



Foto: Andri Dick

# Stand IN DER Wand

**Bohrhaken, extrem dünne Schlingen, neue Perspektiven zu Kräfteverteilung und Energieeintrag: Beim Standplatzbau hat sich in den letzten Jahren viel bewegt. Die DAV Sicherheitsforschung hat bei ihren Praxismessungen überraschende Erkenntnisse gewonnen, die zu neuen Sichtweisen führen werden. In zwei Folgen berichten wir über die Untersuchungen und die Konsequenzen für die Praxis.**

Von Chris Semmel und Florian Hellberg

**D**er Stand ist die „letzte Bastion“, der sichere Hafen einer Seilschaft in der Felswand. Ausbrechende Zwischensicherungen bringen „nur“ erhöhte Verletzungsgefahr – bei ausbrechendem Stand droht der Tod der gesamten Seilschaft. Deshalb ist ein solider Stand von zentraler Bedeutung in der Sicherungskette. Er muss sicher sein, schnell zu bauen und übersichtlich. Im Detail stellen sich folgende Anforderungen:

- Das Sichern bei Seilzug nach oben, falls der Vorsteiger in eine Zwischensicherung stürzt, muss ohne Einschränkungen funktionieren.
- Bei einem Sturz in den Stand (Seilzug nach unten), durch den Vorsteiger oder Nachsteiger, muss ausreichend Sicherheit gewährleistet werden.

■ Der Stand muss eine gute Seilhandhabung erlauben.

■ Der Aufbau muss schnell, praktikabel und übersichtlich funktionieren.

Es gibt verschiedene Grundmodelle zum Standplatzbau. Abhängig von der vorgefundenen Absicherung und den Möglichkeiten des Geländes muss man die günstigste auswählen. Unsere neuesten Untersuchungen bieten dazu wertvolle Hintergrundinformationen für die Entscheidung.

## Standplätze mit guten Fixpunkten

In den letzten Jahren trifft man im gesamten Alpenraum immer mehr Bohrhaken an Standplätzen an. Zur

Einschätzung ihrer Qualität siehe [www.alpenverein.de](http://www.alpenverein.de) -> Breitenbergsport -> Sicherheitsforschung -> Publikationen -> Bohrhakenbroschüre. Für Stände mit zumindest einem soliden Fixpunkt (etwa einem guten Bohrhaken oder einer ordentlichen Sanduhr) hat sich im DAV, aber auch in Österreich, der Schweiz und Frankreich die Reihenschaltung stark verbreitet und das althergebrachte Kräftedreieck (Fachbegriff: Ausgleichsverankerung) abgelöst.

Einige Gründe dafür kurz skizziert: Beim klassischen Kräftedreieck hing der Sicherungskarabiner deutlich unterhalb der Fixpunkte; bei Sturzzug nach oben wurde er hinaufgerissen – das bedeutet Fallhöhenverlängerung und die Gefahr, dass das Sicherungs-

seil aus der Hand gerissen wird. Abhilfe schaffen sollte die Zentralpunkt-konstruktion, bei der das Kräftedrei-eck durch das Körpergewicht nach unten abgespannt wird. Doch auch der Körper wird bei Sturzbelastung nach oben gerissen – bei der Zentral-punkt-konstruktion sogar oft in Rich-tung der Wand: Anprall mit Verlet-zungen und Loslassen des Brems-seils droht. Diese Probleme wurden in DAV Panorama 5/2002 ausführlich dargestellt (siehe [www.alpenverein.de](http://www.alpenverein.de) -> Breitenbergsport -> Sicherheits-forschung -> Panorama Archiv). Als optimale Sicherungsmethode kristal-lisierte sich die Sicherung direkt am Fixpunkt heraus, alternativ unter be-stimmten Voraussetzungen die Kör-per-sicherung.

