshaken, Querhaken, Spachtelhaken, Drehmomenthaken, Ringhaken, zwei verschiedene Profilhaken, Lost Arrow, Knifeflake, Birdpeck, Rurp.



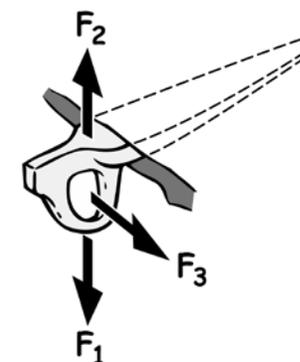
### 5.1.2 Normen

<b>Norm</b>	EN 569	UIAA 122
<b>Stand</b>	Februar 2007	Januar 2009

#### Die wichtigsten Normanforderungen nach EN 569

Geforderte Mindestbruchkraftwerte in den entsprechenden Zugrichtungen:

F<sub>1</sub> = Normalrichtung, F<sub>2</sub> = Gegenrichtung und F<sub>3</sub> = seitliche Richtung



Hakentyp	Kraft (kN) in Kraftrichtung		
	F <sub>1</sub>	F <sub>2</sub>	F <sub>3</sub>
Sicherheitshaken	25 kN	10 kN	15 kN
Fortbewegungshaken	12,5 kN	5 kN	7,5 kN

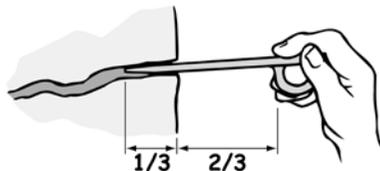
Auf dem Haken muss der Name oder das Warenzeichen des Herstellers angebracht sein sowie die Schaftlänge (L) in Zentimetern. Sicherheitshaken werden zusätzlich mit dem entsprechenden Symbol („S“ in einem Kreis) gekennzeichnet. Die UIAA-Norm schreibt darüber hinaus für Hartstahlhaken eine Mindesthärte von HRC 28 sowie eine schwarze oder dunkle Farbe vor. Weichstahlhaken müssen eine Härte unter HRC 22 aufweisen und mit einer beliebigen Farbe, außer schwarz oder dunkel, gekennzeichnet sein.



## 5.2 Wichtig für die Praxis

### • Haken für harte Gesteine

Hartstahlhaken sind besonders für harte Gesteine (z.B. Granit und Gneis) geeignet, da die Risse meistens geradliniger verlaufen und sich der Haken weniger dem Riss anpassen muss. Zum Einsatz kommen vor allem Profilhaken und Lost Arrows.



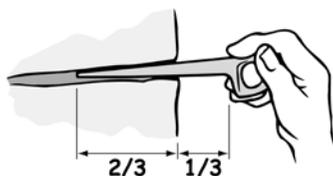
### • Haken für weiche Gesteine

Weichstahlhaken (Längshaken, Querhaken, Spachtelhaken und Drehmomenthaken) werden bevorzugt im Kalk verwendet, weil sie sich dem Rissverlauf anpassen.



### • Vorsicht Haarrisse!

Durch wiederholtes Einschlagen und Entfernen von Hartstahlhaken können Haarrisse entstehen, die jedoch häufig durch eine Sichtkontrolle zu erkennen sind.



► Als Faustregel gilt: Weichstahlhaken sollen vor dem Einhämmern bis zu einem Drittel der Schaftlänge eingesteckt werden können, Hartstahlhaken bis zu zwei Dritteln.



## 6 Bohrhaken

» Verankerungsmittel, das in einer Bohrung im Fels durch Verbundmörteltechnik, Hinterschnitttechnik (formschlüssige Systeme) oder durch Verspreizen (reibschlüssige Systeme) angebracht wird. «

(Definition laut Norm)

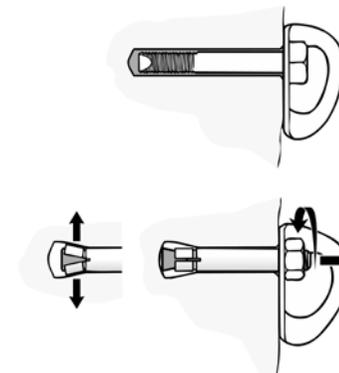
### 6.1 Theoretische Grundlagen

#### 6.1.1 Typen

Das Hauptunterscheidungsmerkmal bei Bohrhaken ist die Verankerungstechnik. Man unterscheidet hier zwischen formschlüssigen Systemen und reibschlüssigen Systemen.

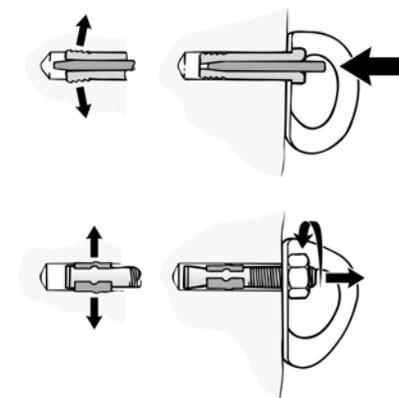
##### Formschlüssige Systeme

Bei den formschlüssigen Systemen (Verbundanker und Hinterschnittanker, siehe Abbildung) tritt keine oder nur eine geringe Sprengwirkung auf. Die Befestigung hält durch eine formschlüssige Verzahnung des Dübels oder des Ankers mit seiner Umgebung.



##### Reibschlüssige Systeme

Bei den reibschlüssigen Systemen (Expressanker und Einschlaganker) ist ein Spreizdruck auf den Fels notwendig. Die Befestigung hält durch die entstehende Reibung zwischen Bohrlochwand und dem Dübelssystem.





## 6.1.2 Normen

<b>Norm</b>	EN 959	UIAA 123
<b>Stand</b>	Juni 2007	Januar 2009

### Die wichtigsten Normanforderungen nach EN 959

#### Geforderte Mindestfestigkeit

<b>Zugrichtung</b>	radial	axial
<b>Bruchkraft</b>	25 kN	15 kN

#### Weitere Anforderungen

- Alle Teile eines Bohrhakens müssen aus denselben Werkstoffen bestehen und abgerundete Kanten aufweisen.
- Das Befestigungssystem bei mechanischen (Expansions-)Bohrhaken muss unabhängig von der Bohrlochtiefe funktionieren. Die Setzlänge muss mindestens das Fünffache des Bohrlochdurchmessers betragen.
- Die Setzlänge bei Verbundankern muss mindestens 70 Millimeter betragen.

#### Zusätzliche Anforderungen laut UIAA-Norm

- Bohrhaken müssen aus korrosionsbeständigem Werkstoff bestehen (nicht-rostende Stähle = Inox). Die Stahlqualität muss mindestens dem Werkstoff Nr. 1.4307 entsprechen (außer 1.4305).
- Die axiale Festigkeit des Bohrhakens muss mindestens 20 Kilonewton betragen.



## 6.2 Wichtig für die Praxis

### 6.2.1 Nicht normkonforme Systeme

Bohrhaken unterliegen nicht der PSA-Richtlinie (siehe Kapitel 1.3, Normen und Klassifizierungen), weil sie nicht persönlich mitgeführt werden, sondern in der Struktur verbleiben. Daher muss ein Bohrhaken auch nicht von einem unabhängigen Prüfinstitut zertifiziert werden. Ein CE-Zeichen ist daher nur eine Selbsterklärung des Herstellers, dass dieses Produkt die EN-Norm erfüllt.

- ▶ *Viele Bergsportläden bieten nicht normkonforme Systeme an (z.B. aus verzinktem oder chromatiertem Stahl sowie Systeme, deren Spreizfunktion nur bei exakt passender Bohrlochtiefe gewährleistet ist).*

### 6.2.2 Schäden durch Korrosion

Die Umgebung (Feuchtigkeit, salzhaltige Luft im Meeresbereich, Umweltbelastung sowie die Felszusammensetzung) bestimmt neben dem verwendeten Material die Korrosionsgeschwindigkeit.

Prinzipiell unterscheidet man zwischen folgenden Formen der Korrosion:

- **Lochfraß (Pitting)**  
Am Anfang ist ein nadelstichtartiger Angriff sichtbar, verursacht durch Chloride.
- **Spaltkorrosion**  
Sie ist an das Vorhandensein von Spalten gebunden und tritt schon bei geringerer Konzentration von aggressiven Stoffen auf als das Pitting.
- **Kontaktkorrosion**  
Durch Kontakt zwischen Metallen, die unterschiedlich edel sind, entsteht elektrische Spannung zwischen den Komponenten. Das unedlere Metall wird angegriffen; der Effekt wird verstärkt durch Feuchtigkeit und Chlor.
- **Interkristalline Korrosion**  
Zum Beispiel durch Erwärmung (Schweißen) schwindet das Chrom durch Ausscheidung von Chromcarbiden an der Oberfläche, daraus resultiert eine geringere Korrosionsbeständigkeit.
  - ▶ *Für den Einsatz in Meerwassernähe oder in Ballungsräumen (hohe Chloridbelastung) wird daher ein hochwertigerer Stahl empfohlen (V4A, Werkstoffqualität mindestens 1.4401).*
  - ▶ *Das besondere Augenmerk gilt der Kontaktkorrosion. Unterschiedlich edle Metalle sind unbedingt zu vermeiden. Bei einem Kontakt von Aluminium und Stahl kommt es zum Beispiel schon nach kurzer Zeit zu einem dramatischen Festigkeitsverlust des Aluminiums (z.B. Alu-Lasche auf Stahldübel).*



### 6.2.3 Werkstoffqualität

Die Werkstoffqualität (1.4307) entspricht einem V2A-Material (alte Bezeichnung). Vielfach wird auch die Bezeichnung nach AISI (American Iron and Steel Institute) angegeben. Demnach muss die Werkstoffqualität mindestens einer Stahllegierung 301 oder 304 entsprechen (303 sollte nicht verwendet werden).

- ▶ Die DAV-Sicherheitsforschung empfiehlt, nur Bohrhaken aus korrosionsbeständigen Werkstoffen zu verwenden, wie laut UIAA vorgeschrieben.
- ▶ Von verzinkten oder chromatierten Werkstoffen ist unbedingt abzuraten!

### 6.2.4 Einbindetiefe

Die Einbindetiefe hängt maßgeblich von der Härte des Gesteins ab. Im weichen Sandstein müssen die Anker um ein Vielfaches länger sein als im harten Granit. Die Einbindetiefe ist nicht genormt.

- ▶ Die DAV-Sicherheitsforschung empfiehlt eine Einbindetiefe von mindestens 70 Millimetern für Kalk und Granit und von mindestens 150 Millimetern für weichere Gesteine (Sandstein).



### 6.2.5 Vor- und Nachteile der Bohrhaken-Systeme

Die unterschiedlichen Systeme haben jeweils ihre Vor- und Nachteile. Vor allem bei den Verbundhaken sind vielfältige Fehler beim Setzen möglich. Beim Setzen von Expressankern ist eine Überlastung des Materials durch ein Anziehen mit einem zu hohen Drehmoment problematisch.

