

8.3 Seilbahnen

Eine Tyrolienne ist eine einfache, temporäre Seilbahn. Sie besteht aus folgenden Teilen:

- Tragseile (gespannt oder schlaff)
- Bremssystem (aktiv oder passiv zu bedienendes System)
- Zubehör (Gleiteinheit, Zugangs- und Weggangsinstallationen)

Ohne das Fachwissen über Aufbau und Betrieb ist die Unfallgefahr bei Seilbahnen (Seilriss, Absturz und Aufprall) gross. Grosse Erfahrung im Umgang mit Seilbahnen ist entscheidend. Gründe für Unfallereignisse liegen häufiger im Versagen menschlicher Komponenten (ungeeignete/unklare Organisation, fehlerhafte Handlungen) als in materialtechnischen Problemen (z.B. Versagen des Tragseilsystems). Der länger dauernde Betrieb ist sehr anstrengend und ermüdend. Die Betreiber müssen deshalb bei Konzentrationsmangel sofort abgelöst werden.

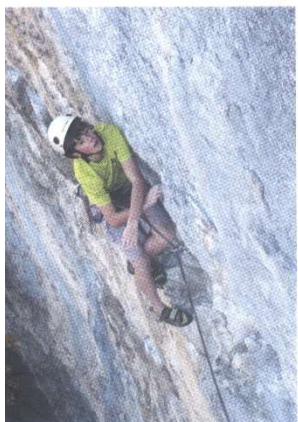
8.3.1 Entscheidungsfindung

1. Informationsbeschaffung

- Rekonoszieren das Gelände, stelle die Ressourcen zusammen (Material, Personal) und verfasse einen Zeitplan. Bei der Zeitberechnung den Auf- und Abbau einkalkulieren.
- Rollenklärung: Wer trägt die Gesamtverantwortung?
- Welcher Seilbahntyp entspricht dem Alter und den Bedürfnissen der Teilnehmenden?
- Fachpersonen beiziehen, was auf Verantwortungsbewusstsein und nicht etwa auf Unvermögen hinweist. Ist Fachliteratur konsultiert worden?
- Leistungsvermögen: Selbst- und Fremdbeurteilung.

2. Handlungsalternativen

- Varianten prüfen, Plan A, B, C, ...: Alternatives Gelände bestimmen oder statt einer Seilbahn eine Seilbrücke bauen.
- Alternativprogramm bei Schlechtwetter planen: Existiert für Unvorhergesehenes ein Plan B?



3. Risiko-Nutzen-Analyse

- Risikoanalyse der Varianten: Gefahren erkennen, minimieren oder eliminieren. Wahrscheinlichkeit und Schadensausmass abschätzen.
- Gegenmassnahmen treffen: Gefahren entfernen, vermeiden oder Alternativen suchen.

4. Entschluss

- Den Entscheid für eine Variante mit Alternativen treffen.
- Rollenklärung, Verantwortungen, Aufgabenteilung.

5. Durchführung

- Die Hilfspersonen instruieren und die Teilnehmenden über die Regeln und Abläufe informieren.
- Stimmt die Zusammenarbeit? Funktioniert die Kommunikation? Ist etwas anders, als vorher geplant wurde?
- Du kontrollierst, ob alles stimmt, und korrigierst falls nötig.
- Halten sich alle an die Anweisungen?
- Leistungsvermögen aller Beteiligten permanent überprüfen.
- «Stopp» bei unvorhergesehenen Situationen und Neubeurteilung.
- Haben die Teilnehmenden Spass? Sie müssen bei Angst auch «Nein» sagen dürfen.

6. Kontrolle

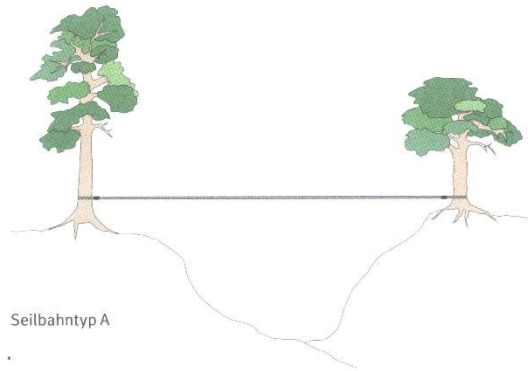
- Ist alles so eingetreten wie geplant (Lernerfahrung)?
- Auswertung: Überprüfung der Planung, der Umsetzung und des Ablaufs zur Qualitätssteigerung.
- Wir lernen aus Fehlern, sie müssen angesprochen werden. Kleine Fehler sind lehrreicher, als wir allgemein annehmen (Fehlerkultur).
- Konzept anpassen, Information der Beteiligten.



