



Wegweiser für den bayerischen Waldbesitzer

## Holzeinschlag und Holzverkauf



Impressum

**Herausgeber**

Bayerisches Staatsministerium  
für Landwirtschaft und Forsten  
Ludwigstraße 2, 80539 München  
**[www.forst.bayern.de](http://www.forst.bayern.de)**

**Grafiken**

M. Kutscher, Waldbauernschule (S. 15, 16, 18, 19, 20, 24,  
25, 26, 27, 28, 29)  
D. Zerneck, München (S. 23, 44)

**Bilder**

R. Günter, Seßlach (Titel)  
M. Kutscher, Waldbauernschule (Titel, S. 12, 13, 14, 19, 22)  
D. Nowak, Dollnstein (Titel, S. 32, 47)

**Druck**

Bosch-Druck GmbH, Festplatzstraße 6, 84030 Ergolding

Mit fachlicher Unterstützung der Bayerischen Landesunfallkasse.

## Vorwort

Mehr als ein Drittel der Landesfläche Bayerns ist mit Wald bedeckt. Mit rund einer Milliarde Kubikmeter Holzvorrat in den Wäldern ist der Freistaat unter den deutschen Bundesländern führend. Ein Drittel der bayerischen Waldfläche wird von den Bayerischen Staatsforsten bewirtschaftet. Aber noch mehr als rund die Hälfte des Waldes in Bayern ist Eigentum von über 700 000 privaten Waldbesitzern. Nach Angaben der Bundeswaldinventur 2 liegen gerade im Kleinprivatwald die größten ungenutzten Holzreserven.

Holz ist der wichtigste nachwachsende Rohstoff in Deutschland und erlebt zur Zeit eine Renaissance, die wir mit unserer Forstpolitik gefördert haben. Entscheidend dazu beigetragen hat die Energieverteuerung, die dringende Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes und neue Be- und Verarbeitungstechnologien. Ob als Baustoff, für die Herstellung von Papier und Platten oder zur Energiegewinnung, Holz ist gefragt wie lange nicht mehr. Gerade im ländlichen Raum ist die Forstwirtschaft neben der Landwirtschaft das Rückgrat wirtschaftlicher Stabilität.

Der Wald dient jedoch nicht nur als Rohstoff- und Einkommensquelle, sondern muss auch nachhaltig den vielfältigen Bedürfnissen und Anforderungen der Allgemeinheit gerecht werden. Das Prinzip der Nachhaltigkeit – in ökonomischer, ökologischer und sozialer Hinsicht – beachten die Waldbesitzer in Bayern schon seit vielen Generationen. Die weit überwiegende Mehrheit der Waldbesitzer nutzt die Möglichkeit der Forstzertifizierung und lässt sich die nachhaltige Waldbewirtschaftung von neutraler, unabhängiger Stelle und auf Basis einheitlicher Bewertungskriterien bestätigen.

In Bayerns Wäldern wachsen verschiedene Baumarten, die zahlreiche unterschiedliche Verwendungen möglich machen. Für die optimale Nutzung dieses Potenzials ist eine fachgerechte Holzernte und eine an höchstmöglicher Wertschöpfung orientierte Holzauhaltung erforderlich. Dies dient dem Wald, den Waldbesitzern und im Endeffekt allen Mitbürgern. Die vorliegende Broschüre gibt den Waldbesitzern am Anfang der Wertschöpfungskette wertvolle Hinweise zur professionellen, unfallfreien Holzernte und zum erfolgreichen Holzverkauf.

München im November 2006



Josef Miller  
Staatsminister

# Inhaltsverzeichnis

<b>1. Holzeinschlagsplanung</b> .....	6
<b>2. Fällen und Aufarbeiten von Bäumen</b> .....	10
2.1 Ausrüstung.....	11
2.2 Schneidetechniken mit der Motorsäge.....	15
2.3 Fälltechniken – Fällung unter normalen Bedingungen.....	17
2.3.1 Arbeitsablauf im mittelstarken und starken Holz.....	17
2.3.2 Arbeitsablauf im schwachen Holz .....	23
2.4 Besondere Fälltechniken .....	25
2.5 Aufbereiten des Holzes zum Verkauf.....	31
2.6 Bereitstellung von Energieholz .....	32
<b>3. Holzsortierung und Holzverkauf</b> .....	38
3.1 Gesetzlicher Hintergrund .....	39
3.1.1 Stärkesortierung .....	39
3.1.2 Gütesortierung.....	40
3.1.3 Sortierung nach dem besonderen Verwendungszweck.....	42
3.2 Holzmessung und Kennzeichnung .....	43
3.2.1 Durchmesserermittlung .....	43
3.2.2 Rindenabzug .....	44
3.2.3 Längenermittlung .....	46
3.2.4 Volumenermittlung.....	46
3.2.5 Verkauf nach Gewicht.....	48
3.2.6 Kennzeichnung .....	49
3.2.7 Vermessung im Werk.....	50
3.2.8 Selbstwerbung, „Verkauf auf dem Stock“ .....	51
3.3 Holzverkauf .....	52

<b>4.</b>	<b>Vergabe von Aufträgen an Forstunternehmer .....</b>	<b>56</b>
4.1	Der Arbeitsauftrag .....	57
4.2	Arbeitssicherheit beim Unternehmereinsatz – Schutz der im Wald arbeitenden Menschen .....	58
4.3	Verkehrssicherung im Forstbetrieb – Schutz von Waldbesuchern und Dritten .....	59
4.4	Checklisten für den Unternehmereinsatz .....	61

# 1. Holzeinschlagsplanung

## Auswahl der zu nutzenden Bestände

Die Nutzung von Waldbeständen ist betriebswirtschaftlich am günstigsten, wenn die Bäume im Bestand die angestrebte Zielstärke erreicht haben. Eine vorzeitige Nutzung verhindert wertvollen Zuwachs, bei verspätetem Einschlag können andererseits bereits Fehler (wie z. B. Rotfäule) das Holz entwerten.

Jüngere Waldbestände sollten zur Steigerung des Holzzuwachses und zur Verbesserung ihrer Stabilität und Qualität in regelmäßigen Abständen durchforstet werden.

## Holzmarktlage

Der Holzmarkt in der Bundesrepublik Deutschland ist voll liberalisiert, d. h. er unterliegt keiner Marktordnung oder sonstigen Beschränkung. Die Holzpreise werden stark vom internationalen Holzmarktgeschehen beeinflusst und hängen wesentlich von der allgemeinen Wirtschaftslage ab. Es empfiehlt sich daher, vor jedem Einschlag die Absatzmöglichkeiten und die Preistendenz zu prüfen und geplante Holzeinschläge dem Holzmarkt anzupassen.

Starke Nachfrage nach Holz steigert im Allgemeinen die Verkaufserlöse. In Zeiten schwacher Nachfrage empfiehlt es sich auf jeden Fall, bereits vor dem Einschlag die Abnahme des Holzes durch einen Vorverkauf zu sichern (Sammelvermarktung über die Forstwirtschaftlichen Zusammenschlüsse).

Über die jeweilige Holzmarktlage kann sich der Waldbesitzer bei den Forstwirtschaftlichen Zusammenschlüssen, den Waldbesitzerverbänden, in der Fachpresse oder auch im Internet informieren.

## Vorbereitung der Hiebsmaßnahme

Voraussetzung für eine wirtschaftliche Holzernte ist eine ausreichende Grunderschließung der Wälder mit befestigten Wirtschaftswegen und eine Feinerschließung mit unbefestigten Rückewegen (Schlepperwege) und Rückegassen. Flächiges Befahren des Waldbodens ist nach dem Bayerischen Waldgesetz und den Richtlinien der gängigen Zertifizie-

zungssysteme (PEFC/FSC) verboten, da die Bodenstruktur dauerhaft durch die Verdichtung zerstört wird. Eine durchdachte Feinerschließung mit Rückegassen ist deshalb Grundvoraussetzung für eine vernünftige Hiebsführung. Entlang der Abfuhrwege muss genügend Platz zur Holzlagerung vorhanden sein.

Vor der Fällung sollten die zu nutzenden Bäume stammweise ausgezeichnet werden (z. B. durch Farbtupfen oder mit Reißer).

## **Zeitpunkt des Holzeinschlags**

Die Haupteinschlagszeit für Stammholz ist außerhalb des Hochgebirges i. d. R. der Herbst und der Winter. Der Einschlag soll so rechtzeitig begonnen werden, dass ein Teil des Holzes auf den Markt kommt, bevor Witterungsverhältnisse die Waldarbeit erschweren oder unterbrechen.

Wertvolles Kiefernholz wird zur Vermeidung der Blaufärbung erst nach Einsetzen des Winterfrostes gefällt. November bis Januar sind günstige Einschlagsmonate für das Laubstammholz.

Bei Sommereinschlag muss sägefähiges Holz unmittelbar nach dem Einschlag gerückt und zur Weiterverarbeitung ins Sägewerk transportiert werden, da im Saft gefälltes Holz rasch von Holzschädlingen (Pilzen und Insekten) befallen und entwertet wird. Die Gefahr von Fäll- und Rückeschäden ist während dieser Zeit größer als bei Fällung außer Saft, kann jedoch durch sorgfältige Planung und Arbeitsausführung beim Holzeinschlag auf ein Mindestmaß beschränkt werden. In dichteren Jungbeständen empfiehlt es sich, das Holz zur Vermeidung von Rückeschäden an Bestand und Boden kurz auszuhalten.

Bei der Holzabfuhr über schwieriges Gelände (Vernässungen, Erdwege) oder über landwirtschaftliche Flächen sind günstige Witterungsbedingungen auszunutzen (Trockenheit, Frost).

Waldbesitzer, die die Waldarbeit selbst nicht durchführen, können sich durch Forstbetriebsgemeinschaften/Waldbesitzervereinigungen und Maschinenringe gut ausgebildete und zuverlässige Waldarbeiter vermitteln lassen. Diese Organisationen verkaufen auch das Holz und bieten dem Waldbesitzer umfassende Dienstleistungen an.

Auch Einschlagsunternehmen übernehmen Einschlag und Aufarbeitung (siehe Kapitel 4).

Durch den Verkauf von Zierreisig können örtlich, z. B. an Allerheiligen und Weihnachten, zusätzliche Einkünfte erzielt werden.

## **Teilmechanisierte und vollmechanisierte Arbeitsverfahren**

Teilmechanisierte Arbeitsverfahren sind dadurch gekennzeichnet, dass in einzelnen Arbeitsabschnitten (Fällen, Vorrücken) Maschinen eingesetzt werden.

Man spricht in diesem Zusammenhang auch von „Kombinierten Verfahren“. Darunter versteht man die Verbindung von motormanueller Fällung/Aufarbeitung mit maschinengestütztem Vorrücken oder Rücken in einem Arbeitsgang.

Diese Verfahren dienen dazu, den Motorsägenführer von körperlich schweren Arbeiten zu entlasten, die Arbeitsschritte zu bündeln und zu rationalisieren. Mit zunehmender Mechanisierung wird das Unfallrisiko minimiert.

Zu den teilmechanisierten Arbeitsverfahren zählen:

- das Seillinienverfahren,
- Fällung mit Mobilseilkrananlage,
- Beifällung zur Harvesteraufarbeitung.

Da diese Verfahren Spezialkenntnisse erfordern, sollten Sie sich als Waldbesitzer bei den zuständigen Forstwirtschaftlichen Zusammenschlüssen, den Ämtern für Landwirtschaft und Forsten oder an der Waldbauernschule beraten lassen und informieren.

Gleiches gilt für vollmechanisierte Verfahren.

In vollmechanisierten Arbeitsverfahren werden die Arbeitsschritte Fällen, Zufallbringen, Entasten, Ablängen, Vorrücken von einem Kranvollernter (Harvester) durchgeführt.

Die vollmechanisierte Holzernte erfordert eine sorgfältige Planung. Es empfiehlt sich auch hier, die Beratung durch die Forstwirtschaftlichen Zusammenschlüsse und Ämter für Landwirtschaft und Forsten in Anspruch zu nehmen.



## **Hiebsmaßnahmen im Schutzwald**

Nach dem Waldgesetz für Bayern bedarf ein Kahlhieb oder eine ähnliche Hiebsmaßnahme in Schutzwäldern der Erlaubnis (Art. 14 Abs. 3 BayWaldG). Zuständig hierfür ist gemäß Art. 39 BayWaldG die untere Forstbehörde (Amt für Landwirtschaft und Forsten).

Wenn hinsichtlich der Schutzwaldeigenschaft Zweifel bestehen, ist der Waldbesitzer verpflichtet, sich beim Amt für Landwirtschaft und Forsten Klarheit zu verschaffen.

## **Sperrung von Straßen**

Hiebsmaßnahmen entlang von Straßen gefährden den Verkehr. Aus Sicherheitsgründen (Haftung) kann während der Fällarbeiten zumindest zeitweise eine Sperrung der Straße notwendig werden.

Bei öffentlichen Straßen ist vorab eine Genehmigung der zuständigen Straßenverkehrsbehörde einzuholen (Auskunft erteilt die Gemeindeverwaltung).

Bei Fällarbeiten entlang von Freileitungen und Bahnlinien sind Post, Bahn oder das jeweilige Stromversorgungsunternehmen rechtzeitig einzuschalten (siehe Verkehrssicherung, Kapitel 4.3).

## **Wiederaufforstungspflicht**

Nach dem Waldgesetz für Bayern ist eine kahlgeschlagene Waldfläche innerhalb von 3 Jahren wieder aufzuforsten (Art. 15 BayWaldG).

## 2. Fällen und Aufarbeiten von Bäumen

Holzernte ist körperliche Schwerstarbeit und zählt zu den besonders gefährlichen Arbeiten. Dieser Wegweiser zeigt Ihnen als Waldbesitzer anhand von ausgewählten Beispielen, wie Bäume **richtig und sicher** gefällt werden. Er ersetzt jedoch nie eine gründliche Ausbildung (z. B. Motorsägenkurse der Ämter für Landwirtschaft und Forsten oder an der Bayerischen Waldbauernschule in Kelheim). Die Hinweise des Wegweisers sind nicht geeignet für die Baumfällung in Gärten und Parkanlagen.

**Bei der Waldarbeit sind grundsätzlich die Bestimmungen der einschlägigen Unfallverhütungsvorschriften der jeweiligen Unfallversicherungsträger einzuhalten, vor allem die Unfallverhütungsvorschrift „Forsten“ (VSG<sup>1</sup> 4.3).**

Die Unfallverhütungsvorschriften sind bei den zuständigen Unfallversicherungsträgern erhältlich. Für Waldbesitzer ist dies die landwirtschaftliche Berufsgenossenschaft ([www.lsv.de](http://www.lsv.de)).

Da Waldarbeit eine sehr gefahrgeneigte Tätigkeit darstellt, darf sie nur in Zweimannarbeit ausgeführt werden. Ist dies aufgrund von betrieblichen oder technischen Gegebenheiten nicht möglich, ist **ausnahmsweise** in bäuerlichen Betrieben die Alleinarbeit möglich. Es müssen dann andere geeignete sicherheitstechnische Vorkehrungen getroffen werden, um eine effiziente Erste Hilfe gewährleisten zu können.

