

# Halbe Sache oder optimal?

Halbseiltechnik: wieso, weshalb, warum?

Von Chris Semmel

**Im bergundsteigen #111 beschäftigte sich Chris Semmel mit der Halb- und Doppelseiltechnik und klärte die Fragen nach geeigneten Seiltypen und deren Einsatzbereichen, wann welche Seiltechnik Sinn macht und welche Sicherungsgeräte dazu passen. Dabei wurde zu Fragen bezüglich der Bremskräfte und möglicher Probleme bei der Halbseiltechnik auf diesen zweiten Teil des Artikels verwiesen. Im nächsten Heft erscheint dann der dritte und letzte Teil des Artikels. Darin wird auf Seilmanagement und Führungstechnik eingegangen.**

Im ersten Teil des Artikels (bergundsteigen #111) klärten wir die Abgrenzung von Halb- und Doppelseiltechnik und stellten fest, dass eine Halbseiltechnik (bei der immer nur ein Seilstrang in einen Karabiner der Zwischensicherung eingehängt wird) dazu dient, die Reibung zu verringern, die Kräfte auf die Zwischensicherungen zu reduzieren bzw. führungstechnische Vorteile für die Nachsteiger zu erreichen. Als Sicherungsgerät für die Halbseiltechnik kommt nur der Tuber in Frage, da hierbei jeder Seilstrang einzeln ausgegeben bzw. eingezogen werden kann und Seilverbrennungen vermieden werden, die bei einem Vorstiegssturz bei Halbmastwurfsicherung (HMS) und Halbseiltechnik drohen.

Offen blieb, welche Probleme aus der Anwendung der Halbseiltechnik entstehen können: Zum Beispiel die niedrigen Bremskräfte bei Tube-Sicherung und der Sturz in nur einen Halbseilstrang, mögliche Seilbeschädigungen in der Zwischensicherung und mögliches Seilchaos beim Versuch, die Halbseiltechnik anzuwenden. Im Folgenden sind die drei Themenbereiche mit jeweiligen Unterpunkten:

## **Probleme bei Halbseiltechnik und deren Lösungen**

- Bremskraft am Halbseilstrang
- drohende Seilverbrennungen in der Zwischensicherung

## **Seilmanagement (kommt in Teil 3 in der nächsten Ausgabe)**

- in der Vorbereitung
- beim Klettern
- am Stand

## **führungstechnische Maßnahmen für Bergführer**

(kommt in Teil 3 in der nächsten Ausgabe)

- Halbseiltechnik und getrenntes Klippen bei Doppelseiltechnik
- rückwärtiges Absichern von Querungen
- Seilabbund mit Doppelseilen



# Probleme bei Halbseiltechnik und deren Lösungen



## Die Bremskraft

In Fachkreisen oft diskutiert wird die Bremswirkung bei Fixpunkt-sicherung mit Tuber und Halbseiltechnik, also folgende Situation: Der Vorsteiger startet vom Stand weg und hängt einen seiner beiden Halbseilstränge in die erste Zwischensicherung ein. Dann stürzt er in diese. Heikel ist, dass zum einen sehr wenig Seil ausgegeben ist und zum anderen kaum Seilreibung vorliegt, um einen Teil der Sturzenergie aufzunehmen. Der Sichernde muss also die gesamte Sturzenergie mit einem Halbseilstrang im Tuber auffangen. Aber welche Bremskraft besitzt man mit einem Halbseilstrang im Tuber? Und reicht diese aus, um einen standplatznahen Sturz abzufangen? Zur Beantwortung dieser Fragen muss man folgende Faktoren betrachten:

Die Sturzenergie bestimmt sich aus der Fallhöhe und der Masse des Sichernden. Die Bremskraft, um diese Energie abzubauen, wird durch die Bremswirkung des Seils im Tuber und die Reibung in der ersten Zwischensicherung bestimmt, in die der Kletternde stürzt. Klar ist, dass die Geometrie des verwendeten Tubers sowie die Art des verwendeten Seils mit der jeweiligen Handkraft des Sichernden am Bremsseil entscheidend sind. Doch wie groß ist diese Bremskraft in der Praxis?