8.3.2 Seilbahntypen

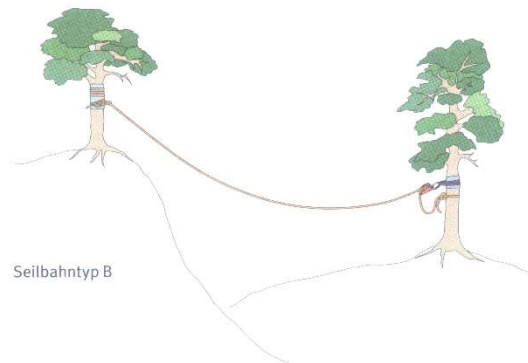
Typ A: (Horizontale Seilbahn)

Diese Seilbahn erzeugt keine Geschwindigkeit, es ist keine Bremse notwendig. Diese Seilbahn, auch Seilbrücke genannt, wird im Handbuch nicht beschrieben.



Typ B: (Schwerkraftbremse)

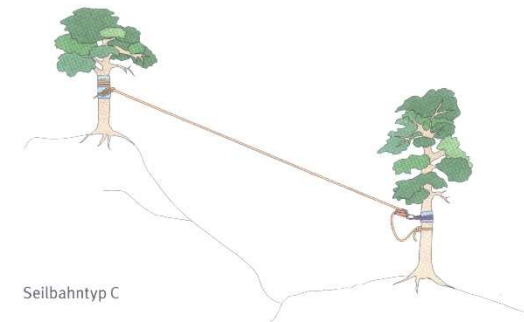
Diese Seilbahn aus Nylonseilen hat einen gewissen Durchhang, wodurch die Geschwindigkeit im letzten Streckensegment durch den Gegenanstieg verringert wird und die Fahrt am Schluss selbstständig stoppt (primäre Bremse). Ein Seil wird im Zielbereich quer gespannt (sekundäre Bremse). Das Gefälle muss mit den Gewichten der Benutzer und den Reibungseigenschaften der Rollen übereinstimmen.



- Das Zielgelände sollte eher flach auslaufend sein
- unterschiedliche Geschwindigkeiten mit unterschiedlichem Rollmaterial
- schwierige Kommunikation zwischen Start- und Zielort
- keine Interventionsmöglichkeiten zwischen Start und Ziel

Typ C: (Schräg gespannte Seilbahn)

Diese Seilbahn aus Nylonseilen weist einen grossen Höhenunterschied auf. Dies entspricht in der Art dem Abseilen (Überqueren einer Schlucht, eines Flusses). Zusätzlich zum langsamen Ablassen mit einem Bremsseil (primäre Bremse) wird eine ASAP (am Seil mitlaufendes Auffanggerät) an der Person befestigt (sekundäre Bremse). Bei einem allfälligen Blockieren der ASAP kann der Seilbahnbenutzer diesen nicht deblockieren. Oft löst sich die Bremse nach einem leichten Hochziehen wieder. Andernfalls muss die Person an der Seilbahn wieder vollständig zum Start hochgezogen werden. Im Weiteren kippt die ASAP unter Umständen nach unten. Um dies zu verhindern, kann ein kleines Gewicht an den ASAP-Karabiner gehängt werden.



8.3.3 Redundanz

Redundanz erhöht die Sicherheit, d.h. man schafft eine zusätzliche Hintersicherung eines Systems durch ein zweites, paralleles System. Es empfiehlt sich, das Tragseil (siehe Kapitel 8.3.4), die Befestigung (siehe Kapitel 8.3.5) und das Bremsensystem (siehe Kapitel 8.3.9) doppelt anzulegen. Eine kompetente Person überwacht die Abläufe und schafft so für die menschlichen Handlungen Redundanz.

