

IKAR 2013



TÜV
AUSTRIA



Vortragender:

Thomas Koller

- Sachverständiger beim TÜV AUSTRIA
- Mitglied der Bergrettung OÖ

Materialtest



Ausgangssituation

- neue Materialien haben am Markt Einzug gehalten – Stichwort Dyneema
- Normangaben zur Bruchfestigkeit 22kN (EN 566) für alle Schlingen, unabhängig der Materialien
- max. zulässige Krafteinwirkung auf den Körper beträgt 6kN
„kurzzeitige“ dynamisch wirkende Kraft für wenige Bruchteile von Sekunden ohne bleibende Schäden



Materialtest



Gegenüberstellung der Materialeigenschaften

Eigenschaften	Zugfestigkeit [N/mm]	Elastizität [%]	Schmelzpunkt [°C]	Schnitt- Festigkeit	UV - Beständigkeit
Nylon Polyamid (PA)	ca. 900	ca.37	ca. 255	gering	mittel
Dyneema Polyethylen (PE)	ca. 3400	ca. 2,7 - 3,5	ca. 130	hoch	mittel
Kevlar Aramid (Ar)	ca. 3000	ca. 2 - 4	ca. 550	mittel	gut

Quelle: Berg und Steigen Ausgabe 3/12 Chris Semmel

Materialtest



Prüfdurchführung

Mit Unterstützung des TÜV AUSTRIA SERVICES GMBH wurden im Prüfczentrum in Wien Tests am vertikalen Versuchsstand mit einem kalibrierfähigen Messgerät (Meßfrequenz 1kHz, Normstandard) durchgeführt. Als Prüfgewicht wurde eine 80 kg schwerer Stahlkörper herangezogen.

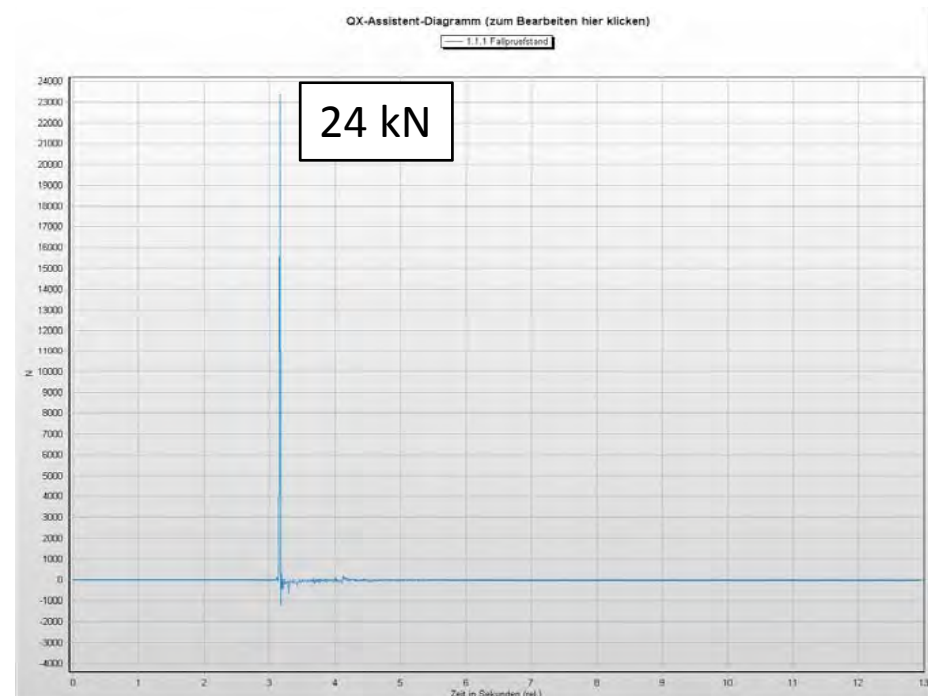
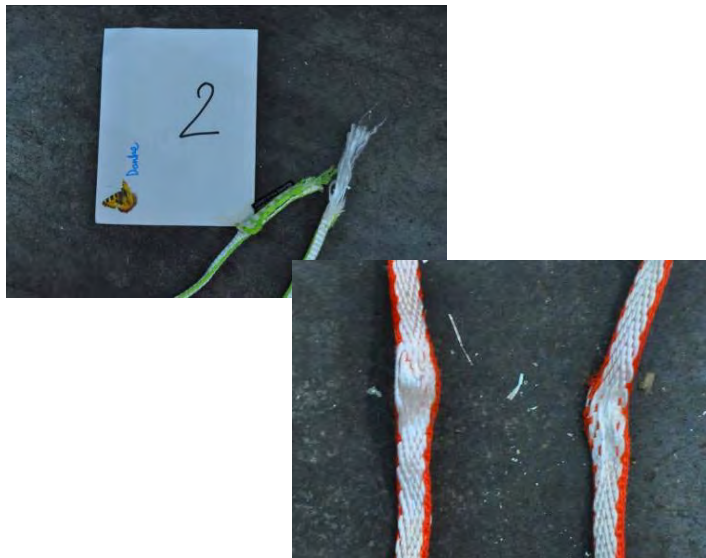
Bei allen Versuchen wurden die Prüflinge (Schlingen, Schnüre, Klettersteigsets) mit 80kg vorgespannt.