Diese sind:

- entsprechende fachliche Ausbildung,
- persönliche Schutzausrüstung,
- Funk- oder Fernsprechverbindungen,
- akustische Signale, die vorher vereinbart wurden,
- örtlich/zeitliche Absprache.

---

<sup>1</sup> Allgemeine Vorschriften für Sicherheit und Gesundheitsschutz.

## 2.1 Ausrüstung

Neben einer guten Ausbildung hilft vor allem eine geeignete Ausstattung mit persönlicher Schutzausrüstung und Werkzeug Unfälle zu vermeiden und die Arbeit zu erleichtern.

Folgende Prüfzeichen bestätigen die Eignung von Werkzeugen und Maschinen für die Waldarbeit:



**Sicherheitszeichen** nach dem Gerätesicherheitsgesetz mit Angabe der Prüfstelle; hier: DPLF (Deutsche Prüfstelle für Land- und Forsttechnik).



**Prüfzeichen** des Forsttechnischen Prüfausschusses beim KWF (Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik).



Zeichen, mit dem der Hersteller oder Importeur einer Ware bescheinigt, dass diese den europäischen Sicherheitsrichtlinien und den darauf aufbauenden derzeit gültigen europäischen Normen (EN) entspricht.

## Persönliche Schutzausrüstung

*Schutzhelm  
(DIN EN 397); spätestens  
nach 5 Jahren oder nach  
Beschädigung ersetzen  
(bei ununterbrochener  
Benutzung schon nach  
3 Jahren)*

*Arbeitsjacke eng anlie-  
gend mit mindestens  
ein Drittel der Fläche in  
Signalfarben*

*Schutzhose mit Schnitt-  
schutzeinlage  
(DIN EN 381)*



*Gesichtsschutz  
(DIN EN 1731)*

*Gehörschutz  
(DIN EN 352)*

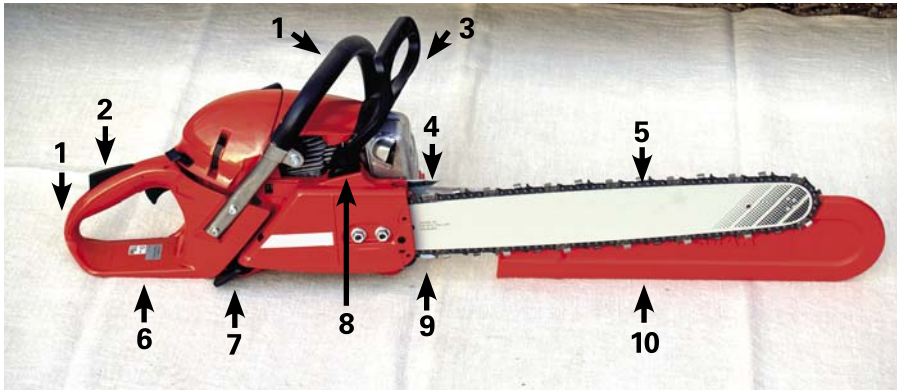
*Schutzhandschuhe  
(DIN EN 420, 388)*

*Sicherheitsschuhwerk  
(Lederstiefel oder  
Gummistiefel) mit grob-  
stolligen Sohlen, Schnitt-  
schutz und Stahlkappe  
(DIN EN 381, 344, 345)*

Ein Verbandkasten für Erste Hilfe sollte in jedem Fall im PKW oder Schlepper vorhanden sein, ein Verbandpäckchen sollte persönlich mitgeführt werden.

## Aktive Schutzeinrichtungen an der Motorsäge

Motorsägen sollen dem neuesten Stand der Sicherheitstechnik entsprechen und das CE-Zeichen besitzen.



- |                        |                               |
|------------------------|-------------------------------|
| 1. Griffheizung        | 6. hinterer Handschutz        |
| 2. Gashebelsperre      | 7. Antivibrations-Einrichtung |
| 3. vorderer Handschutz | 8. Kettenbremse               |
| 4. Krallenanschlag     | 9. Kettenfangbolzen           |
| 5. Sicherheitskette    | 10. Transportschutz           |

Regelmäßige Wartung und Kontrolle der Schutzeinrichtungen sowie die Verwendung umweltfreundlicher Schmier- und Treibstoffe sind Grundvoraussetzungen für den sicheren und umweltschonenden Betrieb einer Motorsäge.

Beim Umgang mit der Motorsäge sollte folgendes beachtet werden:

- Immer auf einen sicheren Stand achten.
- Die Motorsäge bei der Arbeit mit beiden Händen halten.
- Grundsätzlich nicht über Kopfhöhe sägen.



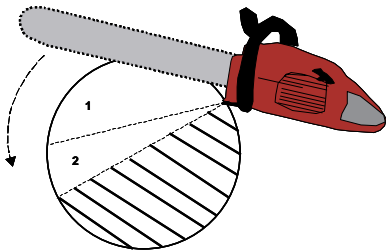
## 2.2 Schneidetechniken mit der Motorsäge

Die Arbeit mit der Motorsäge ist körperlich äußerst anstrengend und erfordert eine solide und umfassende Ausbildung, um eine sichere und gesundheitschonende Waldarbeit zu gewährleisten. Jedem Waldbesitzer, der eine Motorsäge benutzt, wird daher geraten, an Motorsägenkursen teilzunehmen, so z. B. an den Ämtern für Landwirtschaft und Forsten, der Bayerischen Waldbauernschule in Kelheim oder bei den Forstwirtschaftlichen Zusammenschlüssen.

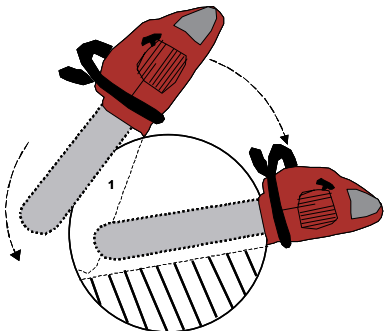
### Schneiden mit einlaufender Kette (e. K.)

Die Motorsäge zieht sich durch die Zugkraft der einlaufenden Kette und ihr eigenes Gewicht von selbst ins Holz. Beim Fächerschnitt wird sie dabei mit dem Krallenanschlag abgestützt und um diesen Drehpunkt geschwenkt. Durch Einsatz des Krallenanschlages werden Gewicht und Vibration der Motorsäge vom Stamm abgefangen. Der Aufwand an Arbeitskraft ist bei Ausnutzung der Hebelwirkung relativ gering.

#### *Schneiden mit Krallenanschlag (Fächerschnitte)*



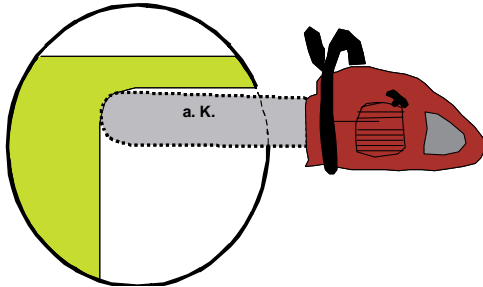
*Stamm schwächer als Schienenlänge*



*Stamm stärker als Schienenlänge*

## Schneiden mit auslaufender Kette (a. K.)

Die Schubkraft der auslaufenden Kette erfordert das Abstützen der Motorsäge durch den Motorsägenführer. Die Motorsäge muss hier ohne Einsatz des Krallenanschlages frei geführt werden. Dabei drückt die rechte Hand den Griff nach unten, während die linke am Bügel nach oben zieht. Beim senkrechten Schnitt (von unten nach oben) sollten durch Abstützen der Motorsäge auf dem Oberschenkel bzw. dem Knie die Arme entlastet werden.

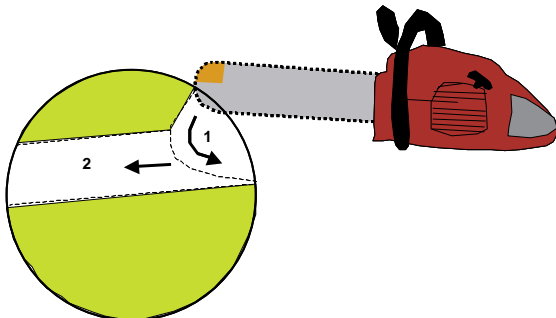


Schneiden mit auslaufender Kette

## Stechen

Um die beim Stechschnitt auftretenden Rückstoßkräfte abzufangen, wird vor dem Einstechen mit der Schwertspitze der Motorsäge in den Stamm oberhalb der Stechstelle eine Führungsnut geschnitten. Die Motorsäge muss beim Stechschnitt fest mit der linken Hand am Körper abgestützt werden. Der Stechschnitt wird nur in Ausnahmefällen (z. B. bei in Spannung liegendem Holz) angewandt.

**Achtung: Wegen Rückschlaggefahr der Motorsäge nicht ohne Führungsnut einstechen! Eine zurückschlagende Motorsäge kann schwerste Verletzungen am Oberkörper und Kopf verursachen. Die Gefahrenzone ist an der Schwertspitze im oberen Bereich.**



Stechschnitt



## 2.3 Fälltechniken – Fällung unter normalen Bedingungen

### 2.3.1 Arbeitsablauf im mittelstarken und starken Holz

#### 1. Festlegung der Fällrichtung

Die Fällrichtung ist so zu wählen, dass der Baum sicher zu Boden kommt, bestandesschonend gerückt werden kann und keine stehen bleibenden Bäume beschädigt werden.

Dabei sind zu berücksichtigen:

- Geländeverhältnisse,
- Abfuhrrichtung,
- Wuchsform der Bäume,
- Nachbarbäume bzw. -bestände,
- Jungwuchs,
- Straßen, Wege, Leitungen, Bahnen (Verkehrssicherung!).

Bei der Festlegung der Fällrichtung sind der zu fällende Baum und seine Umgebung kritisch auf mögliche Gefährdungen zu beurteilen. Besonderes Augenmerk ist dabei auf angebrochene und dürre Äste oder Kronenteile (Totholz), auf Stammfäule und auf den Faserverlauf im Bereich des Stammfußes zu richten.

**Merke: Nie den zu fällenden Baum auf stehende dürre, abgestorbene Bäume werfen.**

#### 2. Ablegen der Werkzeuge

Werkzeuge entgegen der Fällrichtung in greifbarer Entfernung ablegen. Die Rückweichen (Fluchtwege) nicht verstellen.

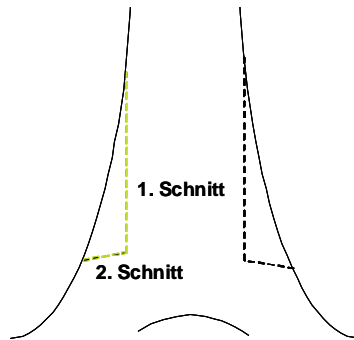
#### 3. Stammfuß, Arbeitsbereich und Rückweiche freimachen

Äste, Steine, Erde, Moos und Laub an den Wurzelanläufen entfernen, hindernde Sträucher und Jungwüchse zurückbiegen, wenn nötig beseitigen. Mit Fällarbeiten erst nach Kontrolle des Fallbereichs (doppelte Baumlänge rund um den zu fällenden Baum) beginnen. Das im naturgemäßen Waldbau immer häufiger werdende Totholz stellt eine weitere Gefahr für den im Wald tätigen Menschen dar.

Wo Totholz im Fällbereich zur Gefahr wird, muss es vor dem eigentlichen Fällvorgang entfernt werden!

#### 4. Beischneiden der Wurzelanläufe

Starke Wurzelanläufe beischneiden; zuerst senkrechter, dann waagrecht, leicht ansteigender Schnitt.



Ausnahmen:

- Bei Bäumen mit faulem Stammfuß muss das gesunde Splintholz den Stamm führen.
- Bei Bäumen, die frühzeitig gekeilt werden müssen (z. B. Rückhänger, wipfellose Schaftstücke), sind die Wurzelanläufe auf der der Fällrichtung gegenüberliegenden Seite zu belassen, um eine möglichst große „Keilführung“ und -wirkung zu haben!

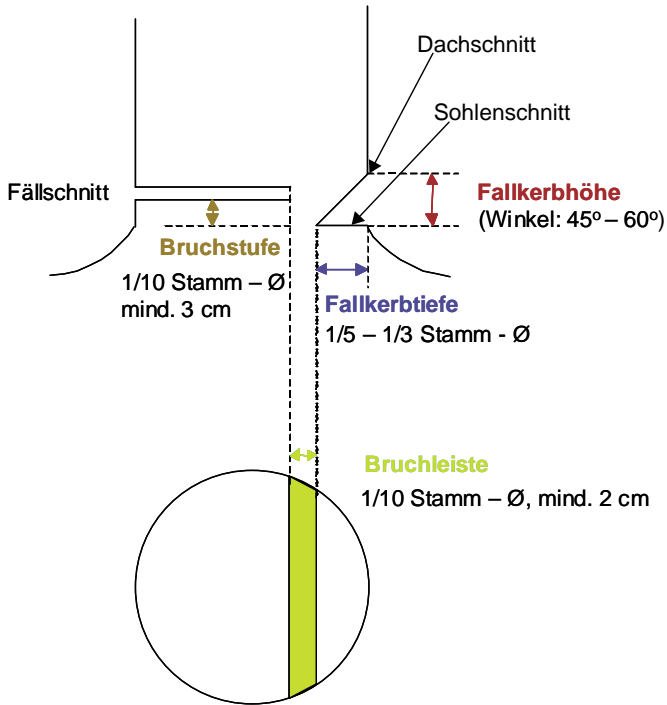
#### 5. Anlage des Fallkerbs

Der Fallkerb gibt dem Baum die Fallrichtung.

Fallkerbtiefe: ein Fünftel bis ein Drittel (je stärker der Stamm, desto größer der Fallkerb) des Durchmessers der Stammwalze. Die Fallkerbhöhe soll genauso groß sein wie die Fallkerbtiefe (1 : 1). Das ergibt eine Fallkerböffnung von ca. 45° – 60°.

Dach- und Sohlenschnitte, die beiden Schnitte des Fallkerbs, müssen sich genau treffen. Kein Unter- oder Überschneiden, damit die Bruchleiste nicht geschwächt wird; notfalls muss durch Nachschneiden korrigiert werden.

**Merke: Jeder mit Fallkerb versehene Baum muss grundsätzlich zu Fall gebracht werden, bevor mit der Arbeit an einem anderen Baum begonnen wird!**



## 6. Überprüfen der Fällrichtung



Die Schnittlinie am Zusammentreffen von Dach- und Sohlenschnitt soll waagrecht verlaufen und im rechten Winkel zur Fällrichtung stehen. Zur Überprüfung bietet sich folgende Methode an:

Mit den Händen nach rückwärts die Sehnenenden des Fallkerbs fassen, Blickkontrolle nach vorn und anschließend mit den Händen nach vorne fluchten. Andererseits kann man auch einen wie im Bild dargestellten abgewinkelten Meter-

stab verwenden, der mit den beiden Enden in die Sehnenden gelegt wird; die Spitze des „Meterstabdreieckes“ ergibt die Fallrichtung.