Es muss nicht immer ein redundantes System installiert werden. Im Bergsport wird dies nur teilweise umgesetzt. Ein redundantes System ist sinnvoll bei:

- Anwendung für grössere organisierte Anlässe und Events
- geschultem Startplatzpersonal mit wenig Erfahrung
- Anwendung in J+S-Lagern, bei Jugendverbänden
- Allgemein: gesellschaftliche Erwartung an sichere Systeme

8.3.4 Tragseile

Für Seilbahnen sind jeweils neuwertige statische Seile gemäss EN 1891, Typ A, mit einem Seildurchmesser von mindestens 10 mm zu verwenden. Darin wird eine Bruttofestigkeit von 22 kN vorgegeben. Auf keinen Fall alte oder beschädigte Seile benutzen, da die Alterung eines Seils zusammen mit Knoten die Bruchlast um bis zu 75% reduzieren kann.

Dynamische Kletterseile eignen sich nur bedingt für Seilbahnen, da sie sich wegen der starken Dehnung anschliessend nicht mehr für das Klettern eignen (siehe Kapitel 3.4.1). Kletterseile müssen keine Normanforderungen bezüglich einer statischen Belastung erfüllen.

Zum Schutz vor mechanischen Beschädigungen legst du eine Wolldecke oder einen Teppichrest zwischen Seil und Baum. Dies vor allem an der Baumseite, wo die Seilbewegung auftritt. Achte darauf, dass das Tragseil nirgendwo scheuert oder auf scharfen Kanten aufliegt.

Bei nur einem Tragseil gilt es folgende Punkte zu beachten:

- Neuwertiges Seil EN 1891, Typ A, mit einem Durchmesser von mindestens 11 mm und einer Mindestfestigkeit von 30 kN
- Sichere Verankerung (z.B. dicker, gesunder Baum), Verbindungen von den Verankerungen (Bohrhaken) zum Seil doppelt geführt
- Keine Knoten im Seil
- Nur mit Stahlkarabinern arbeiten
- Grosse Erfahrung im Bau von Tyroliennes notwendig
- Keine wippenden Belastungen, denn sie bewirken eine Vielfachung der Kräfte auf das Seil und die Verankerungen.

8.3.5 Befestigung

Die beiden Tragseile müssen unabhängig voneinander, z.B. an einem Bohrhaken und an einem Baum, befestigt werden. Dar-



auf kann nur verzichtet werden, wenn die Verankerung überdimensioniert ist (dicker Baum, einzementierter Stabanker mit grossem Durchmesser). Das Seil wird nie verknotet, sondern mehrmals von oben nach unten um den Baumstamm gewickelt und anschliessend fixiert. Leitern erleichtern das hohe Befestigen der Seile an den Bäumen. Die Leitern müssen gegen Umkippen gesichert werden. Das Seil kann auch mit einem Grigri und Rundschnellen aus dem Industriebedarf an den Bohrhaken befestigt werden.

Die Gebrauchslasten von Hebegurten EN 1492 werden mit Farben angegeben. Violett entspricht 1000 kg Gebrauchslast, grün 2000 kg. Der Materialbruch erfolgt erst bei der 7-fachen Last (Sicherheitsfaktor). Wichtig ist das Vorhandensein der blauen Etikette mit der WLL-Angabe (Work Load Limit). Diese Rundschnellen eignen sich sehr gut zum Befestigen einer Seilbahn um einen Baum.

Bandschnellen aus dem Bergsportbereich haben eine Lastangabe von 22 kN (2200 kg). Dies entspricht gleichzeitig der Bruchlast. Diese Bandschnellen eignen sich nur bedingt für die Befestigung von Seilbahnen um einen Baum, da sie anfällig auf Scheuern sind und keine Sicherheitsreserve aufweisen.

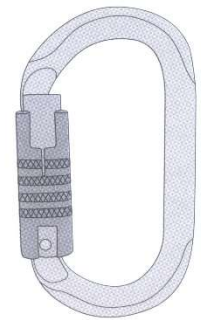
Rundschnellen und Seile dürfen nicht über scharfe Kanten führen, ansonsten muss ein Kantenschutz angebracht werden.