Schlingenmaterial

Dyneemaschlinge (6mm/60cm/22kN)

Bereits bei Sturzfaktor 1, bei einer Fallhöhe von 60cm kam es zu massiven Schädigungen der Schlingen, bis hin zum Bruch der Materialien. Die gemessenen Kraftspitzen betragen etwa 24kN.



Schlingenmaterial



Schlingenmaterial

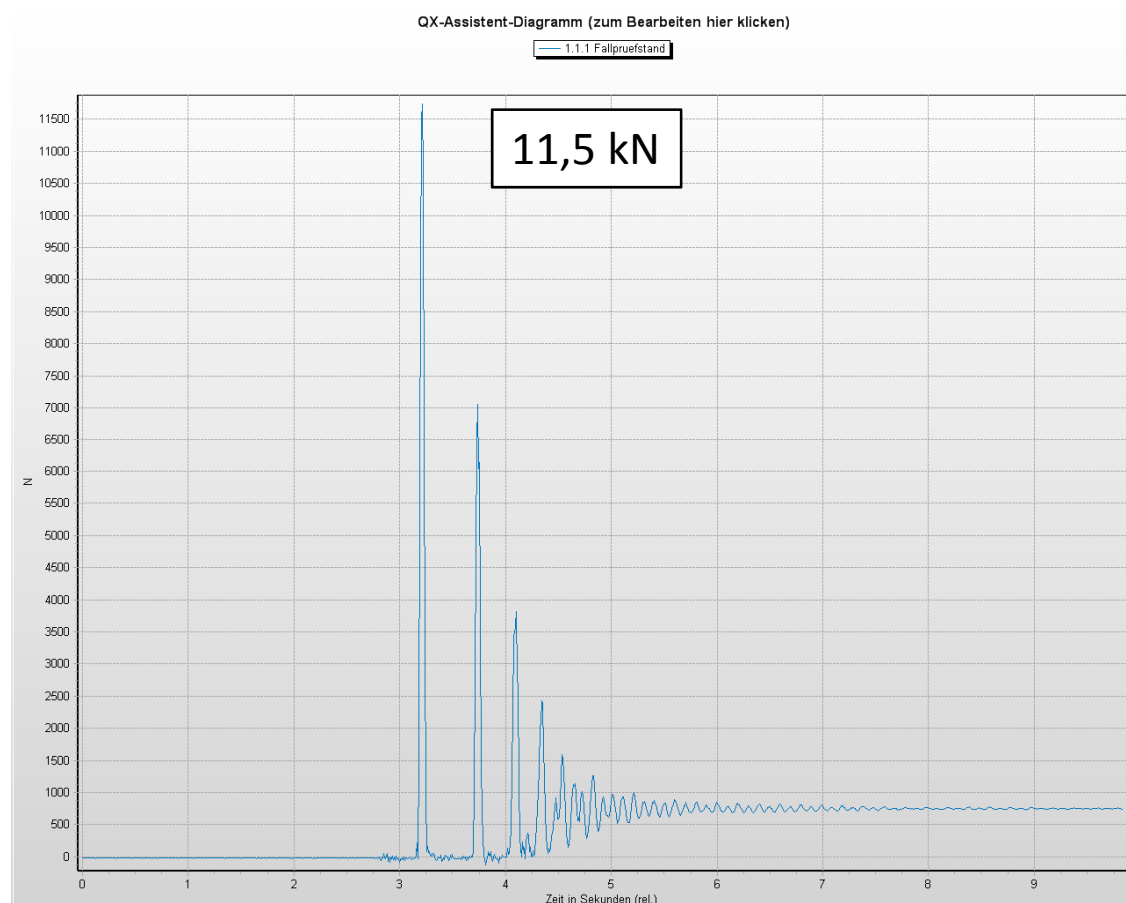


Polyamidschlinge (16mm/60cm/22kN)