## 7. Splintschnitte

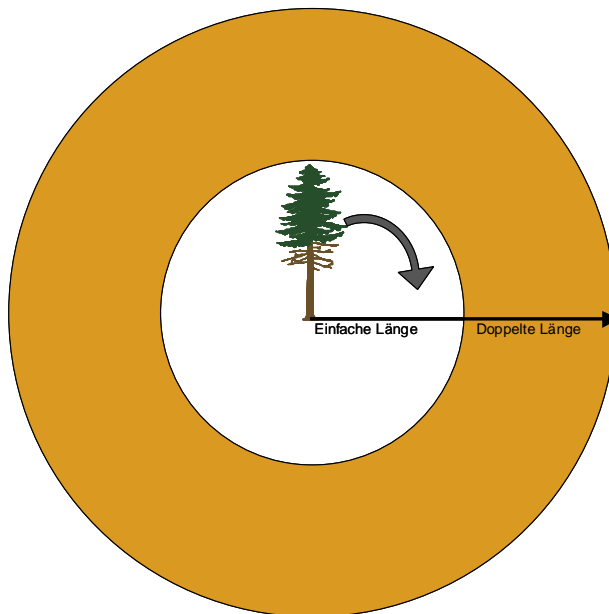
Um ein Aufreißen der Stämme zu vermeiden, werden links und rechts der Bruchleiste Splintschnitte geführt. Sie sind mit einlaufender Kette zu sägen.

- Nicht mit der Schienenspitze sägen!
- Kein Splintschnitt bei Stockfäule!
- Bei Links- oder Rechtshänger nur Splintschnitte auf der Druckseite!

## 8. Fallbereichskontrolle

Vor dem Fällschnitt ist der Gefahrenbereich (Fallbereich: doppelte Baumlänge rund um den zu fällenden Baum) nochmals zu kontrollieren.

**Außer den mit der Fällung beschäftigten Personen darf sich im Fallbereich niemand aufhalten. Vor dem Fällschnitt laut „Achtung!“ rufen.**



## 9. Fällschnitt

Der Fällschnitt sollte mindestens 3 cm höher als die Fallkerbsohle, besser in einer Höhe von einem Zehntel des Stockdurchmessers, geführt werden (Bruchstufe); dadurch wird vermieden, dass die Bruchleiste vorzeitig abreißt, der Baum kann leichter abkippen und er reißt kein Holz aus dem Stamm heraus.

Ausreichend breite Bruchleiste (mindestens ein Zehntel des Stammdurchmessers) belassen. Sie hält und führt den Stamm wie ein Scharnier (siehe Abbildung Seite 19).

**Achtung: Eine teilweise oder ganz durchtrennte Bruchleiste („Tot-schneiden“) führt zu unkontrollierbaren Abweichungen von der geplanten Fällrichtung.**

## 10. Keilen

Beim Fällschnitt rechtzeitig Keile setzen, damit der Schnitt offen bleibt und die Säge nicht eingeklemmt wird. Während des Keilens muss die Motorsägenkette stehen. Eisenkeile dürfen nicht verwendet werden.

Abwechselnd schneiden und keilen, bis die richtige Bruchleistenbreite erreicht ist. Säge aus dem Schnitt nehmen. Fallbereich nochmals kontrollieren. Weiterkeilen bis der Baum fällt. Beim Keilen ist unbedingt auf herabfallende Äste zu achten.

**Merke: Ein Baum wird umgekeilt und nicht umgeschnitten.**

## 11. Zurücktretten

Wenn sich der Baum neigt, sofort und genügend weit, seitlich nach hinten zurückweichen. Dies gilt insbesondere am Hang. Den fallenden Baum sowie die Kronen der Nachbarstämme beobachten, bis sie ausgeschwungen haben. Auf herabfallende oder hängen bleibende Äste achten.

## 12. Abtrennen des Waldbartes und verbliebener Wurzelanläufe



Aus dem unteren Stammende ragende Holzteile (Waldbart) werden abgetrennt, verbliebene Wurzelanläufe beigeschnitten.

## 13. Entasten

Zur Entastung eine leichte Säge mit kurzer Schiene (30 – 40 cm) verwenden.

Arbeitsregeln zur Verhütung von Unfällen:

- Immer aus sicherem Stand, möglichst nahe am Stamm arbeiten.
- Mit der Säge nur vorwärts gehen, dabei die Sägeschiene auf der körperabgewandten Seite des Stammes führen.
- Säge möglichst am Stamm oder am Oberschenkel abstützen; hebelnd sägen.
- Niemals auf den Körper zu schneiden.
- Nicht mit der Schienenspitze sägen (Rückschlaggefahr!).
- Daumen der linken Hand stets unter dem vorderen Handgriff halten.
- Auf gespannte Äste achten, notfalls erst stummeln.
- Gesichtsschutz herunterklappen.

## 2.3.2 Arbeitsablauf im schwachen Holz

### 1. Zweimannarbeit

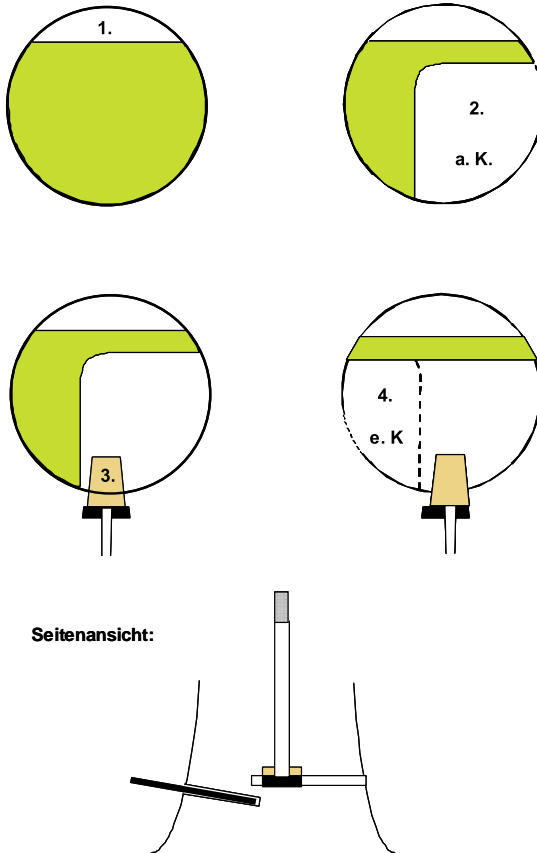
- Stehenden Stamm von oben nach unten entasten (höchstens bis in Augenhöhe); damit wird die Beweglichkeit bei der Fällung verbessert und wenn erforderlich, das Abtragen des Stammes mit der Schulter erleichtert.
- Bei Stämmen mit einem Brusthöhendurchmesser von weniger als 20 cm sollte ein 90° Fallkerb angelegt werden. Der Fällschnitt ist so zu führen, dass eine etwas niedrigere Bruchstufe als normal entsteht! Beim Fällschnitt schiebt der zweite Mann gleichzeitig mit der Schubstange (Fällgabel) in die vorgesehene Fällrichtung.



Jeden Stamm sofort nach dem Abschneiden zu Boden bringen!

Die Zweimannrotte sollte immer gemeinsam eine Serie von Stämmen (4 – 8 Stück) fällen und anschließend getrennt aufarbeiten. (Ausreichend Abstand zum Arbeitskollegen halten. Zur Vermeidung von einseitigen Belastungen sich bei den einzelnen Arbeiten abwechseln.)

## 2. Einmannarbeit mit Fällheber



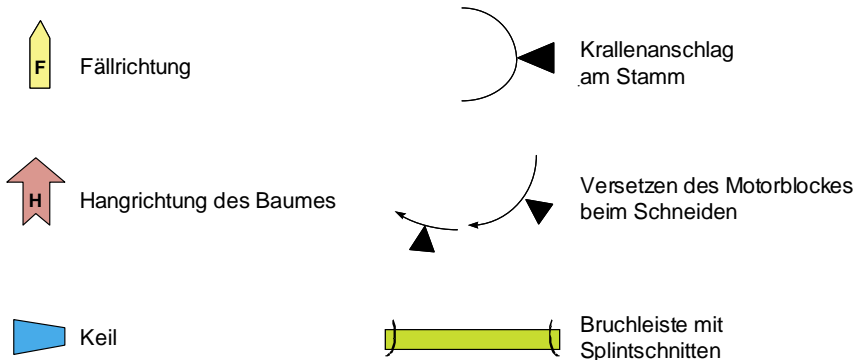
- Stamm von oben nach unten bis in Augenhöhe entasten.
- Fallkerb oder einfacher Gegenschnitt.
- Erster Fällschnitt mit auslaufender Kette maximal bis zwei Drittel des Stammdurchmessers und bis zur Bruchleiste. Anschließend Säge aus dem Schnitt nehmen und Fällheber einsetzen.
- Zweiten Fällschnitt schräg unterhalb des ersten Fällschnittes ansetzen und mit einlaufender Kette im verbliebenen Drittel bis zur Bruchleiste vorziehen (**Schnitt darf nicht in gleicher Höhe wie der erste Fällschnitt angesetzt werden, da Fällheber aus Stahl**).



- Anschließend die Säge aus dem Schnitt nehmen und den Baum mit Fällheber in die vorgesehene Fällrichtung kippen, dabei darf am Fällheber nur gezogen und nicht gedrückt werden.
- Am liegenden Stamm zunächst den Waldbart und die Wurzelanläufe beischneiden, sodann das Maßband einhängen und zur Krone hin entasten.
- Bei der jeweiligen Rollenlänge bis maximal zwei Drittel des Durchmesser einschneiden; bei völligem Durchschneiden besteht Gefahr der Kettenbeschädigung und der Stamm lässt sich als Ganzes nicht mehr drehen. An der Aufarbeitungsgrenze wird abgezopft.
- Das Maßband vor dem Abzopfen lösen, den Stamm drehen und beim Rückweg zum Stammfuß fertig entasten. Verbliebenes Drittel der Trennschnitte durchschneiden.

## 2.4 Besondere Fälltechniken

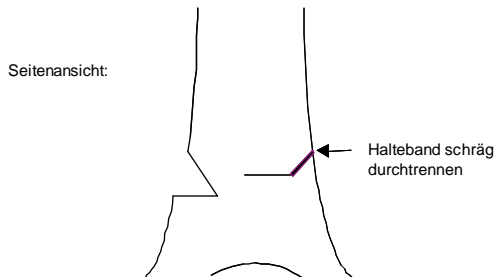
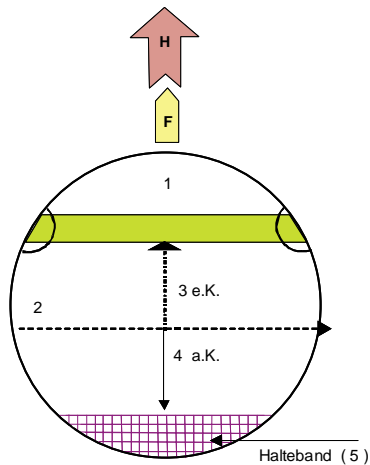
Zeichenerklärung:



# 1. Fällung schief stehender Bäume

## Vorhänger

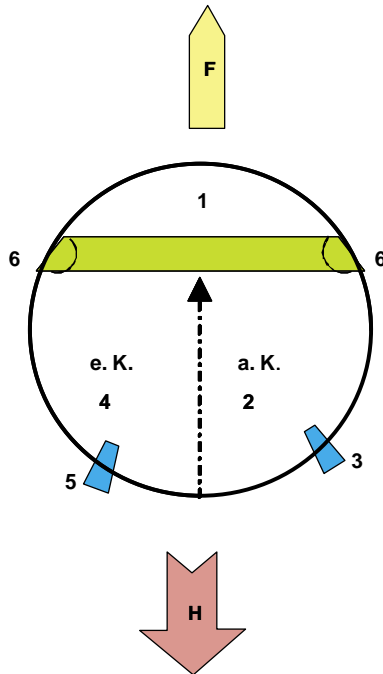
- Fallkerbtiefe eher ein Fünftel des Stockdurchmessers mit steilerem Dach ( $> 45^\circ$ ) anlegen, da sonst die Säge klemmen kann. Splintschnitte nur bei gesundem Holz anlegen!
- Unter Belassung eines ausreichend breiten Haltebandes mit der Motorsäge einstechen, dabei Bruchstufe einhalten, sodann vorschnneiden bis zur Bruchleiste. Ist der Stamm stärker als die Schienenlänge der Motorsäge, muss von beiden Seiten eingestochen werden. Die Schnitte sollten sich möglichst treffen. **Auf eine ausreichend große Bruchstufe achten!**
- Zuletzt Halteband vorsichtig mit Vollgas und ausgestreckten Armen ohne Krallenanschlag schräg von oben durchtrennen.



## Rückhänger

Beim Fällen von Rückhängern ist erhöhte Vorsicht geboten. Bei Bäumen, die stark zurückhängen, Seilwinde oder Seilzug verwenden! Ein Lehrgang zur Problemfällung, z. B. an der Waldbauernschule, ist sehr empfehlenswert.

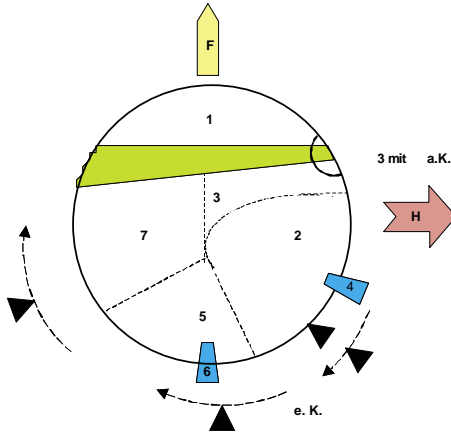
Schwächer geneigte Rückhänger können durch besondere Fälltechnik mit Keilen zu Fall gebracht werden.



- Fallkerbtiefe eher ein Fünftel des Stockdurchmessers mit steilerem Dach ( $> 45^\circ$ ) anlegen. Ersten Fällschnitt mit auslaufender Kette auf einer Stammhälfte bis zur Bruchleiste führen; möglichst früh Keil setzen!
- Schnitt durch Keil offenhalten. Zweiten Fällschnitt auf gleicher Höhe mit einlaufender Kette ansetzen und bis zur Bruchleiste vorziehen. Rechtzeitig zweiten Keil setzen.
- Baum aufkeilen bis er senkrecht steht. Splintschnitte führen, Baum umkeilen.