Die Seilfixierung lässt sich im Notfall auf beiden Seiten sofort lösen und kontrolliert absenken.

Beim Seilbahnbau würden rein aus Festigkeitsgründen Alu- oder Stahlkarabiner den Anforderungen genügen. Allerdings vermögen die Alukarabiner die Verformungswechsel infolge Wechsellasten und übermässigem Spiel im Verschlussystem nicht ertragen. Stahlkarabiner sind diesbezüglich robuster. Daher werden für hochbeanspruchte Verbindungen mit häufigen Lastwechseln Stahlkarabiner empfohlen.

Twistlock-Karabiner erfüllen zwar die Norm EN 12275 für Sicherheitskarabiner. Allerdings hat sich in der Vergangenheit gezeigt, dass das Funktionsversagen des Twist-Lock-Verschlusses infolge bewegtem Seil- oder Bandmaterial schon mehrfach zu einem Versagen einer Sicherungskette geführt hat. Es wird empfohlen, keine Twist-Lock-Karabiner als Verbindungsmittel für bewegte Elemente zu verwenden. Triact-Lock-Verschlüsse und Bajonettverschlüsse eignen sich für bewegte Verbindungsmittel.

Um ein Scheuern des Seils am Baum zu reduzieren, kann das Tragseil mit einer Zusatzschlinge um einen Ast herum fixiert werden. Diese vertikalen Bewegungen sollten bei jenen Seilbahnen verringert werden, welche für viele Fahrten gedacht sind.



Triact-Lock-Karabiner, ovale Form

8.3.6 Spannen der Seilbahn

Das Grigri gewährt zum Spannen einen optimalen Überlastschutz bei 5 kN (500 kg). Zum Spannen des Seils können als Umlenker zwei hintereinander angebrachte Prusikschnellen verwendet werden. Dies ergibt eine bessere Kraftverteilung und bewirkt eine Schonung des Seilmantels. Gezahnte Rücklaufsperrn wie z.B. Steigklemmen dürfen nicht verwendet werden, sie können zu Mantelriss am Seil führen. Das Seilende ist hinter dem Grigri mit einem Achterknoten zu sichern oder an einem Fixpunkt zu befestigen.

Falls kein Grigri zur Verfügung steht, kann die Tyrolienne auch mit einem Abseilachter seilschonend gespannt werden. Der Kanadier-Flaschenzug mit einem Abseilachter darf mit maximal drei Personen gespannt werden, weil die Reibung in den Karabinern erheblich ist.

Die Seilbahn muss genügend Bodenfreiheit aufweisen. Um während des Betriebs mögliche Kontakte mit dem Gelände zu vermeiden, spanne das Seil regelmässig nach! Die Seile für Seilbahnen darfst du nicht zu stark spannen. Maximal drei Personen spannen ein Seil mit einem einfachen Flaschenzug.

Die Zugkraft, die durch die am Seil hängende Person auf die Verankerungen einwirkt, ist bei stark gespanntem Seil viel höher als bei weniger gespanntem Seil. Ein stark gespanntes Seil ist anfälliger auf das Scheuern am Baum, es besteht die Gefahr eines Seilrisses. Diese Begrenzung bezieht sich auf kräftige Personen, die das Seil mit ganzer Kraft spannen. Kleine Kinder können das Seil ohne Weiteres entsprechend auch mit 8–9 Personen spannen.

