



PFLANZGUT UND PFLANZUNG



Baden-Württemberg

MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG UND LÄNDLICHEN RAUM

VORWORT



Mit dem Konzept „Naturnahe Waldwirtschaft“ hat die Landesforstverwaltung Baden-Württemberg Anfang der 90er Jahre die grundlegenden Weichen für eine weitgehend natürliche Waldverjüngung gestellt. Aufgrund der vielfältigen Vorzüge für den Natur- und Artenschutz, den Waldbau sowie die betriebswirtschaftlichen Ergebnisse ist die Naturverjüngung waldbaulich in aller Regel die erste Wahl. Im Staatswald von Baden-Württemberg hat die Naturverjüngung heute einen Anteil von über 75%.

Unter bestimmten Rahmenbedingungen ist die künstliche Verjüngung für die Waldenerneuerung jedoch weiterhin notwendig. Dies ist beispielsweise dann der Fall, wenn Baumarten natürlich verjüngen, die für den Standort ungeeignet sind. Gleiches gilt,

wenn mittel- bis langfristig anzunehmen ist, dass sich die Standortsbedingungen für die sich heute natürlich verjüngenden Baumarten ändern. Hierbei denke ich insbesondere an das Thema „klimabedingter Waldumbau“, der in einigen Regionen Baden-Württembergs erforderlich sein wird. Die Pflanzung wird daher meiner Einschätzung nach bei der Walderneuerung wieder an Bedeutung gewinnen.

Der mit der Pflanzung verbundene Aufwand ist betriebswirtschaftlich gesehen eine Investition, die sich einmal amortisieren soll. Damit dies gelingt, müssen einerseits unter Berücksichtigung von Standortseignung und Qualität die richtigen Pflanzen ausgewählt werden und andererseits diese Pflanzen so sorgsam in den Boden gebracht werden, dass sie gute Startbedingungen haben.

Damit bin ich beim Inhalt der vorliegenden Broschüre. Sie beleuchtet die Bedeutung der Pflanzenqualität für eine erfolgreiche Walderneuerung und vermittelt Grundkenntnisse zur Ansprache derselben. Ergänzt wird der Aspekt „Pflanzgut“ durch neue Erkenntnisse bezüglich geeigneter Pflanzverfahren. Wir wissen heute, dass Klemmpflanzverfahren zu irreparablen Wurzelschädigungen führen. Diese gilt es durch situationsangepasste und weitgehend wurzelgerechte Pflanzverfahren zu vermeiden. Welche Verfahren dies leisten und unter welchen Rahmenbedingungen diese anwendbar sind, wird in der vorliegenden Broschüre ausgeführt.

Ich hoffe, dass diese Broschüre dazu beiträgt, die Kenntnisse bezüglich Pflanzgut, Pflanzenhandhabung und Pflanzungstechnik für die Verjüngung und Begründung stabiler Mischwälder zu verbessern, damit die Wälder in Baden-Württemberg auch in der Zukunft alle Waldfunktionen erfüllen können. Im Staatswald von Baden-Württemberg werden die Inhalte im Rahmen einer Kampagne flächig geschult. Empfehlen möchte ich die Broschüre jedoch allen Waldbesitzern, denn das Motto: „Wenn gepflanzt werden muss, dann richtig – die Qualität von Pflanzgut und Pflanzung ist entscheidend!“ gilt für alle Waldbesitzer gleichermaßen.

Max Reger
(Landesforstpräsident)

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort	2
Einleitung	6
Teil I – Pflanzenqualität	8
1. Pflanzenbeschaffung	8
1.1 Zertifiziertes Pflanzgut	8
1.2 Pflanzeneinkauf	9
1.3 Eigenanzucht der Landesforstverwaltung	11
1.4 Sondersortimente	11
2. Qualitätsansprache bei der Pflanzenübernahme	12
2.1 Pflanzenübernahme	12
2.2 Qualitätsmerkmale	13
2.2.1 Wassergehalt bzw. Frischezustand	13
2.2.2 Sprossmerkmale	15
2.2.3 H/D-Verhältnis und Gewicht	17
2.2.4 Wurzelausbildung	17
2.2.5 Spross/Wurzel-Verhältnis	17
2.3 Gesundheit und Nährstoffgehalt	18
2.4 Größe und Alter	19
2.5 Erbgut bzw. Herkunft	19
Teil II – Pflanzungsqualität	20
3. Vorplanung	20
3.1 Zustandserfassung/Flächenermittlung	20
3.2 Bestockungsziel	21
3.3 Organisatorische Vorbereitungen	22
3.4 Pflanzzeit	22
3.5 Pflanzengröße	23
4. Wurzelgerechte Pflanzverfahren	24
4.1 Arbeitsvorbereitung	26
4.1.1 Pflanzgut	26
4.1.2 Pflanzflächenvorbereitung	26
4.2 Pflanzverfahren	26
4.2.1 Schlaglochpflanzung	26
4.2.2 Bohrlochpflanzung mit handgeführtem Bohrgerät	27

4.2.3	Klassische Lochpflanzung	29
4.2.4	Hohlspatenpflanzung mit festem Pfropf	29
4.2.5	Maschinelle Pflanzverfahren	29
4.3	Pflanzleistung und Kosten	30
4.4	Pflanzverbände	30
4.5	Pflanzenhandhabung	31
4.5.1	Transport	31
4.5.2	Einschlag	31
4.5.3	Wurzelschnitt (Sprossschnitt)	32
4.6	Folgearbeiten	32
4.6.1	Wuchshüllen	32
4.6.2	Düngung	34
4.7	Ergebnisbewertung/Erfolgskontrolle	34
Zusammenfassung		36
	Pflanzgut	36
	Pflanzung	37
Anhang		38
	Tab. 3: Entscheidungshilfe für die empfohlenen, händischen Pflanzverfahren	38
	Erläuterungen zu Tabelle 3	39
	A) Qualitätsansprache von Forstpflanzen (Abbildungen)	40
	B) Pflanzenübernahmeprotokoll	42
	C) Quellen	43

Impressum

Herausgeber

Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum
 Kernerplatz 10 | 70182 Stuttgart
 Poststelle@mlr.bwl.de | www.forstbw.de

Arbeitsgruppe: W. Bauer, W. Braun, M. Braunger, T. Dörr, T. Ebinger, C. Göckel,
 M. Karopka, P. Mann, M. Morell, R. Schmid, H. Thumm, M. Wieners

EINLEITUNG

Die Naturverjüngung von Waldbeständen ist im Rahmen der naturnahen Waldwirtschaft in der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg grundsätzlich die erste Wahl.