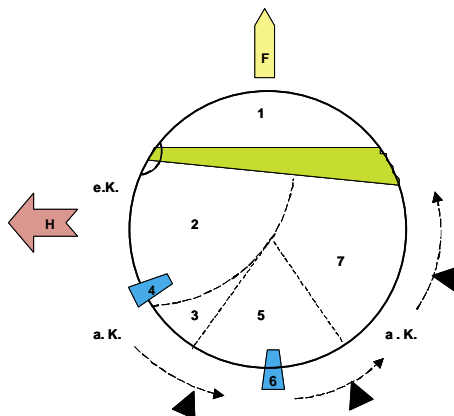
## Rechtshänger

Wurzelanlauf auf der **linken** Seite (Zug- oder Spannseite) **nicht** beischneiden, Bruchleiste links mindestens doppelt so stark bemessen wie rechts. Der Stamm wird dadurch nach links gezogen. Links kein Splintschnitt; rechtzeitig Keil (Nr. 4) setzen.



## Linkshänger

Wurzelanlauf auf der **rechten** Seite **nicht** beischneiden, Bruchleiste rechts mindestens doppelt so stark bemessen wie links. Der Stamm wird dadurch nach rechts gezogen. Rechts kein Splintschnitt; rechtzeitig Keil (Nr. 4) setzen.





#### 4. Zufallbringen hängen gebliebener Bäume

Hängen gebliebene Bäume sind unverzüglich zu Fall zu bringen, erst dann dürfen weitere Bäume gefällt werden.

Fachgerechtes Zufallbringen von Aufhängern:

- abdrehen mit dem Wendehaken (dabei ziehen, nicht drücken – Zurückschlagen des Wendehels!),
- anheben des Stammfußes mit Hebeln oder Sappie,
- abziehen mit Seilwinde oder Seilzug.

Zur Verhütung von Unfällen dürfen hängen gebliebene Bäume nicht zu Fall gebracht werden durch:

- stückweises Absägen oder Besteigen,
- Abhauen oder Absägen behindernder Äste,
- Fällen des aufhaltenden Baumes oder
- Werfen eines weiteren Baumes auf den Hänger.

**Achtung: Beim Abdrehen besteht durch Abrollen oder Abrutschen des Stammfußes vom Stock eine erhöhte Verletzungsgefahr der Beine! Wenn der Aufhänger zu fallen beginnt, schnell und weit genug seitlich aus der Gefahrenzone des Stammes zurückweichen.**

#### 5. Aufarbeitung von Windwurf- und Schneebruchholz

Die Aufarbeitung von Windwurf- und Schneebruchholz gehört zu den gefährlichsten Tätigkeiten bei der Waldarbeit. Eine Beratung und Schulung durch die Ämter für Landwirtschaft und Forsten und die forstwirtschaftlichen Zusammenschlüsse ist dringend anzuraten.

Im Bedarfsfall ist eine professionelle Weiterbildung bei der Bayerischen Waldbauernschule in Kelheim sehr empfehlenswert.

Folgende Regeln sind bei der Aufarbeitung von Windwürfen zu beachten:

- Die Aufarbeitung vom Wurzelteller her beginnen.
- Den Verhau von oben beginnend durch Schlepper mit Seilwinden entgegen der Wurfrichtung entzerren.
- Beim Trennschnitt ist unbedingt auf die Spannung und ein mögliches Abrollen oder Abrutschen des Stammes und der übrigen Bäume im Verhau zu achten. Ein weiteres Augenmerk ist auf das

Umkippen von Wurzeltellern zu legen (Abstützen oder Sicherungsstück belassen!). Der Wurzelteller ist nach dem Abtrennen des Stammes nach Möglichkeit zurückzuklappen.

- Im Verhau darf sich nur ein Mann aufhalten, der die Stämme von den Wurzelstöcken trennt. Diese Arbeit sollte nur von geübten und erfahrenen Waldarbeitern ausgeführt werden.

Maschineneinsatz ist grundsätzlich zu bevorzugen!

Die Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft sowie die Bayerische Waldbauernschule bieten hierzu spezielle Hilfe an.

## **2.5 Aufbereiten des Holzes zum Verkauf**

### **Saubere Aufarbeitung**

Eine saubere Aufarbeitung gibt dem Rohholz ein gefälliges Aussehen und erleichtert den Verkauf. Zu achten ist vor allem auf:

- walzengleiches Beischneiden der Wurzelanläufe,
- glattes Abschneiden des Waldbartes,
- sauberes, stammgleiches Entasten und Entrinden,
- Aufhauen von Beulen und Faulstellen,
- korrektes und leserliches Anschreiben.

### **Lagerung des Holzes**

Zur Verminderung von Holzschäden durch Bodenfeuchtigkeit ist Rohholz möglichst bald nach der Aufarbeitung auf einen geeigneten Lagerplatz zu bringen.

- Der Holzlagerplatz soll trocken sein und an einer ganzjährig Lkw-befahrenen Straße liegen. Vorteilhaft sind Nord- und Nordostränder älterer Bestände (Beschattung).
- Auf freien Arbeitsraum für den Ladekran über dem gelagerten Holz achten (nicht unter tief hängenden starken Ästen oder unter Freileitungen).
- Stämme nicht weiter als 6 m vom festen Fahrbahnrand lagern, damit sie noch vom Ladekran erreicht werden können.
- Größere Mengen zusammen lagern; die Holzmenge sollte jeweils ca. 30 fm betragen (entspricht einer Lkw-Ladung).

- Unterschiedliche Holzsorten (z. B. Stammholz, Industrieholz lang, Schichtholz) getrennt lagern. Beim Schichtholz darauf achten, dass jeder Käufer sein Holz abfahren kann, ohne die anderen Holzstöße zum Einsturz zu bringen.
- Bei Stamm- und Papierholz Unterlagen verwenden; Stämme innerhalb des Stapels in einer Richtung legen.



*Langholzpolter*

## **2.6 Bereitstellung von Energieholz**

Heizen mit Holz aus nachhaltiger Forstwirtschaft ist aktiver Klimaschutz. Mit dem Anstieg der Gas- und Ölpreise gewinnt Holz als Energieträger zunehmend an Bedeutung. Sowohl die Zahl der scheitholzbestückten Ofen- und Zentralheizungen als auch die der mit Hackschnitzeln oder Pellets beschickten Heizanlagen in Bayern nimmt ständig zu.

Im Folgenden werden die gängigsten Verfahren zur Bereitstellung von Scheitholz und Hackschnitzeln kurz erläutert.

### **1. Bereitstellung von Scheitholz**

Die Herstellung von Scheitholz ist bereits mit einer Grundausstattung wie einer modernen Motorsäge, Axt sowie einer kompletten persönlichen Schutzausrüstung möglich.



## Spalten von Hand

Das Spalten von Hand mittels Spalthammer ist körperlich sehr belastend und wenig effektiv. Diese Methode lohnt nur, wenn Brennholz in kleinen Mengen produziert werden soll.

## Spalten mit Spaltgeräten

Wesentlich effektiver gestaltet sich die Bereitstellung mit hydraulischen Keilspaltern, die oft als Anbaugeräte an Traktoren betrieben werden. Mit diesen Spaltgeräten können pro Stunde bis zu fünf Raummeter gespalten werden. Zum Schneiden auf Ofenlänge werden Kreis- oder besser Bandsägen benutzt.

## Säge-Spalt-Maschinen

Zur professionellen Bereitstellung von Scheitholz bieten sich Säge-Spalt-Automaten an, mit denen pro Stunde mehr als fünf Raummeter Scheitholz in ofenfertigen Längen produziert werden können.

## Lagerung von Scheitholz

Nur naturbelassenes, lufttrockenes Holz mit einem Wassergehalt von deutlich unter 20 % ist zum Heizen geeignet. Nach Untersuchungen des TFZ<sup>3</sup> trocknen bei richtiger Lagerung sowohl Buche als auch Fichte (Kiefer) schon innerhalb eines Jahres auf Wassergehalte unter 20 %.

Tipps zur richtigen Bereitstellung und Lagerung von Scheitholz

- Brennholz im Winter schlagen,
- möglichst rasch nach dem Einschlag spalten,
- Lagerorte möglichst an sonnigen und windexponierten Orten einrichten,
- Brennholz ohne Erdkontakt stapeln und vor Regen schützen,
- frisch geschlagenes Holz nicht in Kellerräumen lagern oder in Plastikplanen einschlagen,
- Größe der Scheite möglichst gleich an die Feuerungsöffnung der Anlage anpassen,

---

<sup>3</sup> TFZ: Technologie- und Förderzentrum im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe in Straubing.

- bei Lagerung entlang von Hauswänden ca. 10 cm Abstand zur Wand belassen,
- falls möglich, den Tagesvorrat an Brennholz in einem geheizten Raum vorwärmen.

Weitere Informationen enthält das Merkblatt 20 „Scheitholz – Produktion, Lagerung, Kennzahlen“ der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) bzw. geben die Zusammenschlüsse der Waldbesitzer. Adressen hierzu finden Sie im Internet unter [www.forst.bayern.de](http://www.forst.bayern.de) unter der Rubrik „Für den Waldbesitzer“

Informationen zur staatlichen Förderung von Holzfeuerungsanlagen erhält man von C.A.R.M.E.N. e. V. ([www.carmen-ev.de](http://www.carmen-ev.de)) oder vom Technologie- und Förderzentrum ([www.tfz.bayern.de](http://www.tfz.bayern.de)) im Kompetenzzentrum für Nachwachsende Rohstoffe.

## 2. Bereitstellung von Waldhackschnitzeln

Die nachfolgend aufgeführten Verfahren sind Empfehlungen und können je nach Bestand und äußeren Bedingungen abgewandelt oder kombiniert werden.

- Werden Hackschnitzel zum Verkauf bereitgestellt, sollte bereits vor Beginn der Produktion Abnahme- und Lieferzeitpunkt vertraglich mit einem Käufer bzw. Heizwerk vereinbart sein.
- Planung des Ablaufes der Hackschnitzel-Bereitstellung möglichst genau und in einem ausreichend langen Zeitraum vor dem Einschlagstermin (Absprachen mit Hacker-Unternehmen bzw. FBG/WBV) durchführen.
- Je schwächer das Material, desto höher sind die Bereitstellungskosten. Schlagabraum verursacht höhere Kosten als Durchforstungsholz.
- Auch das aus Waldschutzgründen gehackte Holz sollte energetisch genutzt werden.

## Motormanuelle Verfahren mit Anbauhacker

### **Ausrüstung:**

Motorsäge, komplette persönliche Schutzausrüstung, Seilschlepper (Pferd), Anbauhacker, landwirtschaftlicher Anhänger

### **Arbeitsverfahren:**

- Fällen (Aufarbeiten), Zopfen
- Vorliefern zur Rückegasse
- Rücken zum Lagerplatz/zur Waldstraße
- Hacken am Lagerplatz/an der Waldstraße
- Transport der Hackschnitzel zur Heizanlage oder zum Zwischenlager

### **Beurteilung:**

- + gut geeignetes Verfahren im Kleinprivatwald für kleinere oder verstreute Hiebsanfälle.
- + Eigenleistung grundsätzlich möglich
- + Auslastung der betriebseigenen Maschinen
- + aus Forstschutzgründen zu befürworten
- schwere belastende Arbeit besonders bei handbeschickten Hackern
- niedrige Leistung
- Hackgut für Kleinanlagen muss oft nachgetrocknet werden
- geringe Auslastung des Hackers

## Teilmechanisierte Hackschnitzelbereitstellung

Für Eigenleistung nur noch bedingt geeignet.

### **Ausrüstung:**

Motorsäge, komplette persönliche Schutzausrüstung, Chokerketten, Seilschlepper, Tragschlepper (Zangen- oder Klemmbankschlepper), Mobilhacker, landwirtschaftlicher Anhänger

### **Arbeitsverfahren:**

- Anlage von Seillinien
- Fällen, Aufarbeiten, Zopfen
- Vorliefern mit Chokerketten/-seilen zur Rückegasse
- Rücken des Holzes zur Waldstrasse/Lagerplatz
- Hacken an der Waldstrasse
- Transport zur Heizanlage

### **Beurteilung:**

- + hohe Leistung bei gut eingespieltem Team
- + universell einsetzbares Verfahren
- + relativ niedrige Kosten
- + Hackholz kann an Waldstrasse/Lagerplatz vortrocknen
- mehrere Maschinen müssen den Waldort anfahren
- evtl. Schäden am verbleibenden Bestand möglich
- für große Flächen

## Entkoppelte vollmechanisierte Hackschnitzelbereitstellung

Folgendes Verfahren kann nicht mehr in Eigenleistung erbracht werden.

### **Ausrüstung:**

Harvester, Rückezug, Hacker, Wechselcontainer

### **Arbeitsverfahren:**

- Aufarbeitung von Standardlängen
- Aufarbeiten der Gipfelstücke
- Rücken zur Waldstrasse/Lagerplatz
- Hacken der Gipfelstücke
- Ferntransport der Hackschnitzel mit LKW

### **Beurteilung:**

- + für größere Waldbesitzer oder Zusammenschlüsse kleinerer Waldbesitzer
- + zur Belieferung von größeren Heizwerken gut geeignet
- + ergonomisch günstiges Verfahren
- + durch Kurzholzaushaltung wenig Schäden am verbleibenden Bestand
- lohnt nur bei größeren Flächen
- Reisigmatratze fehlt in der Rückegasse

Weitere Informationen enthält das Merkblatt 10 „Bereitstellung von Waldhackschnitzeln“ der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft (LWF) oder geben die Zusammenschlüsse der Waldbesitzer. Adressen hierzu finden sich im Internet unter [www.forst.bayern.de](http://www.forst.bayern.de) unter der Rubrik „Für den Waldbesitzer“

Nach Regionen gegliederte Adressen forstlicher Hackerunternehmer können aus einer Datenbank der LWF unter [www.lwf.bayern.de](http://www.lwf.bayern.de) , Rubrik „Waldbewirtschaftung/Betriebswirtschaft, Forsttechnik und Holz/Holzenergie“ abgefragt werden.

### 3. Holzsortierung und Holzverkauf

Die Betriebe der Säge-, Papier- und Holzwerkstoffindustrie benötigen hinsichtlich der Baumarten, Abmessungen und Qualitätsanforderungen genau definierte Sortimente. Beim Waldbesitzer als Bindeglied zwischen Produktionsstätte Wald und holzverarbeitender Industrie liegt somit die Verantwortung der Holzsortierung.

Rohholz muss nach seinen Eigenschaften und Merkmalen ausgeformt und in gleichartigen Holzsorten, den Verkaufslösen, zusammengefasst werden. Eine optimale Wertschöpfung kann nur erzielt werden, wenn die angebotenen Sortimente möglichst genau den Anforderungen des Kunden entsprechen. Die absatzfähigen Holzsortimente müssen **vor** jedem Einschlag festgelegt sein.

Grundlage für eine einheitliche Rohholzsortierung ist das „Gesetz über gesetzliche Handelsklassen für Rohholz“ (kurz „HKS“) vom 25.02.1969. Soweit im folgenden Text Zitate aus der HKS verwendet werden, sind diese durch *kursiven Druck* hervorgehoben. Der vollständige Gesetzestext ist im Internet unter <http://bundesrecht.juris.de> kostenlos abrufbar.