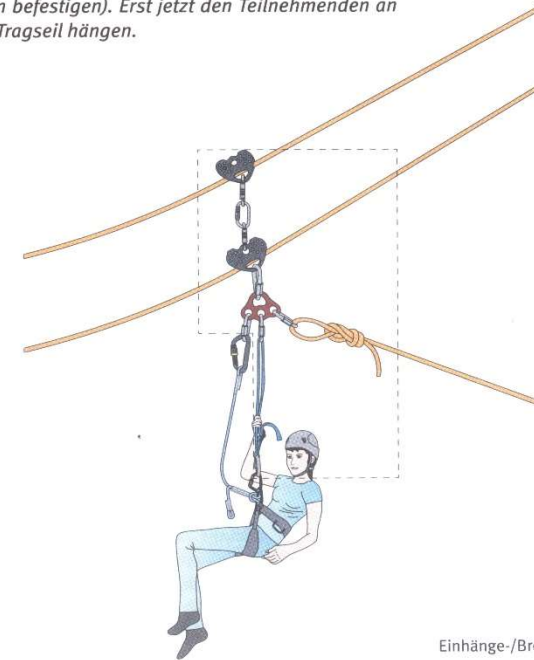
Das Tragseil muss für den Notfall schnell gelöst werden können und absenkbar sein. Dies gilt speziell für Seilbahnen, die übers Wasser verlaufen. Falls eine Person versehentlich im Wasser landet, muss eine Seite des Tragseils gelöst und die Person auf der anderen Seite am Seil herausgezogen werden. Eine mit dem Grigri gespannte Tyrolienne lässt sich schnell entspannen.

8.3.7 Zustieg

Für die Teilnehmenden wird ein Ort zum Warten definiert. Vor der Fahrt müssen lange Haare zusammengebunden werden. Bei einem gefährlichen (exponierten) Zustieg ist ein Fixseil einzurichten, welches einen gesicherten Übergang zur Seilbahn gewährt. Die Teilnehmenden sind jederzeit durch ihre Nabelschnüre gesichert, auch beim Umhängen vom Fixseil an die Seilbahn.

8.3.8 Person an der Seilbahn

Das Einhänge-/Bremsssystem lässt du während des Betriebs der Bahn immer geschlossen. Das Bremsseil zuerst an die Bremse am Fixpunkt einhängen (bei Typ C zusätzlich ASAP am Teilnehmenden befestigen). Erst jetzt den Teilnehmenden an die Rollen am Tragseil hängen.



Einhänge-/Bremsystem

Ein Maillon rapide (Petzl DELTA 10 mm, CE-geprüft) zwischen Rolle und Riggingplatte wird mit einem Schraubenschlüssel fix verbunden. Ebenso wird die Riggingplatte mit fixen Maillons rapides (8 mm, CE-geprüft) ausgestattet, welche permanent geschlossen sind. In einem Maillon ist das Bremsseil befestigt und verschlossen.

Die Person an der Seilbahn trägt immer einen Helm.

Bevor die erste Person die Seilbahn benützt, wird eine Probefahrt mit einem schweren Rucksack durchgeführt, der z.B. mit Steinen gefüllt ist. Anschliessend wird die Seilbahn mit der leichtesten, dann mit zunehmend schwereren Personen befahren. Die stetig grösser werdende Seildehnung muss beobachtet und das Seil bei Bedarf nachgespannt werden, um Kollisionen der Fahrgäste mit dem Gelände zu vermeiden.

Sprünge in die Seilbahn sind zu unterlassen, da sie eine Kraftvervielfachung bewirken. Es darf jeweils nur eine Person die Seilbahn benutzen.



Doppelseilrollen

Die Rollen haben wegen ihrer Abnutzung und ihrer Rollenlager-Typen verschiedene Gleiteigenschaften. Empfohlen werden Doppelseilrollen aus Edelstahl mit gekapselten Kugellagern. Sie laufen stabil und ruhig und erreichen durch ihre geringe Reibung sehr hohe Fahrgeschwindigkeiten. Zusammen mit der Steilheit und der Länge der Tragseile beeinflussen sie im Wesentlichen die Geschwindigkeit am Ende einer ungebremsten Seilbahn.

Stelle sicher, dass die am Seil hängende Person nicht zur Rolle greifen kann, um die Einklemm- und Verbrennungsgefahr von Fingern und Haaren zu vermeiden.

Die Distanz zwischen Rolle und Person sollte deshalb mithilfe einer neuwertigen Bandschlinge mit einer Bruchlast von 22 kN (2200 kg) verlängert werden. Verstellbare Bandschlingen eignen sich gut, weil sie auf die jeweilige Grösse der Personen eingestellt werden können.