Dennoch gibt es Rahmenbedingungen, unter denen die Pflanzung aus waldbaulicher oder betrieblicher Zielsetzung heraus notwendig und sinnvoll ist:

- nach Schadereignissen, bei hoher Konkurrenzvegetation, beim Ausbleiben geeigneter Naturverjüngung
- bei angestrebtem Baumartenwechsel und Fehlen geeigneter Samenbäume
- bei ungenügender Qualität der Ausgangsbestände
- bei der Auspflanzung lückiger Naturverjüngungen/Nachbesserung in Kulturen
- bei Pflanzung als Ausgleichsmaßnahme für Waldinanspruchnahme bzw. bei Neuaufforstung

Die vorliegende Broschüre fasst den aktuellen Wissenstand zum Thema forstliches Pflanzgut und Pflanzung zusammen. Die Praxisempfehlungen sind von dem klaren Ziel geleitet, vermeidbare Fehler bei der Kulturbegründung wirksam auszuschließen.

In Teil I dieser Broschüre geht es um die Qualität des forstlichen Pflanzguts. Die Auswahl geeigneten Pflanzmaterials ist im Hinblick auf eine hohe Stabilität, Wertleis-

tung und Qualität der zukünftigen Bestände von entscheidender Bedeutung. Es kommt nur die Verwendung von standortsangepasstem, qualitativ hochwertigem Pflanzmaterial in Frage. Nur so lassen sich größere Widerstandskraft gegenüber Schadfaktoren und langfristig steigende Erträge sowie Qualitätsverbesserungen erreichen.

Teil II der Broschüre befasst sich mit der Qualität der Ausführung der Pflanzung.

Wurzelgrabungen belegen für unsachgemäß gepflanzte Bäume unterschiedlichen Alters ein dauerhaft signifikant schlechteres Wurzelsystem gegenüber solchen aus Naturverjüngung oder Saat¹. Die Hoffnung eines „Verwachsens“ mit den Jahren hat sich als Illusion erwiesen. Gravierende Wurzeldeformationen aber beeinträchtigen die Funktion des Wurzelwerks, also den Austausch von Nährstoffen, Wasser und Luft, sowie die feste Verankerung. Solche Bäume sind letztendlich weniger leistungs- und widerstandsfähig. Dies führt nun zu einem Umdenken bezüglich der geeigneten Pflanzverfahren.

Angesichts sich verschärfender Umweltgefahren durch Klimawandel, Schadstoffimmissionen und aggressive Krankheitserreger muss es Waldbesitzern und Gesellschaft ganz besonders auf einen gesunden, stabilen Wald ankommen.

Daraus folgt: Wenn gepflanzt werden muss, dann richtig – die Qualität von Pflanzgut **und** Pflanzung ist entscheidend!

Leitbild Pflanzung

Pflanzung erfolgt gut vorbereitet, sorgfältig und wurzelgerecht mit hochwertigem Pflanzmaterial. Sie ist angepasst an die gegebenen Gelände-, Boden-, Bewuchs- und Lichtverhältnisse. Sie wird mit geringer, aber ausreichender Pflanzenzahl (s. Waldentwicklungstypen-Richtlinie) und angemessenem Flächenräumungsaufwand ausgeführt.

Jüngere (kleinere) Pflanzen bringen Vorteile bei Anwuchserfolg und Wurzelentwicklung und werden deshalb bevorzugt. Es findet nur herkunftsgesichertes und, soweit verfügbar, zertifiziertes Pflanzgut Verwendung. Auf Ersatzherkünfte wird grundsätzlich verzichtet. Bei der Pflanzung kommt es vorrangig darauf an, dass die Wurzel möglichst unbeeinträchtigt bleibt.

Der Pflanzungserfolg wird durch regelmäßige Kontrolle und – falls erforderlich – durch entsprechende Sicherungsmaßnahmen gewährleistet.

Die Pflanzung wird den wirtschaftlichen Grundsätzen des langfristig handelnden Forstbetriebes gerecht.

TEIL 1 – PFLANZENQUALITÄT

1. Pflanzenbeschaffung

Neben der Verwendung standortsgemäßer Baumarten kommt der Wahl geeigneter Herkunftsempfehlungen größte Bedeutung zu. Grundlage für die Auswahl des Pflanzmaterials sind die „Herkunftsempfehlungen für forstliches Vermehrungsgut in Baden-Württemberg“.

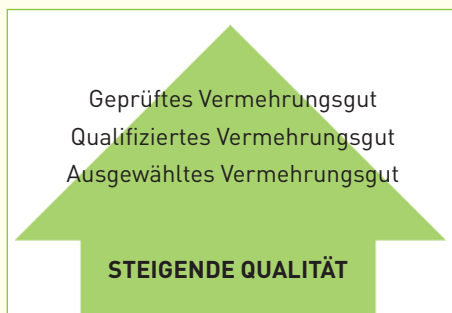
Das Forstvermehrungsgutgesetz³ (FoVG) lässt für die forstliche Verwendung 3 Kategorien von Vermehrungsgut zu: ausgewähltes, qualifiziertes und geprüftes Vermehrungsgut (vgl. Kasten).

Vermehrungsgut der Kategorie „Quellengesichert“ ist für forstliche Zwecke nicht zugelassen!