Bei der Sortierung des Rohholzes nach gesetzlichen Handelsklassen wird unterschieden zwischen

- Stärkesortierung
- Gütesortierung und
- Sortierung nach dem besonderen Verwendungszweck.

Die Sortierung nach gesetzlichen Handelsklassen ist nicht vorgeschrieben. Wird das Holz jedoch nach gesetzlichen Handelsklassen sortiert und in den Verkehr gebracht, müssen diese Vorschriften über Sortierung, Kennzeichnung und Messung eingehalten werden.

Für weitergehende Informationen und Fortbildungen stehen Ihnen die Forstbetriebsgemeinschaften/Waldbesitzervereinigungen, die Ämter für Landwirtschaft und Forsten sowie die Bayerische Waldbauernschule als Ansprechpartner zur Verfügung.

## 3.1 Gesetzlicher Hintergrund

### 3.1.1 Stärkesortierung

#### Mittenstärkensortierung

*Das Stammholz (Stämme und Stammteile) wird auf ganze Meter, halbe Meter oder ganze Zehntelmeter abgelängt und nach dem Mittendurchmesser ohne Rinde in folgende Stärkeklassen eingeteilt:*

Klasse	Mittendurchmesser ohne Rinde
L 1a	10 – 14 cm
L 1b	15 – 19 cm
L 2a	20 – 24 cm
L 2b	25 – 29 cm
L 3a	30 – 34 cm
L 3b	35 – 39 cm
L 4	40 – 49 cm
L 5	50 – 59 cm
L 6	60 cm und mehr

#### Heilbronner Sortierung

*Das Stammholz (Stämme und Stammteile) wird auf ganze Meter abgelängt und nach Mindestlänge und Mindestzopfdurchmessern ohne Rinde, gemessen bei der vorgeschriebenen Mindestlänge, in [...] Stärkeklassen eingeteilt.*

Diese Abmessungssortierung nach Länge und Zopfdurchmesser war in der Vergangenheit für Langholz der Baumarten Fichte, Tanne und Douglasie üblich. Sie wird mittlerweile in der Praxis jedoch kaum mehr angewandt. Heute wird auch Langholz der genannten Nadelbaumarten nach der Mittenstärke sortiert.

### 3.1.2 Gütesortierung

Rohholz kann entsprechend seinen Eigenschaften in folgende Güteklassen eingeteilt werden:

**A** = Wertholz

*Gesundes Holz mit ausgezeichneten Arteigenschaften, fehlerfrei oder nur mit unbedeutenden Fehlern, die seine Verwendung nicht beeinträchtigen.*

Holz der **Güteklasse A** sollte in der Regel nur über Versteigerungen oder Submissionen verkauft werden. Es handelt sich in erster Linie um Holz zur Furnierherstellung oder um sehr schöne Erdstämme für Tischlereien oder den Musikinstrumentenbau.

Besonders bei seltenen Baumarten (z. B. Birnbaum, Walnuss) können auch schlechter geformte Exemplare für eine Wertholzaushaltung in Frage kommen.

**B** = Holz von normaler Qualität

*Holz von normaler Qualität einschließlich stammgetrocknetem Holz mit einem oder mehreren der folgenden Fehler:*

*Schwache Krümmung und schwacher Drehwuchs, geringe Abholzigkeit, einige gesunde Äste von kleinem oder mittlerem Durchmesser – jedoch nicht grobastig – eine geringe Anzahl kranker Äste von geringem Durchmesser, leicht exzentrischer Kern, einige Unregelmäßigkeiten des Umrisses und einige andere vereinzelt, durch eine gute allgemeine Qualität ausgeglichene Fehler.*

**Güteklasse B** umfasst Holz von normaler Qualität. Dabei gilt es zu beachten, welche Merkmale für die betreffende Baumart typisch sind. So sind z. B. beim Laubholz kleinere Krümmungen, Unebenheiten des Stammumrisses oder Astnarben normal. Beim Nadelholz gelten auch Schwarzäste (sog. „Ausfalläste“) als gesunde Äste, denn jeder Schwarzast wird im Stamminneren zu einem gesunden Ast!

Wie schwerwiegend ein Gütefehler ist, hängt vielfach auch von der Stärke des Stammes ab. Zum Beispiel ist ein 4 m langer Stamm mit 10 cm Krümmung bei einem Durchmesser von 20 cm praktisch nicht als Stammholz verwertbar, während bei der selben Krümmung ein 70 cm dicker Stamm durchaus Güteklasse B sein kann!



Achtung: Von vielen Holzabnehmern wird stammrockenes<sup>4</sup> Holz nicht als Güteklasse B akzeptiert! Auch buchsiges<sup>5</sup> Holz, das in der HKS gar nicht erwähnt ist, wird von Holzverarbeitern für Qualitätsholz und zu besonderen Verwendungszwecken als schwerwiegender Fehler betrachtet. Hier gilt es, die individuellen, vertraglich vereinbarten Sortenvorgaben zu beachten.

**C** = Holz von geringer Qualität

*Holz, das wegen seiner Fehler nicht in die Güteklassen A oder B aufgenommen werden kann, jedoch gewerblich verwertbar ist.*

*Hierunter fallen z. B. starkastige, stark abholzige oder stark drehwüchsige Stücke sowie abholzige oder astige Zopfstücke und kranke Stücke mit tiefgehenden faulen Ästen, Rot- und Weißfäule (jedoch nicht kleine Faulflecken) oder sonstigen wesentlichen Pilz- oder Insektenzerstörungen sowie Stücke mit weitgehender Ringschäle.*

**C-Holz** umfasst Stämme oder Stammteile die z. B. starke Astigkeit, aber auch geringe Fäule oder geringen Insektenbefall aufweisen. Stärkere Fäule und tief gehende Insektenzerstörungen werden heute meistens der Güteklasse D zugeordnet. Dasselbe gilt für stärker gekrümmte Exemplare.

**D** = „Teilnutzholz“

*Holz, das wegen seiner Fehler nicht in die Güteklassen A, B und C aufgenommen werden kann, jedoch zu mindestens 40 vom Hundert gewerblich verwendbar ist.*

Holz der **Güteklasse D** ist nur teilweise gewerblich verwertbar – hieraus ergibt sich auch der oft als Synonym verwendete Begriff des „Teilnutzholzes“. Faule Erdstammstücke von Nadelhölzern werden meist in diese Güteklasse sortiert. Die Ausdehnung des Faulschadens in Längsrichtung des Stammes ist jedoch oft schwer einzuschätzen. Sein Ausmaß hängt sehr stark vom Standort und von vorhandenen Verletzungen ab. Wenn keine Erfahrungen aus früheren Hieben vorliegen, empfiehlt es sich, zunächst durch Gesundheitschneiden einiger Stämme festzustellen, wie weit die Fäule reicht. Gesundheitschneiden bedeutet,

---

4 Stammrockenes Holz ist Rundholz, das bereits als stehender Baum dürr geworden ist.

5 In Hanglagen stehende oder einseitig vom Wind belastete Bäume bilden zum Abfangen dieser Lasten dichteres Holz, „Buchs“, Reaktions- oder Druckholz genannt. Die im Vergleich zum normalen Holz abweichenden Eigenschaften des Buchses erschweren die Verarbeitung solcher Hölzer (Reißen, Verwerfen der Schnittware).

einen Stamm vom kranken Ende her so lange zu kürzen, bis das Holz gesund ist. Erst dann kann abgeschätzt werden, ob es wirtschaftlich günstiger ist, einen D-Abschnitt auszuhalten oder aber die betreffenden Stämme generell gesund zu schneiden.

Bei Massensortimenten werden häufig **Mischgüteklassen** gebildet, z. B. L BC. Auch bei gesundem, qualitativ normalem Langholz wird die Mischgüte BC verwendet, denn der Stamm besteht in der Regel immer aus einem unteren Stück mit guter bis mittlerer Qualität und einem oberen Stück mit geringer Qualität.

Bei Kiefer und Lärche sowie insbesondere beim Laubholz sind sogenannte **Klammerstämmе** üblich. Hierunter versteht man einen Stamm, der sich aus zwei Stammstücken unterschiedlicher Güteklassen zusammensetzt und als Ganzes verkauft wird.

Holz für eine bestimmte Verwendung wird auch oft zu **Sondersorten** zusammengefasst. Zum Beispiel wird Laubholz der Güteklassen C oder CD gerne als „Parkettholz“ vermarktet. Beim Nadelholz wird teilweise „Palettenholz“ ausgehalten.

Bestimmte Sortimente können mit den Güteklassen nicht umfassend genau deklariert werden. Insbesondere Hölzer, die **versteckte Mängel** aufweisen, müssen zusätzlich gekennzeichnet sein. Soweit dem Waldbesitzer bekannt, muss zum Beispiel Splitterholz (eingewachsene Gratsplitter), Sturmholz (mit versteckten Brüchen), Hagelholz (mit eingewachsenen Harzgallen und Faulflecken) für den Holzabnehmer entsprechend deklariert werden.

Wird Holz ins Ausland exportiert, können Holzkäufer auch die Sortiergewohnheiten des jeweiligen Bestimmungslandes im Kaufvertrag festhalten. Hieraus ergeben sich unter Umständen auch andere Bezeichnungen für Sorten und Güteklassen. Bei der Werksvermessung im Ausland gelten i. d. R. die dortigen gesetzlichen Regelungen und Normen.

### **3.1.3 Sortierung nach dem besonderen Verwendungszweck**

Hierunter fällt insbesondere die Aushaltung sogenannten Industrieholzes. Dieser Sammelbegriff umfasst Rohholz, das mechanisch zerkleinert oder chemisch aufgeschlossen wird. Es findet zur Herstellung

von Holzschliff/Zellstoff (als Grundstoffe für die Papierindustrie), Span-/Faserplatten und anderen industriellen Produkten Verwendung.

In der forstlichen Praxis wird Industrieholz bei allen Baumarten ohne Stärkeklassensortierung in langer (IL = Industrieholz lang) oder in kurzer Form (IS = Industrieholz kurz) ausgehalten.

Industrieholz wird in folgende Güteklassen eingeteilt:

*N: Gesund, nicht grobastig, keine starke Krümmung.*

*F: Leicht faul, grobastig oder krumm.*

*K: Stark faul, jedoch gewerblich verwendbar.*

## **3.2 Holzmessung und Kennzeichnung**

Bereits bei Holzaufarbeitung, Rückung und Lagerung werden wesentliche Grundlagen für eine erfolgreiche Vermarktung des Rohholzes gelegt.

### **3.2.1 Durchmesserermittlung**

#### **Mittendurchmesser**

*Der Mittendurchmesser wird in der Stamm-Mitte (halbe Stammlänge ohne Übermaß) bis zu 19 cm Durchmesser ohne Rinde durch einmaliges waagerechtes Kluppen, wie der Stamm im Walde liegt ermittelt, ab 20 cm Durchmesser ohne Rinde durch zwei zueinander senkrecht stehende Messungen (möglichst des kleinsten und des größten Durchmessers).*

*Fällt die Messstelle auf einen Astquirl oder auf einen sonst unregelmäßigen Stammteil, so wird der Durchmesser aus dem Mittel der Messungen gleich weit oberhalb und unterhalb der Messstelle ermittelt.*

Der Mittendurchmesser wird mit einer Messkluppe ermittelt. Diese Messkluppe muss geeicht sein (Eichstempel) und darf nicht durch Beschädigung oder Abnutzung in ihrer Funktion beeinträchtigt (schwergängig, zu locker) sein. Bei der Messung wird die Messkluppe im rechten Winkel zur Stammlängsachse gehalten. Die Messschenkel dürfen dabei weder zu leicht noch zu fest zusammengedrückt werden.

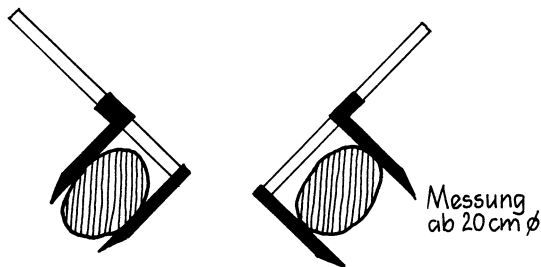
Jede Ablesung auf der Messskala der Kluppe wird forstüblich auf ganze Zentimeter abgerundet. Bei zweimaliger Kluppung stärkerer Stämme werden die gerundeten Einzelwerte addiert und daraus der Mittelwert gebildet. Ergibt sich keine ganze Zahl, wird wiederum abgerundet.

## Beispiel

Durchmesserermittlung (Mitten-Ø ab 20 cm)

- z. B. 1. Messung: 33 cm (abgerundet)  
2. Messung: 28 cm (abgerundet)

Durchmesser:  $33 \text{ cm} + 28 \text{ cm} = 61 \text{ cm}$ ;  
 $61 \text{ cm} : 2 = 30,5 \text{ cm}$ , abgerundet **30 cm**



## Zopfdurchmesser

Der Begriff Zopfdurchmesser bezeichnet den Durchmesser eines Stammes an seinem schwächeren Ende. Er wird durch einmaliges waagrecht Kluppen, wie der Stamm im Walde liegt, ermittelt.

Der Mindestzopf ist je nach Kaufvertrag sehr unterschiedlich. Wird bei Nadelstammholz meist bis 14 cm ausgehalten, schwankt der Mindestzopfdurchmesser beim Laubstammholz je nach Güte und Verwendungszweck sehr stark. Deshalb sollte der Zopfdurchmesser je Verkaufssorte unbedingt vor jedem Einschlag festgelegt sein.

### 3.2.2 Rindenabzug

Wird der Durchmesser in Rinde gemessen, so ist ein der durchschnittlichen Rindenstärke entsprechender Abzug zu machen und der Abzug zu erwähnen.

Als Verkaufsmaß gilt beim Stammholz immer das Holzvolumen ohne Rinde. Bei der Aufarbeitung im Wald wird das Holz jedoch kaum mehr entrindet. Die Messung erfolgt daher in Rinde, anschließend wird ein rechnerischer Rindenabzug vorgenommen. In Bayern gibt es für einige Baumarten standardisierte Rindenabzugswerte.

Wichtig: Die Rindenabzüge der Tabellen sind nicht vorgeschrieben, sondern müssen dem Holzkäufer mitgeteilt werden. Sie werden allerdings in der Regel von den Holzkäufern anerkannt.

Bei dickborkigem Laubholz (z. B. Eiche) und bei Kiefer (Lärche) ist teilweise noch die Anlage eines Mittenrings (mehrere cm breiter entrindeter Ring an der Messstelle) üblich. Hier kann dann der Mittendurchmesser ohne Rinde direkt gemessen werden.

