

## 3.2 Holzernte – Fokus „Neue“ Nachhaltigkeit

### 3.2.1 Klimawandel- und naturschutzbedingte Herausforderungen bei der Holzernte – BestHarvest

#### Ausgangssituation

Waldbauliche Strategien, die Anpassung von Waldbeständen an den Klimawandel, Änderungen bei der Baumartenwahl, die Zertifizierung nach FSC und naturschutzfachliche Zielsetzungen führen zu Veränderungen in der Struktur von Waldbeständen. Langfristig kann damit ein mosaikartiger Wechsel aus komplett aus der Nutzung fallenden Flächen (z. B. kleinflächig im Bereich von Habitatbäumen oder großflächig bei Alt- und Totholzinseln), Flächen mit Nutzungsaufgaben (z. B. Lebensraumtypflächen) und Flächen, in denen eine geregelte nachhaltige Forstwirtschaft betrieben werden kann, einhergehen. Die Holzernte in Waldbeständen mit Biotopbäumen, Totholz und komplexen vertikalen Strukturen, mit einer Vielzahl an Baumarten und weiten Rückegassenabständen stellt einige Forstbetriebe und Forstunternehmen vor neue technische und wirtschaftliche Herausforderungen.

Konkret ist eine gestiegene Gefährdungssituation (z. B. durch absterbende Kronen), durch veränderte Arbeitsbelastungen (z. B. durch längere Rücke- und Vorrückedistanzen) und komplexere und/oder technisch aufwändigere Verfahren (Vorfällen, Seilzugeinsatz, Einsatz von hydraulischen Fällkeilen etc.) festzustellen. Um diese Herausforderungen zu meistern, müssen für die Holzernte Verfahren entwickelt und getestet werden, die den Bedingungen an eine zunehmend anspruchsvollere Nutzung gerecht werden. Das Projekt BestHarvest befasst sich mit der Recherche, Untersuchung und Bewertung bestehender

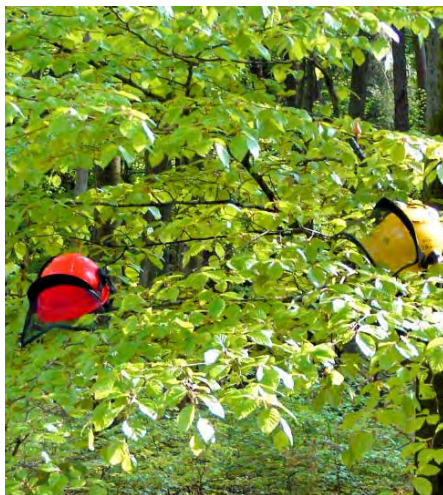


Abb. 1: Sehen und gesehen werden

Holzernteverfahren für diese gestiegenen Arbeitsschutzanforderungen.

#### Sehen und gesehen werden

Erkennbarkeit ist unerlässlich für das Wahrnehmen des Kollegen, zur Unfallvermeidung und ggf. zum Auffinden verletzter Personen. Wichtige Rahmenbedingungen für die Erkennbarkeit im Wald sind Farbgebung, Farbfläche und Konfektion. Gerade die Wahl der richtigen Warnfarbe, nämlich vorzugsweise Orange gegenüber Gelb, ist hier entscheidend und daher Bestandteil der KWF-Gebrauchswertprüfung. Aufgrund des farblichen Wechsels der Umgebung im Jahresverlauf, kann eine Kombination aus Gelb und einer anderen Warnfarbe sinnvoll sein.

#### Kommunikation sicherstellen:

Rufen und Winken stoßen in dichter Verjüngung an ihre Grenzen. Für eine ungestörte Kommunikation bei lauten Motorsägen- oder Maschinengeräuschen, insbesondere bei Unfällen, sind daher Sprechfunksysteme unerlässlich. Ergänzt werden sollten diese noch mit passiven Notrufauslösungen. Aber auch bei kombinierten Holzernteverfahren, bspw. mit Motorsägenführern beim Zufällen von Bäumen und mit Harvestern zur Aufarbeitung, ist es wichtig, eine stehende Funkverbindung zu haben und zusätzlich zu wissen, ob sich Kollegen im Gefahrenbereich befinden. Am sichersten ist es jedoch, die motormanuelle und maschinelle Arbeit zeitlich zu entkoppeln, wie es auch im Königsbronner Harvesterverfahren vorgeschrieben ist.