#### Vergleich der Bohrhaken-Systeme

	Vorteile	Nachteile
<b>Hinterschnittanker</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nahezu spreizdruckfrei.</li> <li>• Sehr sicher.</li> <li>• Sofort belastbar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relativ teuer.</li> <li>• Bohrloch nicht dicht.</li> <li>• Spez. Werkzeuge nötig.</li> <li>• Großer Bohrlochdurchmesser nötig.</li> <li>• Komplizierte Montage.</li> </ul>
<b>Verbundanker</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bohrloch ist dicht.</li> <li>• Kein Spreizdruck.</li> <li>• Haken aus einem Teil möglich.</li> <li>• Hohe Kraftwerte möglich.</li> <li>• Relativ preiswert.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nicht sofort belastbar.</li> <li>• Komplizierte Montage.</li> <li>• Hohe Fehleranfälligkeit beim Setzen.</li> <li>• Keine Kontrolle möglich.</li> <li>• Großer Bohrlochdurchmesser nötig.</li> </ul>
<b>Expressanker</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einfach und schnell zu setzen.</li> <li>• Sehr preiswert.</li> <li>• Geringer Bohrlochdurchmesser nötig.</li> <li>• Sofort belastbar.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nicht spreizdruckfrei.</li> <li>• Bohrloch nicht dicht.</li> <li>• Drehmomentschlüssel notwendig.</li> <li>• Permanente Vorspannung.</li> </ul>
<b>Einschlaganker</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sehr einfach zu setzen.</li> <li>• Sofort belastbar.</li> <li>• Montagekontrolle.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoher Spreizdruck.</li> <li>• Bohrloch nicht dicht.</li> <li>• Relativ teuer.</li> <li>• Geringe Einbindetiefe.</li> </ul>



## 6.2.6 Fehler beim Anbringen von Haken

### Verbundhaken mit Kartuschenmörtel

Fehler	Folge
Bohrloch nicht gereinigt.	Schlechter Verbund zwischen Mörtelmasse und Bohrlochwand.
Schaftoberfläche des Hakens zu glatt.	Schlechter Formschluss zwischen Mörtelmasse und Haken.
Mörtelvorlauf nicht verworfen.	Eventuell falsches Mischungsverhältnis, Mörtel bindet deshalb nicht ab.
Mischwendel defekt oder verschmutzt.	Eventuell falsches Mischungsverhältnis, Mörtel bindet deshalb nicht ab.
Haltbarkeitsdatum abgelaufen.	Mörtelmasse bindet eventuell nicht ab.
Falsche Lagerung (zu warm).	Härter kristallisiert eventuell aus, Mörtelmasse bindet deshalb nicht ab.
Härterkartusche verschlossen, da bereits ausgehärtet; untere Komponentenkartusche befüllt noch das Bohrloch; falsches Mischungsverhältnis.	Mörtelmasse bindet nicht ab.

### Verbundhaken mit Mörtelglaspatronen

Fehler	Folge
Bohrloch zu tief für Schaftlänge des Hakens.	Keine Vermischung im hinteren Bohrlochbereich.
Gläsmörtelpatrone zu lang für Bohrloch.	Füllmasse geht verloren (Härter), deshalb ist das Mischungsverhältnis eventuell falsch und die Mörtelmasse bindet nicht ab.
Gläsmörtelpatrone zu kurz für Bohrloch.	Vorderer Bohrlochbereich wird nicht befüllt.
Bohrloch nicht gereinigt.	Schlechter Verbund zwischen Mörtelmasse und Bohrlochwand.
Falsche Lagerung (zu warm).	Härter kristallisiert eventuell aus, Mörtelmasse bindet deshalb nicht ab.
Schaftoberfläche des Hakens zu glatt.	Kein Formschluss zwischen Mörtelmasse und Haken.
Nicht ausreichende Vermischung von Härter und Mischmasse.	Mörtelmasse bindet nicht ab.



## 6.2.7 Fehler beim Anbringen von Expressankern

Je nach Hersteller und Schaftdurchmesser ist ein bestimmtes Drehmoment notwendig, mit dem das System befestigt werden muss. Nur bei Verwendung eines Drehmomentschlüssels kann die Vorspannung korrekt eingestellt werden. Darüber hinaus geben die Hersteller bei gleichem Bohrlochdurchmesser (M10) je nach Fabrikat und Material ein unterschiedlich hohes Drehmoment zwischen 25 und 45 Nm (Newtonmeter) an. Die Setzanweisung muss daher unbedingt beachtet werden.

## 6.2.8 Gesteinsart und Bohrhaken-System

	Weiches Gestein (Sandstein)	Mittleres Gestein (Kalk, Dolomit)	Hartes Gestein (Gneis, Basalt, Granit)
<b>Häufiges Stürzen*</b>	Verbundhaken, 100 mm und länger.	Expressanker M12 Schraubanker MMS12 Verbundhaken	Expressanker M12 Verbundhaken
<b>Seltene Stürzen**</b>	Verbundhaken, 100 mm und länger.	Expressanker M10 Schraubanker MMS10 Verbundhaken	Expressanker M10 Verbundhaken

\* Es werden jährlich mehr als 100 Stürze auf den Fixpunkt erwartet (z.B. Haken an Schlüsselstelle in Massone/Arco).

\*\* Es werden jährlich weniger als 100 Stürze auf den Fixpunkt erwartet (z.B. Haken im Donautal oder in alpinen Sportkletterrouten).



## 7 Schlingen und Reepschnüre

» Schlingen und Reepschnüre werden vor allem an Zwischensicherungen, als Verbindung von Fixpunkten oder zur Kraftaufnahme an der Hüft-Brustgurt-Kombination verwendet. Reepschnüre und Bandmaterial besitzen eine sehr geringe Dehnung und sind daher für statische oder annähernd statische Belastungen zur Kraftaufnahme und nicht zur Energieaufnahme gedacht. «

*(Definition laut Norm)*

### 7.1 Bandmaterial

#### 7.1.1 Theoretische Grundlagen

##### 7.1.1.1 Typen

Mit dem Begriff „Bandmaterial“ wird in der Fachsprache ausschließlich offenes Material bezeichnet, das als Meterware verkauft wird. Es wird aus Polyamid (Nylon) hergestellt und besitzt eine Breite zwischen 15 und 25 Millimetern. Vernähte Bandschlingen werden offiziell den Expressschlingen zugeordnet und in Kapitel 7.2 näher behandelt.

Prinzipiell weist Bandmaterial dieselben Materialunterschiede auf wie vernähte Schlingen, auch die Anwendungsbereiche sind identisch. Allerdings ziehen sich bei Polyethylen und Mischgewebe aufgrund der glatten Oberfläche Knoten schon bei geringer Belastung auf. Daher sind diese beiden Materialien nur vernäht auf dem Markt erhältlich (siehe Kapitel 7.2).

##### 7.1.1.2 Normen

Norm	EN 565	UIAA 103
Stand	Dezember 2006	Januar 2009

#### Die wichtigsten Normanforderungen nach EN 565

- Die Mindestbruchkraft für Bandmaterial beträgt 5 kN.
- Die erreichte Bruchfestigkeit muss durch Kennfäden (pro Kennfaden 5 kN) auf der Schlinge kenntlich gemacht werden.
- Die UIAA-Norm schreibt darüber hinaus vor, dass Bandmaterial in Form von Meterware auf Rollen in einem Stück geliefert und gelagert werden muss (also nicht gestückelt sein darf).



## 7.1.2 Wichtig für die Praxis

### Verringerung der Festigkeit durch Knoten

Je nach Knoten verringert sich die Festigkeit von Bandmaterial um 20 bis 60 Prozent (siehe Abschnitt Sicherung, Kapitel 3.4, Knotenfestigkeit). Am meisten vermindert der Sackstich in Tropfenform die Festigkeit gegenüber dem Material im Einfachstrang (ca. 60 %). Am besten schneidet der Achter in Ringform ab (ca. 20 % Festigkeitsverlust). Kommen Einflüsse wie Feuchtigkeit oder Alterung als schwächende Faktoren hinzu, kann der Einsatz grenzwertig werden.

Polyethylenmaterial (Dyneema und Spectraweb) sowie Mischgewebe dürfen aufgrund der extrem glatten Oberfläche nur vernäht verkauft werden. Bei Knoten besteht die Gefahr, dass sie sich aufziehen. Vernähte Schlingen dürfen jedoch schon geknotet werden, zum Beispiel um das Zentralpunkt-auge am Stand zu bauen. Die höchsten Festigkeitswerte erreicht man hier mit dem doppelten Boulin-Auge.

- *Bandmaterial sollte nie im Einzelstrang verwendet werden. Vernähte Schlingen (Expressschlingen) sind geknoteten Schlingen vorzuziehen.*
- *Niemals in die Selbstsicherungsschlinge stürzen!*
- *Bandmaterial darf niemals als behelfsmäßiges Klettersteigset verwendet werden.*





## 7.2 Expressschlingen

### 7.2.1 Theoretische Grundlagen

#### 7.2.1.1 Typen

Expressschlingen werden meistens aus Schlauchband gefertigt und können aus unterschiedlichen Materialien bestehen (Polyamid, Polyamid/Polyethylen-Mischgewebe und reines Polyethylen).

- **Herkömmliches Bandmaterial aus reinem Polyamid (Nylon)**

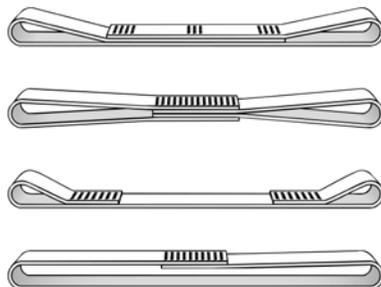
Breite zwischen 25 und 16 Millimetern; wird als Meterware oder in vernähter Form (Expressschlingen) angeboten.

- **Mischgewebe (Kombination aus Polyamid und Polyethylen)**

Breite zwischen 12 und 16 Millimetern; nur als vernähte Schlinge (Expressschlingen) erhältlich, nicht als Meterware (Knoten ziehen sich aufgrund der glatten Oberfläche bei Belastung auf).

- **Polyethylenschlingen (Dyneema)**

Breite zwischen 6 und 10 Millimetern; sie können nur durch eine spezielle Vernähtechnik verbunden werden und sind nur als vernähte Schlinge erhältlich; ein Knoten zieht sich schon unter geringer Belastung auf. Da das Material extrem glatt ist, kann es nur schwer eingefärbt werden.



#### 7.2.1.2 Normen

Norm	EN 566	UIAA 104
Stand	Dezember 2006	Januar 2009

#### Die wichtigsten Normanforderungen nach EN 565

- Die Bruchkraft einer Expressschlinge muss mindestens 22 Kilonewton betragen.
- Die Vernähung muss sich gegenüber der Oberfläche des Bandes durch Farbe oder Oberflächenbild abheben.
- Die UIAA-Norm schreibt die gleiche Festigkeit vor. Die Vernähung muss sich allein durch die Farbgebung abheben.



## 7.2.2 Wichtig für die Praxis

### 7.2.2.1 Material

Neben Polyamid haben sich Mischgewebe (Polyamid und Polyethylen) durchgesetzt. Der Vorteil liegt in einer etwa fünfmal höheren Festigkeit des Polyethylens im Vergleich zum Polyamid. Die Schlingen können daher mit kleinerem Querschnitt hergestellt werden.

Reine Polyethylenschlingen müssen durch ein spezielles Nähverfahren verbunden werden, da die Fasern so glatt sind, dass sie sich bei Belastung durch die Fäden einer herkömmlichen Vernähung durchziehen würden.

Momentan existieren nur zwei Hersteller für das Garn, deshalb sind die Schlingen auch als Spectraweb oder Dyneema-Schlingen bekannt. Typisch ist auch die weiße Farbe. Polyethylen ist so glatt, dass ein Einfärben nur schwer möglich ist.

#### Materialunterschiede Polyethylen und Polyamid

- Neben der höheren Bruchfestigkeit von Polyethylen (etwa das Fünffache von Polyamid) ist die Schnittfestigkeit sowie das Kantearbeitsvermögen des Polyethylen-Garnes wesentlich höher als das von Polyamid.
- Der Schmelzpunkt von Polyethylen liegt allerdings mit etwa 130 Grad Celsius deutlich unter dem von Polyamid (etwa 250°). Dies hat jedoch für die Praxis wenig Bedeutung. Durch die glatte Oberfläche entsteht weniger Reibungswärme, so dass die Gefahr von Schmelzverbrennungen nicht unbedingt größer ist.
- Die UV-Beständigkeit von Polyethylen ist etwas höher als bei Polyamid.
- Polyethylen ist im Vergleich zu Polyamid wesentlich statischer. Deshalb ist die Engeregiaufnahmefähigkeit niedriger und Knoten reduzieren die Festigkeit stärker.