Um zu dieser Frage mehr Klarheit zu gewinnen, haben wir im Jahr 2017 bei der Firma Edelrid Sturzversuche durchgeführt. Es ging uns zunächst darum, einen Eindruck zu gewinnen, ob man einen solchen standplatznahen Vorstiegssturz überhaupt halten kann und wenn ja, welcher Seildurchlauf dabei im Sicherungsgerät auftritt.



## Der Versuch

Um den Worst-Case abzubilden, also viel Sturzenergie zu erzeugen, wählten wir eine Fallmasse mit 90 kg bzw. 120 kg, bestehend aus einem Reifen. Unsere erste Zwischensicherung befand sich 1 Meter über dem Stand, der Vorsteiger (Reifen) dann 2 Meter über der ersten Zwischensicherung (Sturzpotehtial). Das ausgegebene Seil betrug ca. 3,5 Meter, die gesamte Sturzhöhe der Masse somit 4,5 Meter. Gesichert wurde nun mit verschiedenen Seilen und Tubern. Der Sichernde durfte dabei das Bremsseil nur mit einer Hand festhalten, die andere Hand umfasste das Führungsseil wie beim realen Sichern. Der Bremsvorgang setzte somit nach 4,5 Metern freiem Fall und 2,5 Meter unter der Zwischensicherung ein. Bis zum Boden waren noch 3,3 Meter Platz, bis der Reifen dort aufschlagen würde. Wird es unser Sichernder schaffen, den Sturz innerhalb dieser 3,3 Meter Bremsweg zu stoppen (Abb. 1)?



Abb. 1 Aufbau Sturzversuche bei Halbseiltechnik.

	Gerät	Szenario	Seiltechnik	Gewicht	Sturzpotezial	freie Fallhöhe	Seildurchmesser in mm	Kräfteumlenkung KN	Bremsweg cm	Ergebnis
Standsturz	HMS	Standsturz	Doppelseiltechnik	120 kg	200 cm	450 cm	7,1	4,2	260	gehalten
	ATC Guide + vorgeschalteter Karabiner	Standsturz	Doppelseiltechnik	120 kg	200 cm	450 cm	7,1	5,6	120	gehalten
Sturz 2 m über erster Zwischensicherung, die sich 1 m über Stand befindet, Sturzstrecke gesamt 450 cm, ausgegebenes Seil 350 cm	HMS	Exe 1 m über Stand	Doppelseiltechnik	120 kg	200 cm	450 cm	7,1	12,4	50	gehalten
	ATC Guide	Exe 1 m über Stand	Doppelseiltechnik	120 kg	200 cm	450 cm	7,1	5,8	240	gehalten
	ATC Guide	Exe 1 m über Stand	Halbseiltechnik	120 kg	200 cm	450 cm	8,9	3,4	330	nicht gehalten
	Reverso 4	Exe 1 m über Stand	Halbseiltechnik	120 kg	200 cm	450 cm	8,9	4,4	330	nicht gehalten
	Reverso 4 zwei Karabiner	Exe 1 m über Stand	Halbseiltechnik	120 kg	200 cm	450 cm	8,9	5,1	290	gehalten
	ATC Guide zwei Karabiner	Exe 1 m über Stand	Halbseiltechnik	120 kg	200 cm	450 cm	8,9	missing	330	nicht gehalten
	Reverso 4 ein Karabiner	Exe 1 m über Stand	Halbseiltechnik	90 kg	200 cm	450 cm	8,9	4,8	170	gehalten
	Reverso 4 ein Karabiner	Exe 1 m über Stand	Halbseiltechnik	90 kg	200 cm	450 cm	7,9	4,2	200	gehalten
	Reverso 4 ein Karabiner	Exe 1 m über Stand	Halbseiltechnik	90 kg	200 cm	450 cm	7,1	3,7	320	fast gehalten
	ATC Guide ein Karabiner	Exe 1 m über Stand	Halbseiltechnik	90 kg	200 cm	450 cm	7,9	3,3	325	fast gehalten