#### Die sichere Fällung von Gefahrbäumen

Dieses Thema ist hochaktuell. Im Zuge von



Abb. 2: Sehen und gesehen werden

Klimawandel und in der Folge durch Trockenheit geschädigte Bestände hat das Auftreten von Schadholz drastisch zugenommen. Wenn die motormanuelle Fällung von gesunden Bäumen ohnehin schon gefährlich ist und einer speziellen Expertise bedarf, so steigt das Gefährdungspotenzial bei der Gefahrbaumfällung nochmals erheblich. Am Exkursionspunkt wird gezeigt, welche Methoden der Schadholzernte angewendet werden sollten, um die Sicherheit der arbeitenden Personen zu gewährleisten, wenn eine motormanuelle Fällung unumgänglich ist. Im Einzelnen werden die a) seilunterstützte Fällung und b) die Fällung unter Zuhilfenahme ferngesteuerter Fällkeile gezeigt. Eine weitere Methode – die Sprengung von Bäumen – wird am Exkursionspunkt 4.1 b erläutert.

#### a) Seilwindenunterstützte Fällung

#### Verfahrensbeschreibung

Die Bedingungen naturschutzfachlicher Anforderungen haben zunehmend den Einsatz motormanuell arbeitender Forstwirte zur Folge. Um Rückhänger und Bäume mit Trockenästen oder Kontakt zu Trockenästen sicher fällen zu können, ist die seilunterstützte Fällung anzuwenden. Dieses Verfahren bietet den Vorteil, den Baum aus sicherer Entfernung und ohne Erschütterung durch Keilarbeit zu Boden zu bringen. Zudem kann mit der Seilwinde zielgerichteter und damit pfleglicher gegenüber dem verbleibenden Bestand gearbeitet werden.

Eine der wichtigsten Regeln für sicheres Arbeiten mit diesem Verfahren ist, dass der

#### Exkursionsbild 3.2.1

**Arbeitsauftrag:** Absenkung des Vorrates durch Zielstärkennutzung (Hauptnutzung)

**Sortimentierung:**

Säge-/Bauholz: Aufarbeitung von Langholz, Industrieholz: bessere Qualitäten sollen als „Automatenholz“ aufgearbeitet werden. Das restliche IH soll in den Qualitäten f („fehlerhaft“) und k („krank“) ausgehalten werden

**Regie:** Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF); Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik e.V. (KWF); Unique – forestry and land use GmbH

**Ansprechpartner:** Marius Kopetzky (KWF)

**Das Projekt „BestHarvest – Entwicklung von Best-Practice-Verfahren zur Holzernte in Wäldern mit hoher naturschutzfachlicher Bedeutung“ wird gefördert durch das BMEL, aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages.**

zu fallende Baum hoch genug angeseilt wird. Hierzu kann die Calmbacher Tabelle zur Abschätzung der Anschlaghöhe und der erforderlichen Zugkraft orientierend verwendet werden (Tab. 1).

Darüber hinaus ist aber auch die Kommunikation zwischen Maschinenführer und Forstwirtschaft für die Sicherheit dieses Verfahrens essenziell. Ausschließlich der Motorsägenführer am Baum gibt das Kommando zum Anziehen des Seiles!

### Anbringen des Seiles am Baum

#### 1. Königsbrunner Anschlagtechnik (KAT)

Geeignet für Anschlaghöhen von 5 bis 6 m und Bäume aller Art.

- Das Anschlagseil wird um den Baum gelegt und mittels Schäkel zu einer Schlaufe geschlossen (Abb. 3). Ein weiterer Schäkel verbindet das Anschlagseil mit dem Seilwinden-Seil
- Mit einer Anschlagkralle oder Münchehofer Sicherheitsgabel wird das Seil auf die nötige Höhe gebracht und dort gehalten (Abb. 4 und 5). Im Falle tief ansetzender Äste oder Bäume mit grober Borke kann das Anschlagseil direkt über einen Ast in der gewünschten Höhe angebracht und mit der Anschlagkralle um den Baum geführt werden. Das Ende des Anschlagseils wird dann am Boden mit dem Schäkel zu einer Schlaufe geschlossen.
- Das Seil wird mittels Winde auf leichte Spannung gebracht, sodass es nicht wieder herunterrutscht. Der Winkel des Seiles am Baum sollte nicht mehr als 15° betragen.

#### 2. Darmstädter Seilzugtechnik

Maximale Anschlaghöhe sind 15 m. Es ist erforderlich, einen geeigneten Ast zu finden sowie eine freie Fläche zum Katapultieren des Wurfbeutels.

- Mithilfe einer Wurfbeutelschleuder wird der Wurfbeutel über einen geeigneten Ast (stark und hoch genug) geschleudert.
- Liegt die Wurfseil über dem Ast, wird das Ende mit dem Wurfbeutel zu Boden gelassen und dann das andere Ende mit dem Baumzugseil verbunden. Hier reicht ein Schraubkarabiner, das Seil sollte etwa 30 m lang sein.
- Ist das Baumzugseil über den Ast gezogen, wird das Wurfseil entfernt und die beiden Endschnäuren mittels Schäkel am Windenseil befestigt.