Beim Abhängen der Person von der Seilbahn kann das Seil hochschnellen, und die Bandschlinge kann sich um das Seil herumwickeln. Kontrolliere diese nach dem Aufziehen der Seilbahnrollen, da sie vielleicht beschädigt ist. Verwende darum eine Bandschlinge mit 30 kN Bruchlast, um genügend Sicherheitsreserve für diesen Fall zu haben.

Achte darauf, dass bei seitlichem Aufschaukeln (Pendeln) des Tragseils während des Betriebes die Person an der Seilbahn nicht gegen Bäume und Hindernisse prallen kann.

8.3.9 Abbremsen / Bremssystem

Seilbahnen vom Typ B und C müssen zwingend zwei unabhängige Bremssysteme (Redundanz) aufweisen (siehe Kapitel 8.3.2).

Typ B:

Langsames Herantasten an die maximale Geschwindigkeit durch den Gebrauch eines Bremsseils von oben ist zwingend. Begonnen wird mit der starken bis hin zur schwachen Bremse.

Ablauf beim Umhängen des Teilnehmenden vom Fixseil zur Seilbahn (unter Aufsicht eines Helfers):

Das Bremsseil hängt du nach dem Hochziehen der Rollen als Erstes in die Bremse am Fixpunkt ein und fixierst es mit einem Blockierungsknoten.

Der Helfer hängt den Verbindungskarabiner von der Riggingplatte zum Klettergurt des Teilnehmenden ein. Der Teilnehmer hängt selbstständig seine Nabelschnur ins Maillon rapide an der Riggingplatte ein. Nach dem Probehängen kann ihn der Helfer vom Fixseil lösen.



Starke Bremse:
Abseilachter normal eingehängt



Mittlere Bremse:
Der Abseilachter halb eingehängt (Seil läuft durch den Abseilachter und den Karabiner)



Schwache Bremse:
Nur umgelenkt in zwei gegenüberliegenden Karabinern (Redundanz)

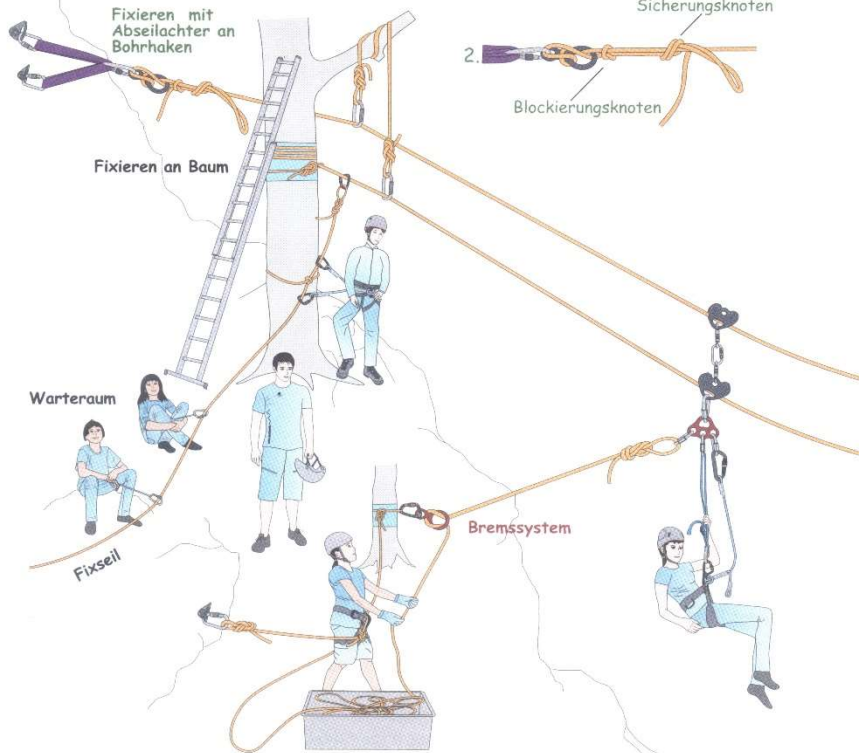
Keine Bremse:

Falls der Teilnehmende mit der schwachen Bremse am Schluss der Seilbahn keine Geschwindigkeit mehr hat, kann das Bremsseil weggelassen werden. Es wirkt die Schwerkraftbremse. Als Sicherheit für schwerere Personen musst du am Ende eine Sicherheitsbremse (sekundäre Bremse) anbringen. Du kannst Knoten in das Seil der Sicherheitsbremse anbringen, welche sich bei Belastung zusammenziehen und ein wenig dynamisch abbremsen.