Bei den Polyamidschlingen traten Spitzenwerte um die 11kN auf, somit wesentlich geringer, als bei den anderen Materialien. Alle Schlingen waren augenscheinlich in Ordnung und wiesen keinerlei Schädigungen auf. Aus dem Kraft/Zeit Diagramm ist auch eindeutig die „Dehnung“ des Materials erkennbar. Bei Sturzfaktor 2, entspricht einer Fallhöhe von 120cm, traten Kräfte von 19kN auf, auch ohne jeglicher Schädigung des Materials.

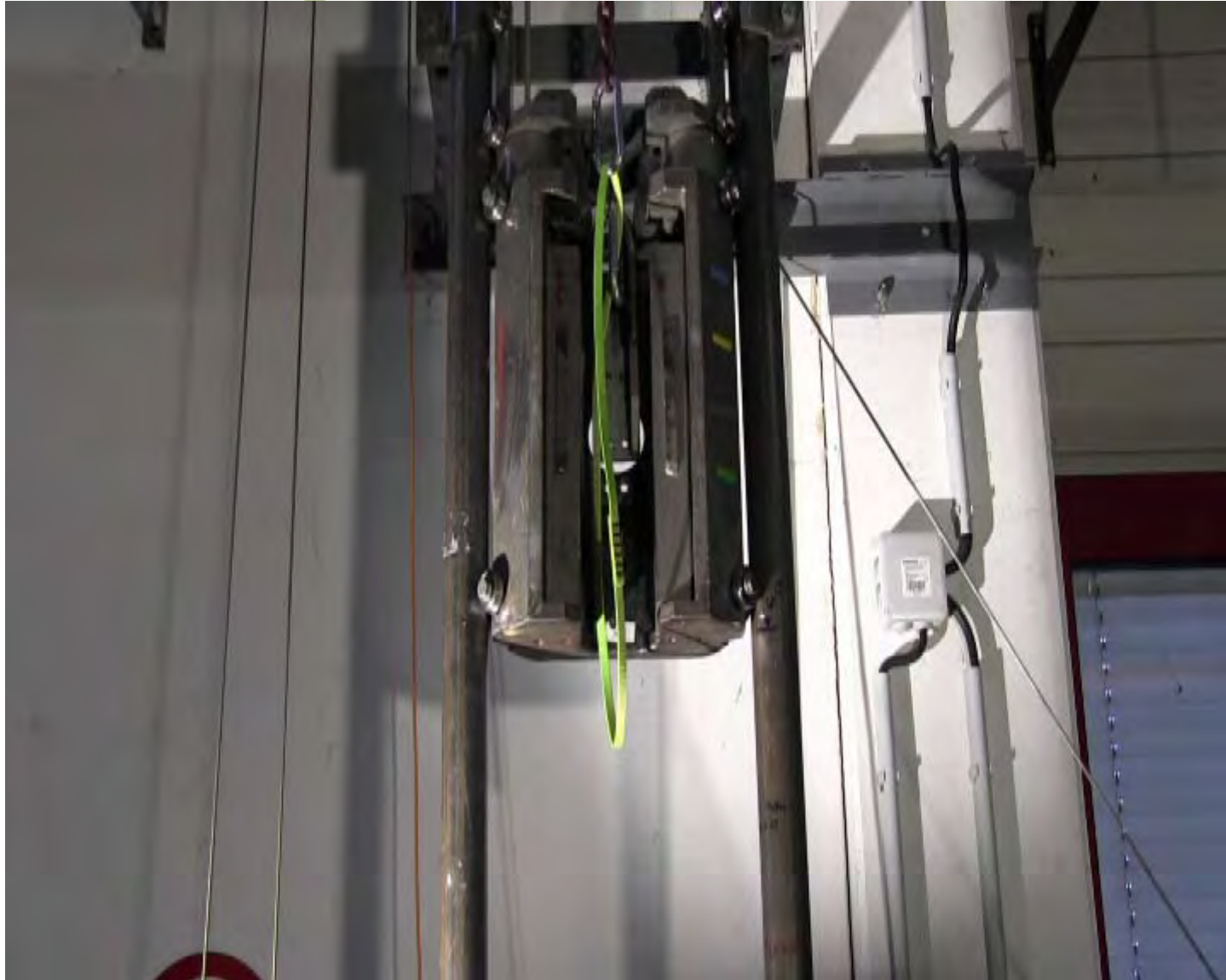
Schlingenmaterial

Polyamidschlinge (16mm/60cm/22kN)