#### 3. Steigeisentechnik

Hier müssen vorab folgende Punkte beachtet werden: Der Baum muss eine ausreichende Standsicherheit aufweisen. Die Krone muss für das Verfahren geeignet sein. Es sind mindestens zwei Personen mit der entsprechenden Ausbildung und körperlichen Konstitution zum Klettern erforderlich, die sich im Notfall gegenseitig Erste Hilfe leisten und retten können. Ruf- und Sichtverbindung zwischen diesen Personen muss gegeben sein.

Insbesondere bei starken Rückhängern und zur Sicherung von Verkehrswegen oder Siedlungen muss das Zugseil in ausreichender Höhe angebracht werden. Hierzu ist oft das Besteigen des Baumes nötig.

- Der Kletterer besteigt mit einem Arbeitsseil den Baum bis zu einer geeigneten Höhe und einer Stelle, an der er sicheren Stand hat.

- Mit dem Arbeitsseil wird das Zugseil nachgeholt und um den Stamm oder einen ausreichend starken Ast gelegt.
- Die Schlaufe wird mit einem Schäkel geschlossen.

### Fälltechnik

Damit der Baum erst in Bewegung gerät, wenn sich der Motorsägenführer in ausreichendem Sicherheitsabstand befindet, ist eine spezielle Schneidetechnik nötig. Auch für das Vorspannen des Seiles sollte der Motorsägenführer in sicherer Entfernung zum Baum stehen. Das Kommando an den Maschinenführer gibt ausschließlich der Motorsägenführer.

- Der Fällschnitt wird als Stechschnitt ausgeführt, dabei bleibt ein großzügig bemessenes Halteband stehen.
- Nachdem die Sicherungskeile vorsichtig in den Schnitt eingebracht wurden, kann das Halteband etwa 15 bis 20 cm unterhalb des Fällschnittes durchtrennt werden.
- Befinden sich alle Personen außerhalb des Gefährdungsbereiches, kann der Motorsägenführer das Kommando zum Umziehen des Baumes geben.

### Technische Daten



#### Vorrückeraupe Wicki Forst 50.6B

- **Gewicht:** ca. 2.800 kg
- **Leistung:** 40 KW/55 PS
- **Zugkraft:** 6 t
- **Seilkapazität:** max. 150 m (Seildurchmesser 12 mm).
- **Traktionshilfswinde:** stufenlos 0-2 t, maximale Seillänge 200 m
- **Länge:** 3.100 mm; **Breite:** 1.700 mm;
- **Bodenfreiheit:** 300 mm
- **Fahrtrieb:** 0-5 km/h

Foto: M. Hofmaier

## Abschätzung der Anschlaghöhe und der erforderlichen Zugkraft

**Tab. 1: Calmbacher Tabelle zum Abschätzen der Anschlaghöhe und der nötigen Zugkraft:** Benötigte maximale Zugkräfte für eine sichere Seilwindenunterstützte Fällung. Werden hohe Zugkräfte benötigt, empfehlen wir eine negative Bruchstufe mit Halteband!

BHD etwa gerade stehend	BHD leichter Rückhänger bis 2 m	BHD stärker Rückhänger bis 5 m	Laubbäume Zugkraft (t)					Nadelbäume Zugkraft (t)				
			bei Anschlaghöhe					bei Anschlaghöhe				
			5 m	7,5 m	10 m	15 m	20 m	5 m	7,5 m	10 m	15 m	
45	oder hindernde Äste	24	1,1	0,7	0,6	0,4	0,3	0,9	0,6	0,4	0,3	
50			1,4	0,9	0,7	0,5	0,3	1,1	0,7	0,5	0,4	
55	39	24	1,6	1,1	0,8	0,5	0,4	1,3	0,9	0,6	0,4	
60	43		2,0	1,3	1,0	0,7	0,5	1,5	1,0	0,8	0,5	
70	50	28	3,0	2,0	1,5	1,0	0,8	2,4	1,6	1,2	0,8	
80	57		3,2	2,7	2,0	1,3	1,0	3,1	2,1	1,5	1,0	
90	64	36	5,0	3,4	2,5	1,7	1,3	3,9	2,6	2,0	1,3	
100	71		4,0	4,1	3,1	2,1	1,6	4,8	3,2	2,4	1,6	
110	79	44	7,5	5,0	3,8	2,5	1,9	5,9	3,9	2,9	2,0	
120	86		4,8	9,0	6,0	4,5	3,0	2,2	7,0	4,6	3,5	2,3
130	93	52	10,5	7,0	5,3	3,5	2,6	8,2	5,4	4,1	2,7	
140	100		5,6	12,2	8,1	6,1	4,1	3,0	9,5	6,3	4,7	3,2
150	107	60	14,0	9,3	7,0	4,7	3,5	10,9	7,3	5,4	3,6	
160	114		6,4	15,9	10,6	8,0	5,3	4,0	12,4	8,3	6,2	4,1
170	121	68		12,0	9,0	6,0	4,5	14,0	9,3	7,0	4,7	
180	129		7,2		13,4	10,1	6,7	5,0	15,7	10,4	7,8	5,2
200	143	80		16,6	12,4	8,3	6,2		12,9	9,7	6,4	
220	157		8,8		15,1	10,0	7,5		15,6	11,7	7,8	
240	171	96				11,9	9,0			13,9	9,3	
260	186		10,4				14,0	10,5		16,3	10,9	
280	200	112					16,3	12,2			12,6	
300	214		12,0				14,0				14,5	
320	229	12,8					15,9				16,5	