Abb. 2 Sturzversuche Halb- und Doppelseiltechnik. Quelle: Versuche Edelrid 2017



## Ergebnisse

Das Ergebnis war ernüchternd. Doch der Reihe nach: Zunächst testeten wir, ob man einen Sturz direkt in den Stand mit zwei Halbseilsträngen überhaupt halten kann. Die Sturzmasse (120 kg) wurde 2 Meter über dem Stand ausgelöst und stürzte dann direkt in den Stand. Die gesamte Sturzhöhe betrug mit realistischen 50 cm Schlappseil in der Sicherungskette 4,5 Meter. Dabei wurde einmal mit HMS gesichert, einmal mit ATC Guide und vorgeschaltetem Karabiner. Das Seil war ein 7,1 mm Edelrid „Skimmer“. Beide Male konnte der Sturz gehalten werden. Auffällig dabei war, dass die Sicherung mit vorgeschaltetem Karabiner am Tuber (Abb. 3) deutlich mehr Bremskraft als die HMS zeigte (Abb. 2, siehe die ersten zwei Versuche in der Tabelle).

Danach wollten wir sehen, ob man einen Sturz in die erste Zwischensicherung mit Doppelseiltechnik halten kann. Einmal mit HMS, einmal mit ATC Guide gesichert. Denn wenn das schon nicht gelingt, brauchen wir uns über die Halbseiltechnik gar nicht erst den Kopf zu zerbrechen. Auch das gelang. Auffällig dabei war, dass hier der HMS extrem hohe Kraftspitzen erzeugte und fast „statisch“ wirkte. Nun wurde es spannend. Wir bauten um auf Halbseiltechnik und klippten nur einen der beiden Stränge in die erste Zwischensicherung. Um uns langsam an die Sache heranzutasten und den Sichernden, der natürlich Bremshandschuhe verwendete, nicht zu überfordern bzw. gefährden, begannen wir mit einem relativ dicken 8,9 mm Seil, dem dreifach zertifizierten Edelrid „Swift“.

Ernüchternd. Der Sichernde hatte keine Chance, den Sturz in den zur Verfügung stehenden 330 cm Bremsweg abzustoppen und der Reifen prallte auf den Boden. Ohne Bremshandschuhe wären seine Hände „durch gewesen“. Auch mit dem Reverso 4, das eine höhere Bremskraft als das ATC Guide zeigt, konnte der Sichernde den Sturz nicht halten. Es erübrigte sich also, denselben Versuchsaufbau mit dünneren Halbseilen auszuprobieren. Wir setzten nun auf eine höhere Bremskraft und verwendeten zwei Karabiner im Tuber (Abb. 4).

Siehe da, beim ersten Versuch mit Reverso 4 konnte der Sichernde damit den Sturz halten, wobei der Bremsweg mit 2,9 Metern schon recht lang war. Mit ATC Guide gelang dies nicht mehr und der Reifen schlug am Boden auf. Nun verringerten wir das Sturzwgewicht und somit die Fallenergie auf 90 kg. Denn 120 kg sind schon recht viel für einen Kletterer. Zum Bremsen verwendeten wir das Reverso 4 mit nur einem Karabiner. Hierbei zeigte sich, dass es mit dem 8,9 mm Swift gut möglich war den Sturz zu halten. Auch mit dem 7,9 mm „Apus“ gelang es noch, die Masse vor dem Boden zu stoppen. Bei Verwendung eines 7,1 mm „Skimmer“ war dann Schluss, und der Reifen setzte unten durch die Seildehnung leicht am Boden auf. Das ATC Guide konnte die Sturzmasse bereits mit dem 7,9 mm „Apus“ nicht mehr rechtzeitig bremsen und setzte diese leicht am Boden auf.