### 7.2.2.2 Prüfverfahren

Die Prüfung der Festigkeit wird im Ring durchgeführt. Das heißt, dass der Einzelstrang der als Ring vernähten Schlinge (sowie die Vernähung) mindestens 11 Kilonewton halten muss.



## 7.3 Reepschnüre

### 7.3.1 Theoretische Grundlagen

#### 7.3.1.1 Typen

Reepschnüre werden in Durchmessern zwischen 4 und 8 Millimetern nach Norm hergestellt und geprüft. Dünnere Materialien sind nicht genormt und als „Fang-schnüre“ zu betrachten. Dickeres Material wird entweder als dynamisches Berg-seil oder als Statikseil klassifiziert, je nach Energieaufnahmevermögen (Dehnung).

Neben den Polyamid-Reepschnüren werden Kevlar-Reepschnüre (Aramid) und Dyneema-Reepschnüre angeboten. Dyneema-Reepschnüre haben einen Polyamid-Mantel, die Nachteile des Polyethylen (Glätte, hohe Eindringtiefe UV-Strahlung) sind deshalb hier irrelevant, die Vorteile überwiegen (die um ein vielfaches höhere Bruchfestigkeit)! Auch Kevlar-Reepschnüre besitzen bei deutlich höherer Bruchfestigkeit keine nennenswerten Nachteile gegenüber den Polyamid-Reepschnüren.

#### 7.3.1.2 Normen

<b>Norm</b>	EN 564	UIAA 102
<b>Stand</b>	Januar 1997	Februar 1999

#### Die wichtigsten Normanforderungen nach EN 564

Durchmesser	Mindestbruchkraft
4 mm	3,2 kN
5 mm	5,0 kN
6 mm	7,2 kN
7 mm	9,8 kN
8 mm	12,8 kN

- ▶ *Formel zur Bestimmung der Mindestfestigkeit:*  
 $\varnothing 2 \times 0,2 = \text{Festigkeit in Kilonewton}$   
 (Demnach muss eine 5 mm dicke PA-Reepschnur also  $5 \times 5 \times 0,2 = 5 \text{ kN}$  halten.)
- ▶ *Durch Knoten wird die Festigkeit von Reepschnurmaterial reduziert. Je nach Knoten und Material liegt der Festigkeitsverlust zwischen 25 und 70 Prozent.*
- ▶ **Siehe dazu Abschnitt Sicherung, Kapitel 3.4, Knotenfestigkeiten.**

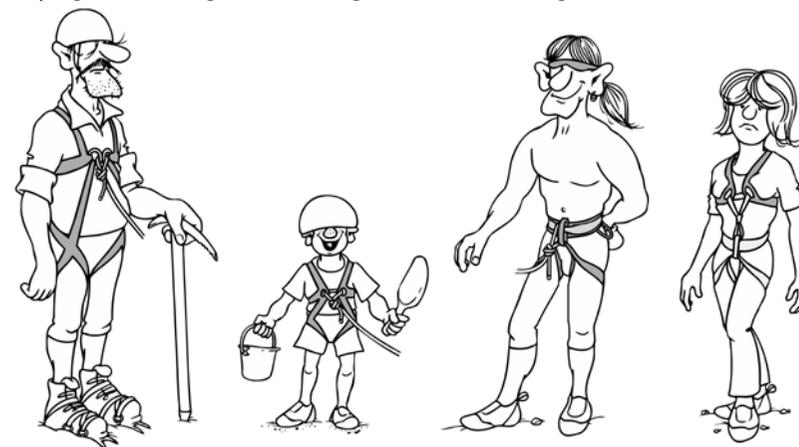


## 8 Anseilgurte

### 8.1 Theoretische Grundlagen

Anseilgurte gibt es in drei Arten: den Hüftgurt, den Komplettgurt (Kombigurt) und den Brustgurt. Alle drei Varianten werden verstellbar oder nicht verstellbar angeboten. Die Norm unterscheidet zudem noch Kleinkörpergurte für Personen mit einem Gewicht unter 40 Kilogramm.

Gurttypen werden nach Norm wie folgt eingeteilt: Typ A = Komplettgurt, B = Kleinkörpergurt, C = Hüftgurt, D = Brustgurt (siehe Abbildung v.l.n.r.).



Das Anseilen mit Hüftgurt allein sowie das Anseilen mit Hüft- und Brustgurt oder mit Komplettgurt entsprechen der Lehrmeinung. Jede Anseilmethode hat ihre Vor- und Nachteile (siehe Abschnitt Sicherung, Kapitel 2, Anseilmethoden).

- ▶ *Das Anseilen mittels Brustgurt alleine ist gefährlich und entspricht in keiner Situation der Lehrmeinung.*

#### 8.1.1 Typen

Bei den Anseilgurten können Modelle mit und ohne verstellbaren Beinschlaufen unterschieden werden. Zudem unterscheiden sich die Gurte durch das System der Schnallen (Fädelschnallen, Steckschnallen, Gurte ohne Schnallen und Gurte, bei denen das Gurtband nicht mehr aus den Schnallen ausgefädelt werden kann).

#### 8.1.2 Normen

<b>Norm</b>	EN 12277	UIAA 105
<b>Stand</b>	Mai 2007	Februar 2009



### Die wichtigsten Normanforderungen nach EN 5648

Gurttyp	A	B	C	D
Mindestbreite des kraftaufnehmenden Bandes	43 mm	28 mm	43 mm	28 mm
Mindestbreite der Schulterträger	28 mm	23 mm	28 mm	28 mm
Festigkeit in Kopf-Oben-Position	15 kN	10 kN	15 kN	---
Festigkeit in Kopf-Unten-Position	10 kN	7 kN	---	10 kN
Schnallenfestigkeit des Bauchgurts	---	---	10 kN	---
Durchrutsch der Schnallen	< 20 mm	< 20 mm	< 20 mm	< 20 mm

Die UIAA-Norm schreibt darüber hinaus vor, dass alle Nähte an kraftaufnehmenden Teilen in Kontrastfarben abgesetzt sein müssen.



## 8.2 Wichtig für die Praxis

- **Einbinden**

Das Einbinden im Hüftgurt kann entweder im Sicherungsring oder parallel dazu durch Beinschlaufensteg und Bauchgurtöse erfolgen (siehe Abschnitt Sicherung, Kapitel 2, Anseilmethoden).

- **Hängeposition**

Die optimale Hängeposition in einer Anseilkombination aus Hüft- und Brustgurt entspricht in etwa der Abbildung rechts. Komplettgurte, die eine solche Position nicht ermöglichen, sind aufgrund der unbequemen und ungünstigen Hängeposition (links) wenig empfehlenswert.



- **Lebensdauer**

Die Lebensdauer von Gurten entspricht laut Herstellerangaben und PSA-Richtlinie der von Seilen (5 Jahre Lagerung, 5 Jahre Nutzung). Bei einer Beschädigung der kraftaufnehmenden Teile (Beinschlaufensteg, Bauchgurtöse und Sicherungsring) oder der Nähte sollte der Gurt sofort ausgesondert werden.

- **Passform**

Wichtig bei allen Gurten ist die optimale Passform. Sind die Beinschlaufen zu groß, kann ein Sturz in ungünstigen Fällen zu gravierenden Verletzungen führen. Ein Brustgurt sollte nicht zu eng sein und beim Stürzen in aufrechter Position keine Energie aufnehmen. Seine Funktion besteht lediglich im Verhindern des Abkippen nach hinten.



## 9 Helme

### 9.1 Theoretische Grundlagen

Bergsteigerhelme haben zwei Aufgaben: Erstens sollen sie vor Verletzungen durch Steinschlag schützen und zweitens vor Anprallverletzungen.

- ▶ *Fahrradhelme haben lediglich eine Schutzfunktion vor Anprallverletzungen und stellen daher keinen geeigneten Ersatz für Bergsteigerhelme dar.*
- ▶ *Helme wurden, da sie nicht vor einem Sturz aus großen Höhen schützen, lediglich in die PSA-Kategorie II eingeordnet, nicht in Kategorie III.*

#### 9.1.1 Typen

Grundsätzlich müssen alle Bergsteigerhelme eine Schutzfunktion gegen Steinschlag- und Anprallverletzungen erfüllen. Hinsichtlich der Konstruktionsweise können zwei Helmtypen unterschieden werden: klassische Hartschalenhelme und Inmolding-Helme.

##### • Klassische Hartschalenhelme

Die klassischen Bergsteigerhelme haben eine relativ harte Schale aus Kunststoff, die über eine aus Gurtmaterial bestehende Tragevorrichtung mit dem Kopf verbunden ist. Diese Helme schützen zwar weitgehend vor Steinschlag, ihre Energieaufnahmefähigkeit ist jedoch vor allem bei einem seitlichem Anprall beschränkt. Das Eigengewicht der klassischen Helme ist relativ groß.

##### • Inmolding-Helme

Moderne Inmolding-Helme, die aus einem Styroporkern mit einer relativ weichen Außenschale bestehen, schützen optimal gegen Anprall und sind sehr leicht. Sie haben aber Schwächen bei Steinschlag und sind weniger robust.

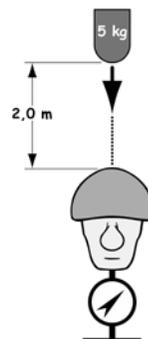
#### 9.1.2 Normen

Norm	EN 12492	UIAA 106
Stand	Juli 2003	Januar 2009

##### Die wichtigsten Normanforderungen nach EN 12492

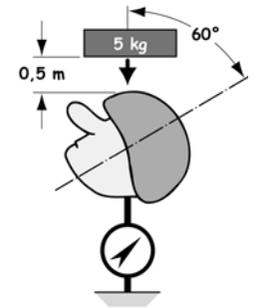
##### • Vertikales Stoßdämpfungsvermögen

Bei dieser Prüfung darf die maximal übertragene Kraft auf den Prüfkopf durch einen 5 Kilogramm schweren, halbkugelförmigen Stahlschlagkörper mit einem Durchmesser von 10 Zentimetern bei einer Fallhöhe von 2 Metern nicht mehr als 10 Kilonewton betragen.



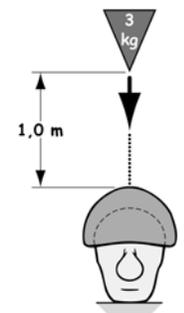
##### • Frontales, seitliches und dorsales Stoßdämpfungsvermögen

Bei der Prüfung darf die maximal übertragene Kraft auf den Prüfkopf durch einen 5 Kilogramm schweren, flachen Stahlschlagkörper mit einem Durchmesser von 13 Zentimetern bei einer Fallhöhe von 50 Zentimetern nicht mehr als 10 Kilonewton betragen.



##### • Durchdringungsfestigkeit

Hier darf ein 3 Kilogramm schwerer, kegelförmiger Schlagkörper, der aus 1 Meter Fallhöhe auf den Helm trifft, den Prüfkopf nicht berühren. Die Prüfung wird an zwei Stellen des Helmes im Mindestabstand von 5 Zentimetern durchgeführt.



##### • Festigkeit der Trageberiemung

Bei einer Belastung von 500 Newton auf die Kinnberiemung darf sich diese nicht lösen und sich nicht mehr als 2,5 Zentimeter dehnen.