Bei Verfügbarkeit verschiedener Kategorien einer geeigneten Herkunft sollte jeweils die Kategorie mit der höchsten Qualitätsgarantie gewählt werden:

1.1 Zertifiziertes Pflanzgut

Zertifiziertes Pflanzgut, wie zum Beispiel



Auszug aus den PEFC-Standards für Deutschland⁴ (Stand 11.01.2006)

Punkt 4.4: „Es ist Saat- und Pflanzgut mit überprüfbarer Herkunft zu verwenden, soweit es für die jeweilige Herkunft am Markt verfügbar ist.“

In den Erläuterungen zu Punkt 4.4 heißt es: „Die Überprüfbarkeit der Herkunft (Identität) wird durch ein fachlich allgemein anerkanntes Verfahren sicher gestellt, das mit dem genetischen Vergleich zwischen Rückstellprobe und Saat- und Pflanzgut arbeitet.“

PEFC-Zertifizierung

durch den „Zertifizierungsring für überprüfbare Forstliche Herkunft Süddeutschland e.V.“ (ZüF) angeboten, gewährleistet eine deutlich höhere Herkunftssicherheit als dies bei herkömmlichem Pflanzgut der Fall ist. Bei zertifiziertem Pflanzgut wird vom geernteten Saatgut eine Rückstellprobe genommen, anhand derer das aus dem Saatgut angezogene Pflanzmaterial jederzeit durch genetische Analyseverfahren auf seine Herkunft überprüft werden kann. Im Zertifizierungsverfahren von ZüF werden per Zufallsstichprobe satzungsgemäß 5% der eingesandten Pflanzenproben genetisch überprüft. Darüber hinaus steht dem Verbraucher die Option offen, anhand dieses „genetischen Fingerabdrucks“ die Herkunft in einer „Kundenprobe“ auf eigene Kosten überprüfen zu lassen. Der Waldbesitzer erhält mit dem Pflanzenkauf ein Zertifikat des ZüF e.V. Nur das Zertifikat dokumentiert die ordnungsgemäße Teilnahme am ZüF-Verfahren. Für den Staats-

wald Baden-Württemberg ist vorgeschrieben, dass zertifiziertes Vermehrungsgut zu verwenden ist, soweit am Markt verfügbar. Diese Verpflichtung wurde auch vom Zertifizierungssystem PEFC in seine Standards aufgenommen (vgl. Kasten), so dass die Regelungen in allen PEFC-zertifizierten Betrieben Anwendung finden.

1.2 Pflanzeneinkauf

Der Pflanzenbedarf wird heutzutage größtenteils durch private Forstbaumschulen

gedeckt. Diese und die „Erzeugergemeinschaft für Qualitätsforstpflanzen Süddeutschland“ (EZG) informieren in Katalogen und Produktlisten über Sortimente und Preise. Im Rahmen einer Markterkundung oder Ausschreibung empfiehlt sich unbedingt eine Nachfrage bei den staatlichen und privaten Baumschulen, inwieweit bestimmte Sortimente tatsächlich markverfügbar sind und ob die Sortimente aus Eigenanzucht stammen oder zugekauft wurden.



Abb. 1: Pflanzschulbeete

Empfehlenswert ist die Besichtigung der Beete bei der jeweiligen Forstbaumschule. Man erhält dort wichtige Informationen über die Pflanzen der Wahl:

- Sind die Pflanzen der bevorzugten Größe die kleinsten Pflanzen des Beetes und damit vielleicht schwachwüchsig?
- Ist der Kauf unsortierter Pflanzen eines Beetes und somit von Pflanzen mit genetisch größerer Breite zu erwägen?
- Hat der Betrieb ausreichend Pflanzen der gewünschten Herkunft und Größe verfügbar?

- Stehen im Beet auffallend viele zwieselige Pflanzen?
- Kann die Forstbaumschule evtl. mehrmals in kleinen Partien liefern und lässt sich so der aufwändige und risikobehaftete Pflanzeneinschlag vermeiden?
- Ist Selbstabholung kleiner Partien zeitnah möglich?

Ist der mittelfristige Bedarf an bestimmten Herkünften abschätzbar, sind Lohnanzuchtverträge mit Baumschulen eine sehr gute Möglichkeit, um Lieferungen vorgesehener Sortimente zum gewünschten Zeitpunkt zu gewährleisten.

Beim Pflanzeneinkauf in Forstbaumschulen müssen die Anforderungen an das Pflanzgut vertraglich vereinbart werden. Hierzu können neben den Angaben zu Baumart, Herkunftsgebiet, Kategorie, Sortiment, Zertifizierung und Menge auch Qualitätsmerkmale (s. Kapitel 2) eingefordert werden. Beim Pflanzeneinkauf findet die Verdingungsordnung für Leistungen

(VOL/A) Anwendung. Dabei sollten die Möglichkeiten der Verdingungsordnung ausgeschöpft werden. Aus VOL/A und Landeshaushaltsordnung (LHO) ergibt sich nicht automatisch die Pflicht, das preisgünstigste Angebot zuzuschlagen. Vielmehr ist die Wirtschaftlichkeit das maßgebende Kriterium, bei welcher der Preis nur ein Teilkriterium darstellt.

Praxishinweise für die Ausschreibung und Vergabe

- Markterkundung bei verschiedenen Baumschulen.
- Optimale Zeitpunkte für die Ausschreibung sind bei Herbstpflanzungen die Monate August/September und bei Frühjahrspflanzungen die Monate Dezember/Januar.
- Günstig ist die revier- bzw. waldbesitzerweise Bildung von Losen mit jeweils allen gewünschten Baumarten. Das baumartenweise Splitten von Aufträgen kann im Einzelfall durchaus sinnvoll sein, z.B. bei zertifiziertem Pflanzgut, bei Spezialsortimenten wie Nussbaum, Kirsche, Containerpflanzen oder bei erkannten Qualitätsmängeln einzelner Baumarten nach Besichtigung in der Baumschule.
- Wenn möglich und zielgerecht, sollten in der Ausschreibung Alternativsortimente angegeben oder angefragt werden (z.B. 2+1 oder 3+0).
- Besondere Qualitätskriterien wie z.B. Zwieselfreiheit (ohne Zwieselschnitt) müssen ebenfalls in der Ausschreibung berücksichtigt (höherer Preis) und vertraglich vereinbart werden.
- Bindefristen der Baumschulen sind zu beachten (max. 14 Tage). Sollen längere Bindefristen bestehen, müssen diese vertraglich vereinbart werden.