Man muss also feststellen, dass bei Halbseiltechnik die erste oder eventuell auch die ersten zwei Zwischensicherungen besser im Doppelseilstrang geklippt werden sollten. Denn in Doppelseiltechnik wurden auch mit dem sehr dünnen 7,1 mm „Skimmer“ die Stürze in dem Szenario gehalten. Die HMS ist neben der Problematik, dass sie für

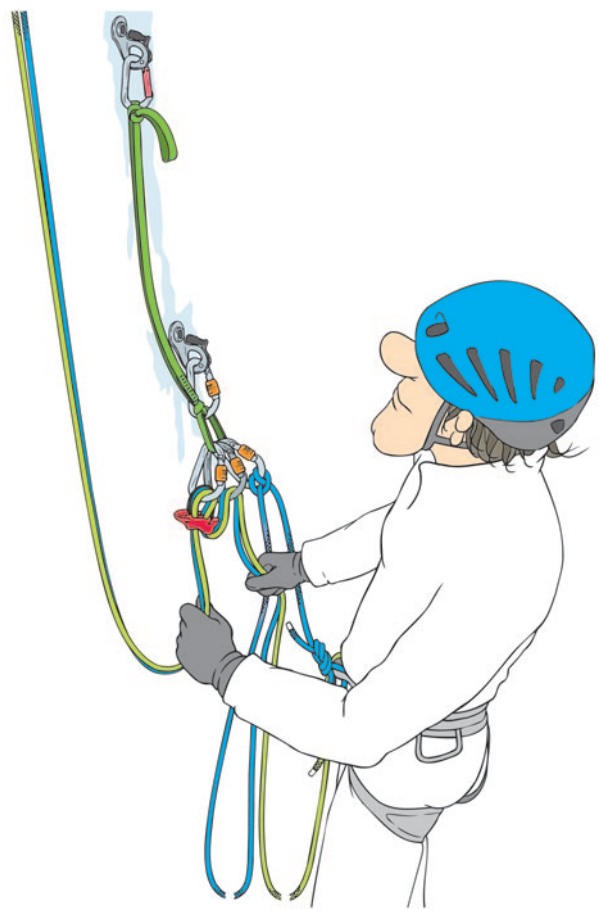


Abb. 3 Sichern mit vorgeschaltetem Karabiner am Tuber.



Abb. 4 Hohe Bremsstufe bei Tuber durch zwei Karabiner.