##### • Wirksamkeit der Trageberiemung (Verschiebung)

Der Helm darf sich bei einer plötzlichen Krafteinwirkung auf die Vorder- und Hinterkante des Helmes weder nach vorne noch nach hinten vom Prüfkopf schieben lassen. Hierzu wird ein Fallgewicht von 10 Kilogramm mit einer Fallhöhe von 17,5 Zentimetern mit einem Drahtseil über eine Umlenkung am Helm befestigt.

##### • Belüftung

Ein Bergsteigerhelm muss eine Belüftung mit einem Flächenquerschnitt von mindestens 4 Quadratzentimetern aufweisen.

##### • UIAA-Norm

Die UIAA-Norm schreibt für alle Stoßdämpfungstests (vertikal, frontal, seitlich und dorsal) eine maximale übertragene Kraft von 8 Kilonewton vor.



## 9.2 Wichtig für die Praxis

### 9.2.1 Alterung

Kunststoff altert, wird porös und spröde. Ein Helm verliert dadurch sein optimales Energieaufnahmevermögen. Laut Norm müssen die Helme mit dem Herstellungsjahr und -quartal gekennzeichnet sein. In der Bedienungsanleitung muss der Hersteller Angaben über den Gebrauchszeitraum machen. Üblicherweise beträgt die Lagerungs- und Nutzungsdauer von Helmen je fünf Jahre.

### 9.2.2 Vor- und Nachteile der verschiedenen Helmtypen

- Leicht- oder Styropor-Helme zeigen ein besseres Energieaufnahmevermögen bei den Stoßdämpfungstests und bieten daher einen besseren Schutz gegen Anprallverletzungen. Die herkömmlichen Helme sind hier, vor allem bei seitlichem Anprall, wesentlich weniger wirkungsvoll.
- Beim Durchdringungstest bestehen die Styropor-Helme zwar die Norm, problematisch jedoch kann sein, dass die durch einen Stein punktförmig einwirkende Energie durch das Styropor auch punktförmig an den Schädel weiter gegeben wird – obwohl der Schlagkörper, wie in der Prüfung gefordert, den Prüfkopf nicht berührt. Die klassischen Helme verteilen hier die Energie über das Tragesystem flächig auf den Kopf.
- Häufig können bei klassischen Helmen fehlerhaft eingestellte Tragesysteme beobachtet werden. Ein nicht korrekt auf die Kopfform eingestellter Helm bietet kaum Sicherheit bei einem Anprall, da er entweder nach hinten in den Nacken rutscht oder nach vorne über die Augen. Ein optimales Ablängen der seitlichen Tragebänder verhindert dies.
  - ▶ Für die Praxis ist es sinnvoll, vor jeder Tour abzuwägen, ob Anprallverletzungen oder Steinschlag die größere Gefahr darstellen, um dann den entsprechenden Helm wählen zu können.
  - ▶ Im Zweifelsfall gilt immer: Irgendein Helm ist besser als gar kein Helm!



## 10 Eisgeräte und Pickel

### 10.1 Theoretische Grundlagen

Eisgeräte, die auch als Pickel oder Eisbeile bezeichnet werden, dienen zur Fortbewegung im Steileis, als Anker- und Fixpunkte im Firn bei Gletscherbegehungen sowie zum Stufenschlagen.

#### 10.1.1 Typen

In der Norm wird seit 2010 bei Eisgeräten und Pickeln zwischen zwei Typen unterschieden.

- **Eisgeräte Typ 1 (Pickel)**

Eisgeräte dieses Typs sind für den Einsatz im Schnee und Eis gedacht und haben keine Kennzeichnung auf dem Produkt. Üblicherweise werden sie als Pickel bezeichnet.

- **Eisgeräte Typ 2 (Eisgeräte, Eisbeil, Eisaxt)**

Diese Eisgeräte sind sowohl für den Einsatz im Schnee und Eis als auch im Fels gedacht. Sie werden mit einem „T“ in einem Kreis gekennzeichnet. Für den Typ 2 werden die Begriffe „Eisgerät“, „Eisbeil“ oder „Eisaxt“ verwendet.

#### 10.1.2 Normen

<b>Norm</b>	EN 13089	UIAA 152
<b>Stand</b>	Mai 2011	Januar 2009

#### Die wichtigsten Normanforderungen nach EN 13089

	Typ 1	Typ 2
Schaftfestigkeit in Y-Richtung (Schaftzugbelastung)	0,6 kN	0,9 kN
Schaftfestigkeit in X-Richtung (Ramppickelbelastung)	2,5 kN	4,0 kN
Schaftfestigkeit (T-Ankerbelastung)	2,5 kN	2,5 kN
Seitliche Festigkeit der Haue	42 Nm	60 Nm

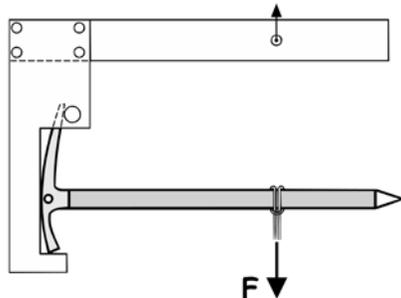
Zusätzlich fordert die UIAA-Norm eine Handschlaufe oder ein Loch als Befestigungsmöglichkeit für eine Handschlaufe. Dieses Loch muss einen Durchmesser von 7 Millimetern haben und es muss in der oberen Hälfte des Schaftes oder im Pickelkopf angebracht sein.

Darüber hinaus muss die Handschlaufe für alle Geräte des Typs 1 eine Festigkeit von 2 Kilonewton aufweisen.

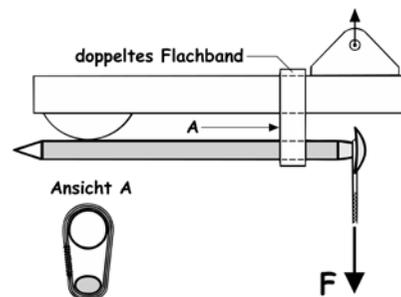


Prüfung der Schaftfestigkeit in Y-Richtung (Schaftzugbelastung, Bild oben links), Schaftfestigkeit in X-Richtung (Rampickelbelastung, Bild oben rechts), Schaftfestigkeit (T-Ankerbelastung, unten links) und der seitlichen Hauenfestigkeit („quaken“, Bild unten rechts):

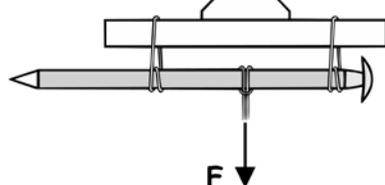
Prüfung der Schaftfestigkeit am Übergang zum Pickelkopf



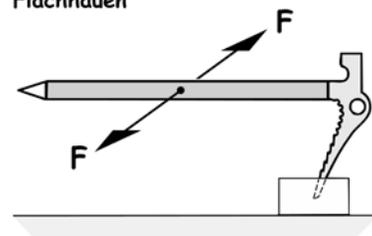
Prüfung der Schaftfestigkeit am Übergang zum Pickelkopf



Prüfung der Schaftfestigkeit bei Belastung wie T-Verankerung



Prüfung von Flachhauen



## 10.2 Wichtig für die Praxis

### 10.2.1 Steileisgeräte

#### Wechselsysteme

Wechselsysteme sind beim Steileisklettern Standard. Hauenbrüche können so schnell behoben werden, und kurz gefeilte (präparierte) Hauen lassen sich leicht ersetzen. Es sollte darauf geachtet werden, dass das Wechseln ohne zusätzliches Werkzeug schnell und einfach möglich ist.

#### Sprengwirkung

Zwar weisen Flachhauen im kompakten Eis eine höhere Sprengwirkung auf als Hohlhauen, Letztere haben jedoch beim Hooken und Drytools wesentliche Nachteile. Sie verlieren deshalb im Zeitalter des modernen Mixed-Kletterns immer mehr an Bedeutung. Entscheidend ist das Tuning der Hauen. Je nach Einsatzbereich richtig präpariert, wird die Sprengwirkung minimiert und ein Hooken im Steileis möglich.

► *Dünnere und flachere Hauen haben weniger Sprengwirkung als breitere und höhere Modelle.*

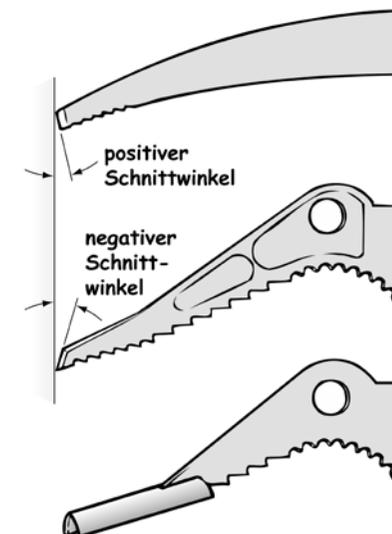
#### Hauenfestigkeit

Gegen Hauenbrüche hilft ein Entgraten und Polieren der Hauen. Darüber hinaus ist die Qualität des Stahles maßgeblich für die Hauenfestigkeit.

► *Während zu harter Stahl leichter bricht, hat zu weicher Stahl die Eigenschaft, sich zu verbiegen. Die goldene Mitte ist hier wichtig.*

#### Hauenformen

Bei den Typ-T-Hauen sind Konkavhauen (Bananenhauen) mit einem negativen Schnittwinkel üblich. Soll eine Haue hingegen sprengen (z.B. beim Stufenschlagen), empfiehlt sich eher eine Konvexhaue mit einem positiven Schnittwinkel.



► *Siehe dazu Abschnitt Hochtouren und Eisklettern, Teil II, Kapitel 5.1, Materialauswahl, und Kapitel 5.3, Materialtuning.*



### 10.2.2 Pickel

Für Hochtouren und Skitouren ist der klassische Pickel das optimale Gerät. Er sollte eine Länge zwischen 50 und 80 Zentimetern haben, denn er dient als Aufstiegs-hilfe und vor allem als möglicher Fixpunkt im Firn (T-Anker).

Da das Stufenschlagen heute weniger wichtig ist, sollte ein Pickel auch zum Verankern (Schaftzugtechnik) geeignet sein. Alu-Hauen sind hierfür ungeeignet, da diese relativ leicht brechen.

- **Siehe Abschnitt Hochtouren und Eisklettern, Teil I, Kapitel 3.1.2, Zugtechniken mit dem Pickel, und Kapitel 4.2, Bewegungsgrundmuster).**



## 11 Steigeisen

» Vorrichtung, die mit Zacken ausgestattet ist, die vorgesehen ist, die Sohle von der Schuhspitze bis zum Schuhende und von einer Seite bis zur anderen zu bedecken, um in Firn, Eis oder gemischtem Gelände Halt zu geben, und die eine Befestigungsvorrichtung für den Schuh hat. «

*(Definition laut Norm)*

### 11.1 Theoretische Grundlagen

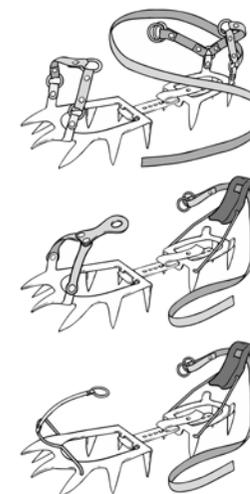
Wie man an der Definition oben sieht, kann die Arbeit in Normengremien auch amüsant sein. Seit der Zeit der handgeschmiedeten Eisen bis zu den Steigeisen heute mit Frontalzacken, Fersendorn und Anti-Stoll-Platte hat sich viel verändert.