Die gemessene Belastung der Fix-punkte am Stand ist in der Praxis nicht größer als 6 kN (entspricht 600 Kilo-gramm). Wenn nun ein solider Fix-punkt gegeben ist (von dem man 6 kN Haltekraft erwarten kann), kann die-

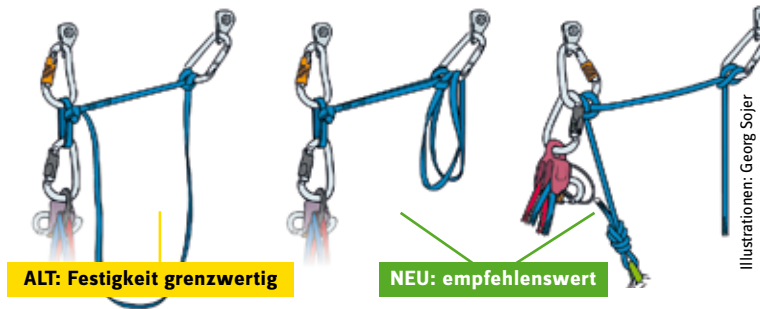


Abb. 2: Standardmodell für Stände mit mindestens einem soliden Fixpunkt: die Reihenschaltung. Der Aufbau mit Bandschlinge im Doppelstrang oder mit Kletterseil garantiert ausreichende Festigkeitswerte.

ser die Basis der Fixpunktsicherung bilden, der zweite (auf den man am Stand normalerweise nicht verzichten sollte) wird „in Reihe“ dazuge-schaltet. Dies ist das derzeit empfo-hlene Grundmodell für Stände mit zu-mindest einem guten Bohrhaken.