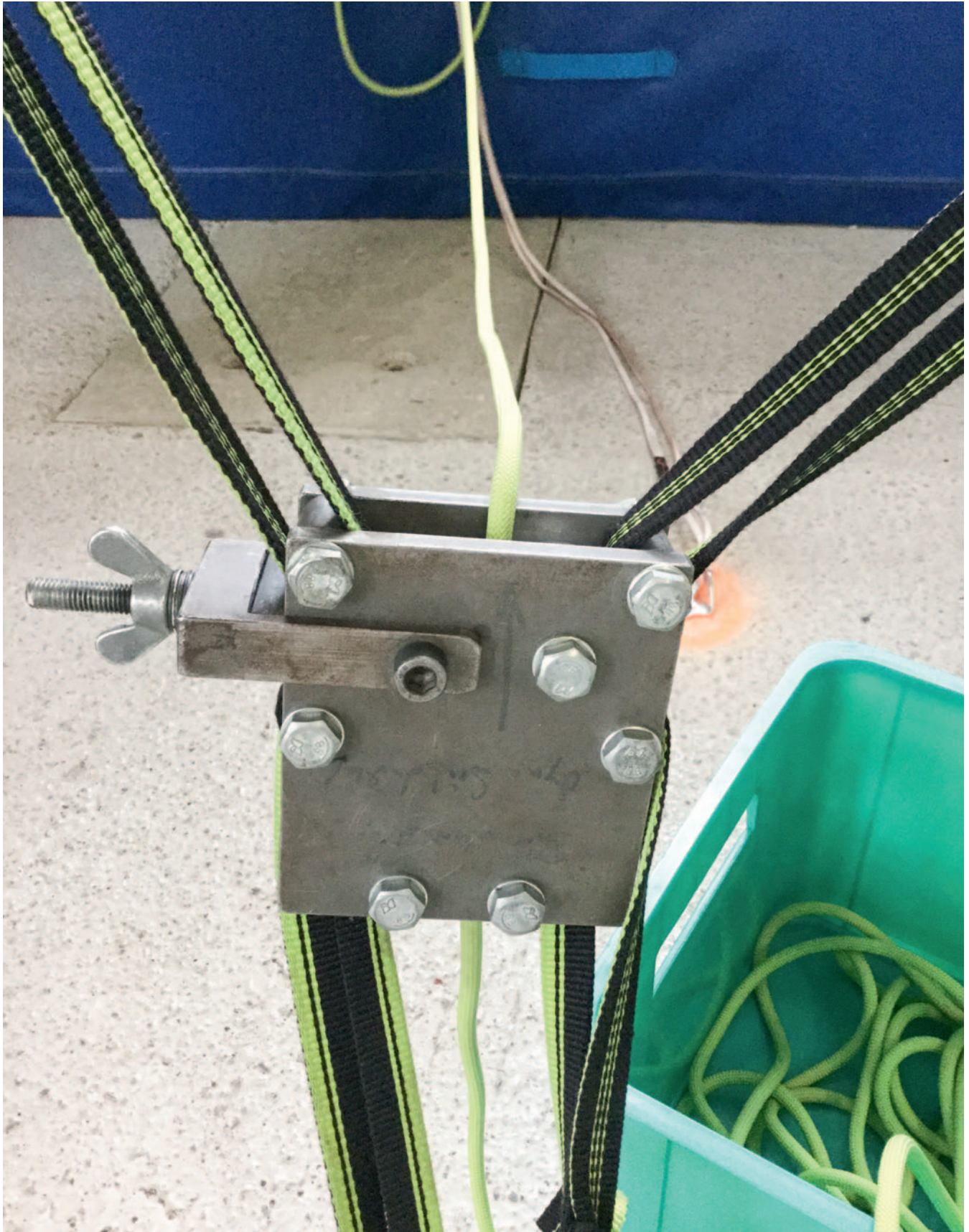


Abb. 5 SIM-Hand, mit der eine konstante Kraft der Bremshand eingestellt werden kann.

eine Halbseiltechnik ungeeignet ist auch für Doppelseiltechnik von der Sturzhärte her grenzwertig.

Einen Standsturz zu halten erscheint unproblematisch. Heikel wird es, wenn mit Halbseiltechnik und dünnen Halbseilen nah am Stand und wenig Seilreibung im Seilverlauf ein Sturz gehalten werden soll.

## **b** Bremskräfte von Tubern

Allgemein stellt sich die Frage nach der Bremskraft bei dünnen glatten Seilen und Tubern. Bei den Sturzversuchen hatte unser Sichernder eine recht ordentliche Handkraft sowie Bremshandschuhe an. Was aber, wenn leichte Personen sichern, deren Handkraft in der Regel entsprechend geringer ausfällt? Und ist es wirklich der Seildurchmesser, der hier hauptsächlich neben der Handkraft entscheidend für die Bremskraft ist?

Um sich diesem Problem anzunähern, haben wir 2020 den ersten Corona-Lockdown genutzt, um weitere Versuche zur Bremskraft von Tubern mit unterschiedlichen Seilen und unterschiedlicher Handkraft durchzuführen. Danke an dieser Stelle an Stefan Blochum sowie die Bergwacht Bayern für die perfekte Unterstützung!!

Um die Bremshand eines Menschen zu simulieren und die Kraft am Bremsseil konstant zu halten, verwendeten wir die „Simulated-Hand“ (Abb. 5), mit deren Hilfe man unterschiedliche Handkraftwerte einstellen kann.<sup>1</sup>

Wir testeten dabei das ATC Guide, das ATC Alpine Guide (ein speziell für dünne Seile konzipierter kleinerer Tuber), das Reverso 4 sowie den Tuber-Modus des Giga Juls (Abb. 6). Zum Vergleich testeten wir auch die HMS.