- *Steigeisen sollen laut Norm gegen Ausrutschen schützen und sind deshalb lediglich in die PSA-Kategorie II eingeteilt.*

#### 11.1.1 Typen

Steigeisen werden unterteilt nach ihrem Einsatzbereich (Steileis-, Hochtouren- oder Leichtsteigeisen) und anhand der Bindungssysteme (Kipphebel oder Riemen für die Ferse; Zehenbügel, Riemen oder Körbchen für die Zehen). Üblicherweise werden drei Bindungskombinationen für unterschiedliche Einsatzbereiche verwendet (siehe Abbildung, v.o.n.u.):

- Zehenbügel und Kipphebel (Steileis-Eisen, Hochtouren-Eisen).
- Körbchen und Kipphebel (Hochtouren-Eisen).
- Körbchen und Riemen oder reine Riemenbindung (Hochtouren- und Leichtsteigeisen).





Als weiteres Merkmal wird zwischen der Anzahl der Zacken (8- bis 12-Zacker) sowie zwischen Anzahl und Form der/des Frontalzacken und der Form des „Zweitzackenpaars“ unterschieden.

Horizontale Frontalzacken sind typisch für Leichtsteigeisen und Hochtourensteigeisen (Abbildung oben). Vertikale Frontalzacken sind beim Steileis-Eisen üblich (Abbildung Mitte). Monozacker sind besonders zum Steileis- und Mixedklettern geeignet (Abbildung unten).



### 11.1.2 Normen

Norm	EN 893	UIAA 153
Stand	Februar 2011	Januar 2009

#### Die wichtigsten Normanforderungen nach EN 893

Zackenlänge	Mind. 2 cm
Zackenanzahl	Mind. 8 Zacken (davon mind. 6 Vertikalzacken)
Härte der Zacken	Mind. 70 HRB (Rockwellhärte)
Festigkeit Frontalzacken (falls mehr als einer)	1,5 kN
Festigkeit Frontalzacke (Monozacken)	2,0 kN
Festigkeit Vertikalzacken	1,2 kN
Bügel Festigkeit (Zehen- und Fersenbügel)	1,0 kN
Bindungsteile (Befestigungen)	1,0 kN
Bindungsverschlüsse	1,0 kN
Rahmenfestigkeit in Längsrichtung	3,9 kN

Auf dem Steigeisen müssen das Herstellungsjahr und der Hersteller angegeben werden.



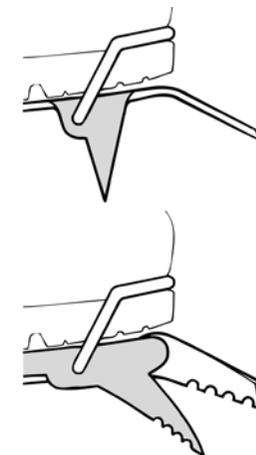
## 11.2 Wichtig für die Praxis

### 11.2.1 Steileis-Eisen

Zum Wasserfallklettern haben sich die hochkant stehenden Frontalzacken bewährt – ob ein Monozacker oder ein Zweizacker gewählt wird, ist Geschmacksache. Wichtig ist, dass das Zweitzackenpaar dahinter nach vorne zeigt, um das Eisen gegen Kippen nach unten und zur Seite zu stabilisieren.

Die Abbildung oben zeigt ein Hochtouren- oder Leichtsteigeisen mit Zweitzackenpaar nach unten, das besser zum Gehen ist. Unten ist ein Steileis-Eisen mit Zweitzackenpaar nach vorne abgebildet.

Da eine direkte Kraftübertragung vom Fuß auf die Frontalzacken notwendig ist, hat sich hier ein relativ starres Eisen mit Zehenbügel und Kipphebelbindung durchgesetzt. Optimal ist es, wenn die Länge der Frontalzacken und die Aufhängung des Zehenbügels variiert werden können. Denn die unterschiedliche Sohlenstärke der Schuhe bewirkt bei Steigeisen mit Zehenbügel, dass die Frontalzacken unterschiedlich weit nach vorne stehen. Anti-Stoll-Platten machen in jedem Fall Sinn. Besonders bei Steigeisen mit hochkant stehendem Rahmen kann die lästige Stollenbildung sicherheitsrelevante Ausmaße annehmen.



### 11.2.2 Hochtouren-Eisen

Zum Hochtourengehen und vor allem zum Höhenbergsteigen sind Steigeisen mit Körbchenbindungen und Kipphebeln vorteilhaft. Sie bieten auch bei weicheren Schuhen einen sicheren Halt und ermöglichen ein einfaches An- und Ausziehen auch mit Expeditionsgamaschen. Das Zweitzackenpaar kann je nach bevorzugtem Einsatzbereich nach vorne geneigt sein oder senkrecht nach unten weisen.

### 11.2.3 Leichtsteigeisen und Grödel

Leichtsteigeisen und Grödel sind als Notsteigeisen zu betrachten und haben auf Hochtouren, vor allem bei blanken Verhältnissen, nichts zu suchen. Ihr Einsatzbereich liegt auf hartem Firn, beim Wandern oder beim Skitourengehen. Da diese Eisen oft in Kombination mit weichen (teils ungeeigneten) Schuhen benutzt werden, sollten sie eine Riemenbindung oder besser eine Kombination aus Riemen- und Körbchenbindung besitzen. Titan- oder Aluminiumsteigeisen sind bei harten Blankeisverhältnissen eingeschränkt tauglich. Vor allem Aluminiumlegierungen stoßen hier schnell an ihre Grenzen. Beide Materialien werden sehr schnell stumpf.



## 12 Eisschrauben

### 12.1 Theoretische Grundlagen

Von der Marwa-Eisspirale über den Eishaken und den Snarg bis hin zur modernen Kurbelschraube hat sich die Belastbarkeit der Fixpunkte im Eis vervielfacht. Heute finden fast ausschließlich Eisschrauben Anwendung.

► Für die Haltekraft im Eis ist in erster Linie die Eisqualität entscheidend. Ist diese gut, bilden die Länge der Schraube, vor allem die Gewindelänge und der Setzwinkel die festigkeitsbestimmenden Größen.

#### 12.1.1 Typen

Man unterscheidet Eisschrauben nach ihrem Material (Stahl, Aluminiumlegierung oder Titan) sowie danach, ob sie mit Kurbel ausgestattet sind oder nicht. Da heute Schrauben aus der Kletterstellung angebracht werden, haben sich schnell setzbare Modelle mit Kurbel etabliert.

#### 12.1.2 Normen

Norm	EN 568	UIAA 151
Stand	September 2007	Januar 2007

#### Die wichtigsten Normanforderungen nach EN 568

Radiale Festigkeit	> 10 kN
Axiale Festigkeit	> 5 kN
Weite der Öse für den Karabiner	> 15 mm

- Prüfung über das Eindrehverhalten: Nach spätestens zehn Umdrehungen muss die Eindringtiefe der Gewindengänge entsprechen. Die Schraube muss also ein sauberes Gewinde ins Eis schneiden.
- Bei Eisschrauben liegen die Anforderungen der UIAA-Norm ausnahmsweise unter jenen der EN-Norm: Die Eisschrauben müssen hier nur eine radiale Festigkeit von 9 Kilonewton aufweisen. Falls eine zweite Einhängemöglichkeit für Karabiner vorhanden ist, muss diese nur 12 Millimeter im Querschnitt betragen.



## 12.2 Wichtig für die Praxis

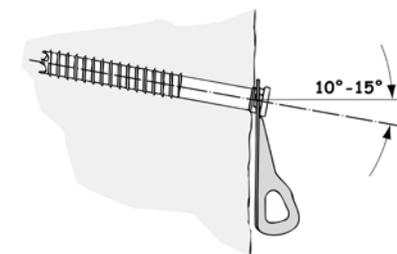
### 12.2.1 Vorteil von Kurbelschrauben

Wer schon einmal an einem Gerät ohne Handschlaufen hängend, aus der Kletterstellung eine Eisschraube gesetzt hat, kennt die unschätzbaren Vorteile gutgängiger Kurbelschrauben. Herkömmliche Schrauben ohne Kurbel sind wesentlich anstrengender zu setzen und kosten den Vorsteiger darüber hinaus auch mehr Nerven.

► Stumpfe Schrauben oder Snargs können nicht mit einer Hand aus der Kletterstellung gesetzt werden.

### 12.2.2 Setzwinkel

Untersuchungen haben gezeigt, dass ein negativer (hängender) Setzwinkel höhere Festigkeiten bringt als ein neutraler (90°) oder positiver (spitzer) Setzwinkel. Dies gilt für gutes Wassereis oder Gletschereis. Bei sehr „röhrigem“ Eis oder extremer Druckschmelzung kann dies anders sein. Als optimal gilt eine Abweichung zwischen 10 und 15 Grad vom rechten Winkel zur Eisoberfläche.



### 12.2.3 Festigkeiten

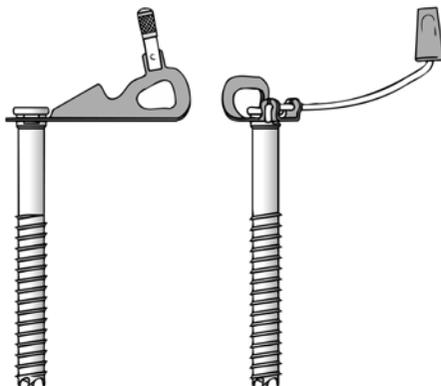
Im kompakten Wasserfalleis und im Gletschereis haben die 16 Zentimeter langen Schrauben bei Auszugsversuchen im Mittel eine Festigkeit von 20 Kilonewton aufgewiesen. Snargs weisen auch im guten Eis nur eine Festigkeit von 3,7 Kilonewton auf.

► Vorsicht ist allgemein bei sehr röhrigem Eis geboten. Hier streuen die Festigkeiten extrem.



### 12.2.4 Qualitätsmerkmale einer Schraube

Alulegierungen oder Titan werden schnell stumpf und haben eine zu raue Oberfläche. Deshalb sind solche Schrauben schwerer einzudrehen. Als optimal haben sich gehohnte (besonders geglättete) Stahlschrauben mit integrierter Kurbel erwiesen (siehe Abbildung). Sie werden meist in Längen von 10 bis 22 Zentimetern angeboten, sind extrem leicht einzudrehen und weisen hervorragende Festigkeitswerte auf. Bei Schrauben mit klappbarer Kurbel muss unbedingt die Kurbel eingeklappt werden, da sie sonst eine potenzielle scharfe Kante darstellt, die das Seil empfindlich schädigen kann.



► **Siehe dazu Abschnitt Hochtouren und Eisklettern, Teil II, Kapitel 5.1.3, Eisschrauben.**



## 13 Sicherungsgeräte und Bremsgeräte

### 13.1 Theoretische Grundlagen

Sicherungs- oder Bremsgeräte werden zum Sichern oder Abseilen verwendet. Man unterscheidet zwischen halbautomatischen Sicherungsgeräten, die den Seildurchlauf ab einer bestimmten Geschwindigkeit stoppen, und manuellen Bremsgeräten, die durch Handkraft am Bremsseil eine wirksame Bremskraft erzeugen.

#### 13.1.1 Typen

- Manuelle Brems- oder Sicherungsgeräte wie Tube, HMS und Achter werden zum Abseilen und zur Partnersicherung am Körper und am Fixpunkt verwendet.
- Die halbautomatischen Sicherungsgeräte wie GriGri, Click-Up, Zapomat und Smart können meist nur am Einzelstrang verwendet werden. Sie sollten in der Regel nur bei Körpersicherung zum Einsatz kommen.

► **Siehe dazu Abschnitt Sicherung, Kapitel 4.2, Sicherungsgeräte.**

#### 13.1.2 Normen

Norm	EN 15151	UIAA 129
Stand	April 2011	Oktober 2009

Seit 2008 gibt es eine gültige UIAA-Norm für Sicherungs- und Abseilgeräte. Die EN-Norm ist 2012 erschienen.