Schlingenmaterial

TÜV
AUSTRIA



Knotenfestigkeit Dyneema



Dyneemaschlinge (6mm/60cm/22kN) – SF 1

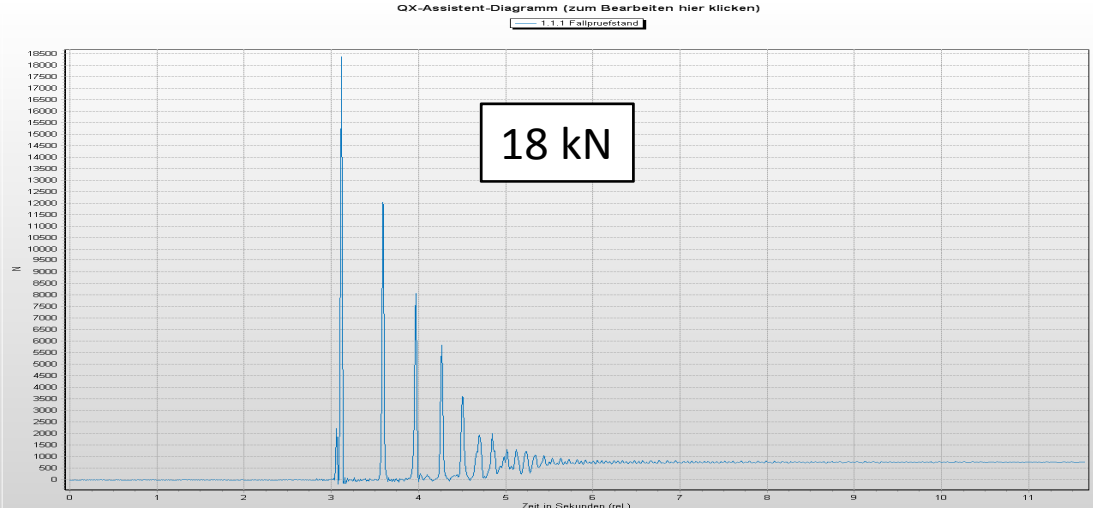
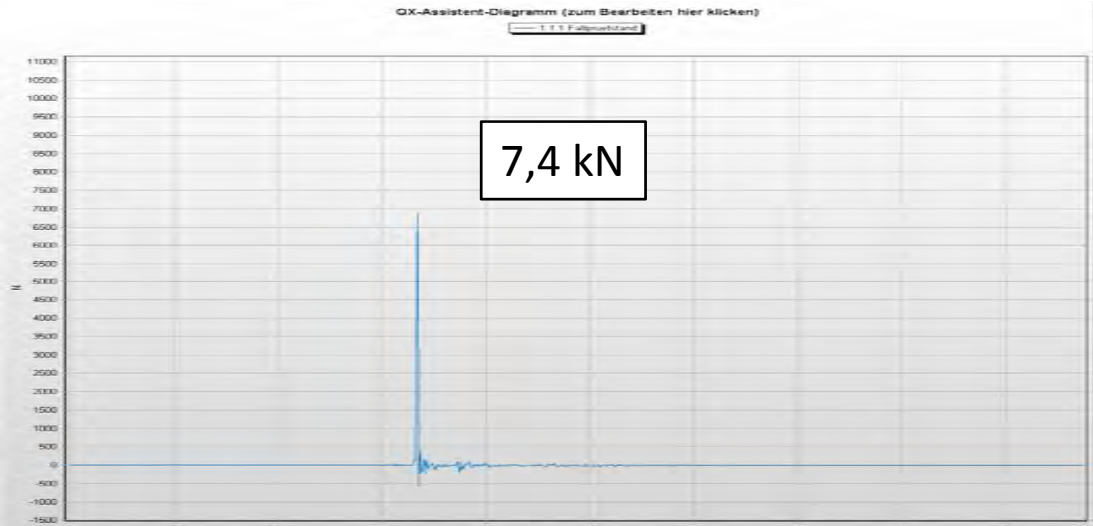
Sackstich in Tropfenform

Beim Versuch, Schlinge mit Sackstich in Tropfenform wurden max. Kraftspitzen von 7kN gemessen. Die Schlinge brach exakt im Knotenbereich d.h. die Festigkeit reduziert sich dynamisch um 66%, gemessen an der tatsächlichen statischen Bruchlast von ca. 34kN (soviel halten üblicherweise Dyneemaschlingen tatsächlich aus)
reduziert sich der Wert um 80%!!