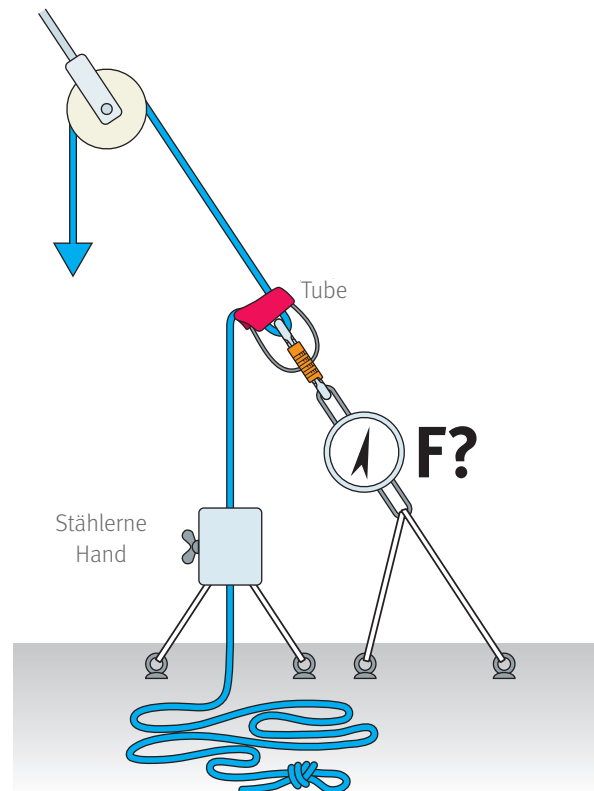
Als Seile verwendeten wir das Edelrid „Apus“ (7,9 mm), das Beal „Opera“ (8,5 mm), das Edelrid „Canary“ (8,6 mm) sowie das Petzl „Volta“ (9,2 mm). Alle vier Seile sind mehrfach zertifiziert und erfüllen die Zwillings- wie auch Halbseil-Norm, die drei letztgenannten zusätzlich auch noch die Norm für Einfachseile.

Die Handkraft hielten wir unabhängig vom Seil mit zwei Werten konstant. Einmal simulierten wir mit 220 N eine sehr geringe Handkraft, wie sie bei sehr leichten Personen zu beobachten ist. Zudem testeten wir mit 400 N Handkraft, was in etwa dem Durchschnitt der Kletterer bei dünnen Seilen entspricht.<sup>2</sup>

Wir installierten das entsprechende Zugseil im Tuber und prüften jeden Tuber mit ein und zwei Karabinern. Der Einlaufwinkel des Bremsseils unter dem Tuber zum Lastseil betrug ca. 150° (Abb. 7). Gemessen wurde, bei welchem Wert das Seil im Sicherungsgerät zu laufen beginnt (Abb. 8).



**Abb. 6 Die getesteten Geräte: ATC Guide, ATC Alpine Guide, Reverso 4, Giga Jul in Tuber-Modus.**

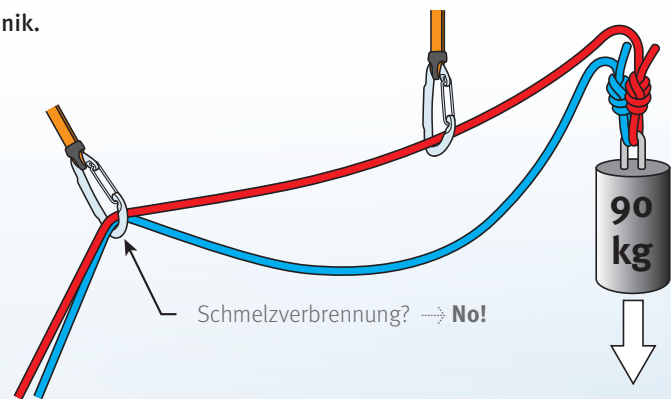


**Abb. 7 Der Versuchsaufbau.**

Abb. 8 Bremswerte verschiedener Tuber mit unterschiedlichen Seilen.