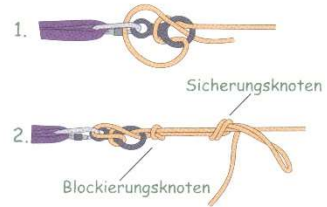
Beim Abbremsen ist das Tragen von Handschuhen als Schutz vor Hand- und Fingerletzungen empfehlenswert. Die Person am Bremsseil läuft Gefahr, von Seilschlingen verletzt zu werden. Deshalb gehört das Bremsseil geordnet in eine Box. Abrupte Stoppmanöver sind zu vermeiden. Die fahrende Person kann durch hohe/tiefe Schwingungen umhergeschleudert werden und gegen das Tragseil prallen.

Seilbahn Typ B

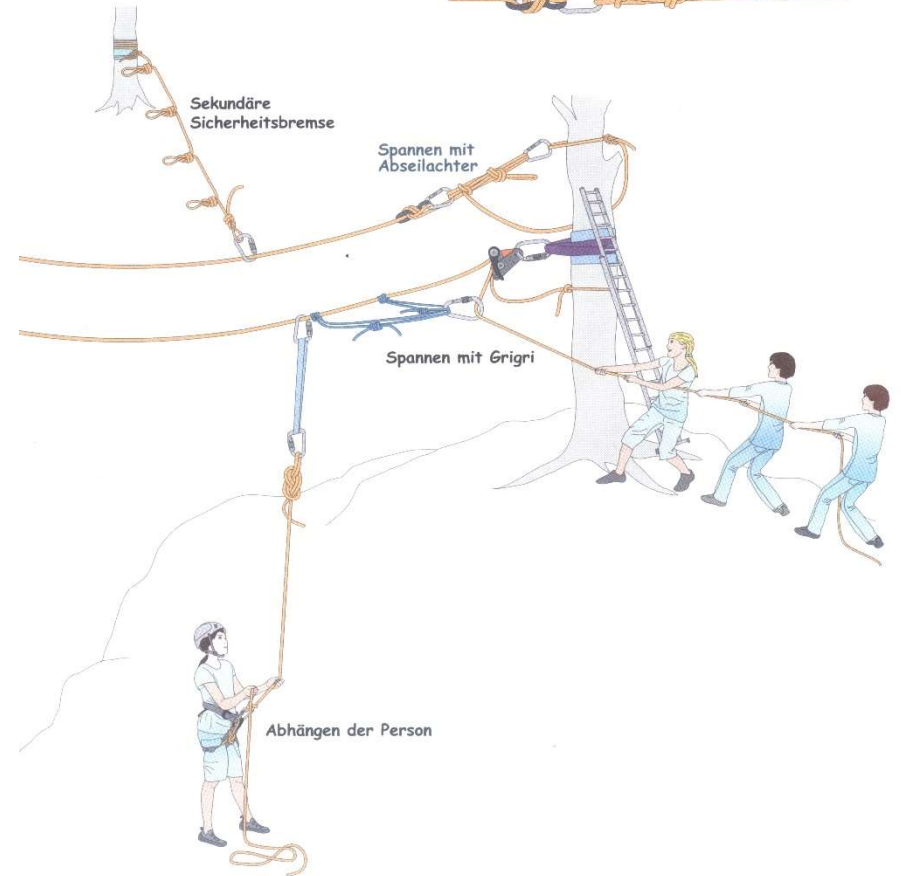
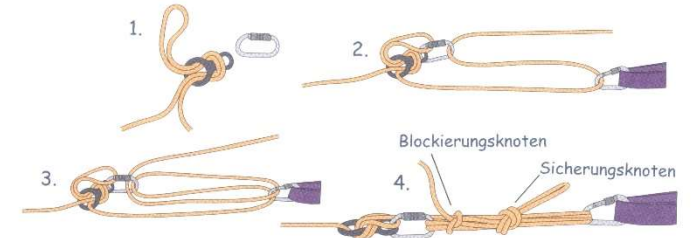
Schwerkraftbremse
Primäre Bremse