Sackstich in Ringform

Beim Versuch, Schlinge mit Sackstich in Ringform wurden max. Kraftspitzen von 18kN gemessen. Die Schlingen hatten unterschiedliche „Verbrennungsspuren“ aufgrund des Knotenrutschens.

Knotenfestigkeit Dyneema



Knotenfestigkeit Polyamid

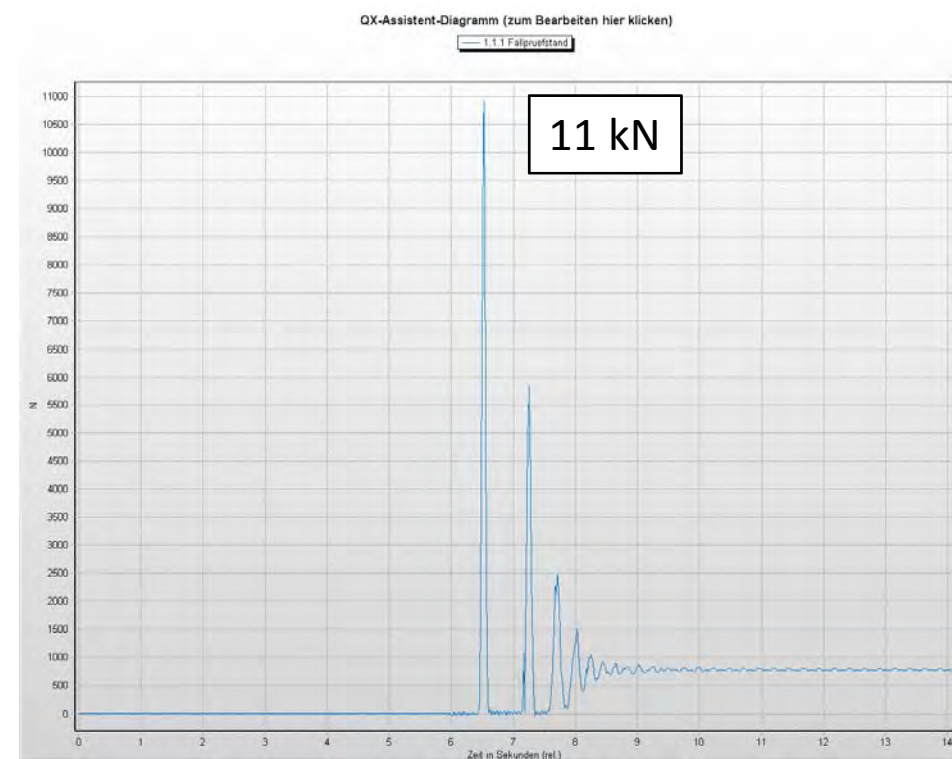


Polyamidschlinge (16mm/60cm/22kN) – SF 1

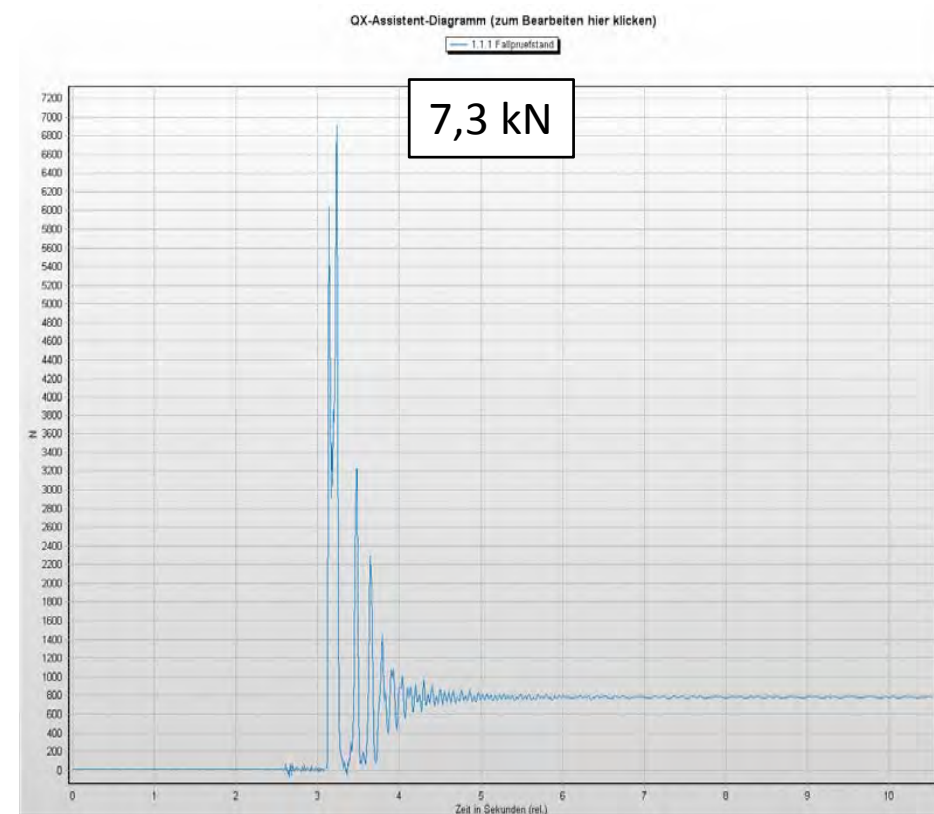
Sackstich, Ankerstich

Bei der Verwendung von Polyamidschlingen in Verbindung mit einem Sackstich in Tropfenform, mit Ankerstich, als auch bei der Verwendung von zwei Polyamidschlingen mit Ankerstichverlängerung wurden max. Kraftspitzen von 9,8kN bzw. 11kN gemessen, wobei **augenscheinlich** an den getesteten