Seil		Apus 7,9 mm	Opera 8,5 mm	Canary 8,6 mm	Volta 9,2 mm	Apus 7,9 mm	Opera 8,5 mm	Canary 8,6 mm	Volta 9,2 mm
Handkraft am Seil		Handkraft 220 N				Handkraft 400 N			
ATC Guide	1 Karabiner	1,9 kN	1,4 kN	1,7 kN	1,8 kN	2,2 kN	2,0 kN	2,4 kN	2,9 kN
	2 Karabiner	2,5 kN	1,8 kN	2,2 kN	2,6 kN	2,9 kN	2,5 kN	3,0 kN	3,4 kN
ATC Alpine Guide	1 Karabiner	2,8 kN	1,9 kN	2,6 kN	2,6 kN	3,3 kN	2,9 kN	3,4 kN	3,7 kN
	2 Karabiner	3,4 kN	2,8 kN	3,6 kN	3,8 kN	4,2 kN	3,7 kN	5,1 kN	5,2 kN
Reverso 4	1 Karabiner	2,2 kN	1,7 kN	1,9 kN	2,0 kN	2,6 kN	2,4 kN	2,9 kN	3,2 kN
	2 Karabiner	2,9 kN	2,1 kN	2,7 kN	2,9 kN	3,2 kN	3,1 kN	3,6 kN	4,1 kN
Giga Jul (Tube)	1 Karabiner	1,8 kN	1,5 kN			2,0 kN	2,2 kN		
	2 Karabiner	2,2 kN	1,9 kN			2,6 kN	2,6 kN		
HMS		1,5 kN	1,3 kN	1,6 kN	1,7 kN	2,4 kN	2,2 kN	2,5 kN	2,7 kN

Abb. 9 Versuchsaufbau Seilverbrennungen bei Halbseiltechnik.



Illustrationen: Georg Sojer



## Interpretation der Messwerte

Auffällig sind drei Dinge. Nicht der Durchmesser allein ist das entscheidende Kriterium, sondern die Härte des Seils spielt eine maßgebliche Rolle. Das sehr hart geflochtene „Opera“ 8,5 mm zeigt beispielsweise eine geringere Bremskraft in den Tubern als das deutlich dünnere „Apus“ mit 7,9 mm. Bei geringer Handkraft sind die meisten Tuben für dünne bzw. harte Seile ungeeignet. Hier sollten standardmäßig zwei Karabiner oder das speziell für dünne Seile konzipierte ATC Alpine Guide verwendet werden. Das ist nicht nur bei Halbseiltechnik, sondern generell bei Tuber-Sicherung mit harten, neuen, dünnen Seilen relevant, besonders in reibungsarmen Situationen (wie z.B. in Kletterhallen) sowie bei schweren Vorsteigern (> 80 kg) bzw. wenn eine große Sturzenergie (Fallhöhe) möglich ist. Auch die HMS zeigt bei geringer Handkraft deutliche Schwächen bei harten, glatten und dünnen Seilen.

Die Werte in der Tabelle sind in rot, gelb und grün bzw. gar nicht eingefärbt. Die Kriterien für die Einfärbung wurde anhand folgender Plausibilitätsüberlegung vorgenommen.

Bei den dynamischen Sturzversuchen wurde deutlich, dass am Einzelstrang die Bremskraft bei einem Sturz in die erste Zwischensicherung oft unzureichend ist und ein Sturz schwer zu halten war. Die dabei gemessenen Umlenkungsbelastungen und Bremswege entsprechen sich.

Geht man davon aus, dass ein Bremsweg von 1,5 bis 2 Metern für den Sichernden in diesem Worst-Case-Szenario tolerabel sind und betrachtet die dabei gemessenen Umlenkungsbelastungen, dann kann man die notwendigen Bremskräfte abschätzen, die wirken müssen, um die gewünschte maximale Bremslänge zu erreichen. Wir teilten dem entsprechend eine Bremskraft von weniger als 2 kN als „heikel“ ein (rot), einen Wert zwischen 2 und 2,4 kN als akzeptabel (orange) und eine Bremskraft von 2,5 bis 3,5 als unproblematisch (grün). Größere Bremskräfte erhöhen die Belastung auf die Sicherungskette und verursachen sehr harte Fangstöße; diese wurden nicht eingefärbt. Hier sollte man überlegen, wie man „weicher“ sichern kann. Aber wie bereits erwähnt, das ist eine Interpretation und basiert nicht auf praktischen Versuchen.