Zugkraft wird eigentlich in „N“ angegeben. Um die Tabelle jedoch für die Praxis einfacher darzustellen wurde die Gewichtseinheit „t“ angegeben. (1 t entspricht 10 kN)



Abb. 3: Anschlagseil und Schäkel

Foto: M. Hofmaier



Abb. 4: Anheben des Seiles mit der Anschlagkralle

Foto: M. Hofmaier



Abb. 5: Auf Höhe gebrachtes Seil mithilfe der Anschlagkralle

Foto: M. Hofmaier



Abb. 6: Ausrüstung für die Königsbronner Anschlagstechnik

Foto: KWF

## Ausrüstung

Für alle belasteten Teile, wie Seile oder Schäkel, gilt, dass diese gemäß DIN 30754 auszuwählen sind!

### 1. Königsbronner Anschlagstechnik (KAT)

- Seil mit zwei Schlaufen. Empfohlen wird ein FPA-geprüfter Seilstropp mit ummantelter Dyneema-Faser, 12 m lang und etwa 17 mm

Durchmesser

- Zwei Schäkel mit ausreichender Nutzlast
- Spezielle KAT-Anschlagkralle (z. B. Münchehofer Sicherheitsgabel)
- Teleskopstange mit etwa 4 bis 5 m Länge
- **2. Darmstädter Seilzugtechnik (wird nicht vorgeführt)**
- Baumzugseil mit ausreichender Nutzlast mit zwei Endschlaufen
- Hochfester Schäkel
- Teleskopgestänge
- Wurfbeutelschleuder und Schubhaken
- Karabiner mit Schraubverschluss
- Zwei Wurfbeutel mit Ring
- Zwei Wurffleinen (etwa 3 mm Durchmesser)

### 3. Steigeisentechnik (wird nicht vorgeführt)

Pro Person:

- Arbeitsplatz- und Positionierungsgurt
- Kletterhelm
- Textile Kurzsicherung
- Stählerne Kurzsicherung
- Zwei PSA-Schraubglieder/Karabiner
- Ovale PSA-Schraubkarabiner
- PSA-Bandrundschnelle, 150 cm
- Steigeisen

Rettung:

- Kernmantel-Einfachseil, 11 mm Durchmesser, 30 m Länge
- Ovaler Schraubkarabiner, Stahl
- Zwei ovale Schraubkarabiner, Aluminium
- PSA-Schraubglied, Karabiner
- Abseilacht
- Y-Bandschleufe 40/25
- Tibor-Klemmknotenseil, 80 cm Länge

## Beurteilung des Verfahrens

### Arbeitsschutz

Die Verfahren erlauben eine weitgehend sichere Arbeit an rüchhängenden oder trockenen Bäumen, da sich das Personal im Moment des Fällens außerhalb der Gefahrenzone befindet. Eine klare Aufgabenteilung und reibungslose Kommunikation zwischen den beteiligten Personen muss jederzeit gegeben sein.

Die bei der Steigeisentechnik erwähnten Punkte (Anforderungen an den Baum, Anforderungen an die körperliche Konstitution und Fähigkeiten der arbeitenden Personen) müssen unbedingt beachtet werden.

Die verwendeten Komponenten sind auf die Zugkraft der Seilwinde abzustimmen und sollten deren Maximalkraft nicht unterschreiten. Im Falle eines umgelenkten Zuges können die doppelten Zugkräfte auftreten, weshalb die zur Umlenkung verwendeten Komponenten für eine Nutzlast ausgelegt sein müssen, die dem Doppelten der Windenzugkraft entspricht. Anschlagmittel und Seile müssen vor Gebrauch einer Sichtkontrolle unterzogen werden.