<b>Standardisierte Rindenabzugswerte:</b>		
<b>Baumart</b>	<b>Mittendurchmesser mit Rinde</b>	<b>Rindenabzug</b>
Fichte	bis 26 cm	1 cm
	27 bis 50 cm	2 cm
	ab 51 cm	3 cm
Tanne	bis 22 cm	1 cm
	23 bis 38 cm	2 cm
	38 bis 55 cm	3 cm
	ab 56 cm	4 cm
Douglasie	bis 20 cm	1 cm
	21 bis 37 cm	2 cm
	38 bis 53 cm	3 cm
	54 bis 70 cm	4 cm
	ab 71 cm	5 cm
Buche	bis 41 cm	1 cm
	ab 42 cm	2 cm
Esche	bis 18 cm	1 cm
	19 bis 29 cm	2 cm
	30 bis 44 cm	3 cm
	ab 45 cm	4 cm

Für in der Tabelle nicht aufgeführte Baumarten können mit dem jeweiligen Kunden individuelle Abzüge vereinbart werden. Speziell bei Standardsortimenten (wie z. B. Kiefernstandardlängen) werden oftmals Rindenabzüge festgelegt. Nähere Informationen hierzu geben die örtlichen Forstwirtschaftlichen Zusammenschlüsse.

### 3.2.3 Längenermittlung

Die Längenmessung des Holzes erfolgt i. d. R. im Zuge der Aufarbeitung mit einem Forst-Maßband. Sie beginnt am Stammfuß, bei Stämmen mit Fallkerb beginnt die Längenmessung in der Fallkerbmitte.

Nach Mittenstärkensortierung ausgehaltenes Holz kann grundsätzlich in fallenden Längen (Abstufung in 10 cm-Schritten) ausgehalten werden, jedoch in der Regel nicht unter 3 m und nicht über 21 m Länge (Transport!).

Stammholz der Baumarten Fichte, Tanne und Douglasie (Lärche) wird häufig als Langholz in Längen von 16 bis 20 m verkauft. Kurzholz wird meist in Standardlängen zwischen drei und sechs Meter Länge, i. d. R. vier oder fünf Meter lang, ausgehalten.

Auch Laub-Stammholz wird meist als Kurzholz unterschiedlicher Längen vermarktet. Besonders bei wertholzhaltigen Stämmen erfolgt die Längenabstufung in 10 cm-Schritten.

Als „Längenreserve“ für weitere Trennschnitte im Holz bearbeitenden Betrieb (z. B. Aufteilung eines Langholzes in mehrere Abschnitte vor der Bearbeitung im Sägewerk) wird zur vereinbarten Verkaufslänge das sogenannte **Übermaß** zugegeben.

Gesetzlich vorgeschrieben ist mindestens ein Prozent Übermaß, bei einem Stamm mit z. B. 18 m Länge also mindestens 18 cm. Bei den heute üblichen Standardlängen (meist vier oder fünf Meter Verkaufslänge) beträgt das Übermaß in der Regel jedoch 10 cm. Abweichungen von den gesetzlichen Regelungen wie z. B. ein größeres Übermaß bei Langholz sind mit dem jeweiligen Kunden vertraglich zu vereinbaren.

### 3.2.4 Volumenermittlung

Stammholz wird nach dem sogenannten Festgehalt, dem Volumen des Stammes ohne Rinde verkauft. Die Berechnung erfolgt als Zylinder aus Länge und Mittendurchmesser des betreffenden Stammstückes. Der ermittelte Festgehalt wird in „Festmeter“ (kurz „fm“) angegeben. Ein fm entspricht einem Kubikmeter reinem Holzvolumen.

Papier- und Brennholz wird nach dem Raummaß verkauft. Ein Raummeter entspricht einem Kubikmeter aufgerichtetem Holz mit Luft zwischen den Holzstücken.

Für statistische Zwecke kann wie folgt umgerechnet werden:

1 Raummeter (rm) entspricht 0,7 Festmeter,

1 Festmeter entspricht 1,4 Raummeter.

## Raummaßermittlung

Ein zu vermessender Polter wird zunächst in Teilstücke gleicher Länge (z. B. ein oder zwei Meter) eingeteilt, am Ende des Holzstapels bleibt in der Regel ein kürzeres Stück übrig (= Restmenge). In der Mitte jeden Teilstückes wird die Höhe des Polters gemessen, die Restmenge wird dabei gutachterlich beim letzten vollständigen Teilstück in der Messung berücksichtigt (vgl. Abbildung).

*Wird Schichtholz in Raummeter mit oder ohne Rinde [...] aufgesetzt, so erhalten die Holzstöße oder -bündel beim Aufsetzen ein Übermaß von 4 von Hundert (4 %).*

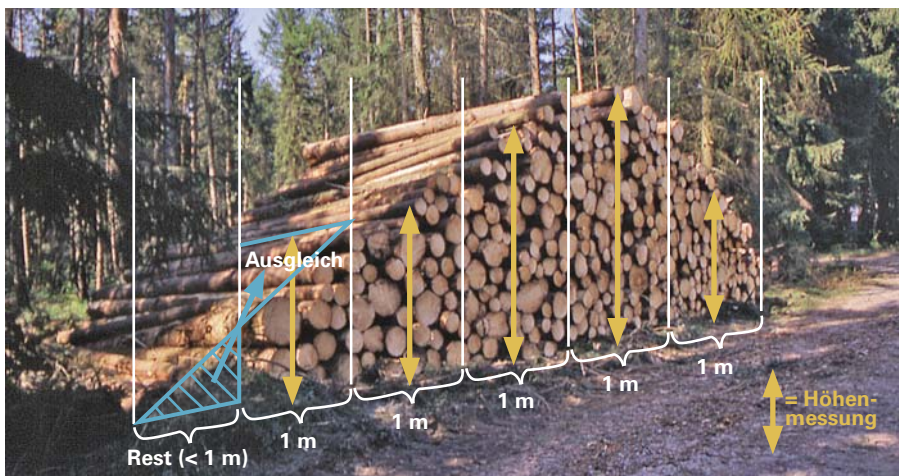
Bei Papier- und Brennholz gibt es keinen Rindenabzug.

Das Volumen errechnet sich dann aus der **Summe** der Höhenmessungen

**mal 0,96** (Übermaß berücksichtigt)

**mal der Länge der Teilstücke**

**mal der Verkaufslänge des Sortiments.**



## Festgehaltsermittlung

Zur Festgebhaltsberechnung werden der Mittendurchmesser (d) immer ohne Rinde und die Länge (l) immer ohne Übermaß verwendet!

Für eine schnelle **überschlägige Berechnung** kann folgende Formel verwendet werden:

$$d^2 \times l \times 0,8$$

(Merkhilfe „de-Quadrat-lacht“)

Der Festgehalt eines Baumes mit 30 cm Mittendurchmesser (d) und 4 m Länge (l) berechnet sich demnach wie folgt:

$$0,3 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} = 0,09 \text{ m}^2 \times 4 \text{ m} = 0,36 \text{ m}^3 \times 0,8 = 0,288 \text{ fm} \cong 0,29 \text{ fm}$$

Die **exakte Berechnung** erfolgt nach der Volumenformel eines Zylinders:

$$V = \frac{d^2}{4} \times \pi \times l$$

(mit  $\pi = 3,14$ )

Für den Baum aus obigem Beispiel (30 cm Mittendurchmesser [d] und 4 m Länge [l]) ergibt sich bei exakter Berechnung ein Volumen von:

$$0,3 \text{ m} \times 0,3 \text{ m} = 0,09 \text{ m}^2 \times 3,14 \div 4 \times 4 \text{ m} = 0,282 \text{ fm} \cong 0,28 \text{ fm}$$

Der Anhang dieses Wegweisers beinhaltet eine Rundholzkubiktabelle, aus der sich für die jeweils gesuchte Länge und den entsprechenden Mittendurchmesser das Volumen des Stammstückes direkt ablesen lässt.

### 3.2.5 Verkauf nach Gewicht

Vor allem Industrieholz lang, aber auch Papierholz und Waldhackschnitzel werden zunehmend nach Gewicht verkauft. Eine einzelstammweise Vermessung erfolgt hier nicht mehr, allenfalls wird ein Raummaß zur Kontrolle der Abrechnung erhoben. Verkaufseinheit ist die **Tonne absolut trocken** (t atro) bzw. die **Tonne lufttrocken** (t lutro).

Das Gewicht einer Ladung lufttrockenes Holz kann bei der Anlieferung im jeweiligen Werk direkt gewogen werden.

Zur Ermittlung des atro-Gewichtes ist dagegen ein aufwändigeres Vorgehen erforderlich. Im verarbeitenden Betrieb wird beim Werksein-



gang das Gewicht der Lieferung ermittelt. Dabei werden Materialproben gewonnen, die vor und nach dem Trocknen gewogen werden. Hieraus wird das atro-Gewicht **trocken** errechnet.

Die Umrechnung in Festmeter erfolgt mit baumartenspezifischen Faktoren, näherungsweise können folgende Umrechnungszahlen verwendet werden:

Baumart	Umrechnung von			
	t lutro nach Festmeter o. R.	t atro nach Festmeter o. R.	Festmeter o. R. nach t atro	Festmeter o. R. nach t lutro
Nadelhölzer und Pappel	mal 1,45	mal 2,25	mal 0,44	mal 0,69
Laubhölzer außer Pappel	mal 1,1	mal 1,6	mal 0,6	mal 0,9

### 3.2.6 Kennzeichnung

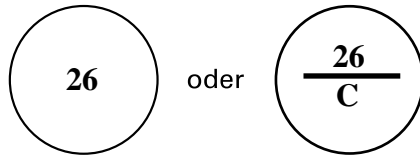
*Langholz der Güteklassen A/EWG, C/EWG und D ist mit dem zutreffenden Buchstaben A, C oder D dauerhaft zu kennzeichnen.*

Im Umkehrschluss ist nicht gekennzeichnetes Holz somit Holz der Güteklasse B, also „normales Holz“. Zusätzlich zur Güteklasse werden in der Regel die Länge und der Mittendurchmesser (Rinde beachten, vgl. Punkt 3.2.2) des betreffenden Stammes angeschrieben. Bei Standardlängen kann die Längenangabe entfallen.

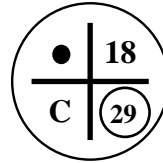
Langholz und wertvolleres Holz wird teilweise noch nummeriert. Der Käufer kann so bei der Holzübernahme stichprobenweise die angegebenen Maße kontrollieren. Bei allen anderen Sortimenten erfolgt heute in der Regel nur mehr eine farbliche Markierung der erfassten Stämme.

### Beispiele für die Kennzeichnung:

Bei Standardlängen wird der Durchmesser und zusätzlich die Güteklasse angeschrieben, wenn nicht „B“:



Ansonsten Anschrieb im „Kreuz“:  
rechts oben Länge, darunter Durchmesser,  
links oben Nummer oder Platz für Farbtupfer,  
darunter die Güteklasse .



### 3.2.7 Vermessung im Werk

Vor allem Massensortimente – Standardlängen mit 4 oder 5 m – werden zunehmend im Werk vermessen und nach den Daten dieser Vermessung abgerechnet. Damit entfällt das Messen und Anschreiben des Holzes im Wald.

Die Werksvermessung misst grundsätzlich Einzelstämme genauer als das Waldmaß. Trotzdem wird empfohlen, bei Werksvermessung immer im Wald ein Kontrollmaß zu erheben. Bei der Werksvermessung ist es besonders wichtig, dass alle Hölzer vollständig abgefahren und im Werk der richtigen Partie (= Lieferant/Waldbesitzer) zugeordnet werden können. Innerhalb Deutschlands gibt es eine Rahmenvereinbarung zwischen Forstwirtschaft und Holzindustrie, nach der die Unternehmen ihre Werkseingangsvermessungsanlagen zertifizieren lassen können. Die Belieferung solcher Betriebe bringt dem Holzverkäufer Sicherheit bezüglich der Genauigkeit der dort eingesetzten Messanlage und der Einhaltung der üblichen Sortierregeln. Es wird empfohlen, Werksvermessung nach Möglichkeit nur mit Betrieben mit zertifizierten Anlagen zu vereinbaren. Eine aktuelle Liste dieser Sägewerke ist unter [www.werksvermessung.org](http://www.werksvermessung.org) zu finden.

### Kontrollmaße zur Werksvermessung

Das wichtigste Kontrollmaß, auf das nie verzichtet werden sollte, ist die **Stückzahl**. Sie wird einfach durch Zählen und farbige Punkten der gezählten Exemplare ermittelt. Da die Stückzahl recht genau ermittelt werden kann (höchstens einzelne Stämme werden beim Zählen übersehen oder bleiben bei der Abfuhr liegen), muss die am Polter ermittelte Stückzahl mit der Anzahl aus der Werksvermessung übereinstimmen.

Besser ist es, zusätzlich zur Stückzahl auch noch die Holzmenge grob zu ermitteln. Erfahrene Holzverkäufer schätzen hierzu den Durchmesser des durchschnittlichen Mittelstamms und nehmen dessen Volumen mal der Stückzahl. Sicherer ist die Holzmengenermittlung über das Raummaß.

Bei Standardlängen hat sich für die Umrechnung vom Raummaß in Festmeter als Erfahrungswert der Faktor 0,62 bewährt. Laub-Industrieholz wird meistens mit dem Faktor 0,55 (oder bei sehr krummem und buckligem Holz mit viel Luft zwischen den Stämmen mit 0,50) umgerechnet.

Bei vollmechanisierter Aufarbeitung (Harvester) kann als Kontrollmaß das durch den Prozessorkopf elektronisch ermittelte Maß verwendet werden. Dieses Maß ist aber dann ungenau, wenn das Holz voll im Saft steht oder die Messeinrichtung des Harvesters nicht oft genug nahegestellt wird. Als grober Anhaltswert ist die so ermittelte Menge aber durchaus brauchbar.

Was passiert, wenn Kontrollmaß und Werksmaß weit voneinander abweichen?

Große Lieferanten haben in der Regel Verträge mit den Sägewerken, die festlegen, welches Maß in solchen Fällen abgerechnet wird. Ansonsten muss im Einzelfall ausgehandelt werden, welches Maß gilt. In der Regel stimmen Kontroll- und Werksmaß jedoch überein. Bestehen Sie vor Verkaufsabschluss auf genaue Klärung dieser Frage.

Verbunden mit der Werksvermessung ist häufig die **Werkssortierung** (Gütesortierung im Sägewerk). Hier empfiehlt es sich, mit dem Kunden zu vereinbaren, dass nur die messbaren Kriterien wie Krümmung und Abholzigkeit im Werk zu erheben und für die Abrechnung heranzuziehen sind. Weiteres regelt eine Vereinbarung von Deutschem Forstwirtschaftsrat (DFWR) und Deutschem Holzwirtschaftsrat (DHWR).

### **3.2.8 Selbstwerbung, „Verkauf auf dem Stock“**

**Selbstwerbungsverkäufe** sind Holzverkäufe, bei denen die Aufarbeitung und Bringung vom Käufer vorgenommen werden. Beginn und Ende der Aufarbeitung sowie die Aushaltungsvorgaben werden vertraglich vereinbart.