Ein generelles Problem beim Klettern und Halten von Stürzen ist, dass unsere notwendige Bremskraft sich ständig ändert. Benötigt man am Beginn einer Seillänge eine recht hohe Bremskraft um einen Worst-Case-Sturz ausreichend abbremsen zu können, so wäre weiter oben mehr Dynamik gefragt, um die Zwischensicherungen und den Stürzenden zu schonen. Hier kann die angepasste Halbseiltechnik helfen, indem man direkt nach dem Stand die erste und ggf. zweite Zwischensicherung im Doppelstrang einhängt und dann auf Halbseiltechnik wechselt. Aus Abb. 2 wird ersichtlich, dass der Fangstoß nicht nur vom Bremsweg und der Sturzmasse abhängt, sondern auch davon, ob in einen oder in zwei Stränge gestürzt wird. So kann man unten über das Doppelseil ausreichend Bremskraft erzeugen und weiter oben dann ausreichend Dynamik über die Halbseilstrangbelastung schaffen.



## Seilverbrennungen

Oft hört man, dass Halb- und Doppelseiltechnik nicht kombiniert werden dürfen. Befürchtet wird, dass wenn man von Doppelseil auf Halbseiltechnik wechselt, die Gefahr von Seilverbrennungen bestünde. Denn in solch einem Fall wird in nur einen der beiden Stränge gestürzt. Das heißt, im Tuber wird nur der belastete Strang laufen und in der Sicherungskette läuft nun einer der beiden Halbseilstränge, während der andere unbelastet parallel in der ersten und eventuell auch zweiten Zwischensicherung „ruht“. In der Praxis sind hierzu keine Unfallberichte bekannt oder Seilschäden gemeldet worden. Seilverbrennungen sind bekannt bei Halbseiltechnik mit HMS im HMS-Karabiner selber oder beim Ablassen in einem Umlenkkarabiner, in dem zwei unabhängige Seile gleichzeitig eingehängt und belastet sind, aber nur über einen Strang abgelassen wird (mögliches Unfallszenario beim Sportklettern). Im ersten Beispiel ist klar, dass der unbelastete Seilstrang im HMS-Knoten durch den belasteten beschädigt werden muss. Im zweiten Beispiel sind eine Umlenkung vorhanden (ca. 180°), eine Last auf beiden Seilen und ein langer Belastungszeitraum gegeben (Ablassen über die gesamte Seillänge). Im oben empfohlenen Szenario, dass zunächst zwei Seile im Doppelstrang geklippt werden und dann später auf Halbseiltechnik gewechselt wird, liegt im Karabiner kein deutlicher Umlenkwinkel vor. Das Lastseil läuft somit mehr oder weniger parallel zum unbelasteten Strang.

Um sicher zu gehen, stellten wir die Situation nach. Wir führten die gemeinsam geklippten Seile mit einem Winkel von 130° in der Zwischensicherung, hängten dann nur einen der Stränge in die nächste Zwischensicherung, legten die Seile absichtlich so in den Karabiner mit beiden Seilen, dass sie übereinander lagen und ließen die Sturzmasse mehrmals fallen. Es konnten dabei keine Beschädigungen am zweiten Seilstrang beobachtet werden. Nicht einmal leichte Brandspuren waren zu beobachten (Abb. 9).

Es ist also durchaus legitim, von Doppelseiltechnik auf Halbseiltechnik zu wechseln. Theoretisch könnte man auch wieder zurück wechseln. Nur hier stellt sich die Sinnfrage bezüglich Seilreibung und Sturzhärte, möchte man weiter oben doch ausreichend weich sichern.



## Fazit

Tuber sind für Einfachseile gebaut und selbst hier nicht für sehr dünne. Insbesondere bei Halbseiltechnik reichen die Bremskräfte einer Tuber-Sicherung nicht aus. Abhilfe können kleinere, speziell für dünne (Halb-)Seile konzipierte Tuber schaffen sowie eine erhöhte Bremsstufe, indem zwei Karabiner unter dem Tuber verwendet werden. Auch ist es angeraten zu überlegen, wann eine Doppelseil- und wann eine Halbseiltechnik Sinn macht. Weitere Aspekte, die sich mit der praktischen Anwendung beschäftigen werden im dritten und letzten Teil dargestellt.