1.3 Eigenanzucht der Landesforstverwaltung

Die Eigenanzucht der staatlichen Landespflanzschulen wurde in den letzten Jahren stark reduziert und spielt in Baden-Württemberg nur noch eine untergeordnete Rolle. Über verfügbare Sortimente informieren die Landespflanzschulen Nagold, Kitzinghof und Biberach. Diese Sortimente sind im Staatswald bevorzugt zu verwenden.

1.4 Sondersortimente

Wildlinge sollten zur Sicherung der genetischen Qualität nur aus zugelassenen Erntebeständen gewonnen werden. Charakteris-

tisch sind der geringere Feinwurzelanteil als bei Pflanzen aus der Baumschule und der Schattenhabitus. Für ihre Verwendung spricht die geringere Verbissgefährdung, die ungestörte Wurzelentwicklung, sofern die Wildlinge sorgfältig gezogen werden und ihre schnelle Verfügbarkeit.

Alternativ können **Containerpflanzen** oder Pflanzen mit Topfballen verwendet werden. Dem höheren Preis stehen erhöhte Anwuchssicherheit und größere Flexibilität beim Pflanztermin gegenüber. Bei der Pflanzenabnahme ist besonders auf Wurzeldeformationen zu achten.

2. Qualitätsansprache bei der Pflanzenübernahme

2.1 Pflanzenübernahme

Sofort nach der Anlieferung müssen die Begleitpapiere überprüft werden. Insbesondere ist auf die Übereinstimmung von

Bestellung, Lieferschein und Etikett hinsichtlich Herkunft und Sortiment zu achten. In Tabelle 1 findet sich eine Auflistung der Daten, die zu jeder Partie auf dem Lieferschein angegeben werden müssen. Die Lieferung muss zum Schutz gegen Verdunstung abgedeckt sein oder in geschlossenen Behältnissen erfolgen, gleichzeitig darf die Ware nicht überhitzen.

Tab. 1: Angaben auf dem Lieferschein

		Beispiele, (Erläuterungen)	Abk.
1	Baumart, botanisch und deutsch	„Fagus sylvatica, Rotbuche“	
2	Herkunftsgebietenkennziffer und -name	„810 21, Schwarzwald submontane Stufe“ (bis 900 m Höhenlage)	
3	Kategorie	<ul style="list-style-type: none"> • „Quellengesichert“ (nicht für die Forstwirtschaft zugelassen), oder • „Ausgewählt“ (Standardqualität), oder • „Qualifiziert“, oder • „Geprüft“ (höchste Qualität) 	QG AG QF GP
4	Ausgangsmaterial	<ul style="list-style-type: none"> • „Erntebestand“, oder • „Samenplantage“, oder • „Klonmischung“, oder • „Saatgutquelle“ 	EB SP KM SQ
5	Verwendungszweck	„Multifunktionale Forstwirtschaft“ „Garten- und Landschaftsbau“	FoWi GalA
6	Stammzertifikatsnummer	„D-08 315 1 08 02 06“ (wird bei der Saatguternte vergeben)	
7	Registerzeichen	„08 3 810 21 014 2“ (Nummer des Erntebestandes)	
8	Autochthonie	<ul style="list-style-type: none"> • „autochthon“ (seit mehreren Waldgenerationen am Standort heimisch), oder • „nicht autochthon“, oder • „Autochthonie unbekannt“ 	
9	Pflanzenalter und -art	„1+1“ (Pflanze, die 1 Jahr im Saatbeet und 1 Jahr im Verschulbeet gewachsen ist)	

Die Angaben unter Punkt 5–7 können nur bei Pflanzen gemacht werden, die von Saatgut stammen, das 2003 oder später geerntet wurde. Wurde bei der Aussaat älteres Material verwendet, entfallen diese Angaben.

Die gelieferten Pflanzen müssen stets gründlich in Augenschein genommen werden, dazu sind einzelne Pflanzenbunde zu öffnen. Die Verwendung eines **Pflanzenübernahmeprotokolls** (s. Anhang B) wird empfohlen. Auf das entsprechende MLR-Schreiben vom 20.03.2006 (Az: 51-8633.01) wird verwiesen.

Eine wichtige Grundlage zur Beurteilung bietet §12 FoVG mit seinen Ausführungen zu „handelsüblicher Beschaffenheit“.

Wenn mehr als 5 % der Pflanzen nicht den geforderten Qualitätskriterien entsprechen, kann die Lieferung zurückgewiesen oder mangelhaftes Material aussortiert und Ersatzlieferung vereinbart werden.

Mängel sind ggf. zeitnah zur Lieferung an den Lieferanten zu melden. Mangelhafte Pflanzen dürfen keinesfalls gepflanzt werden.

2.2 Qualitätsmerkmale

Kriterien für die Beurteilung der Pflanzenqualität werden nachfolgend dargestellt.

2.2.1 Wassergehalt bzw. Frischezustand

Wichtigste Voraussetzung für den Anwuchserfolg ist eine ausreichende Pflanzenfrische. Diese ist jedoch äußerlich an einer wurzelnackten Pflanze nur schwer zu beurteilen. Forstpflanzen sind i. d. R. verholzt, so dass Welke nicht sofort erkennbar ist, im Gegensatz zu krautigen Pflanzen. Die empfindlichsten bzw. verdunstungsintensivsten Teile sind immer die Wurzeln mit ihren feinen Wurzelspitzen und Haarwurzeln, die auch für die Wasseraufnahme verantwortlich sind.