Hat der Käufer zusätzlich zur Übernahme der Holzernte in Eigenregie auch weitgehende Gestaltungsfreiheit bei der Aushaltung der Sortimente, so spricht man vom „**Verkauf auf dem Stock**“:

Bei dieser Vorgehensweise hat der Waldbesitzer einerseits wenig Eigenaufwand bei der Abwicklung einer Holzerntemaßnahme, gibt andererseits – gerade bei der Variante „Verkauf auf dem Stock“ – jedoch seine Handlungsfreiheit zur Ertragsmaximierung weitgehend aus der Hand.

### **3.3 Holzverkauf**

#### **Preisvergleich**

Wie bei allen Verkaufsgeschäften empfiehlt sich auch beim Holzverkauf der Vergleich der von verschiedenen Käufern gebotenen Preise. Da aber beim Holz viele Angebote mit unterschiedlichen Bedingungen verknüpft sein können, kann es leicht passieren, dass man „Äpfel mit Birnen“ vergleicht.

Bei Langholz normaler Qualität sind Preisvergleiche noch am ehesten möglich. Zu beachten ist: Üblich sind Preisangaben auch bei Forstwirtschaftlichen Zusammenschlüssen ohne Mehrwertsteuer, manche Käufer nennen Preise inklusive Mehrwertsteuer. Selbst bei nur 5,5 % MwSt.<sup>6</sup> sind das beträchtliche Unterschiede. 80 € inkl. MwSt. entsprechen zum Beispiel (bei 5,5 % Steuer) nur gut 75,82 € netto!

Bei Standardlängen ist das Preisgefüge aufgrund der von Werk zu Werk teilweise sehr unterschiedlichen Anforderungen selbst für erfahrene Waldbesitzer nicht so leicht durchschaubar. Deshalb ist es empfehlenswert, solches Holz über erfahrene Holzverkäufer (z. B. die Forstwirtschaftlichen Zusammenschlüsse als Selbsthilfeorganisationen der Waldbesitzer) zu verkaufen, die am besten einschätzen können, welches Holzsortiment bei welchem Holzabnehmer voraussichtlich den besten Preis erzielt.

#### **Verkaufsart**

Holz kann sowohl nach der Fällung und Zurichtung (Nachverkauf) als auch im Wege des Vorverkaufs verwertet werden. Darunter ist der Abschluss von Kaufverträgen bereits vor Einschlagsbeginn zu verste-

---

<sup>6</sup> Mehrwertsteuersatz im Holzverkauf für pauschalierende Betriebe ab 01.01.2007.

hen. Vorteil dieser Verkaufsart ist, dass Holzsortierung und Holzpreise schon vor Hiebsbeginn feststehen. Beim Industrieholz ist der Vorverkauf heute die Regel. Da die Aushaltung und Sortierung von Abnehmer zu Abnehmer zunehmend unterschiedlich wird, ist der Nachverkauf auch bei allen anderen Sortimenten mit Risiken verbunden. Deshalb wird Holz heute zunehmend im Vorverkauf vermarktet.

## Verkaufsverfahren

Rohholz wird meist freihändig in freier Vereinbarung verkauft (Freihandverkauf).

Daneben kommen in geringem Umfang auch öffentliche Angebotsverfahren (Versteigerung, Submission) vor allem für wertvolleres Holz zur Anwendung. Für die Durchführung von Versteigerungen oder Submissionen empfiehlt sich jedoch, diese über einen Forstwirtschaftlichen Zusammenschluss oder größere Forstbetriebe abzuwickeln.

## Verkaufsabwicklung

Der Holzverkauf umfasst den **Verkaufsabschluss**, die **Überweisung** (= Vorzeigen) des Holzes, die **Zahlung** bzw. Sicherstellung des Kaufpreises und die **Aushändigung** des Holzes.

- Der **Verkaufsabschluss** wird mit der mündlichen oder schriftlichen Einigung über den Kaufpreis gültig. Mit dem Verkaufsabschluss übernimmt der Waldbesitzer die Verpflichtung zur fristgerechten Lieferung der vereinbarten Mengen und Sortimente, der Käufer die Verpflichtung zur Abnahme, zur rechtzeitigen Bezahlung und zur Erfüllung aller sonstigen Vereinbarungen.
- Der Waldbesitzer erfüllt seine Verpflichtungen aus dem Holzverkauf (= fristgerechte Lieferung), wenn er das Holz dem Käufer vorzeigt (= Überweisung) und übergibt.
- Bei der **Überweisung** wird dem Käufer die Möglichkeit gegeben, das gekaufte Holz nach Holzart, Aushaltung, Sortierung und Menge zu prüfen.

Es ist empfehlenswert, vertraglich zu vereinbaren, dass mit der Überweisung die Verantwortung und die Gefahr der Wertminderung und des Verlustes des gekauften Holzes auf den Käufer übergeht, nicht jedoch das Eigentum.

Gleichzeitig ist ein Eigentumsvorbehalt bis zur vollständigen Bezahlung des Holzes zweckmäßig. Der Eigentumsvorbehalt erstreckt sich in den Fällen der Verbindung, Vermischung oder Verarbeitung (§§ 946 – 951 BGB) auch auf die aus dem gekauften Holz hergestellten Gegenstände. Der Käufer überträgt in diesen Fällen das erlangte Eigentum an der Sache bzw. Hauptsache sicherungshalber dem Verkäufer, wobei ihm der Besitz an der neuen Sache bzw. Hauptsache als Treuhänder verbleibt (§ 930 BGB).

## Kaufvertrag

Für den Direktverkauf von Holz ist generell ein schriftlicher Kaufvertrag zu empfehlen. Wird das Holz über einen Forstwirtschaftlichen Zusammenschluss an den Käufer vermittelt, hat dieser in der Regel einen entsprechenden Vertrag mit dem Holzkäufer abgeschlossen.

Zu beachten ist vor allem:

- Dem Kaufvertrag ist ein Holzmengennachweis (Holzliste oder Nummernliste) und eine Kaufpreisberechnung beizulegen.
- Der Holzpreis im Vertrag sollte ein Nettopreis sein, also die Mehrwertsteuer im Allgemeinen **nicht** enthalten, sie wird erst in der Abrechnung dem Gesamtpreis zugeschlagen.
- Bei Holzverkäufen an Säge-, Furnier- oder Sperrholzwerke ist ein gesetzlich verankerter Beitrag zum Holzabsatzfonds (HAF) zu entrichten. Beim Stammholzverkauf ist diese HAF-Abgabe in Höhe von 0,5 % des Nettokaufpreises in der Holzabrechnung aufzuführen und vom Holzkäufer abzuführen. Dieser hat einen Erstattungsanspruch gegenüber dem Verkäufer.
- Es empfiehlt sich anzugeben, wie das Holz geliefert wird (zum Beispiel aufgearbeitet, entrindet, an den Abfuhrweg gerückt/frei Waldstraße, frei Werk). In der Regel wird das Holz aufgearbeitet und gerückt frei Waldstraße verkauft.
- Bei Vorverkäufen kann ein Angeld (in Höhe von etwa 20 % des voraussichtlichen Kaufpreises) oder besser eine Sicherheitsleistung mittels einer unwiderruflichen Bankbürgschaft verlangt werden.

Das Aufführen aller wünschenswerten Bedingungen (sonstige Vereinbarungen) würde zu sehr umfangreichen Vertragstexten führen. Es empfiehlt sich daher, bestehende allgemeine Holzverkaufs- und Zahlungsbedingungen – zum Beispiel von Forstwirtschaftlichen Zusammenschlüssen, größeren Privat- oder Gemeindewaldbetrieben – als für den konkreten Vertrag gültig zu vereinbaren.

## Holzabrechnung

**Folgende Elemente sollte eine Holzabrechnung in jedem Fall enthalten:**

$$\begin{array}{l} \text{Einheiten Holz (fm, rm, Srm)} \times \text{EUR/Einheit} = \text{Holzpreis netto} \\ + 5,5 \% \text{ MwSt. (für pauschalierende Betriebe, bei optierenden} \\ \quad \text{Betrieben gilt der volle Mehrwertsteuersatz von} \\ \quad \text{19 \%<sup>7</sup>)} \\ - 0,5 \% \text{ Holzabsatzfondsabgabe (aus dem Nettopreis,} \\ \quad \text{„HAF-Abgabe“)} \\ \hline = \text{Auszahlungsbetrag brutto} \end{array}$$

Mit dem Verkaufsdatum, i. d. R. dem Tag der Rechnungsstellung durch den Waldbesitzer, beginnt die Laufzeit von Fristen (wie Zahlung, Abfuhr, Skonto).

Die genauen Regelungen sind im Kaufvertrag zu vereinbaren, daher ist es empfehlenswert, den Vertragstext von Kaufverträgen genau zu beachten.

---

<sup>7</sup> Mehrwertsteuersatz ab 2007.

## 4. Vergabe von Aufträgen an Forstunternehmer

### Vergabe von Aufträgen an Forstunternehmer

Waldbesitzer, die notwendige Arbeiten in ihrem Wald nicht selber ausführen können oder wollen, haben die Möglichkeit die Bewirtschaftung ihres Waldes (Waldpflegevertrag) oder auch nur einzelne Aufträge an ihre Forstbetriebsgemeinschaft/Waldbesitzervereinigung oder an entsprechende Dienstleistungsfirmen zu vergeben.

Bei der Auswahl eines fachkundigen Unternehmers sind ihnen die Forstwirtschaftlichen Zusammenschlüsse und die Maschinenringe behilflich.

Für zertifizierte Waldbesitzer (PEFC, FSC) sind viele der angesprochenen Qualitätsstandards aus den Bereichen Forsttechnik, Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz sowie Bodenschutz verbindlich vorgeschrieben. Sie sollten nur mit zertifizierten Forstunternehmen zusammenarbeiten.

Damit die Arbeiten zur Zufriedenheit des Waldbesitzers durchgeführt und alle rechtlichen Vorschriften beachtet werden, wird eine entsprechende Vertragsgestaltung und ein schriftlicher Arbeitsauftrag empfohlen. Die Schriftform ist notwendig, um den Anforderungen des Arbeitsschutzgesetzes zu entsprechen. Demnach müssen der ständig vor Ort anwesende Auftragsverantwortliche und die speziellen Gefährdungen mit den entsprechenden Maßnahmen schriftlich fixiert werden.

### Was sollte mit einem Unternehmer vertraglich geregelt werden?

Die folgenden Punkte sollen in einem Vertrag geregelt werden:

- Vertretung der Vertragsparteien
- Eingesetzte Arbeitskräfte (fachliche und körperliche Anforderungen)
- Eingesetzte Arbeitsmittel (FPA-, GS- oder CE-geprüft)
- Arbeitssicherheit und Verkehrssicherung
- Befahren von Wegen, Feuererlaubnis, Aufstellen von Waldarbeiter-schutzwagen, Abfallbeseitigung
- Einsatz von Subunternehmern



- Durchführung der Arbeiten/Umfang der Leistungen
- Überprüfung der Leistung; Weisungsbefugnis
- Abnahme; Feststellen der erbrachten Leistung
- Haftung
- Außerordentliche Kündigung (z. B. bei Verstößen gegen die Unfallverhütungsvorschriften)

Dazu gehört noch eine **Leistungsbeschreibung** mit einer ausführlichen Sortieranleitung sowie eine **Vergütungsvereinbarung**. Nach Abschluss der Arbeiten ist eine Abschlussbesprechung aller Beteiligten mit einem **Abnahmeprotokoll** zu empfehlen.

## 4.1 Der Arbeitsauftrag

Der schriftliche Arbeitsauftrag ist Bestandteil des Unternehmensvertrages. Er legt Art und Menge einer in einem bestimmten Zeitabschnitt zu leistenden Arbeit fest. Er ist ein grundlegendes Element der Arbeitsvorbereitung und -organisation und Voraussetzung für qualitativ hochwertige Arbeit. Er muss die Standards der Ausführung klar und eindeutig festlegen.

### Inhalt des Arbeitsauftrages

Wer?	– Arbeitsperson(en)
Wofür?	– Arbeitszweck (waldbauliche Ziele)
Was?	– Arbeitsaufgabe (Teilziel des geplanten Eingriffs)
Wie?	– Arbeitsverfahren (Zweimannarbeit)
Womit?	– Betriebs- bzw. Arbeitsmittel (Motorsäge)
Wie viel?	– Arbeitsmenge (z. B. Holzmenge in fm)
Wie gut?	– Arbeitsgüte (Aufarbeitungsqualität)
Wo?	– Arbeitsplatz (Waldort)
Wie lange?	– Arbeitszeitbedarf (z. B. 14 Tage)
Wann?	– Arbeitsbeginn, -ende – Termin

Der schriftliche Arbeitsauftrag sollte Antworten auf die zehn „W-Fragen“ geben. Zusätzlich muss der Arbeitsauftrag alle wichtigen Aspekte der Arbeitssicherheit enthalten, insbesondere muss er die Erfordernisse einer speziellen Gefährdungsbeurteilung erfüllen.

Dazu müssen die besonderen Gefahren, die mit diesem Arbeitsauftrag verbunden sind, aufgelistet werden und es müssen Maßnahmen festgelegt werden, wie diese Gefährdungen vermieden werden können.

Ein ständig vor Ort anwesender Auftragsverantwortlicher muss ebenfalls schriftlich benannt werden.

Der Arbeitsauftrag wird mit den Ausführenden vor Ort zu Beginn der Betriebsarbeit besprochen. Bedenken, Verbesserungsvorschläge oder Unklarheiten sollen dabei angesprochen und eingearbeitet werden.

Anhand des Arbeitsauftrages plant der Forstwirt oder Maschinenführer seine Arbeit im Detail und kontrolliert laufend das eigene Handeln und sein Arbeitsergebnis.

Nach Abschluss der Arbeit wird in einer Schlussbesprechung mit Hilfe der Vorgaben des Arbeitsauftrages der Zielerfüllungsgrad ermittelt und es werden Hinweise für die Gestaltung künftiger Aufgaben festgehalten.

## **4.2 Arbeitssicherheit beim Unternehmereinsatz – Schutz der im Wald arbeitenden Menschen**

Grundsätzlich ist für den Arbeitsschutz und die Verkehrssicherung der Unternehmer in der Pflicht.

Der Waldbesitzer als Auftraggeber hat den Unternehmer aber bei der Einhaltung der einschlägigen Bestimmungen zu überwachen und bei allen Fragen des Arbeitsschutzes zu unterstützen.

### **Der Waldbesitzer muss:**

- den Unternehmer schriftlich auf die Einhaltung der Unfallverhütungsvorschriften (UVV) verpflichten (Werkvertrag, Arbeitsauftrag),
- die Einhaltung der UVV während der laufenden Arbeiten kontrollieren,
- den Unternehmer bei der Beurteilung betriebsspezifischer Gefahren und bei der Sicherstellung der Ersten Hilfe (Rettungskette) unterstützen.

