

Versuchsreihe zur Ermittlung der Auswirkungen verschiedener Waschmethoden auf die Eigenschaften von Kernmantelseilen

Wer regelmäßig mit Seilen arbeitet, stellt sich früher oder später die Frage, wie ein Seil eigentlich richtig gepflegt und gereinigt werden soll. Wir beschäftigen uns schon seit vielen Jahren mit dieser Thematik, denn besonders wenn die Seile sehr lang und stark verschmutzt sind, scheiden verschiedene Reinigungsverfahren schnell aus.

Das hat schließlich dazu geführt, dass wir vor ein paar Jahren ein Seilwaschgerät - das SW30 - entwickelt haben, welches sehr einfach zu bedienen ist, nur einen Hauswasseranschluss benötigt und problemlos auch für lange Seile angewendet werden kann.



Damals hat sich unweigerlich eine zentrale Frage gestellt: „Hat das Waschen einen negativen Einfluss auf die Eigenschaften des Seils?“

Recherchen ergaben, dass es hierzu keinerlei Publikationen gibt. Eigentlich verständlich, denn jedes Seil wird anders behandelt, jeder Schmutz hat eine andere Zusammensetzung und wer reinigt schon seine Seile in definierten Abständen und dokumentiert das alles auch noch konsequent?

Auch auf Nachfrage bei Seilherstellern konnten keine detaillierteren Informationen in Erfahrung gebracht werden. Allerdings stellen diese Empfehlungen für die Handhabung und Reinigung, sowie Hinweise, welche Stoffe schädlich für die im Seil verwendeten Kunststoffe sind, öffentlich zur Verfügung.

Prüfaufbau/-ablauf

Da es bislang keine dokumentierten Versuche zu Waschtests von Seilen gab, wurde ein eigener Prüfumfang definiert und die notwendigen Aufbauten selbst erstellt.

Die vorgesehenen Verfahren sollten so intensiviert werden, dass sie in Bezug auf Verschmutzung und Reinigung etwa den Belastungen während der Gesamtlebensdauer eines „normal“ verwendeten Seiles entsprechen. Dies verlangte, dass die Seile nicht nur verschmutzt und gewaschen, sondern auch „bewegt“ werden mussten. Infolgedessen wurden neun verschiedene Versuchsabläufe definiert, jeder davon wurde zehnmal durchgeführt.

Tabelle 1: Versuchsabläufe

bewegen und waschen mit der Waschmaschine – Waschprogramm Wolle/Handwäsche mit Spezialwaschmittel
bewegen und waschen mit dem SW30
verschmutzen und bewegen
verschmutzen, bewegen und waschen mit der Waschmaschine – Waschprogramm Wolle/Handwäsche mit Spezialwaschmittel
verschmutzen, bewegen und waschen mit der Waschmaschine – Waschprogramm Wolle/Handwäsche ohne Spezialwaschmittel
verschmutzen, bewegen und waschen mit dem SW30
verschmutzen, bewegen und waschen mit dem SW30, mit erhöhtem Wasserdruck
verschmutzen, bewegen und waschen mit dem SW30; Seiltrocknung hängend
verschmutzen, bewegen und waschen mit der Waschmaschine – Waschprogramm Koch-/Buntwäschemit mit Spezialwaschmittel

Um „Ausreißer“ bei den Prüfungen abzufangen und die Unterschiede zwischen dynamischen und statischen Seilen auch mit betrachten zu können, wurden pro Versuchsablauf Chargen gebildet. Jede Charge bestand aus je zwei statischen und zwei dynamischen Seilstücken zu je 10 m.

Folgende Seiltypen wurden getestet:

- Statisches Seil:
 - EN 1891, Typ A, 10,5 mm
 - Zugfestigkeit 28 kN,
- Dynamisches Seil:
 - EN 892, Einfachseil, 9,8 mm
 - Sturzanzahl 7,
 - Dynamische Dehnung 32%
 - Fangstoß 8,8 kN