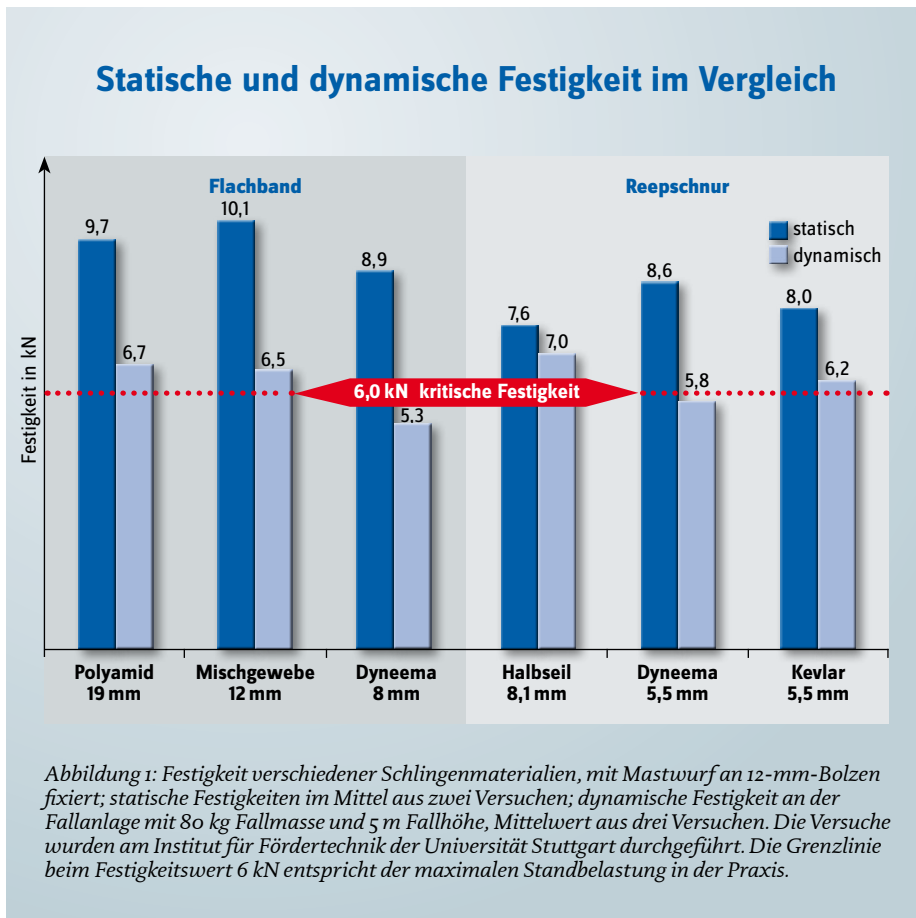
### Knoten mögen keinen Sturz

Bei unseren Untersuchungen ergab sich eine überraschende Erkenntnis zum Schlingenmaterial. Bisher wurde die „Reihenschaltungsschlinge“ ger-

ne mit einer Bandschlinge gebaut, der zweite Fixpunkt durch einen Mast-wurf an einem Schlingenstrang da-zugeschaltet. Hier liegt eine Gefahr, vor allem, wenn die extrem dünnen und leichten modernen Polyethylen-schlingen (Handelsnamen Dyneema, Spectra) verwendet werden.

Bei unseren Tests mit Ausbruch eines der Fixpunkte und statischer Si-cherung kam es bei allen Materialien zu Schlingenrissen im Einzelstrang. Der Grund dafür ist, dass die Festig-keit im Knoten bei dynamischer Belas-tung – also durch einen Sturz – we-sentlich geringer ist als bei statischer Belastung. Das gilt für alle Mater-ialien, wirkt sich aber bei den neuen Materialien besonders gravierend aus (siehe Abb. 1).

**Fazit und Praxistipp:** Die Rei-henschaltung bleibt das empfohlene Grundmodell für Stände mit zumin-dest einem guten Fixpunkt (Bohrha-ken). Optimale Übersicht und Hand-habung, vor allem wenn ein Seil-partner alles vorsteigt, erlaubt die Konstruktion mit der Reihenschal-tungsschlinge. **Neu:** Die Verbin-dung zum zweiten Fixpunkt sollte im Doppelstrang hergestellt werden, per Mastwurf oder Sackstich. Das ga-rantiert ausreichende Knotenfestig-keit bei dynamischer Standsturzbe-las-tung und Ausbruch eines Fix-punkts mit allen üblichen Materialien (Band und Reepschnur aus Polyamid, Kevlar, Dyneema und Mischgewebe). Beim Klettern in Wechselführung kann man die Reihenschaltung auch mit dem Kletterseil bauen (Mastwurf in jedem Fixpunkt): Die Festigkeit im Einzelstrang reicht auch bei Halbsei-



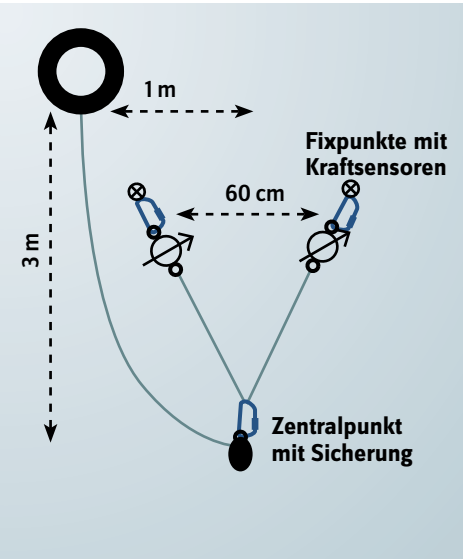


Abb. 5: Aufbau der Standsturzmessung zur Verteilung der Kräfte schematisch und in der Praxis an der Kletterwand im DAV-Kletterzentrum München-Thalkirchen

len aus (siehe Abb. 2). Für Zwillingsseile empfehlen wir die Verwendung im Doppelstrang.