Praxishinweise zur Beurteilung der Frische

- Trockene Pflanzen sind nie frisch, aber auch äußerlich feuchte/nasse Pflanzen sind nicht unbedingt ein Zeichen für Frische.
- Sind nur wenige oder keine primären weißen Feinwurzeln erkennbar, bzw. sind die Feinwurzeln bereits verwelkt?
- Rieselt schon trockener Sand aus den Wurzeln (vor allem auch das Innere von Pflanzenbündeln beachten)?
- Fühlen sich die Wurzeln trocken an?
- Wird die Rinde an älteren Wurzeln abgekratzt, so muss das Gewebe darunter weiß sein. Eine Braun- oder Welkeverfärbung sowie ein schlechtes Lösen der Rinde deuten auf längere Trockenheit hin.
- Ausreichender Wassergehalt kann im Stadium des Austreibens mit einem Drucktest an einer frisch angeschnittenen Wurzel geprüft werden. Ist unter dem Druck von zwei Fingern Wasseraustritt an der Schnittstelle erkennbar (evtl. Lupe zu Hilfe nehmen), so ist das Leitgewebe (Xylem) ausreichend mit Wasser gefüllt und die Pflanze frisch.

- Findet eine Grauschimmelbildung (Botrytis) im Innern des Pflanzenbündels statt (oft ein Indikator für längere, unsachgemäße Kühlhauslagerung)? (Beachte: erwünschte Mykorrhiza-Bildung bei Kie, Dgl).

Faustregel für das Gewicht und damit die Beurteilung der Frische:

Das Mindestgewicht in Gramm ist die Sprosslänge minus 10 (eine Fichte von 30 cm Länge muss mindestens 20 g wiegen).

Pflanzen mit starker Stammachse können mehr Wasser speichern und Trockenperioden besser überdauern, deshalb ist das Spross/Wurzel-Verhältnis zu beachten.

2.2.2 Sprossmerkmale

Die Pflanze muss gerade, wipfelschäftig und ohne Zwiesel sein. Die Knospenzahl sollte hoch und die Abschlusstriebe vollständig verholzt sein. Die Pflanze darf noch nicht angetrieben haben. Ausnahme Douglasie, hier liegt der optimale Pflanzzeitpunkt im Stadium der Knospenschwellung.



Abb. 2: Buche, gute Qualität

Tabelle 2 enthält eine Reihe von optisch erkennbaren Qualitätsmängeln, die eine Verwendung des Pflanzgutes ausschließen.

Tab. 2: Optisch erkennbare Qualitätsmängel

Merkmale	Bu/Ei	BAh/Es	Fi/Lä	Dgl	Kie
nicht vernarbte Verletzungen der Hauptachse	● ¹	●	●	●	●
vertrocknete Terminaltriebe	●	●	●	●	●
starke Krümmung am unteren Teil der Hauptachse		●		●	
Tiefzwiesel	●	●	●	●	●
Spross mit mehreren Endtrieben		●	●	●	●
unvollständig verholzter Spross		●	●	●	●
fehlende/beschädigte/unverholzte Gipfelknospe		●	●	●	●
fehlende oder sehr geringe Verzweigung			●	●	
starke Beschädigung des jüngsten Nadeljahrgangs				●	●
schwere Schäden durch Schadorganismen	●	●	●	●	●
schwere Lagerschäden (Fäulnis, Schimmel)	●	●	●	●	●
1 außer Schnittverletzungen für Kulturschnitte					

2.2.3 H/D-Verhältnis und Gewicht

Je höher die Werte für Sprossdurchmesser und Gewicht bei einer bestimmten Größe, umso stufiger und gedrungener ist die Pflanze. Stufige Pflanzen sind waldbaulich wertvoller, da sie eine reduzierte Verdunstungskapazität bei besserem Wasserspeichervermögen und damit eine bessere Anwuchsquote aufweisen.

Qualitativ hochwertiges Pflanzgut soll ein ausgewogenes H/D-Verhältnis (Sprosslänge [mm] geteilt durch Wurzelhalsdurchmesser [mm]) besitzen.

Für kleinere bis mittlere Pflanzensortimente (wurzel nackt, 30–80 cm) gelten folgende Orientierungswerte:
 Fichte, Tanne, Kiefer, Douglasie:
 mittl. H/D-Wert 55, Maximalwert 75
 Sonstige Baumarten: mittl. H/D-Wert 75, Maximalwert 95.

Sämlinge haben aufgrund des geringeren Standraums bei gleicher Pflanzengröße i. d. R. etwas weitere H/D-Verhältnisse als Verschulpflanzen. Grundsätzlich gilt, dass sich das H/D-Verhältnis mit zunehmender Pflanzengröße erweitert. Auch sind Baumarten mit starken Jahrestrieben wie Kirsche, Erle und Birke zumeist schlanker. Daher ist eine an der Pflanzengröße orientierte (dynamische) Einschätzung sinnvoll.

2.2.4 Wurzel Ausbildung

Besonderes Augenmerk bei der Pflanzenabnahme muss der Wurzelqualität gelten. Ein gesundes Wurzelwerk mit ausreichender Verzweigung und hohem Feinwurzelanteil ist eine der wichtigsten Voraussetzungen für das Anwachsen der Pflanze. Bei der Qualitätsbeurteilung sind allerdings einerseits artspezifische Unterschiede zwischen Baumarten mit geringem Feinwurzelbesatz (z.B. Eichenarten, insbesondere Roteiche) und solchen mit feinwurzelreicheren Wurzelsystemen (z.B. Buche, Fichte, Douglasie), sowie andererseits zwischen Sämlingen und Verschulpflanzen zu berücksichtigen.

Wurzeldeformationen durch Fehler bei der Anzucht wachsen sich nicht aus und führen zu schlechterem Wachstum und geringerer Standfestigkeit des Baumes!