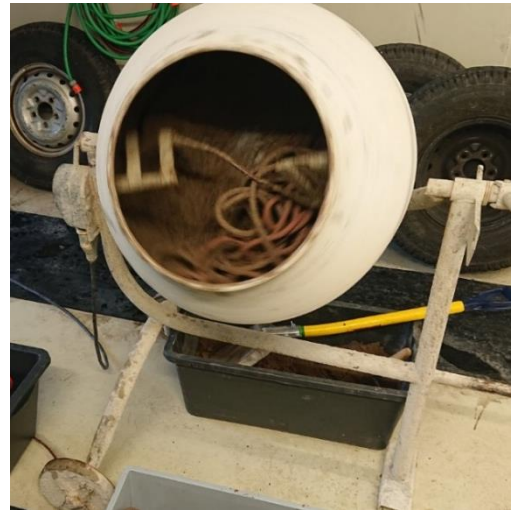
Verschmutzen

Damit sich die Verschmutzung des Seils mit hoher Wahrscheinlichkeit auf die Eigenschaften auswirken, sollte eine stark abrasive Mischung eingesetzt werden. Die Korngröße wurde dabei so gewählt, dass auch ausreichend Bestandteile dabei sind, die bis ins Seilinnere eindringen und so auch am Kern des Seils Beeinträchtigungen nach sich ziehen können.

Als „Testschmutz“ wurde deshalb ein Ton-Schluff-Gemisch gewählt, das eigens gemischt wurde (zu zwei Dritteln aus hochabrasivem Granatsand).

Zum Verschmutzen wurden die Seile zwei Minuten lang in ein Wasserbad getaucht und dann zwei Minuten in einer Betonmischmaschine verschmutzt. Der Testschmutz wurde dabei im Vorfeld so stark befeuchtet, dass er gerade fließfähig und trotzdem noch stark haftend war.

Es wurden jeweils ein dynamisches und ein statisches Testseil miteinander behandelt. Die Seile wurden lose (nicht geflochten o. ä.) in die Trommel gelegt. Bei der Entnahme aus der Mischtrommel wurde anhaftender Schmutz mit der Hand abgestreift.



Bewegen

Da in der Realität Seile nicht nur verschmutzt, sondern auch gebraucht – sprich bewegt – werden, sollte auch diese Komponente in diesem Test effektiv miteinfließen.

Für reproduzierbare Bewegungsabläufe, die das Seil auch ausreichend „walken“, wurden die Testseile mit einer Winde (Zuggeschwindigkeit 25 m/min) durch einen Abseilachter gezogen.



Vorgesehen war, alle Seile lose – sprich ohne Gegenkraft - je einmal vor- und einmal rückwärts durch die kleine Öse eines Abseilachters zu ziehen.

Dies war jedoch bereits nach dem dritten Verschmutzungsvorgang mit den 10,5 mm starken statischen Testseilen nicht mehr möglich, da diese bereits so steif wurden, dass sie sich nicht mehr mit vertretbarer Kraft durchziehen ließen. Deshalb wurden alle Seile bei den verbleibenden acht Bewegungsabläufen durch die große Öse des Abseilachters gezogen.

Waschen

Das Reinigen/Waschen der Seile stellt den relevantesten Prozess der Versuchsreihe dar.

Damit die Versuche reproduzierbar und vergleichbar sind, wurde keine Handwäsche angewandt, sondern die ebenfalls laut Herstellerempfehlung angeführte Methode mit der Waschmaschine ausgewählt.

Die Waschmethoden wurden im Detail wie folgt ausgewählt:

Tabelle 2: Waschmethoden

Gerät	Programm	Waschmittel	Temperatur	Schleudern	Druck
Waschmaschine	Wolle/Handwäsche	Nein	30°C	Nein	-
Waschmaschine	Wolle/Handwäsche	Ja	30°C	Nein	-
Waschmaschine	Koch-/Buntwäsche	Ja	30°C	Nein	-
SW30	-	-	-		3.0 bar
SW30	-	-	-		7.0 bar

Als Waschmittel wurde ein Spezialwaschmittel zur Reinigung von Seilen und Gurten verwendet.

Beim Waschen mit der Waschmaschine wurden die Seile lose (nicht geflochten o.ä.) in die Trommel gelegt. Lediglich bei der Verwendung des Koch-Buntwäsche-Programms wurde jedes Seil in ein eigenes feinmaschiges Wäschenetz gegeben, um gegenseitige Verknotungen zu verhindern.

Wie in den Herstellerangaben empfohlen, wurden die Seile ausschließlich bei 30°C gewaschen und nicht geschleudert.

Für die Waschvorgänge mit dem SW30 wurde zwecks reproduzierbarer konstanter Zuggeschwindigkeit eine Winde (12,5 m/min) eingesetzt. Die Seile wurden je einmal in beide Richtungen durch das Waschgerät gezogen. Diese Waschvorgänge wurden mit kaltem Wasser durchgeführt, die Wassertemperatur lag bei ca. 12°C.

