



# Mehr eiserne Reserve

## Zugkraftverluste bei Ketten- und Getriebewinden

**Der Preis einer Seilwinde relativiert sich, wenn mit der garantierten Betriebszugkraft statt mit der Nennzugkraft gerechnet wird. Getriebewinden können dabei gegenüber Kettenwinden punkten, wie ein Vergleich beider Typen zeigt.**

Zugkraftverluste bei Seilwinden sind immer ein Ärgernis: Je näher ein Stamm beigeseilt wird, umso geringer wird die Leistung der Winde. Während die maximale Zugkraft – die als Nennzugkraft verkauft wird – nur auf der untersten Seillage bei einem komplett abgespulten Seil erreicht wird, sinkt die zu jeder Zeit verfügbare Betriebszugkraft, je mehr Seil aufgewickelt wird: Mit einer vollen Seiltrommel ist die Zugkraft am geringsten, mit einer leeren Trommel am höchsten.

Das kann dazu führen, dass der Stamm auf halber Strecke liegen bleibt, weil die Zugkraft für das letzte Stück nicht mehr ausreicht. Der Grund dafür sind die Zug-

kraftverluste, die durch das Aufspulen des Seils physikalisch bedingt entstehen: Mehr Seillagen auf der Trommel vergrößern die Hebelwirkung, weil der Abstand zum Trommelmittelpunkt länger wird und somit auch der „Krafthebel“. Eine Seilwinde kann dadurch auf den oberen Seillagen nicht so viel Kraft aufbringen wie mit einem Seil nah am Trommelmittelpunkt. Nur Konstantzugwinden mit einer durch einen ansteigenden Hydraulikdruck stets gleichbleibenden Zugkraft gleichen diese Verluste aus. Bei Forstseilwinden mit Rollenkettenantrieb oder einem Getriebe entstehen immer Zugkraftverluste – allerdings mit einem sehr

unterschiedlichen Leistungsabfall von etwa 20 bis zu über 50 Prozent. Um das Preis-Leistungs-Verhältnis einer Winde objektiv zu beurteilen, sollte deshalb die garantierte Betriebszugkraft als Vergleichsgrundlage dienen.

### Breite Trommel, mehr Kraft

Bei einem Wirkungsgrad von 50 Prozent kann eine Seilwinde mit einer Nennzugkraft von sechs Tonnen nur eine tatsächliche Betriebszugkraft von weniger als drei Tonnen erreichen. Bei Getriebewinden sind die Zugkraftverluste üblicherweise geringer als bei Kettenwinden. Das liegt am unterschiedlichen Aufbau der beiden Seilwindenarten, insbesondere an den Dimensionen der Seiltrommel: deren Breite und dem Trommelkerndurchmesser. Je breiter die Trommel und desto größer ihr Kerndurchmesser, umso geringer sind die Zugkraftverluste.

Bei einer solchen Trommel lässt sich beispielsweise ein 70 Meter langes Seil mit nur 3,5 Wicklungsebenen komplett aufspulen, wie bei den S-line-Getriebeseilwinden von Pfanzelt. Der Trommeldurchmesser inklusive des Seils vergrößert sich dadurch nur um etwa 20 Prozent, so dass durch den damit verbundenen längeren Hebel die Zugkraft um rund 20 Prozent abnimmt.

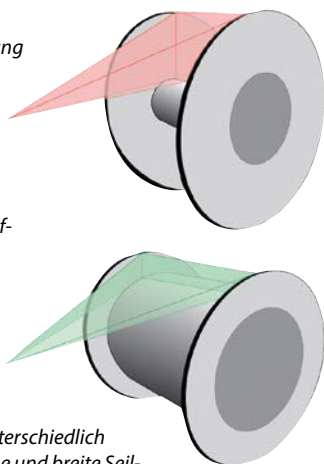
Bei einem kleinen Trommeldurchmesser mit einer schmalen Breite muss das Seil bei gleicher Länge mit deutlich mehr Lagen gewickelt werden. Der Trommeldurchmesser inklusive des Seils kann sich dadurch bis zum Doppelten erhöhen. Dementsprechend steigt der Zugkraftverlust auf rund 50 Prozent.