Schlingen **keine Schädigungen** erkennbar waren. Sämtliche getesteten Knoten haben nur einen geringen Einfluss auf die Festigkeit und schädigen die Schlingen nicht.

Knotenfestigkeit Polyamid



Standplatzbau



Standplatzbau



Reepschnüre



Dyneemareepschnur (5,1mm/18kN) – SF 1/SF2

Sackstich in Ringform

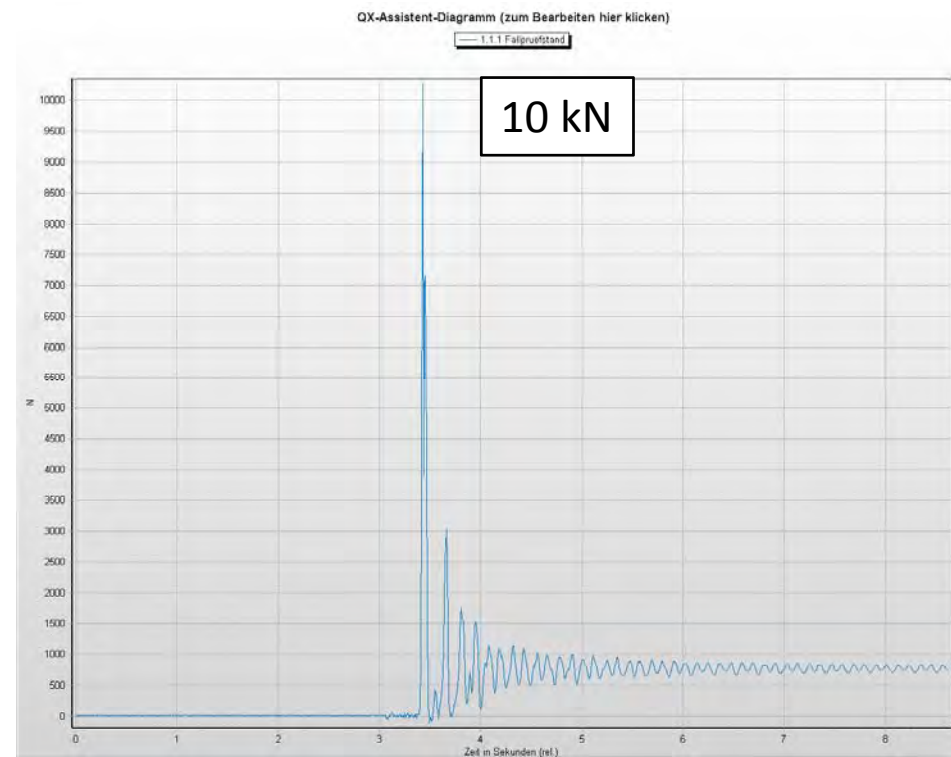
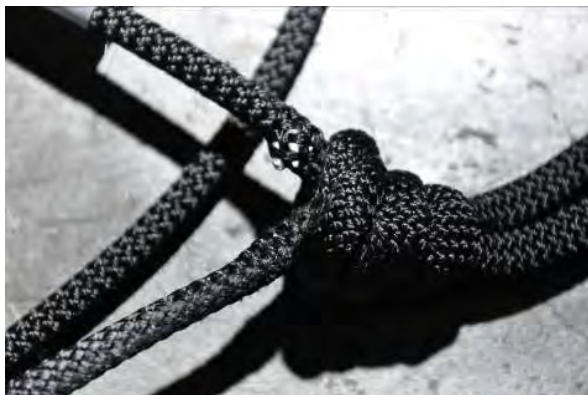
Die Reepschnur hat einen Dyneemakern und ist mit einem Polyamidmantel überzogen. Es wurden ca. 115cm lange Schnüre mit einem Sackstich verknotet und mit Sturzfaktor 1, entsprechend einer Fallhöhe von 50cm belastet. Es wurden dabei Kräfte von ca. 10kN und ein Knotenlaufen von 85mm festgestellt.