### Umweltverträglichkeit

Die angesprochenen Verfahren zum Anbringen des Zugseils am Baum sind ausgesprochen schonend für Boden und Bestand. Relevant ist die eingesetzte Maschine zum Umziehen des Baumes. Diese sollte sich gemäß geltender Zertifizierungsstandards ausschließlich auf der Rückegasse bewegen.



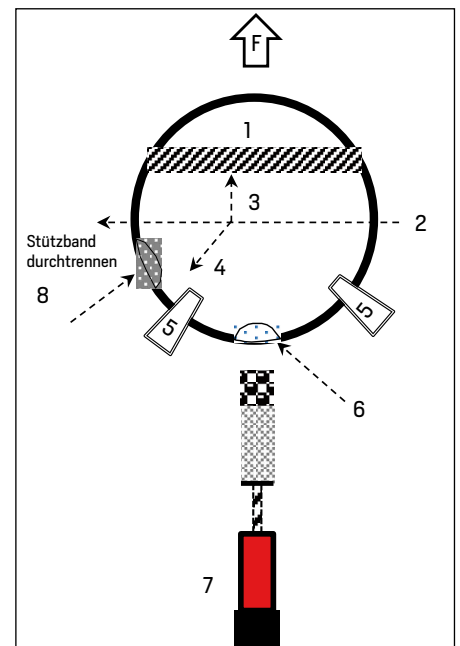
Abb. 7: Beispiel eines Schnabelschnittes und gesetzter Sicherungseile

Foto: S. Geßler



Abb. 8: Mechanischer Fällkeil im Schnabelschnitt

Foto: S. Geßler



### Fällung mit ferngesteuertem Keil

1. Fallkerb anlegen
2. Fällschnitt mit Stechschnitt beginnen
3. Mit auslaufender Kette bis an die Bruchleiste sägen
4. Stützband herstellen
5. Keile zur Sicherung des Fällschnitts setzen
6. Fällschnitt erweitern „Schnabelschnitt“
7. Ferngesteuerten Keil einsetzen und auf Spannung bringen
8. Durchtrennen des Stützbands (waagrecht)

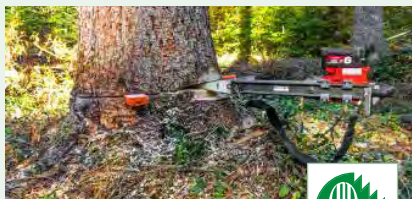
Danach in die Rückweiche treten und Ferngesteuerten Keil aktivieren.

Abb. 9: Verfahren zur Verwendung ferngesteuerter Fällkeile

Foto: M. Bossenmaier

## Technische Daten

### Fernbedienbarer Fällkeil TR300

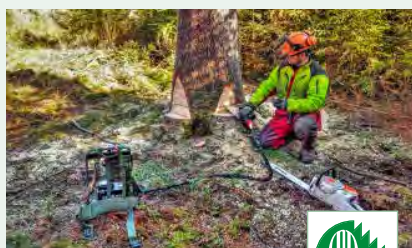


- **Gewicht:** 9,2 kg
- **Hubhöhe:** 60 mm
- **Maximale Druckkraft:** 25 t



Foto: S. Geißler

### Fernbedienbares hydraulisches Akkufällsystem AP3 Fa. Strixner



- Schutz vor unbeabsichtigtem Reduzieren der Hubkraft über ein Sperrventil
- Bei Fernbedienung „Rückwärtsgang“ gesperrt!
- **Verfügbare Schlauchlängen:** 2 m, 4 m, 6 m, 10 m
- **Gewicht:** 10,4 bis 15,2 kg
- **Hubhöhe:** 45 / 62 mm
- **Maximale Druckkraft:** 20 – 45 t
- Pro Akkuladung bis zu 20 Fällungen möglich
- Kombinierbar mit Fällzylindern (20 – 50 t Hubkraft)



Foto: M. Bossenmaier

### Fernbedienbarer Fällkeil Bast-Ing ValFast mit Vallink



- Fernsteuerung mittels Vallink und eingehängtem Forstmaßband möglich
- **Gewicht:** 5,7 kg
- **Hubhöhe:** 80 [45] mm
- **max. Druckkraft:** 26 t
- **max. Schlagschrauberleistung:** 1.630 Nm (empfohlen min. 1.000 Nm)

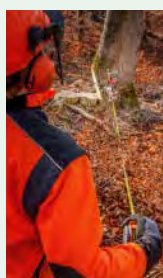


Foto: Fa. Bast-Ing

Foto: Fa. Bast-Ing

Mithilfe des Seilzuges kann der Baum zielgerichtet und damit bestandespfleglich zu Boden gebracht werden.