### Standplätze mit fraglichen Fixpunkten

Komplizierter wird es beim Standplatzbau an fraglichen Fixpunkten, deren Qualität nicht eindeutig beurteilt werden kann, wie Normalhaken oder Klemmkeilen und -geräten, aber auch „halbscharigen“ Bohrhaken. Hier ist es nicht zu empfehlen, per Reihenschaltung die Belastung auf einen Fixpunkt zu konzentrieren. Sie sollte vielmehr auf alle Fixpunkte verteilt werden, um möglichst hohe Sicherheit zu gewinnen für den „worst case“, den Sturz in den Stand.

Dabei stellen sich zwei Aufgaben: Zum einen sollten die Kräfte verteilt werden. Andererseits sollte bei Ausbruch eines Fixpunkts das System nicht so weit durchsacken können, dass eine gefährliche zusätzliche Kraftspitze entsteht. Dazu wurden in den letzten Jahren verschiedene Konstruktionen diskutiert (siehe Abb. 3):

- das klassische Kräftedreieck (Ausgleichsverankerung),
- das doppelt abgebundene Kräftedreieck,

- das fixierte Kräftedreieck (Abseilstand),
- die Kräfteverteilung mit der Reihenschaltungsschlinge.

Bei unseren Untersuchungen ließen wir das „doppelt abgebundene Kräftedreieck“ außer Betracht, da das beidseitige Abknoten in richtiger Länge und das spätere Lösen der Knoten ein enormer Aufwand ist, der in der Praxis nicht mehr praktikabel erscheint; die Sicherheitsanforderungen erfüllt es. Wir untersuchten also nur die anderen drei Konstruktionen.

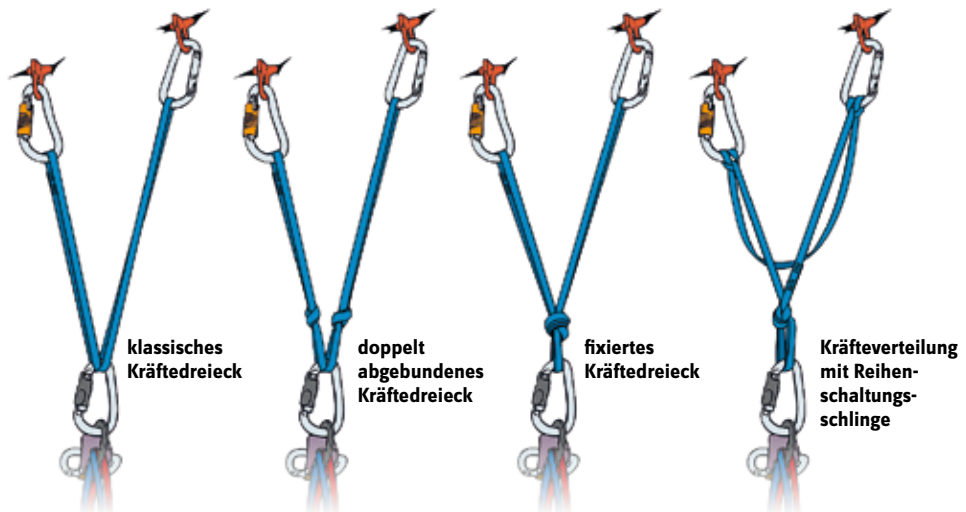


Abbildung 3: Mögliche Konstruktionen zur Kräfteverteilung. Das doppelt abgebundene Kräftedreieck wurde wegen der umständlichen Handhabung nicht untersucht. Wichtig bei allen Konstruktionen: Der Winkel zwischen den beiden Strängen sollte nicht stumpfer als 60 Grad sein.

### Wie verteilen sich die Kräfte?

Laut Lehrbuch verteilt die Ausgleichsverankerung die Kräfte beim Sturz gleichmäßig auf beide Fixpunkte. Doch in der Praxis stimmt das nicht: Bei einer plötzlichen Belastung wie einem Standsturz wird der HMS-Karabiner in der Schlinge immer ein wenig rutschen, um die Kräfte auf beide Fixpunkte auszugleichen. Dabei entsteht Reibung zwischen Karabiner und Standschlinge, wodurch die Kräfte ungleichmäßig verteilt werden (siehe Abb. 4).