2.2.5 Spross/Wurzel-Verhältnis

Wurzeln und Spross müssen stets gemeinsam beurteilt werden; ihr Verhältnis muss ausgewogen sein. Je größer die verdunstende oberirdische Biomasse ist, desto mehr Wasser muss die Wurzel bereitstellen.

Anzustreben ist ein volumenbezogenes Spross/Wurzel-Verhältnis von 2:1 (kleinere Sortimente) bis maximal 4:1 (Großpflanzen). Das Spross/Wurzel-Verhältnis wird geschätzt.



Abb. 3: Lärche (1+2) und Douglasie (2+0) mit ausreichender Wurzelentwicklung und gutem Spross-/Wurzel-Verhältnis

2.3 Gesundheit und Nährstoffgehalt

Beide Merkmale lassen sich nur optisch einschätzen. Die Pflanzen müssen an Wurzel, Spross, Rinde und Nadeln frei von Krankheiten, Pilzen, Insekten, Schädlingen und Faulstellen sein und dürfen keine gravierenden Frostschäden aufweisen. Ein ausreichender Gehalt an Reserve- und Nährstoffen ist wichtig, da die Pflanze mit jedem Rode- oder Verpflanzvorgang einen Teil ihrer Feinwurzeln verliert. Diese werden zur Nährstoff- und Wasseraufnahme benötigt und müssen nach dem Pflanzen erst wieder neu gebildet werden. Diese Zeit muss mit Reservestoffen in der Pflanze entsprechend überbrückt werden. Der Nährstoffgehalt in der Pflanze lässt sich äußerlich nur schwer erkennen, jedoch gilt auch hier grundsätzlich: kräftige, stabile Pflanzen mit gesunder Farbe leiden am wenigsten unter Nährstoffmangel. Pflan-



Abb. 4: Stickstoffmangel an Douglasie (Chlorose)

zen mit erkennbaren Mangelerscheinungen (z.B. Nadelvergilbung) sind ebenso unzulässig wie übertersorgte Pflanzen mit überlangen Gipfeltrieben.

2.4 Größe und Alter

Das Alter der Pflanzen hat keine unmittelbare Bedeutung für die Pflanzenqualität, solange die morphologischen Anforderungen eingehalten werden. Vom Ankauf von Sortimenten mit sehr unausgewogenem Verhältnis von Pflanzengröße zu Pflanzenalter sollte allerdings abgesehen werden, da hier eine unsachgemäße Anzucht oder genetische Defizite zu vermuten sind. Das gelieferte Sortiment sollte hinsichtlich der Sprosslänge (vom Wurzelhals bis zur Spitze) der Bestellung entsprechen. Kleinere Abweichungen können toleriert werden, solange die Pflanzen noch zur waldbaulichen Ausgangssituation (z.B. Bodenvegetation) und dem vorgesehenen Pflanzverfahren passen. Nicht mehr akzeptabel ist eine mittlere Sprosslänge die außerhalb des in der Bestellung vorgegebenen Rahmens (z.B. 50/80 cm) liegt.

2.5 Erbgut bzw. Herkunft

Ein Baum kann sehr unterschiedliche Eigenschaften ausprägen. Er kann schnell oder langsam wachsen, gegen Schädlinge und Umwelteinflüsse empfindlich oder widerstandsfähig sein, Holz von hoher oder geringer Qualität produzieren. Die genetische Veranlagung setzt den Rahmen, innerhalb dessen die Umweltfaktoren auf Wuchseigenschaften, Wuchsform (z.B. Drehwüchsigkeit, Kronenform, Wasserreiserbildung, Verzweiselung) und sonstige Merkmale einwirken. Alle Arten müssen an die Standorte, an denen sie gepflanzt werden, genetisch angepasst sein (Tieflagenherkünfte sind in Hochlagen frost- und schneebruchgefährdet, Hochlagenherkünfte in Tieflagen schwachwüchsig). Die genetische Veranlagung ist jungen Pflanzen nicht anzusehen, spielt aber bei den langen Produktionszeiträumen in der Forstwirtschaft eine entscheidende Rolle. Die **Herkunftsempfehlungen für forstliches Vermehrungsgut**⁵ müssen beachtet werden!

Hilfestellungen zur Qualitätsansprache geben auch die Qualitätsrichtlinien der Erzeugergemeinschaft für Qualitätsforstpflanzen Süddeutschland (EZG)⁶

TEIL II – PFLANZUNGSQUALITÄT

3. Vorplanung

Eine sorgfältige Planung der Pflanzmaßnahmen entscheidet ebenso über deren Erfolg und Wirtschaftlichkeit wie die Ausführung selbst. Die Vorplanung umfasst die Tätigkeiten von der naturalen Zustandserfassung und Ableitung des konkreten Bestockungsziels bis zur Organisation der Maßnahme.

3.1 Zustandserfassung/ Flächenermittlung

Die reine Pflanzfläche wird ermittelt durch Abzug der Bereiche, in denen die Verjüngung als qualitativ und quantitativ ausreichend eingeschätzt wird. Zonen in denen Naturverjüngung erwartet werden kann, sind auszusparen.



Abb. 5: gelungene Pflanzung:
Rhodener Pflanzverfahren Eiche, Pflanzung vor 5 Jahren

Im öffentlichen Wald ist ein Anbau i.d.R. nur auf Flächen ab 0,3 ha Größe zu planen. Beiderseits der Fahrwege ist ab dem Fahrbahnrand ein ca. 5 m breiter Streifen von Bepflanzung freizuhalten.

Abweichungen angebracht. Falls kein verlässliches Bestockungsziel bekannt ist, kann dies über Informationen zu Standort, Baumarteneignung und Eigentümerwillen ermittelt werden.