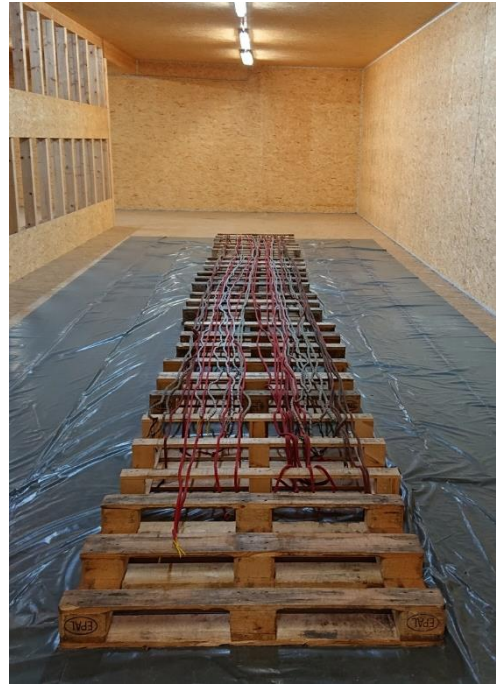


Ansicht der Seile nach zehn Waschvorgängen (rot – dynamische Seile, weiß – statische Seile)

Trocknen

Laut Herstellerempfehlungen sollen Seile liegend und vor Tageslicht geschützt getrocknet werden. Dazu wurden in einer fensterlosen, geschlossenen Lagerhalle, Holzpaletten ausgelegt. Dadurch hatten die Seile beim Trocknen wenig Auflagefläche, an der sich Wasser hätte sammeln können. Bei einer durchschnittlichen Raumtemperatur von ca. 22°C waren die Seile nach zwei bis drei Tagen wieder trocken.

Eine Charge wurde zum Trocknen entgegen der bekannten Empfehlungen hängend getrocknet. Dazu wurden die Seile vierfach aufgenommen, was einer Schlingenlänge von ca. 60 cm entspricht.



Individuelle Beurteilung der Seile

Bevor die Chargen den subversiven Prüfungen zugeführt wurden, sollten die behandelten Seile noch entsprechend der Waschwirkung und der, durch die Versuche veränderten Eigenschaften in Aussehen und Handling, bewertet werden. Dazu wurde von 14 unabhängigen Personen aus dem Kreis von Bergführern, Industriekletterern, Alpinpolizisten und Bergrettern deren unabhängige persönliche Bewertung mittels vorgegebener Fragebögen eingeholt. Den Personen wurden dazu alle Seile in Chargen sortiert vorgelegt, sie wurden aber nicht über die zuvor angewandten Versuchsabläufe in Kenntnis gesetzt.

Bewertet wurde in folgenden Kategorien nach dem Schulnotensystem:

- Optischer Eindruck (neu - gebraucht)
- Handhabung (weich - steif)
- Verschmutzung (sauber - schmutzig)

Zusätzlich konnte noch vermerkt werden, ob diese Seile verdickt oder pelzig erschienen.

Die zusammengefasten Ergebnisse können Tabelle 3 und 4 entnommen werden.

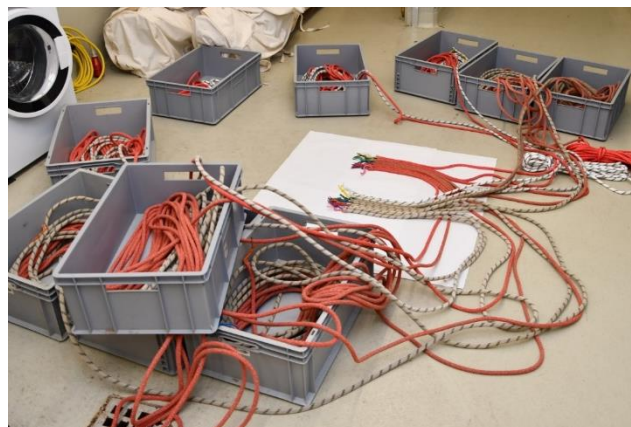


Tabelle 3: Individuelle Beurteilung der dynamischen Seile

Dynamische Seile - Ergebnis der individuellen optischen und haptischen Zustandsbeurteilung