Um zu prüfen, wie sich diese Ungleichmäßigkeit in der Praxis der verschiedenen Konstruktionen auswirkt, führten wir im Sommer 2008 im Kletterzentrum Thalkirchen mehrere Messreihen durch. Wir ließen unseren 80 Kilogramm schweren Sturzdumy aus sechs Meter Höhe und mit einem seitlichen Versatz von einem Meter direkt in den Stand stürzen. An jedem der beiden Haken war ein Kraft-Zeit-Aufnehmer angebracht und die effektiven Kräfte wurden gemessen (siehe Abb. 5).

Wie in Abbildung 4 dargestellt, beträgt der theoretische Wert einer idealen Kraftverteilung 52:52; das heißt, wenn 100 Kilogramm Masse auf Standplatzkonstruktionen mit einem Winkel von 30 Grad wirken, würde jeder Fixpunkt mit 52 Kilogramm belastet. Die Mittelwerte der Messungen ergaben für

- das klassische Kräftedreieck: 59:45 kg (5:4),
- das fixierte Kräftedreieck: 68:36 kg (2:1),
- die Kräfteverteilung mit Reihenschaltungsschlinge: 62:42 kg (3:2).

**Fazit:** Bezüglich der Verteilung der Kräfte auf beide Fixpunkte ist der Vorteil des Kräftedreiecks zu einer Kräfteverteilung mit Reihenschaltungsschlinge nur unwesentlich. Etwas schlechter schneidet das fixierte Kräftedreieck ab, doch für die Praxis muss das noch keine Gefahr darstellen.

**... und wenn ein Haken ausbricht?**

Eine lange übersehene Gefahr entsteht bei einigen Ausgleichskonstruktionen, wenn ein Fixpunkt ausbricht. Denn dann fällt der Sichernde ein Stück nach unten, in den Mastwurf seiner Selbstsicherung oder gar in seine Selbstsicherungsschlinge. Dadurch wird der verbleibende Fixpunkt mit einer zusätzlichen Kraftspitze belastet, die sich vor allem beim ohnehin kritischen Standsturz zur Kraft der dynamischen Sicherung addiert. Wie groß diese Belastung werden kann und wie sich die verschiedenen Standplatzaufbauten in diesem Szenario verhalten, war das nächste Thema unserer Messungen.

Dazu bauten wir wiederum eine Ausgleichsverankerung an unseren bei-

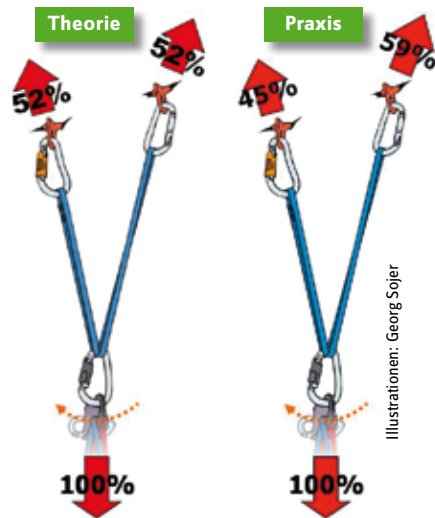


Abbildung 4: Theorie und Praxis der Ausgleichsverankerung: Beim Sturz bewegt sich der Sicherungskarabiner in der Schlinge, die entstehende Reibung macht die Kraftverteilung ungleichmäßig.