Die EN-Norm ist in zwei Teile gegliedert:

- Teil 1: EN 15151-1 für halbautomatische Sicherungsgeräte.
- Teil 2: EN 15151-2 für manuelle Sicherungsgeräte.

#### Die wichtigsten Normanforderungen nach EN 15151

##### EN 15151-1 (Halbautomaten)

- Statische Festigkeit: > 8 Kilonewton.
- Bei einer 2-Kilonewton-Last auf dem Seil darf der Durchrutsch des Seiles nach einer Minute maximal 30 Zentimeter betragen, das Seil darf nicht beschädigt werden.
- Bei einem Faktor-2-Sturz mit 2,2 Metern Sturzhöhe darf der Bremsweg 1,5 Meter nicht überschreiten.

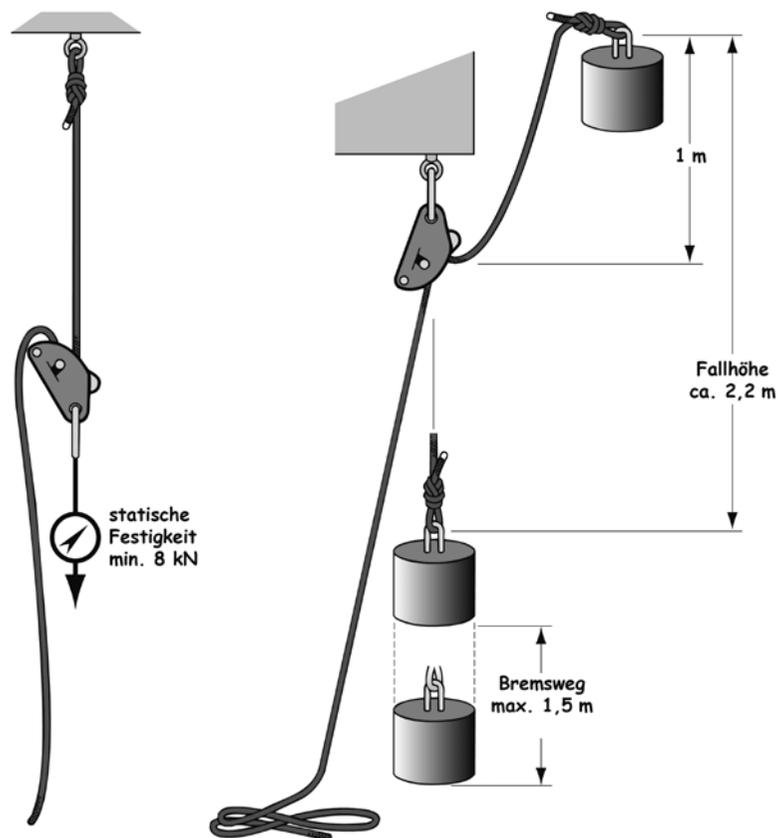
##### EN 15151-1 (Manuelle Sicherungsgeräte)

- Die statische Festigkeit im Vorstiegssicherungsmodus muss mindestens 7 Kilonewton (5 kN am Halbseilstrang) betragen. Getestet wird mit dem kleinsten und größten Durchmesser, den der Hersteller zulässt.
- Falls das Gerät einen statischen Nachsicherungsmodus (Platte) hat, muss die Festigkeit mindestens 8 Kilonewton betragen.



- Da der Entwurf der EN den aktuellen Stand der Diskussion widerspiegelt, stellt die UIAA-Norm keine zusätzlichen Anforderungen.

Aufbau der statischen Festigkeitsprüfung und der dynamischen Prüfung für halbautomatische Sicherungsgeräte:



## 13.2 Wichtig für die Praxis

### 13.2.1 Sicherungsgeräte als „Bremskraftverstärker“

Ein Bremsgerät ist in erster Linie ein Bremskraftverstärker des Krafteinsatzes der Hand (egal ob beim Sichern oder beim Abseilen). Entweder wird die Handkraft durch die Bremskraft des Geräts (Reibungswert) verstärkt oder das Gerät blockiert das Seil – ausgelöst durch die Bremshand (halbautomatisches, quasi statisches Bremsgerät).

Die einzige Ausnahme stellen die unter dem Begriff „Magic Plate“ bekannten Bremsplatten dar. Diese blockieren unabhängig von der Bremshand. Sie sind allerdings nur zur Sicherung von einem oder zwei Nachsteigern geeignet (siehe Abschnitt Sicherung, Kapitel 4.2.10, Platte als Sicherungsgerät).

### 13.2.2 Halbautomaten

Halbautomaten sind, wie der Name schon sagt, keine Vollautomaten. Deshalb muss man das Bremshandprinzip unbedingt einhalten und das Seil ausgeben so handhaben, dass es zur Bremsmechanik und zu den Reflexen passt.

- Eine exakte Bedienung ist extrem wichtig; wie groß die Bandbreite dafür ist, hängt vom Gerät ab.

### 13.2.3 Manuelle Sicherungsgeräte

Die Bremskraft eines manuellen Sicherungsgeräts muss auf Durchmesser und Beschaffenheit des Seiles und auf die Handkraft des Sichernden abgestimmt sein. Besonders bei Tube und Achter ist zu beachten, dass die Bremswirkung von der Position der Bremshand abhängt.

- Das optimale Sicherungsgerät kann man nicht generell bestimmen; es hängt vom Einsatzbereich und vor allem vom Anwender ab.
- Siehe dazu Abschnitt Sicherung, Kapitel 4.2, Sicherungsgeräte.



## 14 Fangstoßdämpfer

### 14.1 Theoretische Grundlagen

Fangstoßdämpfer, auch als Klettersteigbremsen oder EAS (Energy Absorbing System) bezeichnet, sind relativ jung in der Geschichte der Bergsportausrüstung.

#### 14.1.1 Typen

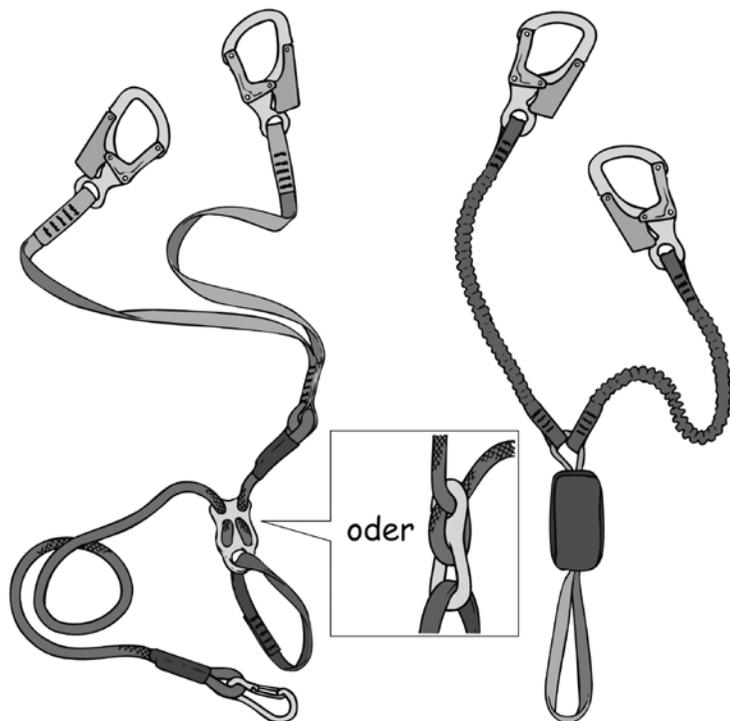
Man unterscheidet zwei verschiedene Systeme von Fallstoßdämpfern bei Klettersteigsets:

- **Reibungssysteme**

Bei Reibungssystemen läuft das Seil oder Band durch eine Bremse und der Weg, auf dem der Stürzende zum Anhalten gebracht wird, verlängert sich. Das ältere V-System bietet weniger Sicherheitsreserven als das neuere Y-System (Abbildung links), da beim V-System nur ein Karabiner eingehängt sein darf.

- **Bandfalldämpfer**

Neben Reibungsbremsen werden bei Klettersteigsets Bandfalldämpfer verwendet. Zur Dämpfung ist eine Gewebestruktur eingebaut, die im Sturzfall ähnlich einer Ziehharmonika aufreißt und Sturzenergie aufnimmt (Abbildung rechts).



### 14.1.2 Normen

Norm	EN 958	UIAA 128
Stand	Februar 2011	Januar 2009

#### Die wichtigsten Normanforderungen nach EN 958

- Im dynamischen Test, mit einer Fallmasse von 80 Kilogramm und einer Fallhöhe von 5 Metern, darf der maximale Fangstoß 6 Kilonewton betragen. Die maximale Bremslänge darf dabei 120 Zentimeter nicht überschreiten.
- Der Fangstoßdämpfer muss einer statischen Kraft von mindestens 9 Kilonewton standhalten.
- Die vom Hersteller konzipierte Position des Fangstoßdämpfers muss auf dem Produkt kenntlich gemacht werden.
- Das Set darf – mit Ausnahme der Karabiner – nicht in seine Bestandteile zerlegbar sein.

#### Die UIAA-Norm fordert zusätzlich

- Klettersteigbremsen müssen mit zwei Befestigungssträngen zur selben Zeit am Fixseil befestigt werden können. Dies lassen nur Y-Systeme zu.
- Eine Verstaumöglichkeit für das Bremsseil muss vorhanden sein.
- Bei einem Nässetest (dynamischer Test wie in der EN abgeprüft) darf das Set nach einer Stunde im Wasser nicht reißen.



## 14.2 Wichtig für die Praxis

### Aktuelle Untersuchungsergebnisse

Die 2011 durchgeführten Untersuchungen zu Fangstoßdämpfern lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Wegen der hohen Bremskräfte bedeutet ein Sturz am Klettersteig immer eine große Verletzungsgefahr – unabhängig vom Anprall an den Fels oder an Installationen.
  - Die Anseilmethode (Hüftgurt, Hüft-Brustgurt-Kombi oder Kombigurt) beeinflusst die Schwere der Verletzungen nicht wesentlich.
  - Die derzeit verkauften Bandfalldämpfer sind für Personen unter 50 Kilogramm nicht geeignet; Reibfalldämpfer sind für Personen unter 60 Kilogramm ungeeignet.
  - Kinder – ebenso wie unerfahrene, leichte Personen – sollten am Klettersteig zusätzlich gesichert oder, je nach Gelände, zumindest unterstützt werden (siehe Abschnitt Sicherung, Kapitel 4.5, Sicherung auf Klettersteigen).
- *Das Klettersteigset ist ein Notfallsystem, ähnlich wie der Airbag beim Auto. Ein Sturz am Klettersteig ist ein Unfall, nicht Teil des Spieles wie beim Sportklettern.*



## 15 Seilklemmen

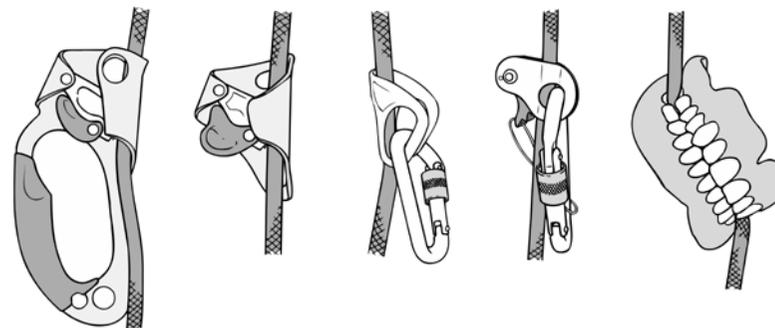
» Mechanisches Gerät, das, an ein Bergseil oder eine Reepschnur angebracht, bei Belastung in eine Richtung klemmt und sich in der entgegengesetzten Richtung verschieben lässt. «

*(Definition laut Norm)*

### 15.1 Theoretische Grundlagen

#### 15.1.1 Typen

Neben den als Steigklemmen oder „Jumar“ bezeichneten Klemmen mit Griff gibt es weitere, meist kleine Klemmen ohne Griffvorrichtungen (von links: Steigklemmen mit und ohne Griff, Tibloc, Ropeman und „altertümliche“ Klemme).