Versuchsablauf						Beurteilung				
Verschmutzen	Bewegen	Waschmaschine	Waschmittel	SW30	Trocknen	Optischer Eindruck	Handhabung	Sauberkeit	verdickt	pelzig
-	-	-	-	-	-				0%	0%
-	X	Handwäsche/Wolle	x	-	liegend				0%	0%
-	X	-	-	3 bar	liegend				0%	0%
X	X	-	-	-	liegend				7%	13%
X	X	Handwäsche/Wolle	x	-	liegend				0%	13%
X	X	Handwäsche/Wolle	-	-	liegend				20%	27%
X	X	-	-	3 bar	liegend				20%	27%
X	X	-	-	7 bar	liegend				20%	20%
X	X	Koch-/Buntwäsche	x	-	liegend				20%	47%
X	X	-	-	3 bar	hängend				13%	20%

neu gebraucht	mässig gebraucht	sehr stark gebraucht
sehr weich	Weich normal	steif sehr steif
sauber	leicht verschmutzt	deutlich verschmutzt stark verschmutzt sehr stark verschmutzt

Tabelle 4: Individuelle Beurteilung der statischen Seile

Statische Seile - Ergebnis der individuellen optischen und haptischen Zustandsbeurteilung

Versuchsablauf						Beurteilung				
Verschmutzen	Bewegen	Waschmaschine	Waschmittel	SW30	Trocknen	Optischer Eindruck	Handhabung	Sauberkeit	verdickt	pelzig
-	-	-	-	-	-				0%	0%
-	X	Handwäsche/Wolle	x	-	liegend				0%	0%
-	X	-	-	3 bar	liegend				0%	0%
X	X	-	-	-	liegend				29%	43%
X	X	Handwäsche/Wolle	x	-	liegend				21%	50%
X	X	Handwäsche/Wolle	-	-	liegend				14%	50%
X	X	-	-	3 bar	liegend				21%	43%
X	X	-	-	7 bar	liegend				14%	43%
X	X	Koch-/Buntwäsche	x	-	liegend				21%	14%
X	X	-	-	3 bar	hängend				36%	50%

Optischer Eindruck	Handhabung	Sauberkeit
neu	sehr weich	sauber
gebraucht	weich	leicht verschmutzt
mässig gebraucht	normal	deutlich verschmutzt
stark gebraucht	steif	stark verschmutzt
sehr stark gebraucht	sehr steif	sehr stark verschmutzt

Messungen

Alle Versuchsseile wurden auf der zertifizierten Prüfanlage der Firma Edelrid normgerecht geprüft. Entsprechend der typischen Verwendung der Seile wurden die Seile folgenden Tests unterzogen:

- Dynamische Seile – Sturzprüfung
- Statische Seile – Zugfestigkeitsprüfung

Zu Vergleichszwecken wurden aus dem Seil, aus dem die Testseile stammten, auch zwei „Referenzseile“ entnommen, die komplett unbehandelt blieben und nur für die Vergleichsmessungen verwendet wurden.

Dynamische Seile

Laut EN892 muss ein Einfachseil mindestens fünf Normstürze aushalten. Der Fangstoß darf dabei nicht über 12 kN liegen. Auch die dynamische Dehnung (Fangstoßdehnung) darf 40 % nicht übersteigen.

Die Prüfergebnisse haben aufgezeigt, dass diese Werte von den unbehandelten Referenzseilen problemlos eingehalten wurden.

Anders sieht es bei den bewegt und gewaschen, aber nicht verschmutzten, Testseilen aus. Trotz der relativ schonenden Behandlung hielten sie nur noch drei bzw. vier Normstürzen stand.

Alle verschmutzten Seile konnten gar nur einen einzigen Normsturz abfangen!

Der maximal zulässige Fangstoß wurde bei keinem Seil auch nur annähernd erreicht und nur ein einziges überschritt minimal die zulässige dynamische Dehnung.