Die Trommelbauart hat auch Einfluss auf die Seilgeschwindigkeit. Eine schmale und hohe Trommel zieht das Seil mit einer ansteigenden, immer schneller werdenden Geschwindigkeit



Getriebewinden wie die Pfanzelt-S-line-Serie haben häufiger parallel zur Zugrichtung eingebaute Seiltrommeln, während die Trommeln von Kettenwinden oft quer liegen. Das Seil muss dann umgelenkt werden, damit es hinten auslaufen kann.

Seilablauf ohne seitliche Umlenkung bei den Pfanzelt-S-line-Winden. Die Abbildung zeigt ein Modell mit einem Arm für die mechanische Seilverteilung sowie einer Seileinlaufbremse.



Unterschiedlich hohe und breite Seilwickelbereiche verschiedener Trommeltypen: Breite Seiltrommeln mit einem großen Kerndurchmesser (unten) verringern die Zugkraftverluste.

ein, während eine breite Trommel langsamer und gleichmäßiger zieht. Beides kann von Vorteil sein: um schnell zu arbeiten oder um das Holz mit einer geringeren Seilgeschwindigkeit präziser ziehen zu können.

Die Zugkraftverluste wirken sich auch auf die Seilstärke aus. Die Bruchkraft eines Forstseils muss mindestens doppelt so hoch sein wie die maximale Zugkraft der Winde. Bei einer Kettenwinde mit einer Nennzugkraft von acht Tonnen muss das Seil mit 13 Millimeter Durchmesser stärker sein als bei einer Getriebewinde mit sechs Tonnen Nennzugkraft – obwohl beide Winden je nach Seillänge die gleiche Betriebszugkraft erreichen können: rund vier Tonnen. Die erforderliche Bruchkraftsicherheit setzt zudem eine Spirale in Gang: Ein stärkeres Seil mit einem größe-

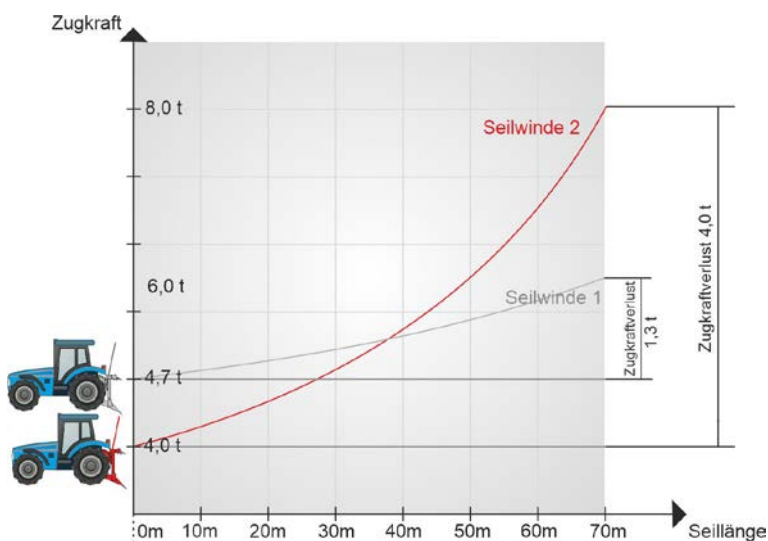
ren Durchmesser füllt die Trommel langsamer und gleichmäßiger, was wiederum Zugkraft in den oberen Seillagen kostet. Diese Verluste sind oft unnötig, wenn die volle Seillänge nur selten benötigt wird, weil sich viele Arbeiten über kurze Distanzen erledigen lassen.