#### 15.1.2 Normen

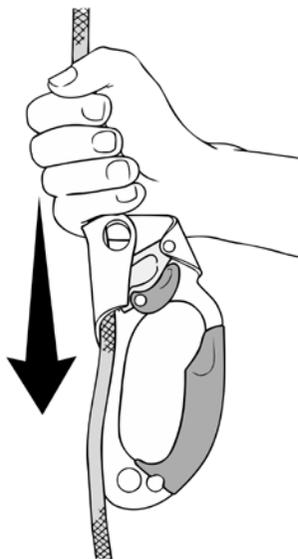
Norm	EN 567	UIAA 126
Stand	Januar 1997	Januar 1999

#### Die wichtigsten Normanforderungen nach EN 567

- Steigklemmen müssen eine Vorrichtung besitzen, die das selbsttätige Aushängen verhindert.
- Eine Öse mit mindestens 13 Millimeter Durchmesser zum Anbringen eines Karabiners muss vorhanden sein.
- Sie müssen eine Festigkeit von 4 Kilonewton am Bergseil und/oder an der Reepschnur aufweisen, ohne dass ein Bruch oder funktionsbeeinträchtigende Verformungen auftreten (auch kein Seil- oder Reepschnurriss).



- Die Steigklemme muss mit der Angabe des geeigneten Seildurchmessers gekennzeichnet sein.
- Die UIAA-Norm schreibt darüber hinaus vor, dass Seilklemmen, die zur Selbstsicherung geeignet sind, nicht durch ein Umklammern mit der Hand beim Klettern versagen dürfen (siehe Abbildung).



## 15.2 Wichtig für die Praxis

### Einsatzgebiete

Seilklemmen sind als Rücklaufsperrern oder Aufstiegshilfen am Fixseil gedacht. In der Praxis muss eine mögliche Belastung über 4 Kilonewton ausgeschlossen werden. Als mobile Seilweiche sind Seilklemmen daher problematisch, es sei denn, es werden höhere Festigkeitswerte angegeben (Shunt, Ropeman).

Zur Selbstsicherung am Fixseil beim Klettern sollten seilschonende Modelle mit Redundanz (zweite Klemme, z.B. Tibloc) verwendet werden (siehe Abbildung).



► Wichtig ist die Verwendung eines entsprechenden Seildurchmessers, um die optimale Funktion der Klemme zu gewährleisten.



## 16 Seilrollen

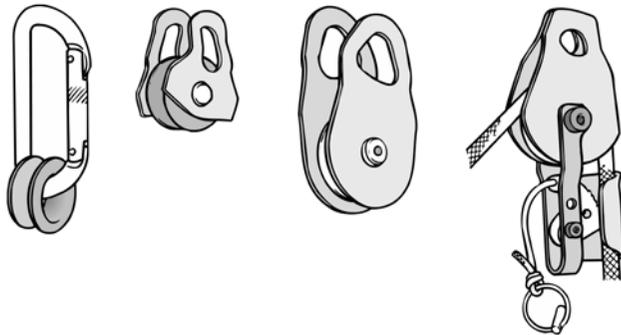
» Seilrollen sind gedacht, um ein unter Belastung reibungsreduziertes Bewegen eines Seiles oder einer Reepschnur zur Sicherung eines Kletterers zu gewährleisten. «

*(Definition laut Norm)*

### 16.1 Theoretische Grundlagen

#### 16.1.1 Typen

Seilrollen werden mit – mehr oder weniger – gut gelagerten Achsen oder ohne fixe Achsen angeboten. Außerdem gibt es Seilrollen mit und ohne Rücklaufsperrn.



#### 16.1.2 Normen

<b>Norm</b>	EN 12278	UIAA 127
<b>Stand</b>	August 2007	Januar 2009

#### Die wichtigsten Normanforderungen nach EN 12278

- Die Öffnung zum Anbringen eines Karabiners muss mindestens 12 Millimeter Durchmesser haben.
- Die Rolle muss mit Angaben zum geeigneten Seildurchmesser und der zulässigen Belastung gekennzeichnet sein.
- Die Achse darf sich nicht lösen lassen.
- Die Drehbarkeit in beide Richtungen muss bei einer Belastung von 2 Kilonewton gewährleistet sein.
- Die Bruchfestigkeit muss mindestens 15 Kilonewton betragen.
- Die UIAA-Norm schreibt keine weiteren Anforderungen vor.



## 16.2 Wichtig für die Praxis

### • Vorteil fester Achsen

Seilrollen, die keine feste Achse besitzen und in Karabiner eingehängt werden, sind in der Praxis meistens ungeeignet, da das Seil zu leicht aus der Führungsrille der Rolle springen kann. Das Ziel der Reibungsverminderung wird hierdurch meistens in das Gegenteil verkehrt.

### • Bruchlast und Arbeitslast

Bei der Verwendung von Seilrollen in Flaschenzügen mit größeren Lasten spielt der Unterschied zwischen Bruchlast und Arbeitslast eine Rolle. Denn nur bis zur maximalen Arbeitslast ist gewährleistet, dass die Rolle sich noch drehen lässt und sich nicht dauerhaft verformt. Die Norm fordert nur eine Arbeitslast von 2 Kilonewton, das genau Arbeitslastlimit ist in der Gebrauchsanleitung ersichtlich.



## 17 Lawinennotfallausrüstung

### 17.1 Theoretische Grundlagen

Als Standardausrüstung gelten Lawinenverschüttetensuchgeräte (LVS-Gerät), Schaufel und Sonde. Darüber hinaus existieren verschiedene zusätzliche Notfallausrüstungen, die sinnvoll sind, jedoch nicht als Standard gelten, wie zum Beispiel Lawinenairbag, AvaLung und Avalanch Ball.

► *Typen und Normen werden hier nur für LVS-Geräte eingehend behandelt. Schaufel, Sonde und die Zusatzausrüstung werden in Kapitel 17.2, Wichtig für die Praxis, diskutiert.*

#### 17.1.1 Typen

Bei den LVS-Geräten unterscheidet man zwischen digitalen, digital/analogen und analogen Geräten. Außerdem werden Ein-, Zwei- und Drei-Antennengeräte angeboten.

#### 17.1.2 Norm

<b>Norm</b>	EN 300718
<b>Stand</b>	September 1991, Ergänzung 2002

#### Die wichtigsten Normanforderungen nach EN 300718

<b>Frequenz</b>	457 kHz
<b>Maximale Drift</b>	+/- 80 Hz
<b>Begrenzung der Suchfeldstärke</b>	Min. 0,5 µA/m, max. 2,23 µA/m bei einem Abstand von 10 m.
<b>Sendedauer</b>	Mind. 200 h + anschließend 1 h Empfang.
<b>Erschütterungsunempfindlichkeit</b>	6 Falltests aus 1 m auf harten Untergrund.



## 17.2 Wichtig für die Praxis

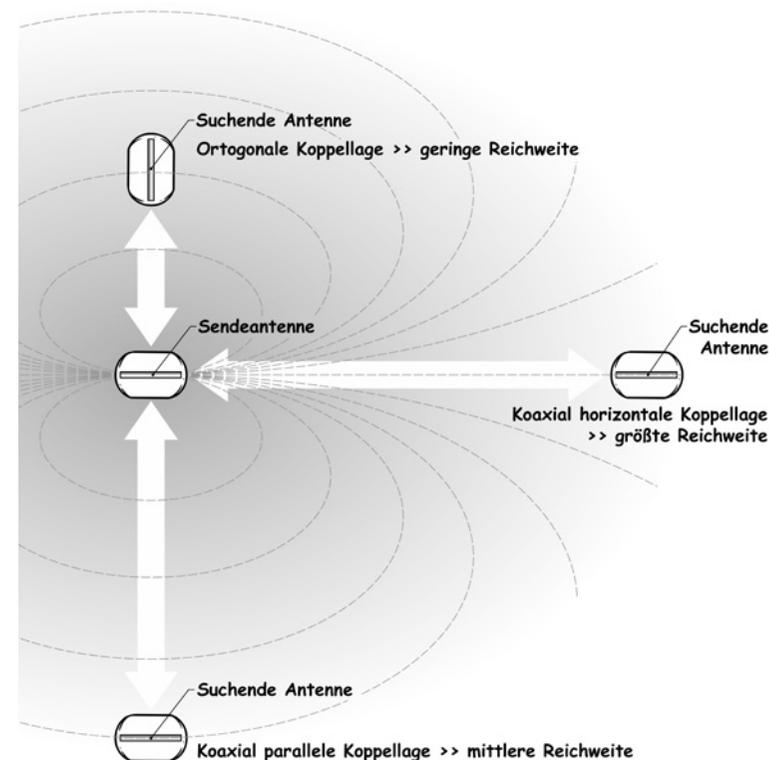
### 17.2.1 LVS-Geräte

Die heutigen LVS-Geräte senden auf der 457 kHz-Frequenz. Die alte 2,275 kHz-Frequenz ist nicht mehr in Gebrauch. Seit der Normerweiterung 2002 sind Zweifrequenzgeräte nicht mehr normkonform.

#### 17.2.1.1 Funktion der LVS-Geräte

Das LVS-Gerät sendet mit einer spezifischen Taktung auf der genormten Frequenz. Kommt ein Empfänger in den Empfangsbereich eines Senders, so wird an der Antenne des Empfängers eine Spannung gemessen. Diese Spannung ist umso größer, je näher der Empfänger dem Sender kommt oder je günstiger die Koppellage der Empfängerantenne zur Senderantenne ist (siehe Abbildung). Ein LVS-Gerät sendet immer nur über eine Antenne. Der Empfang erfolgt über alle Antennen, die das Gerät besitzt.

► *Siehe dazu Abschnitt Bergrettung, Kapitel 6, Rettung von Lawinenverschütteten.*





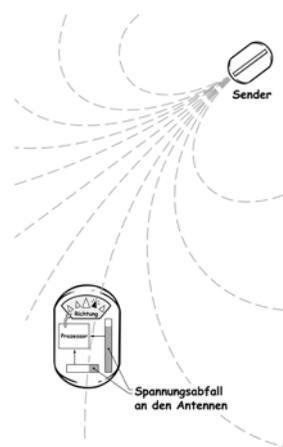
### Ein-Antennen-Geräte

Bei Ein-Antennen-Geräten muss der Suchende bei Empfang eines Signals versuchen, seine Antenne mit dem Feldlinienbild in eine optimale Koppellage zu bringen (Schwenken des Gerätes). Gelingt ihm das, wird der lautere Signalton (bei analogen Geräten) dies bestätigen. Sein Gerät misst nun eine größere Spannung, der Ton wird dadurch lauter als zuvor.

### Zwei-Antennen-Geräte

Bei Zwei-Antennen-Geräten fällt dieses Schwenken zur Feststellung des Feldlinienverlaufs weg. Der Mikroprozessor berechnet bei digitalen Geräten aus den beiden empfangenen Signalstärken (Spannungen der kreuzförmig oder rechtwinklig angeordneten Antennen) die Lage der Senderantenne beziehungsweise den Verlauf der Feldlinie am Standort. Der Mikroprozessor des suchenden Gerätes gibt einen Richtungspfeil (den Feldlinienverlauf) an.