Tabelle 5: Ergebnisse der Sturzttests

Dynamische Seile - Ergebnisse der Sturzttests

Versuchsablauf							Prüfergebnis		
Farbcode	Verschmutzen	Bewegen	Waschmaschine	Waschmittel	SW30	Trocknen	Sturzzahl	dynamische Dehnung (%)	Fangstoß (kN)
ohne	-	-	-	-	-	-	6	34,8	8,84
ohne	-	-	-	-	-	-	7	37,1	8,76
weiß	-	X	Handwäsche/Wolle	x	-	liegend	3	34	8,72
weiß	-	X	Handwäsche/Wolle	x	-	liegend	3	35,9	8,67
gelb	-	X	-	-	3 bar	liegend	4	35	8,69
gelb	-	X	-	-	3 bar	liegend	4	36,5	8,16
schwarz	X	X	-	-	-	liegend	1	35,8	8,86
schwarz	X	X	-	-	-	liegend	1	37,4	8,6
grün	X	X	Handwäsche/Wolle	x	-	liegend	1	38,1	8,37
grün	X	X	Handwäsche/Wolle	x	-	liegend	1	36,3	8,36
blau	X	X	Handwäsche/Wolle	-	-	liegend	1	39	8,31
blau	X	X	Handwäsche/Wolle	-	-	liegend	1	37,2	8,53
orange	X	X	-	-	3 bar	liegend	1	35,5	8,36
orange	X	X	-	-	3 bar	liegend	1	41,2	8,65
rot	X	X	-	-	7 bar	liegend	1	37,3	8,84
rot	X	X	-	-	7 bar	liegend	1	35,8	8,17
pink	X	X	Koch-/Buntwäsche	x	-	liegend	1	37,6	8,36
pink	X	X	Koch-/Buntwäsche	x	-	liegend	1	37,6	8,39
violett	X	X	-	-	3 bar	hängend	1	34,6	8,57
violett	X	X	-	-	3 bar	hängend	1	37,3	8,74

Statische Seile

Die statische Belastbarkeit laut EN 1891 beschreibt die Reißfestigkeit (Höchstzugkraft) eines Seils. Seile des Typs A, müssen mindestens 22 kN standhalten.

Diese Mindestanforderung wurde von allen von uns bearbeiteten Seilen erreicht. Trotzdem sind deutliche Unterschiede in der Höchstzugkraft erkennbar.

Pro Versuchscharge standen zwei bzw. vier Testseile zur Prüfung zur Verfügung. Mit jedem Seil wurde ein Zugversuch durchgeführt. Da die Ergebnisse der Seile aus der gleichen Charge nur im Bereich der Messungenauigkeit voneinander abwichen, werden nachfolgend die errechneten Mittelwerte aufgelistet.

Tabelle 6: Ergebnisse der Zugtests

Statische Seile - Ergebnis der Zugtests (absteigend sortiert)

Farbkennzeichnung	Versuchsablauf						Prüfergebnis
	Verschmutzen	Bewegen	Waschmaschine	Waschmittel	SW30	Trocknen	Höchstzugkraft (daN)
ohne	-	-	-	-	-	-	3592,5
weiß	-	X	Handwäsche/Wolle	x	-	liegend	3303,5
gelb	-	X	-	-	3 bar	liegend	3063,5
blau	X	X	Handwäsche/Wolle	-	-	liegend	2802
schwarz	X	X	-	-	-	liegend	2788,5
orange	X	X	-	-	3 bar	liegend	2726,5
grün	X	X	Handwäsche/Wolle	x	-	liegend	2660,5
rot	X	X	-	-	7 bar	liegend	2628,5
violett	X	X	-	-	3 bar	hängend	2600,5
pink	X	X	Koch-/Buntwäsche	x	-	liegend	2475,5

Erkenntnis

Diese Versuchsreihe ist in ihrer Art das erste Mal durchgeführt worden. Alle Ergebnisse und Ableitungen daraus gelten als Momentaufnahme und haben ausschließlich für die hierbei angewandten Methoden und Abläufe Gültigkeit.

Allein die Nutzung eines Seiles hat negativen Einfluss auf die Eigenschaften des Fasermaterials und somit auch auf dessen Belastbarkeit. Dass Verschmutzung eine zusätzliche Beeinträchtigung hervorruft, ist offenkundig. Wie sich aber das Waschen und unterschiedliche Waschmethoden auf Seile auswirkt, ist schwer einzuschätzen – genau diesen Fragen, sollte mit der durchgeführten Versuchsreihe nachgegangen werden.

Für aussagekräftige Ergebnisse wurden die Testseile sehr intensiv mit hoch abrasivem Testschmutz behandelt, reproduzierbar bewegt und anschließend mit unterschiedlichen Methoden gewaschen – und das Ganze zehn Mal wiederholt. Die Auswirkungen wurden anhand von normgerechten Sturz- bzw. Zugversuchen bewertet.