**Getriebewinden für Waldbauern**

Geringere Zugkraftverluste haben natürlich ihren Preis; Getriebewinden sind entsprechend teurer als Kettenwinden. Der Aufpreis resultiert auch durch weitere Unterschiede der beiden Windenkonstruktionen, die sich an den S-line-Getriebeseilwinden der Firma Pfanzelt Maschinenbau darstellen lassen. Pfanzelt produziert die Baureihe seit dem Jahr 2008 als Teil der S-line-Sparte mit Forsttechnik für Waldbauern und

**Vor- und Nachteile verschiedener Windenbauarten**

Getriebewinde Pfanzelt S-line S160	Vergleichbare Kettenwinde
Nennzugkraft: 60 kN	Nennzugkraft: 65 kN
Betriebszugkraft: 47 kN (bei Serien-Seillänge 70 m)	Betriebszugkraft: 42,2 kN (bei Serien-Seillänge 80 m)
Zugkraftverlust: 21,7 %	Zugkraftverlust: 35,1 %
proportional höhere Zugkraft auf den oberen Seillagen	stärker abfallende Zugkraft auf den oberen Seillagen
leichtere Seile möglich	stärkeres Seil muss höherer Nennzugkraft entsprechen
geringere Seilgeschwindigkeit	schnell ansteigende Seilgeschwindigkeit
geringere Seilauzugkräfte auch ohne Seilausstoß	konstruktionsbedingt höherer Kraftaufwand beim Seilauszug
bessere Überschneidung von Kupplung und Lamellenbremse	wartungsintensive offene Bandbremse
weitgehend wartungsfreier Antrieb	regelmäßige Wartung erforderlich
höherer Preis, aber nur bezogen auf die Nennzugkraft	niedriger Preis, aber nicht bezogen auf die Betriebszugkraft



Gegenüberstellung der Zugkraftentwicklung in Relation zur verwendeten Seillänge bei Ketten- und Getriebewinden. Getriebewinden bieten eine konstantere Leistung über einen weiten Bereich.

Semiprofis. Diese Modelle basieren auf den Profi-Getriebewinden, nur die Dimensionen und Komponenten wurden an kleinere Schlepper angepasst. Derzeit werden drei Modelle mit garantierten Betriebszugkräften von 40 bis 56 Kilonewton angeboten, die Nennzugkräfte liegen rund 20 Prozent höher (siehe Tabelle nächste Seite). Die Seiltrommeln der S-Line-Winden sind parallel zur Fahrtrichtung eingebaut. Das Seil kann

dadurch ohne Umlenkungen direkt nach hinten ablaufen. Die Trommeln vieler Kettenwinden dagegen sind quer zur Fahrtrichtung montiert, das Seil muss bei einigen Modellen mehrfach umgelenkt werden, bis es in Seilzugrichtung ausläuft. Die Einbaurichtung hat auf den Zugkraftverlust zwar keine Auswirkung, kann aber durch die Seilumlenkung das Spulverhalten sowie die Auszugskraft beeinflussen. Bei den S-line-Winden beträgt der

Kraftaufwand zum Auszug des Seils 30 Newton, das entspricht nur rund drei Kilogramm. In diesem Fall ist eine geringe Zugkraft sogar ein Gewinn: weniger Kraftaufwand. Das leichte Abspulen unterstützt zudem eine Trommelnachlaufbremse aus dem Zubehörprogramm. Sie verhindert Unordnung auf der Seiltrommel, wenn ein unter Spannung stehendes Seil gelöst wird und zurückschnellt. Die Trommel wird in diesem Fall automatisch gebremst, damit sich das Seil sauber wieder aufwickeln lässt.

Mit einer Breite von 188 Millimetern und einem Kerndurchmesser von 220 Millimetern sind die Trommeln der S-line-Modelle alle baugleich. Um mit einer solchen massiven Trommel die gleiche Zugkraft wie mit einer schmalen zu erreichen, wird ein höheres Drehmoment benötigt. Getriebewinden sind deshalb bauartbedingt im Vorteil, denn ein Getriebe bietet immer eine bessere Übersetzung als ein Kettenantrieb. Pfanzelt verbaut komplett gekapselte Schneckengetriebe mit Leichtlauföl, das Seil kann so direkt und leichtgängig ablaufen. Gegenüber einem Kettenantrieb ist auch die Wartung einfacher: Ein regelmäßiger Ölwechsel genügt, je nach Einsatz alle ein bis zwei Jahre. Kettenwinden hingegen müssen viel häufiger geschmiert und nachgespannt werden. Sonst funktioniert der Antrieb nicht, und die Kettenzahnräder verschleifen.