## Wirtschaftlichkeit und Prozessorientierung

Für diese Verfahren muss ein übliches Holzernstevorgehen unterbrochen werden, um die nötigen Geräte und Maschinen in Position zu bringen, das Verfahren vorzubereiten und mit der angebrachten Sorgfalt zu arbeiten.

## b) Ferngesteuerte mechanische und hydraulische Fällkeile

## Verfahrensbeschreibung

Für ein ergonomischeres Arbeiten des Motorsägenführers bei der Holzernte sowie zur Erhöhung der Arbeitssicherheit können ferngesteuerte mechanische oder hydraulische Fällkeile (FFK) verwendet werden. Dabei sollten folgende Schritte zusätzlich zum üblichen Fällverfahren angewandt werden:

- Der Motorsägenführer macht eine sorgfältige Baumbeurteilung. Dabei ist zu beachten, dass ausschließlich keilbare Bäume für die Fällung mit einem FFK infrage kommen.
- Das Beischnneiden von Wurzelanläufen, insbesondere bei Laubschadholz, ist zu vermeiden, da mit Fäule zu rechnen ist.
- Der Motorsägenführer legt den Fallkerb an und prüft, ob der Fallkerb Anzeichen für Fäule aufweist. Bei starker Fäule im Stamm darf der FFK nicht verwendet werden, da die Fasern dann nicht ausreichend belastbar sind und der Keil sich in das geschädigte Holz drückt, ohne den Baum anzuheben. In diesem Fall ist seilwindenunterstützt zu fällen.
- Anschließend wird mittels Sicherheitsfälltechnik die Bruchleiste ausgeformt und ein Sicherheitsband belassen, welches leicht seitlich versetzt angelegt wird, und den Baum hält.
- Zwei Keile werden zur Absicherung des Fällschnitts eingesetzt (Abb. 7). Vor allem bei Laubholz mit erkennbaren Schäden und Totholz im Kronenbereich sollten die Keile nicht eingeschlagen werden, um unnötige Erschütterungen zu vermeiden.
- Mechanische und hydraulische Fällkeile sind im Vergleich zu herkömmlichen Fällkeilen weniger spitz ausgeformt. Bevor diese Keile in den Fällschnitt eingesetzt werden, muss der Fällschnitt mit einem sogenannten „Schnabelschnitt“ erweitert werden (Abb. 7).
- Der Keil wird auf leichte Vorspannung gebracht, bis er im Fällschnitt zuverlässig sitzt, sodass er sich bei der Vorschubbewegung nicht aus dem Fällschnitt drückt (Abb. 8).
- Das Sicherheitsband wird in der Regel ca. 3 bis 5 cm unterhalb des Fällschnitts durchtrennt. Der Forstwart begibt sich zu dem Rückweichplatz, der sich in sicherer Entfernung zum Baum (außerhalb der Kronenprojektionsfläche) befindet.

- Mit Sicht auf den Fallbereich und den FFK wird nun per Fernbedienung die Vorschubbewegung des Keils ausgeführt.

## Arbeitsvorbereitung

Um einen optimalen Einsatz des Fällkeils sicherzustellen, ist auch hier die Baumannsprache ein wichtiges Element der Arbeitsvorbereitung. Der Kronenraum und die Arbeitsumgebung sind zwingend einzubeziehen. Zudem ist auf eine ausreichend bemessene Rückweiche zu achten, welche vor der Fällung freigeräumt wird.

## Zeitbedarf

Bei gerade stehenden Bäumen verringert sich der Zeitbedarf einer Baumfällung bei der Verwendung von akkubetriebenen Fällhilfen um ca. die Hälfte im Vergleich zu herkömmlichen Schlagkeilen (siehe Abb. 11). Die Zeitersparnis dieser Fällhilfen wird bei zunehmendem Rückhang der Bäume noch deutlicher und beträgt bei starken Rückhängern fast das Vierfache [1]. Starke Rückhänger im Sinne der Untersuchung sind Bäume mit 1,5 bis 2 m Abstand zwischen Kronenmitte und Stammachse.