Der Waldbesitzer kann diese Aufgaben und Pflichten auch an die Fachleute der forstlichen Selbsthilfeeinrichtungen delegieren. Durch die Auswahl zertifizierter Dienstleistungsfirmen (PEFC, FSC) kann eine aufwändige Prüfung vermieden werden.

Bei grundsätzlichen Fragen zur Arbeitssicherheit können Sie sich auch bei einem Amt für Landwirtschaft und Forsten oder der Landwirtschaftlichen Berufsgenossenschaft Auskünfte einholen.

**Der Unternehmer muss:**

- die technischen und organisatorischen Voraussetzungen für einen sicheren Arbeitsablauf schaffen, erhalten und überwachen,
- sachkundige und geeignete Arbeitskräfte einsetzen,
- Mitglied in der Berufsgenossenschaft sein oder eine entsprechende Unfallversicherung abschließen,
- einen Aufsichtsführenden vor Ort schriftlich bestimmen,
- die eingesetzten Arbeitskräfte in den Bestimmungen des Arbeitsschutzes unterweisen,
- eine Betriebshaftpflichtversicherung abschließen.

### **4.3 Verkehrssicherung im Forstbetrieb – Schutz von Waldbesuchern und Dritten**

Das Bayerische Naturschutzgesetz begründet für alle Bürger und Bürgerinnen das Recht auf Naturgenuss und Erholung sowie das freie Betretungsrecht der Natur.

Die Ausübung des freien Betretungsrechtes im Wald erfolgt grundsätzlich auf eigene Gefahr. Dies gilt besonders für das Betreten der Bestandesflächen. Es sind keine Vorkehrungen notwendig, die sich gegen die typischen Gefahren des Waldes richten.

Sobald der Waldbesitzer aber Gefahren selbst schafft, zum Beispiel durch Holzerntemaßnahmen, muss er den Waldbesucher im Rahmen der allgemeinen Verkehrssicherungspflicht entsprechend schützen und warnen. Der Umfang der Sicherungsmaßnahmen ergibt sich aus der speziellen Situation an der Arbeitsstelle.

Waldwege müssen für den Besucherverkehr gesperrt werden, wenn diese im Gefahrenbereich von Forstbetriebsarbeiten liegen. Dies gilt auch für die Verkehrssicherung im Bereich von Wanderwegen, Steigen und Loipen.

Dies geschieht durch die Aufstellung des amtlichen Sperrzeichens in Verbindung mit einem Zusatzschild (Zeichen 600 StVO, siehe Seite 60) mit entsprechendem Abstand zur Gefahrenstelle. Diese wird zusätzlich mit einem Absperrband gesichert. Bei Nacht sind ggf. Warnleuchten

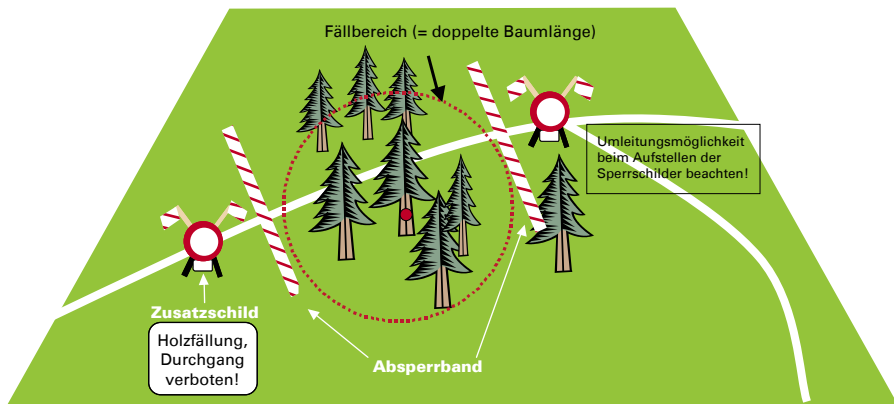
notwendig. Um den Besuchern die Gefahrensituation verständlich zu machen, empfiehlt sich ein entsprechendes Zusatzschild („Holzfällung! Vorsicht Lebensgefahr!“)

Werden Bäume über einen Weg gefällt, ist grundsätzlich eine Abspernung durch Posten mit Warnflaggen notwendig.

Damit die Wirksamkeit von Sperrungen gewährleistet bleibt, sollten sie nach Arbeitsende und am Wochenende grundsätzlich aufgehoben werden.

Bei viel besuchten Wanderwegen sind rechtzeitige Hinweise auf Ersatzwege und Umleitungsschilder notwendig. Unter Umständen ist auch ein Hinweis auf die Dauer der Sperrung empfehlenswert.

Zur Minimierung der Gefahren für Dritte und des Sicherungsaufwandes kann eine Serienfällung sinnvoll sein.



Vorschriftsmäßige Abspernung einer Hiebsfläche

Bei Betriebsarbeiten entlang öffentlicher Straßen, Bahnlinien und Leitungstrassen sind die jeweils zuständigen Stellen frühzeitig zu informieren und die angemessenen Sicherungsmaßnahmen abzusprechen. Bei öffentlichen Straßen muss eine Sondernutzungserlaubnis eingeholt werden. Diese erteilt die zuständige Straßenverkehrsbehörde.

## 4.4 Checklisten für den Unternehmereinsatz

### Was ist vor dem Holzeinschlag zu beachten?

Damit eine optimale Holzverwertung erreicht werden kann, ist es zu empfehlen, einen Holzeinschlag langfristig zu planen und, wo immer möglich, überbetriebliche Arbeitsblöcke zu organisieren. Langfristige Planung des Holzeinschlags und Bildung überbetrieblicher Arbeitsblöcke sind Voraussetzungen für die optimale Holzverwertung.

Vor Beginn der Arbeiten sollten folgende Punkte berücksichtigt werden:

#### Checkliste vor dem Hieb:

- Holzmengen, Stärkenstruktur und die Sorten sowie die zu erwartenden Holzerntekosten und Erlöse ermitteln,
- passendes Arbeitsverfahren und/oder die geeigneten Maschinen bestimmen,
- Vermarktung der anfallenden Sortimente vor dem Einschlag sicherstellen,
- Auswahl des Unternehmers, mehrere Angebote einholen,
- Werkvertrag, schriftlicher Arbeitsauftrag,
- Zeitplan mit Ausweichterminen und Ausweichbeständen,
- Kontrollmaß und Abrechnungsmaß,
- professionelles Auszeichnen (Besitzgrenzen, Feinerschließung, positiv/negativ Auszeichnen),
- Besonderheiten beachten ( z. B. Schutzwald, Wasserschutzgebiet, Verkehrssicherung),
- Holzlagerplätze und Abfuhrmöglichkeit prüfen,
- Einweisung des Forstunternehmers, Einsatzleiter bestimmen.

### Was ist nach dem Hieb zu beachten?

Nachdem eine Holzerntemaßnahme beendet wurde, sollten sich alle Beteiligten zu einem Abnahmetermin vor Ort treffen. Dort wird gemeinsam besprochen, ob die Planvorgaben erreicht und die Qualitätsstandards eingehalten wurden. Dabei ergeben sich wertvolle Hinweise für die Gestaltung künftiger Maßnahmen.

Bei der Abschlussbesprechung und beim Schreiben des Protokolls wird geprüft, ob bei folgenden Punkten die Vorgaben eingehalten wurden:

**Checkliste nach dem Hieb:**

**Holzaushaltung**

Sortiments-/Güteaushaltung, Längenmessung, Zopf, Schäden am Stammholz

**Arbeitsqualität**

Einschlag/Bringung, Stockhöhe, Entastung, Schäden an Verjüngung, Schäden an Wegen, Gräben, Böschungen, vollständige Aufarbeitung und Bringung, Lagerung, Termintreue

**Bestandespfleglichkeit**

Fällschäden, Rückeschäden

**Bodenschutz**

Einhaltung der Fahrtrassen, Aufbau einer Reisigmatte, Breitreifen mit niedrigem Reifeninnendruck, Schäden an Rückegassen, Gleisbildung oder seitliche Randaufwölbung

**Umweltschutz**

Verwendung von biologisch abbaubaren Hydraulikölen und Schmierstoffen, Ölunfall-Soforthilfeset, Umgang mit Betriebsstoffen (Wasserschutz)

**Arbeits- und Unfallschutz**

Unfallverhütungsvorschriften, Rettungskette, Versicherungsschutz des Unternehmers, Verkehrssicherung

**Sonstiger Objektschutz**

Forstwege, Gebäude, Zäune, Leitungen (Öl, Strom, Telefon etc.)

## Rundholz-Kubiktafel für Durchmesser ohne Rinde

Länge m	Ø cm																												
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
2	0,03	0,03	0,04	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,08	0,09	0,10	0,11	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,19	0,20	0,22	0,23	0,24	0,25	0,26	
3	0,04	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	0,11	0,12	0,14	0,15	0,16	0,17	0,18	0,20	0,21	0,23	0,24	0,26	0,27	0,29	0,31	0,32	0,34	0,36	0,38	0,40
4	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,15	0,17	0,18	0,20	0,21	0,23	0,25	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,41	0,43	0,45	0,48	0,50	0,52
4,5	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,16	0,17	0,19	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,34	0,36	0,38	0,41	0,43	0,46	0,48	0,51	0,54	0,57	0,59
5	0,07	0,08	0,09	0,10	0,11	0,13	0,14	0,16	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,33	0,35	0,38	0,40	0,43	0,45	0,48	0,51	0,54	0,57	0,60	0,63	0,65
6	0,08	0,09	0,11	0,12	0,14	0,15	0,17	0,19	0,21	0,23	0,25	0,27	0,29	0,32	0,34	0,37	0,40	0,42	0,45	0,48	0,51	0,54	0,58	0,61	0,65	0,68	0,72	0,75	0,78
7	0,09	0,11	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,27	0,29	0,32	0,34	0,37	0,40	0,43	0,46	0,49	0,53	0,56	0,60	0,64	0,67	0,71	0,75	0,79	0,84	0,88	0,91
8	0,11	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,23	0,25	0,28	0,30	0,33	0,36	0,39	0,42	0,46	0,49	0,53	0,57	0,60	0,64	0,68	0,73	0,77	0,81	0,86	0,91	0,96	1,01	1,05
9	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,23	0,26	0,28	0,31	0,34	0,37	0,41	0,44	0,48	0,52	0,55	0,59	0,64	0,68	0,72	0,77	0,82	0,87	0,92	0,97	1,02	1,08	1,13	1,18
10	0,13	0,15	0,18	0,20	0,23	0,25	0,28	0,31	0,35	0,38	0,42	0,45	0,49	0,53	0,57	0,62	0,66	0,71	0,75	0,80	0,86	0,91	0,96	1,02	1,08	1,13	1,19	1,26	1,31
11	0,15	0,17	0,19	0,22	0,25	0,28	0,31	0,35	0,38	0,42	0,46	0,50	0,54	0,58	0,63	0,68	0,73	0,78	0,83	0,88	0,94	1,00	1,06	1,12	1,18	1,25	1,31	1,38	1,45
12	0,16	0,18	0,21	0,24	0,27	0,31	0,34	0,38	0,42	0,46	0,50	0,54	0,59	0,64	0,69	0,74	0,79	0,85	0,91	0,97	1,03	1,09	1,15	1,22	1,29	1,36	1,43	1,51	1,58
13	0,17	0,20	0,23	0,26	0,30	0,33	0,37	0,41	0,45	0,49	0,54	0,59	0,64	0,69	0,74	0,80	0,86	0,92	0,98	1,05	1,11	1,18	1,25	1,32	1,40	1,47	1,55	1,63	1,71
14	0,19	0,22	0,25	0,28	0,32	0,36	0,40	0,44	0,48	0,53	0,58	0,63	0,69	0,74	0,80	0,86	0,92	0,99	1,06	1,13	1,20	1,27	1,35	1,43	1,51	1,59	1,67	1,76	1,84
15	0,20	0,23	0,27	0,30	0,34	0,38	0,43	0,47	0,52	0,57	0,62	0,68	0,74	0,80	0,86	0,92	0,99	1,06	1,13	1,21	1,28	1,36	1,44	1,53	1,61	1,70	1,79	1,88	1,97
16	0,21	0,25	0,28	0,32	0,36	0,41	0,45	0,50	0,55	0,61	0,66	0,72	0,79	0,85	0,92	0,99	1,06	1,13	1,21	1,29	1,37	1,45	1,54	1,63	1,72	1,81	1,91	2,01	2,10
17	0,23	0,26	0,30	0,34	0,39	0,43	0,48	0,53	0,59	0,65	0,71	0,77	0,83	0,90	0,97	1,05	1,12	1,20	1,28	1,37	1,45	1,54	1,64	1,73	1,83	1,93	2,03	2,14	2,24
18	0,24	0,28	0,32	0,36	0,41	0,46	0,51	0,57	0,62	0,68	0,75	0,81	0,88	0,96	1,03	1,11	1,19	1,27	1,36	1,45	1,54	1,63	1,73	1,83	1,94	2,04	2,15	2,26	2,37
19	0,25	0,29	0,34	0,38	0,43	0,48	0,54	0,60	0,66	0,72	0,79	0,86	0,93	1,01	1,09	1,17	1,25	1,34	1,43	1,53	1,63	1,73	1,83	1,93	2,04	2,15	2,27	2,39	2,51
20	0,27	0,31	0,35	0,40	0,45	0,51	0,57	0,63	0,69	0,76	0,83	0,90	0,98	1,06	1,15	1,23	1,32	1,41	1,51	1,61	1,71	1,82	1,92	2,04	2,15	2,27	2,39	2,51	2,64
21	0,28	0,32	0,37	0,42	0,48	0,53	0,60	0,66	0,73	0,80	0,87	0,95	1,03	1,11	1,20	1,29	1,39	1,48	1,59	1,69	1,80	1,91	2,02	2,14	2,26	2,38	2,51	2,64	2,77
22	0,29	0,34	0,39	0,44	0,50	0,56	0,62	0,69	0,76	0,84	0,91	1,00	1,08	1,17	1,26	1,35	1,45	1,56	1,66	1,77	1,88	2,00	2,12	2,24	2,37	2,50	2,63	2,76	2,90
23	0,31	0,35	0,41	0,46	0,52	0,59	0,65	0,72	0,80	0,87	0,96	1,04	1,13	1,22	1,32	1,42	1,52	1,63	1,74	1,85	1,97	2,09	2,21	2,34	2,47	2,61	2,75	2,89	3,03
24	0,32	0,37	0,42	0,48	0,54	0,61	0,68	0,75	0,83	0,91	1,00	1,09	1,18	1,27	1,37	1,48	1,59	1,70	1,81	1,93	2,05	2,18	2,31	2,44	2,58	2,72	2,87	3,02	3,16
25	0,33	0,38	0,44	0,50	0,57	0,64	0,71	0,79	0,87	0,95	1,04	1,13	1,23	1,33	1,43	1,54	1,65	1,77	1,89	2,01	2,14	2,27	2,41	2,54	2,69	2,84	2,99	3,14	3,29

## **Notizen:**



## **Notizen:**

## **Notizen:**