Bei Versuchen mit Sturzfaktor 2 erhöhten sich die gemessenen Werte praktisch nicht, der Knoten lief allerdings 170mm. Bei den Versuchen waren starke Verformungen und Gewebeschädigungen im Knotenbereich feststellbar, gebrochen ist das Material jedoch nicht.

Paketknoten

Bei Endverbindung mit Paketknoten wurden praktisch dieselben Messwerte und das selbe Erscheinungsbild der Beschädigungen festgestellt wie beim Sackstich.

Reepschnüre



Reepschnüre



Polyamidreepschnur (6mm/7,7kN) – SF 1/SF2

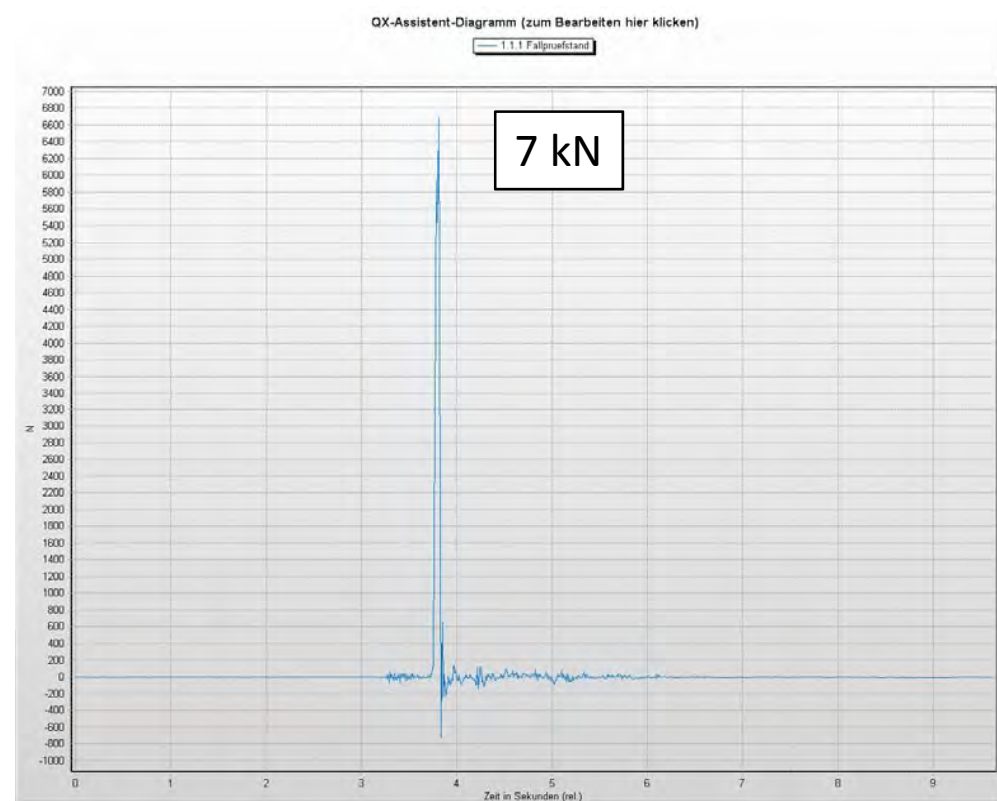
Sackstich in Ringform

Es wurden ca. 115cm lange Schnüre mit einem Sackstich verknotet und mit Sturzfaktor 1, entsprechend einer Fallhöhe von 50cm belastet. Es wurden dabei Kräfte von ca. 6,4kN gemessen, wobei keinerlei Beschädigungen visuell erkennbar waren. Bei einem Sturzfaktor 2 wurden Kraftspitzen von 7kN gemessen und das Material ging zu Bruch.