3.2 Bestockungsziel

Die Forsteinrichtung gibt das waldbauliche Ziel bestandesweise vor. Aus dem Waldentwicklungstyp (WET) leiten sich die führenden Baumarten ab. Gegebenenfalls sind kleinstandörtliche Differenzierungen oder



Abb. 6: Pflanzfehler:
Winkelpflanzung Eiche, Pflanzung vor 4 Jahren

3.3 Organisatorische Vorbereitungen

Nachdem alle erforderlichen Festlegungen (s. Kasten) getroffen sind, kann die Disposition des Materials, der Arbeitskapazitäten und Geräte erfolgen. Die Pflanzarbeit selbst ist Gegenstand des 4. Kapitels.

Festlegungen für die Anbauplanung:

- Abgrenzung der reinen Pflanzfläche [ha]
- Pflanzverband bzw. Pflanzdichte [Stck./ha]
- Pflanzgut: Baumart, Herkunft, Sortiment, ZüF bei Ausschreibung/Bestellung, Stückzahl
- Pflanzverfahren und Werkzeug
- ggf. Wildschutz, Waldschutz, Wuchshülle, Düngung
- Pflanzflächenvorbereitung/ggf. Flächenräumung
- Personal- bzw. Zeitbedarf
- Pflanzzeitraum
- Anlieferungsort
- ggf. Einschlagsmöglichkeit

3.4 Pflanzzeit

Günstige Pflanzzeiten für wurzelerdige (üblicherweise als „wurzelnackt“ bezeichnete Pflanzen) sind frostfreie und regnerische Witterungsperioden im zeitigen Frühjahr (ca. Mitte März bis Ende April) und Herbst (etwa Ende Oktober bis Ende November). Grundsätzlich gilt, alle Laubbäume und Lärche winterkahl zu setzen. Die Pflanzen befinden sich dann weitgehend im physiologischen Ruhezustand und können sich vor Austrieb noch verwurzeln. Wachstum und Triebverholzung sollten abgeschlossen sein.

Frühjahrsplantation ist für sämtliche Baumarten vorteilhaft, weil die Überbrückungszeit kurz und die i.d.R. hohe Bodenfeuchte und niedrige Temperatur günstig für den Anwuchserfolg sind. Empfehlenswert ist ein Setzen kurz nach Auftauen des Bodens. Dabei nach Möglichkeit frühtreibende Baumarten wie Ah, Bi, Kir, Er, Lä vor spätreibenden (z.B. Ei, Es, Fo, Rob) ausbringen. Nach Knospenaustrieb sollte nicht mehr gepflanzt werden. Nur die Douglasie zeigt bei schwellenden Knospen sogar guten Anwuchserfolg. Auch im Herbst ist eine frühe Pflanzung vorzuziehen. Bei immergrünem Nadelholz (v.a. Dgl) besteht im Herbst eher die Gefahr von Schäden durch Austrocknung und Frost.

3.5 Pflanzengröße

Je jünger die Pflanze ist, desto regenerationsfreudiger ist sie und umso besser lässt sie sich wurzelgerecht in den Boden bringen. Zudem ist sie meist preisgünstiger und leidet weniger unter Pflanzschock. Ihr Anwuchserfolg ist höher und ihr Wurzelwerk wurde bisher kaum oder weniger massiv gekürzt.

Aus diesen Gründen sind insbesondere Sämlinge für die Pflanzung klar zu bevorzugen. Dabei ist der höhere Begleitaufwand bei Kultursicherung und Wildschutz für Kleinpflanzen abzuwägen. Kleinpflanzen sind stärker den Kulturerschwermissen Konkurrenzflora, Frost und Schäden durch Tiere ausgesetzt und sie sind schlechter auffindbar.

Der anfängliche Wuchshöhenunterschied gegenüber Großpflanzen gleicht sich bei ungehinderter Entwicklung jedoch innerhalb weniger Jahre aus.

Für Großpflanzen, d.h. Bäume mit einer Wurzellänge ab etwa 30 cm und einer entsprechenden Sprosslänge von mehr als 80 bis 100 cm, gibt es keine praxisgeeigneten wurzelgerechten händischen Einmann-Pflanzverfahren, abgesehen von der aufwändigen Lochpflanzung mit dem Spaten. Diese ist jedoch besser im Zweimann-Verfahren auszuführen. Großpflanzen lassen sich unverstümmelt nur unter Maschineneinsatz, mit Erdbohrern oder kranarmgetragenen Geräten, adäquat setzen. Bei Einsatz eines motorgetriebenen Einmann-Bohrgerätes beträgt die maximale Wurzellänge etwa 35 cm, bei einer Sprosslänge von ca. 140 cm.

4. Wurzelgerechte Pflanzverfahren

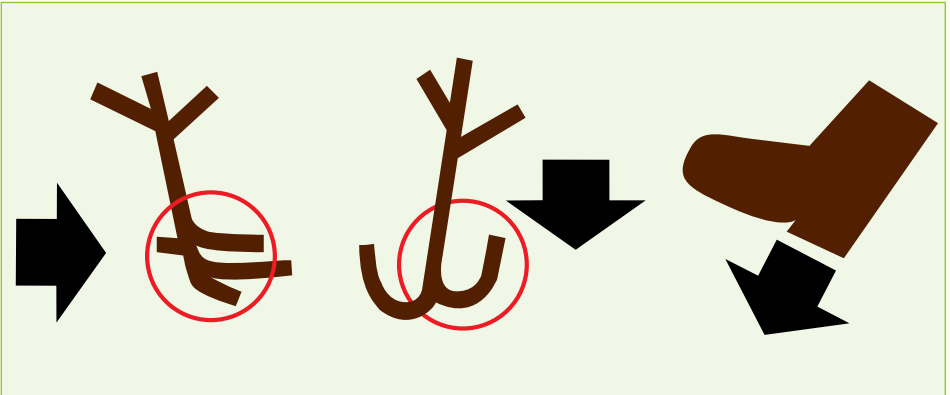
Die meisten herkömmlichen Standard-Pflanzverfahren sind Klemmpflanzungen mit verfahrensbedingtem Umbiegen und/oder starkem Zusammenpressen des Wurzelwerkes. Sie leisten nicht, was unabdingbares Kriterium einer Pflanzung sein muss, nämlich die Wurzel in möglichst natürlicher Lagerung in den Boden zu bringen, damit sie sich danach weitgehend ungestört entwickeln kann. Dazu bedarf es der Lochpflanzung.