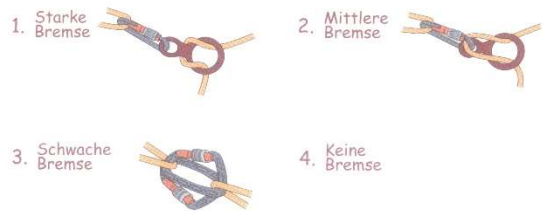
Detail: Fixieren mit Abseilachter



Detail: Spannen mit Abseilachter



Detail: Bremssystem



Typ C:

Bei einer ungebremsten Tyrolienne Typ C kann der Benutzer mit bis zu 80 km/h im Endbereich aufprallen. Die Person kann nicht genügend schonend am Schluss der Seilbahn abgebremst werden.

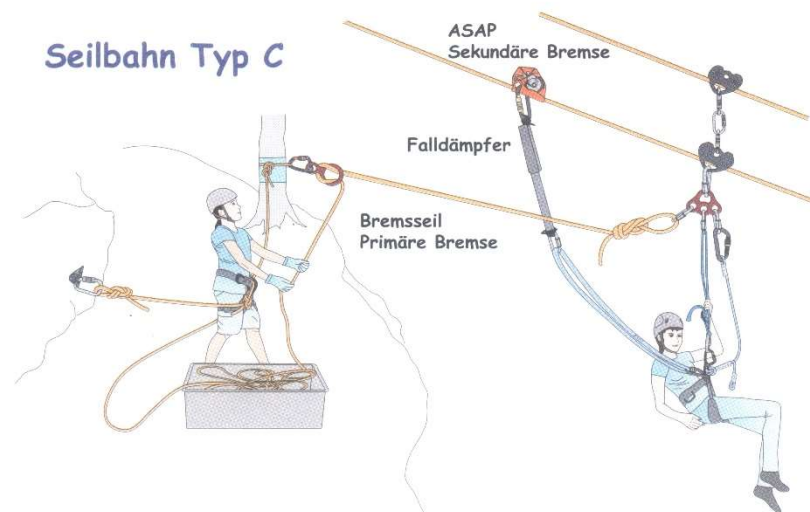
Die Person an der Seilbahn wird bergseitig an einem Fixpunkt mit einem Seil und einem Abseilachter abgebremst.

Nicht mit der HMS abbremesen, die Seilkrangel haben bereits einen Triact-Lock-Karabiner geöffnet und das Seil ausgehängt. Eine ASAP-Bremse blockiert beim Versagen der ersten Bremse. Der angebrachte Falldämpfer verhindert, dass beim Eingreifen dieser Notbremse der Seilmantel Schaden nehmen kann.

Ablauf beim Umhängen des Teilnehmenden vom Fixseil zur Seilbahn (unter Aufsicht eines Helfers):

Das Bremsseil hängst du nach dem Hochziehen der Rollen als Erstes in die Bremse am Fixpunkt ein und fixierst es mit einem Blockierungsknoten. Die ASAP-Bremse wird nun mit einem Karabiner am Teilnehmenden fixiert.

Der Helfer hängt den Verbindungskarabiner von der Riggingplatte zum Klettergurt des Teilnehmenden ein. Der Teilnehmer hängt selbstständig seine Nabelschnur ins Maillon rapide an der Riggingplatte ein. Nach dem Probehängen kann nun der Helfer den Teilnehmenden vom Fixseil lösen und langsam ablassen.



8.3.10 Aushängen der Person

Ein Helfer kann das Tragseil mit einem Zusatzseil herunterziehen, um das Aushängen der Person an der Seilbahn zu erleichtern. Dies hat den Vorteil, dass das Tragseil nach dem Aushängen langsam hochgelassen werden kann.

Ein herzliches Dankeschön an Andreas Brunner, Canyoning- und Bergführer, und Seth Fröhlich, Bergführer, für ihre kompetente Unterstützung bei der Erarbeitung des Kapitels über Seilbahnen.