Wie zu erwarten war, hat die Verschmutzung den Seilen deutlich zugesetzt. Trotzdem hat jedes Testseil mindestens einen Normsturz gehalten bzw. die für Statikseile vorgegebene Mindestzugfestigkeit erreicht. **Die Wahl des Waschverfahrens schien dabei kaum Einfluss auf die technischen Eigenschaften von Seilen zu haben.**

Auch eine haptisch/optische Bewertung der Testseile zeigte, dass die Waschmethoden sich offensichtlich nur geringfügig unterscheiden und auf das Handling wenig Einfluss haben.

Lediglich das **Waschprogramm Koch-/Buntwäsche** hat seine Wirkung erbracht und diese Seile geschmeidiger und optisch ansprechender wirken lassen. Allerdings hat diese Waschmethode **bei den Zugversuchen am schlechtesten abgeschnitten und kann deshalb keinesfalls empfohlen** werden.

Seile, die in der Waschmaschine ohne Waschmittel gewaschen wurden, verfärbten sich bereits nach den ersten Waschvorgängen nachhaltig, sahen aber trotzdem sauber aus. Die Verwendung von Spezialwaschmittel schien diesen Effekt sogar eher zu verstärken, ohne die Waschwirkung erkennbar zu verbessern.

Der in den Herstellerempfehlungen angegebene Hinweis, Seile nicht hängend zu trocknen, war anhand der Prüfergebnisse nachvollziehbar, wenn auch die Unterschiede nur geringfügig ausfielen.

Eine Charge Seile wurden zwar verschmutzt, aber nicht gewaschen; Diese Seile zeigten im Vergleich mit den gereinigten Testseilen weder bei den Sturz- noch bei den Zugversuchen schlechtere Ergebnisse. Die fehlende Reinigung geht aber klar zu Lasten eines vernünftigen Seil-Handlings.

Auch eine saubere Verwendung (keine Verschmutzung), aber übermäßiges Waschen mindert die technischen Eigenschaften der Seile deutlich. So konnten nach zehn Bewegungs- und Waschvorgängen bei den dynamischen Seilen nur noch ca. die Hälfte der angegebenen Normstürze gehalten werden. Bei den statischen Seilen verringerte sich die Zugfestigkeit im Vergleich zum ungebrauchten Muster um bis zu ca. 30%.

Fazit: Die in der Versuchsreihe behandelten Seile haben ihre ursprünglichen Eigenschaften deutlich verändert:

- bei den dynamischen Seilen hat sich die Anzahl der gehalten Normstürze auf bis zu 1/7 reduziert
- bei den statischen Seilen verringerte sich die Zugfestigkeit um bis zu einem Drittel. Die in der Typenbezeichnung angegebene Zugfestigkeit von 28kN konnten nur noch bei 3 von 9 Seilen gemessen werden.

Seile zu waschen ist aber durchaus sinnvoll, um ein gutes Handling beizubehalten. Laut den Ergebnissen ist die **Wahl der Waschmethode nicht so entscheidend**. Empfehlenswert ist, Seile grundsätzlich schonend zu behandeln und nur nach tatsächlicher Notwendigkeit zu waschen, vorzugsweise auch nur die wirklich verschmutzten Bereiche. Denn egal wie, jeder Waschvorgang ist eine Belastung für das Seil und jede vermeidbare Belastung sollte verhindert werden!

Resümee in Bezug auf das Seilwaschgerät SW30:

Die Ergebnisse dieser Versuchsreihe zeigten, dass die Waschwirkung des SW30 im Vergleich zur Waschmaschine durchwegs besser bewertet wurde.

Im Vergleich mit den anderen Waschmethoden konnten auch **keine negativen Auswirkungen durch den Einsatz des SW30 festgestellt** werden.

In Punkto Effizienz sind hier sogar noch ein paar andere Vorteile zu nennen:

- Bei intensiver Verschmutzung kann das Seil langsam oder mehrfach durchgezogen und so an diesen Stellen intensiver gewaschen werden.
- Saubere Bereiche des Seils können schneller oder müssen gar nicht durch das Gerät gezogen werden.
- Auch sehr lange Seile können problemlos gewaschen werden.
- Im Vergleich mit der Waschmaschine ist ein Waschvorgang mit dem SW30 deutlich schneller und Energieschonender.
- Auf Grund seiner kompakten Größe ist das SW30 leicht zu transportieren und kann überall, wo ein Wasseranschluss vorhanden ist, betrieben werden.