## Beurteilung des Verfahrens

### Arbeitsschutz

- Weitgehend erschütterungsfreies Fällen der Bäume, insbesondere da bei Schlagschraubetrieb ein gleichmäßiger Hub ohne ruckartige Bewegungen entsteht, wie es beispielsweise bei einem Betrieb von Hand mittels Ratsche der Fall wäre [2].
- Während der Fällung kein Aufenthalt des Motorsägenführers im Nahbereich um den Baum, was einen Sicherheitsgewinn insbesondere bei dünnen Bäumen bewirkt, deren Holz noch ausreichend stabil und nicht stark von Fäulnis befallen ist.
- Ergonomische Vorteile, da das manuelle Keilen entfällt, das sich negativ auf die körperliche Leistungsfähigkeit des Forstwirts auswirkt, insbesondere auf das Herz-Kreislauf-System. Bei der Verwendung manueller Schlaghilfen wurde im Mittel ein Puls von 152 Herzschlägen pro Minute (bpm) gemessen. Bei den akkubetriebenen Varianten waren es 118 bpm [1]). Zwar lässt sich ein Einfluss der vorausgegangenen Motorsägenarbeit beim Aktivieren des Fällkeiles erkennen (118 bpm), jedoch ist ein deutliches Absinken der Herzrate mit steigendem Mechanisierungsgrad hoch signifikant.

**Wichtig:** Ferngesteuerte Fällkeile ersetzen nicht die seilwindenunterstützte Fällung, wenn es um die Fällung von deutlich geschädigten Bäumen oder rückhängenden Bäumen geht.

## Umweltverträglichkeit

- Die Bäume können mittels eines mechanischen oder hydraulischen Fällkeiles zielgerichtet

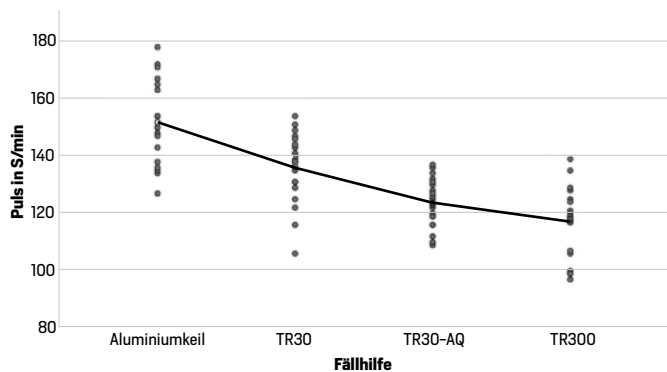


Abb. 10: Streudiagramm zum Puls in Abhängigkeit der Fällhilfe

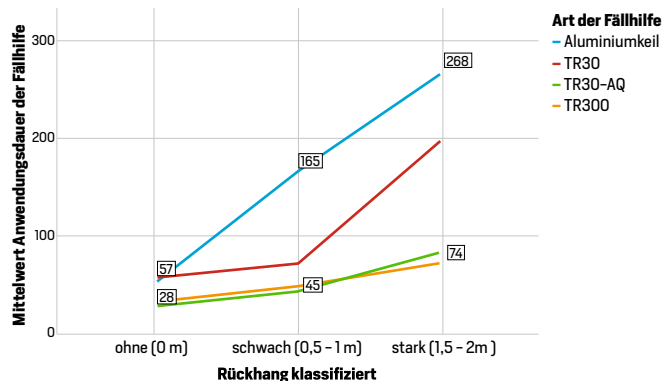


Abb. 11: Mittlere Anwendungsdauer der Fällhilfen je Rückhängerklasse

richteteter zu Boden gebracht werden, was den verbleibenden Bestand schont.

- Der für die Vorschubbewegung benötigte Spindelantrieb wird bei den mechanischen Fällkeilen über Akku-Schlagschrauber angetrieben. In Abhängigkeit der Baumstärken und der Anzahl an täglichen Fällungen ist der Stromverbrauch relativ hoch. Es empfiehlt sich, mehrere Akkus als Reserve mitzuführen. Die Akkus müssen regelmäßig geladen werden und sollten bei niedrigen Außentemperaturen nicht im Auto oder einem unbeheizten Schutzwagen gelagert werden.

### Wirtschaftlichkeit, Prozessorientierung

- Bei Dichtstand der zu fällenden Bäume sowie bei leichten Rückhängern kann durch den Einsatz eines mechanischen oder hydraulischen Fällkeils die Arbeitszeit pro Baum deutlich verringert werden, da die anstrengende Keilarbeit entfällt.
- Dieses Verfahren kann, nach ausreichender Schulung, reibungslos in eine übliche Holzernette eingefügt werden.
- Einen Anhalt, wie hoch die benötigten Hubkräfte bei der Fällung von Bäumen mit tech-

nischen Fällhilfen sind, gibt die Hilfstabelle.

- Auf der KWF-Homepage steht ein digitaler Hubkraftkalkulator zur Verfügung.