Man kann sich dies wie bei einem Koordinatenkreuz mit x- und y-Achse vorstellen: Die empfangene Signalstärke der ersten Antenne und die Signalstärke der zweiten Antenne geben Auskunft, wie die Feldlinie des Senders am Standort verläuft.



### Drei-Antennen-Geräte

Drei-Antennen-Geräte arbeiten beim Annähern auf den Feldlinien wie Zwei-Antennen-Geräte. Die dritte Antenne kommt dann im Nahfeld eines Senders zum Tragen. Unabhängig davon, wie die Sendeantenne im Raum liegt, befindet sich immer eine der drei Empfangsantennen in einer guten Koppellage. Die Konsequenz ist, dass sich eindeutig ein Punkt mit dem stärksten Empfang ermitteln lässt. Die Suche im Nahfeld gewinnt so deutlich an Klarheit und Genauigkeit.

### Digitale und analoge Technologie

Besitzt ein Gerät einen Mikroprozessor, der das empfangene Signal rechnerisch verarbeitet und optisch als Distanzangabe und Richtungspfeil, oder akustisch als Signalton, wiedergibt, spricht man von einem digitalen Gerät. Besitzt ein Gerät keinen Mikroprozessor zur Weiterverarbeitung der empfangenen Signale, spricht man von analoger Technologie. Der Signalton wird im selben Moment wiedergegeben, in dem ihn das Gerät empfängt (Taktung des Senders ist erkennbar). Analoge Geräte sind bis auf wenige Ausnahmen (z.B. Ortovox F1) vom Markt verschwunden.



- ▶ Die Drei-Antennen-Technologie ist bei den LVS-Geräten mittlerweile Stand der Technik. Da sich bei drei Antennen immer eine Antenne in günstiger Koppellage zum Sender befindet, wird die Genauigkeit, Klarheit und Geschwindigkeit der Feinsuche erhöht.
- ▶ Geräte mit nur einer Antenne (z.B. Pieps Freeride, Ortovox F1 und M2) haben bei der Signal-, der Grob- und der Feinsuche bedeutende Nachteile und sind deshalb nicht empfehlenswert.

### 17.2.2 Schaufel

Bei den Schaufeln gilt der Grundsatz: „Heavy Metal is the best“. Bei schwerem, hart gepresstem Lawinenschnee kommt man mit einer leichten Plastkschaufel schnell an Grenzen. Da das Freilegen der Verschütteten in der Regel die längste Zeit beansprucht, sollte hier optimales Werkzeug bevorzugt werden.

- ▶ Zwei Suchende schaufeln doppelt so schnell wie einer. Also: Jeder Teilnehmer hat eine Schaufel aus Metall mit dabei, nicht nur ein Teil der Gruppe!

### 17.2.3 Sonde

Neben den üblichen steck- oder schraubbaren Sonden sind verschiedene Skistocksonden auf dem Markt. Die Sonde sollte nicht dicker als 1 bis 1,5 Zentimeter sein. Zudem muss der Zusammenbau schnell und einfach möglich sein. Die Länge sollte mindestens 2,3 Meter betragen.

Eine französische Studie belegt, dass die Suchenden mit Sonden fast doppelt so schnell waren wie Suchende ohne Sonde (etwa 40 Prozent schneller vom Beginn der Suche bis zur Bergung, vgl. berg&steigen 4/02).

Die Suche von Verschütteten lässt sich in vier Phasen unterteilen (IKAR 2009): Signalsuche, Grobsuche, Feinsuche und Punktortung. Die Feinsuche bezeichnet das Einkreuzen mit dem LVS-Gerät und die Punktortung das Sondieren.

- ▶ Die Sonde gehört zur Standardausrüstung in jeden Rucksack.

### 17.2.4 Zusatzausrüstung

Als freiwillige Zusatzausrüstung bezeichnet man weitere Geräte zur Schadensbegrenzung im Fall eines Lawinenabgangs. Die Lawinennotfall-Zusatzausrüstung folgt drei verschiedenen Ansätzen:

- Eine Verschüttung soll von vornherein vermieden werden (Lawinenairbag).
- Die Überlebenszeit in der Lawine soll verlängert werden (AvaLung).
- Die Bergezeit soll verkürzt werden (Avalanch Ball).

Alle drei Geräte müssen bei einem Lawinenabgang aktiv genutzt werden: Lawinenairbag-Systeme und Avalanch Ball müssen ausgelöst werden und bei der AvaLung muss der Schnorchel in den Mund genommen werden.



### 17.2.4.1 Lawinenairbag

Lawinenairbag-Systeme sollen eine Verschüttung von vornherein vermeiden oder zumindest die Verschüttungstiefe verringern. Das Prinzip der Inversen Segregation bewirkt, dass größere Bestandteile in einer fließenden Masse nach oben transportiert werden. Somit wird der Körper des Erfassten mit dem aufgeblähten Airbag nach oben befördert.

► *Da eine Verschüttung nicht in jedem Fall verhindert werden kann, ersetzt dieses System nicht das VS-Gerät!*

Einer Datenauswertung des SLF (Institut für Schnee- und Lawinenforschung in Davos) zufolge funktioniert das System in der Praxis in 80 Prozent der Unfälle erfolgreich. Eine Versagensquote von lediglich 20 Prozent (meistens konnte das System nicht ausgelöst werden oder die Personen wurden von nachfließendem Schnee überdeckt) bedeutet einen enormen Sicherheitsgewinn. Der Lawinenairbag hat ein relativ hohes Gewicht und einen hohen Anschaffungspreis.

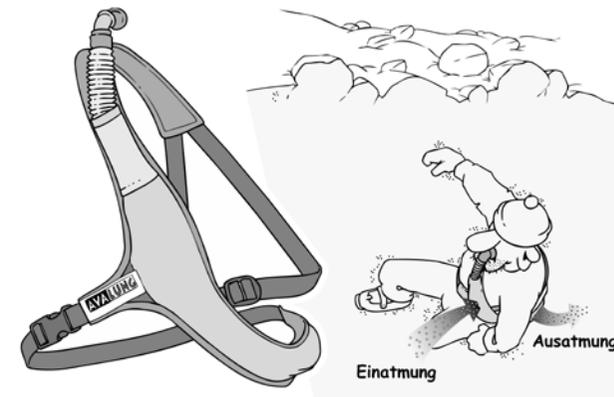


### 17.2.4.2 AvaLung

Der AvaLung setzt auf eine Verlängerung der Überlebenszeit in der Lawine. Durch das System wird es möglich, in der Lawine mehr als zwei Stunden zu atmen. Der Vorteil des Systems liegt im geringen Gewicht und im kleinen Anschaffungspreis. Ein gewisser Nachteil ist, dass der Kleiderwechsel umständlich wird, da das System immer über der obersten Schicht getragen werden muss. Außerdem muss der Schnorchel bei einem Lawinenabgang aktiv in den Mund genommen und darin behalten werden.



Bisher sind vier Lawinenunfälle bekannt, bei denen der AvaLung funktioniert hat und die Verschütteten überleben konnten. Aufgrund der momentan noch geringen Verbreitung kann jedoch keine statistisch haltbare Aussage über die Wirksamkeit im Ernstfall getroffen werden.



### 17.2.4.3 Avalanch Ball

Der Avalanch Ball ist eine Kombination aus einer Lawinenschnur und einem aufklappenden, lampionförmigen Mini-Ballon. Das System muss im Fall eines Lawinenabgangs ausgelöst werden und soll die Suchzeit verkürzen. Der Ball „schwimmt“ an der Oberfläche der Lawine mit. Die Schnur, die den Ball mit dem Verschütteten verbindet, soll beim Stillstand der Lawine aus dem Schnee gerissen werden und eine direkte Verbindung zum Verschütteten herstellen.

Praxisdaten liegen nicht vor. Offen ist bislang, ob die Schnur immer aus dem Schnee gezogen werden kann und ob der Verlauf der Schnur zum Verschütteten stets geradlinig ist. Das System kann eine zeitaufwendige Suche mit dem VS-Gerät verkürzen, es stellt aber keinen Ersatz dar, da es manuell ausgelöst werden muss und zu viele Unwägbarkeiten bleiben.





## 17.2.5 Weitere sicherheitstechnische Ausrüstung: Recco

Das Recco-System ist eine Ortungshilfe für die organisierte Bergrettung und damit nicht mit den anderen drei Systemen vergleichbar. Es handelt sich hierbei um kleine, in die Kleidung integrierte Reflektoren, die von einem Suchgerät durch Radarwellen geortet werden können. Da das Recco-System nur von organisierten Rettungskräften verwendet werden kann, ersetzt es kein VS-Gerät.



## 18 Künstliche Kletteranlagen

### 18.1 Theoretische Grundlagen

Zwar gehören Künstliche Kletteranlagen (KKA) nicht zur Bergsportausrüstung, jedoch stellen die wichtigsten Normen für Betreuer und Betreiber solcher (Sektions-)Anlagen ein wertvolles Hintergrundwissen dar. Deshalb werden im Folgenden die wichtigsten Eckpunkte genannt.

#### 18.1.1 Typen

Bei den Kletteranlagen wird zwischen so genannten „Fliegenden Bauten“ und fest installierten Anlagen unterschieden.

- Bei „Fliegenden Bauten“, also Anlagen, die auf- und abbaubar sind, ist der Aufbau durch ein Baubuch und eine spezielle Abnahme geregelt.
- Für fest installierte Anlagen ist die normgerechte Ausführung ausreichend.

Unterschieden werden Boulderwände und künstliche Kletteranlagen, die mit Seilsicherung zu begehen sind. Die folgenden Normen sind für den Bau von Kletteranlagen maßgebend.

#### 18.1.2 Normen

Norm	EN 12572-1	EN 12572-2	EN 12572-3
Stand	2007	2009	2009

#### Die wichtigsten Normanforderungen nach EN 12572

- Der maximale Abstand der Sicherungspunkte wird durch die Formel  $x = (h+2)/5$  berechnet. X ist der Abstand zum nächsten Sicherungspunkt, h ist die lichte Höhe des vorangehenden Sicherungspunkts. Der erste Sicherungspunkt darf eine Höhe von 3,1 Meter nicht überschreiten, bis 5 Meter darf der Abstand X nicht größer als 1 Meter sein, insgesamt nicht größer als 2 Meter.
  - Die Geometrie der Sicherungs- und Umlenkungspunkte ist definiert.
  - Die Standsicherheit der Anlagen muss rechnerisch nachgewiesen werden.
  - Für den Nachweis der sachgerechten Montage werden die Sicherungspunkte mit 8 Kilonewton belastet.
  - Die Anlagen sind regelmäßig entsprechend den Anforderungen laut Norm zu warten.
- Weitere Einzelheiten zum Beispiel bezüglich Abnahme, statischer Auflagen, Betreiberhaftpflicht und Wartungsvorschriften können von den Sektionen über das Referat für Hütten, Wege und Kletteranlagen bei der Bundesgeschäftsstelle des DAV bezogen werden.



## 19 Literaturhinweise

- EN-Blätter, Beuth Verlag, Berlin
- Veröffentlichungen der DAV-Sicherheitsforschung im Panorama, DAV
- berg&steigen, Magazin zum Risikomanagement im Bergsport, ÖAV
- Begreiflich, Studie zum Sicherungsverhalten und zur Bedienung von Sicherungsgeräten, Walter Briedschgi, Zürich
- Bohrhaken, Broschüre, DAV
- Handhabung von Sicherungsgeräten, DVD, DAV
- Alpinlehrplan Band 2A, Klettern – Sicherung und Ausrüstung, BLV, München

## 20 Anhang

### 20.1 Aufbau der Normsturziprüfung