Paketknoten

Bei Endverbindung mit Paketknoten wurden praktisch dieselben Messwerte und das selbe Erscheinungsbild der Beschädigungen festgestellt wie beim Sackstich.

Reepschnüre



Resümee (1)



- Die Tests sind zwar reproduzierbar, Einflüsse von Temperatur, Nässe, unterschiedliche Karabinerform, etc. wurden nicht berücksichtigt und könnten mitunter noch neue bzw. zusätzliche Erkenntnisse bringen.
- Alle Versuche wurden mit einem Stahlgewicht von 80kg durchgeführt, das natürlich nicht den menschlichen „Dämpfungseigenschaften“ entspricht. Allerdings sei noch angemerkt, dass dieser Umstand auf die daraus resultierenden Erkenntnisse nur von geringer Bedeutung ist. Im Ernstfall ist es egal, ob das Material reißt und man hinunterstürzt oder man sich schwerste irreversible Rückenverletzungen zuzieht. Jeder Sturz hat mit großer Wahrscheinlichkeit dramatische Folgen für den Verunfallten.

Resümee (2)

- Bei allen getesteten Schlingen wurden Messwerte größer 6kN gemessen. Daraus lässt sich eindeutig ablesen, dass selbst geringe Sturzhöhen in das „statische“ Schlingenmaterial schwerste, irreversible Schädigungen im Rücken und Beckenbereich erwarten lassen.
- Vorhersehbare Fehlanwendungen von Schlingen sind allgegenwärtig (Situation beim Abseilen, Klettersteige)



SF 1 am Stand, beim Überklettern
(Seileinholen) bis SF 2

Resümee (3)



- **Kontenfestigkeit Dyneema - Polyamid.** Sehr große Unterschiede zu Gunsten von Polyamid punkto Festigkeit (Bruch). Polyamid ist aufgrund seiner gutmütigen „Dehnungseigenschaften“ deutlich im Vorteil gegenüber den anderen Materialien.
- **Reepschnüre aus Dyneema sind den Polyamidschlingen überlegen.** Die günstige Kombination Materialeigenschaften (Dyneemakern, Polyamidmantel) sind unabhängig der Verknotung wesentlich stabiler hinsichtlich der Festigkeit, bei gleichem Handling.
- **Neben der Normanforderung (EN 566 Mindestbruchkraft 22 kN) sind für die Praxis auch andere Materialeigenschaften - Oberflächenbeschaffenheit, Schmelztemperatur, Dehnungseigenschaften - von sehr großer Bedeutung.** Zurzeit sind dieses „beeinflussenden“ Faktoren in den Normen nicht berücksichtigt!!

Resümee (4)



- Für "alpine" Stände, hat sich die Verwendung von Dyneemaschlingen, in Verbindung mit Mastwurfknoten als günstig herausgestellt. Das sog. Knotenrutschen, aufgrund der glatten Oberfläche, begünstigt die Krafteinleitung, da durch das Knotenrutschen die Kraftspitzen auf ein Minimum reduziert werden. Da gilt es sicherlich in der nächsten Zeit über einen "schonenden Standplatzbau" nachzudenken.
- Beim Standplatzbau für die Bergrettung sind aufgrund der günstigen Dehnungseigenschaften Polyamidschlingen vorzuziehen, insbesondere dann, wenn "kleine" Stöße nicht ausgeschlossen werden können z.B. beim Schleifen im Gelände. Polyamid ist diesbezüglich wesentlich toleranter als Dyneema. (Polyamid bricht auch bei Sturzfaktor 2 nicht!)



DANKE FÜR DIE AUFMERKSAMKEIT!

Danke an Wolfgang Socher, Heli Steinmassl, Manfred Hiebl und Harald Schoiswohl und den Technikern des TÜV AUSTRIA SERVICES GMBH für die Unterstützung.

zusammengestellt von Thomas Koller

thomas.koller@tuv.at