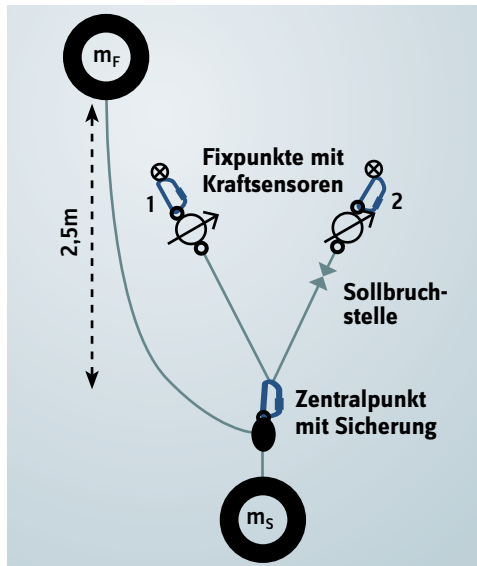


Abb. 6: Aufbau der Messung zum zusätzlichen Energieeintrag bei Ausbruch eines Fixpunkts schematisch und in der Praxis an der Kletterwand



Fotos: DAV-Sicherheitsforschung

den Kraftmessern auf und schalteten an einem der beiden Fixpunkte eine Sollbruchstelle dazwischen. Diese wurde durchtrennt, dann maßen wir den Kraftstoß, der durch das Absacken des Sichernden auf den verbleibenden Haken kam. Die Messwerte für den zusätzlichen Energieeintrag betragen bei einem 65 Kilogramm schweren Sichernden und einer Schenkellänge von 60 Zentimetern

- am Kräftedreieck: 3-3,5 kN,
- an der Kräfteverteilung mit Reihenschaltungsschlinge: 1,3 kN.

In einer zweiten Messreihe untersuchten wir den praxisnahen Fall, dass sich der Krafteintrag durch den absackenden Sicherer mit der dynamischen Sicherung des Stürzenden überlagert. Dazu ließen wir einen 80 Kilogramm schweren Vorstiegsdummy aus fünf Meter Höhe in den Stand stürzen. Die Sollbruchstelle wurde bei einer Kraft von 0,1 kN ( $\approx$  100 kg) durch den Sturz zerrissen und beide Massen (65 kg Sichernder und 80 kg Vorsteiger) stürzten weiter in den verbleibenden Haken (siehe Abb. 6). Gesichert wurde dynamisch über HMS.

Dabei ergaben sich folgende Kraftspitzen bei einer Schenkellänge von 60 Zentimeter:

- am Kräftedreieck: 4,3 kN,
- an der Kräfteverteilung mit Reihenschaltungsschlinge: 3 kN.

Beim Ausbruch eines Fixpunkts entsteht also am Kräftedreieck eine um durchschnittlich 40 Prozent größere Kraft als an der Kräfteverteilung mit Reihenschaltungsschlinge. Das ist plausibel, da der Sichernde beim Kräftedreieck regelrecht absackt, bei der Kräfteverteilung mit Reihenschaltungsschlinge dagegen nur zur Seite pendelt. Beim fixierten Kräftedreieck entstehen vergleichbare Zusatzkräfte wie bei der Kräfteverteilung mit Reihenschaltungsschlinge.

**Fazit:** Das klassische, nicht abgebundene Kräftedreieck ist nicht mehr zu empfehlen, weil es beim Ausbruch eines Fixpunkts zu einem deutlich erhöhten Krafteintrag kommen kann. Um das Versagen des letzten Fixpunkts zu verhindern, sind das fixierte Kräftedreieck und die Kräfteverteilung mit Reihenschaltungsschlinge besser geeignet. Diese beiden Konstruktionen stellen für Stände mit fragwürdigen Fixpunkten den besten Kompromiss zwischen einer möglichst gleichmäßigen Kräfteverteilung auf die Fixpunkte und dem zusätzlichen Krafteintrag im Fall eines Fixpunktausbruchs dar.

Mit der konkreten Umsetzung in der Praxis mit Handlungsempfehlungen befasst sich der Beitrag „Stand in der Wand Teil II“ in der nächsten Ausgabe von DAV Panorama. □