**Literaturhinweise:** [1]SCHNAITTE, M. (2020): Physiologische Belastung und Zeitbedarf hinsichtlich dem Einsatz klassischer und mechanischer Fällkeile bei der Baumfällung, Bachelorarbeit, Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg [2] FRANZ, M. (2020): Erforderliche Hubkräfte bei der Baumfällung unter Verwendung technischer Fällhilfen, Bachelorarbeit, Hochschule für Forstwirtschaft Rottenburg

### Hilfstabelle zur Ermittlung der benötigten Hubkraft bei der Fällung von Bäumen

Geradestehend	Rückhänger [m]		Buche im Sommer mit Laub						Buche im Sommer ohne Laub						Buche im Winter						
			Einschubtiefe (cm)						Einschubtiefe (cm)						Einschubtiefe (cm)						
	0,5	1	1,5	0		5		10		0		5		10		0		5		10	
	BHD (cm)		kN	t	kN	t	kN	t	kN	t	kN	t	kN	t	kN	t	kN	t	kN	t	
30			14	1,4	19	1,9	29	3	14	1,4	19	1,9	29	3	14	1,4	18	1,8	28	2,9	
35			19	1,9	24	2,4	34	3,5	19	1,9	24	2,4	33	3,4	18	1,8	23	2,3	32	3,3	
40			24	2,4	30	3,1	40	4,1	24	2,4	30	3,1	39	4	23	2,3	29	3	38	3,9	
45			30	3,1	37	3,8	46	4,7	30	3,1	36	3,7	46	4,7	29	3	35	3,6	45	4,6	
50			37	3,8	44	4,5	54	5,5	37	3,8	43	4,4	53	5,4	36	3,7	42	4,3	52	5,3	
55			44	4,5	52	5,3	62	6,3	44	4,5	51	5,2	62	6,3	43	4,4	50	5,1	60	6,1	
60	34		53	5,4	60	6,1	71	7,2	52	5,3	60	6,1	71	7,2	51	5,2	58	5,9	69	7	
65	40		61	6,2	70	7,1	81	8,3	61	6,2	69	7	81	8,3	59	6	68	6,9	78	8	
70	46	35	71	7,2	80	8,2	92	9,4	71	7,2	80	8,2	91	9,3	69	7	77	7,8	89	9,1	
75	51	41	82	8,4	91	9,3	104	10,6	81	8,3	91	9,3	103	10,5	79	8,1	88	9	100	10,2	
80	57	46	32	93	9,5	103	10,5	116	11,8	92	9,4	102	10,4	115	11,7	90	9,2	100	10,2	112	11,4
85	62	51	38	105	10,7	116	11,8	129	13,1	104	10,6	115	11,7	128	13	101	10,3	112	11,4	125	12,7
90	67	57	44	118	12	130	13,3	144	14,7	117	11,9	129	13,1	142	14,5	114	11,6	125	12,7	139	14,2
95	72	62	49	132	13,5	144	14,7	159	16,2	131	13,4	143	14,6	157	16	127	12,9	139	14,2	153	15,6
100	78	68	55	147	15	160	16,3	175	17,8	146	14,9	158	16,1	173	17,6	142	14,5	154	15,7	169	17,2
105	83	73	60	163	16,6	176	17,9	192	19,6	162	16,5	175	17,8	191	19,5	157	16	170	17,3	185	18,9
110	88	79	66	180	18,3	194	19,8	210	21,4	178	18,1	192	19,6	209	21,3	173	17,6	187	19,1	203	20,7
115	93	84	71	198	20,2	212	21,6	230	23,4	196	20	211	21,5	228	23,2	191	19,5	205	20,9	222	22,6
120	98	89	76	217	22,1	232	23,6	250	25,5	215	21,9	230	23,4	248	25,3	209	21,3	224	22,8	241	24,6
125	103	94	81	237	24,2	253	25,8	272	27,7	235	24	251	25,6	270	27,5	229	23,3	244	24,9	262	26,7
130	108	99	87	258	26,3	275	28	295	30,1	256	26,1	273	27,8	292	29,8	249	25,4	265	27	284	29
135	113	104	92	281	28,6	299	30,5	310	31,6	279	28,4	296	30,2	316	32,2	271	27,6	288	29,4	307	31,3
140	119	109	97	305	31,1	323	32,9	344	35,1	305	31,1	321	32,7	341	34,8	294	30	312	31,8	332	33,8
145	123	114	102	330	33,6	349	35,6	371	37,8	327	33,3	347	35,4	368	37,5	318	32,4	337	34,4	358	36,5
150	129	119	107	357	36,4	377	38,4	400	40,8	354	36,1	374	38,1	396	40,4	344	35,1	363	37	385	39,2

Erstellt unter den Annahmen einer Baumhöhe von 30 m, einem Kronendurchmesser von 10 m, einer Abholzigkeit von 1 cm/m und unter der Verwendung der Sicherheitsfälltechnik. Einschubtiefe 0 cm entspricht der Anwendung der Tabelle unter Verwendung technischer Fällkeile.

Quelle: Franz, 2020