**Lamellen oder Bremsband?**

Zur insgesamt besseren Qualität einer Getriebewinde trägt auch die Bremsart bei. Als Haltebremse verbaut Pfanzelt Lamellenbremsen, die durch einen geschützten Einbau und einstellbare, direkt wirkende Druckfedern den Reibwert und die Bremskraft in engen Grenzen konstant halten sollen. Die Bremse lässt sich so einstellen, dass sie als Überlastsicherung anspricht, bevor die Mindestbruchkraft des Seils erreicht ist. Auch dieses System ist nahezu wartungsfrei. Mit der Präzisionssteuerung PPS



Eine S-line-Winde S160 im Einsatz. Mit einem Zugkraftverlust von etwas mehr als 20 Prozent zählen diese Modelle zu den leistungsfähigen Getriebewinden.

Fotos: Pfanzelt Maschinenbau



Lamellen-Haltebremse (links im Bild) und Lamellen-Kupplung (rechts) einer Pfanzelt-Getriebewinde.



Seit Kurzem bietet Pfanzelt für die S-line-Modelle ein Langseilpaket mit einer Andruckrolle an.

lassen sich die Pfanzelt-Getriebewinden zudem in drei Stufen an die jeweilige Rückesituation anpassen. Die Vorwahlstufen für Seilen in der Ebene, Seilen am Hang und die Sicherheitsfällung werden per Knopfdruck an der Winde verstellt. Sie passen die Überschneidung von Kupplung und Bremse an und sorgen so für mehr Sicherheit. Seit Kurzem können diese Einstellungen auch mit einer Fernbedienung erfolgen. Haltebremsen von Kettenwinden funktionieren oft völlig an-

ders: Sie sind häufig mit offenen Bandbremsen ausgestattet, die mit einer nur kleinen Bremsfeder als selbstverstärkende Differenzialbremse konstruiert sind. Diese offene Bauart muss gegen Witterungseinflüsse und Verschmutzung geschützt sein sowie regelmäßig gereinigt werden, sonst lässt die Leistung der Bremse nach – bei mangelnder Pflege bis zum völligen Versagen. Als Überlastsicherung gegen Seilriss ist diese Bremsbauart wegen der

Selbstverstärkung und höheren Reibwertschwankungen zudem schwerer einstellbar. Die garantierte Betriebszugkraft ist aus den genannten Gründen nur ein Aspekt bei der Wahl einer leistungsfähigen Seilwinde. Bei einem Vergleich der Preise unterschiedlicher Forstwinden auf der Grundlage der immer verfügbaren Zugkraft kann das Ergebnis sein: Ketten- und Getriebewinden liegen in einer Preisklasse.

MAX RIEMANN

[www.pfanzelt.com](http://www.pfanzelt.com)

**Pfanzelt S-line-Getriebewinden**

	S150	S160	S172
<b>Zugkraft untere Seillage (Nennzugkraft)</b>	50 Kilonewton (5,1 Tonnen)	60 Kilonewton (6,1 Tonnen)	72 Kilonewton (7,3 Tonnen)
<b>Zugkraft obere Seillage (Betriebszugkraft)</b>	40 Kilonewton (4,1 Tonnen)	47 Kilonewton (4,8 Tonnen)	56 Kilonewton (5,7 Tonnen)
<b>Forstspezialseil (Serie)</b>	Ø 10 mm x 70 m	Ø 11 mm x 70 m	Ø 12 mm x 60 m
<b>Maximale Seilkapazität</b>	Ø 10 mm x 110 m	Ø 11 mm x 100 m	Ø 12 mm x 90 m
<b>Rückeschildbreite</b>	1.500 mm	1.500 mm	1.800 mm
<b>Preis (zzgl. MwSt.)</b>	6.490 Euro	7.590 Euro	8.950 Euro