Entgegen verbreiteter Annahme regeneriert sich deformiertes Wurzelwerk kaum (s. Kasten). Eine wurzelgerechte und sorgfältige Arbeitsausführung ist deshalb oberstes Gebot.

Befunde über langfristige Folgen von Wurzeldeformationen

- Wurzeldeformationen „verwachsen“ sich nicht bzw. kaum.
- Umfangreiche Untersuchungen an knapp 8.000 gepflanzten Waldbäumen ergaben hohe Anteile starker Wurzeldeformationen. Ein Großteil der gepflanzten Bäume wies deutliche, pflanzungsbedingte Wurzeldeformationen auf. Wurzeldeformationen behindern ein Vordringen der Wurzeln in tiefere Bodenschichten und gefährden damit die Entwicklung und Stabilität gepflanzter Bäume und Wälder. Wurzelgrabungen an älteren Bäumen zeigen, dass sich solche Deformationen auch noch nach 40 Jahren auf die Wurzeltiefe und Wurzelintensität auswirken.
- 30–40jährige Fichten aus Winkelpflanzung erreichen eine um durchschnittlich 24 % geringere Wurzeltiefe als Naturverjüngung.
- Unsachgemäß eingekürzte und damit verstümmelte Hauptwurzeln regenerieren sich nicht.
- Je stärker die Deformation, desto schlechter die Wurzelraumerschließung und die Verankerung im Boden und desto labiler der Baum!

Die schwerwiegendsten Pflanzfehler sind:



1. Quetschung der Wurzeln durch horizontales Klemmen od. „Einschwingen“ bewirkt verringerte Wurzelraumerschließung und eingeschränkte Verankerung
2. Vertikales Stauchen/Verbiegen der Wurzeln durch Hinabdrücken führt zu Wurzelausrichtung nach oben
3. Verdichten des Bodens durch massives Festtreten: Bodenstörung erschwert Durchwurzelung und lenkt zusätzlich Wurzeln aus

Praxishinweise für das ideale Pflanzverfahren

- muss wurzelgerecht sein, d.h. es ist der Wurzel angepasst und nicht umgekehrt
- wird im Ablauf situativ – je nach Bodenverhältnissen und Pflanzgut – modifiziert
- beinhaltet vorsichtiges Verfüllen des Pflanzlochs mit gekrümelter Erde
- unterlässt Feststampfen oder -klemmen; Pflanzen werden vorsichtig verfestigt
- schließt ein leichtes Anziehen der Pflanze ein
- wird von den Ausführenden gut beherrscht, gewissenhaft angewandt und effizient ausgeführt.

4.1 Arbeitsvorbereitung

4.1.1 Pflanzgut

Beim Herrichten des Pflanzguts für die Pflanzenbehältnisse ist die Qualität nochmals zu prüfen und insbesondere auf die Wurzellänge zu achten. Überlange Wurzeln sind einzukürzen (s. Kapitel 4.5). Unbrauchbare Pflanzen sind konsequent auszusortieren.

4.1.2 Pflanzflächenvorbereitung

Ob die Pflanzfläche im Vorfeld der Pflanzung vorzubereiten ist (z.B. Gassenschnitt oder Teilflächenvorbereitung mittels Freischneidegerät und Häckselmesser) oder die Pflanzstelle unmittelbar bei der Pflanzausführung freizumachen ist, hängt von der Beurteilung der Gesamtsituation ab (örtliche Wuchsverhältnisse, Flächenzustand, Vegetation, Baumart, Pflanzdichte, Verband usw.).

Die eigentliche Pflanzstelle (ca. 40 cm x 40 cm) muss zum Pflanzen hindernisfrei, also nahezu ohne Dornen, Vegetationsfilz und kompakter Humusauflage sein.

Ein Setzen „ins Reisig“, früher häufig bei Fichtenanpflanzungen angewandt, bzw. ein Setzen in eine unvorbereitete Pflanzstelle, wird heutigen Qualitätsanforderungen nicht gerecht.

4.2 Pflanzverfahren

Bei den Pflanzverfahren sind händische, motormanuelle und großmaschinelle Verfahren zu unterscheiden. Nachfolgend geht es vorrangig um erstere.

Klemm-Pflanzverfahren sind grundsätzlich durch Loch-Pflanzverfahren mit möglichst zerkrümelter Erde abzulösen. Lehmiige Böden, die sich dafür eignen, nehmen rund 75 % der Waldfläche in Baden-Württemberg ein. Den Rest bilden steinigsandige (ca. 13 %), zähplastischtonige (ca. 5 %) oder sonstige Bodensubstrate. Bei zähplastischen, nicht krümelbaren Böden, ist als Sonderfall – mangels Alternative – der Einsatz des Hohlspatens mit festem Pfropf (= Klemmpflanzung) nach wie vor zweckmäßig.

Nachfolgend werden die empfehlenswerten Pflanzverfahren kurz skizziert. Eine Entscheidungshilfe bei der Auswahl des Verfahrens bietet die Tabelle 3 (s. Anhang).

4.2.1 Schlaglochpflanzung

Bei der Schlaglochpflanzung wird mit mehreren Schlägen ein Pflanzloch hergestellt. In dieses wird das Wurzelwerk in seiner natürlichen Lage eingebracht und mit zerkrümelter Erde umfüttert. Die Schlaglochpflanzung ist breit anwendbar und eignet sich für Pflanzgut gebräuchlicher Größe und Beschaffenheit. Grenzwertig sind schwere Tonböden, auf denen ein Krümeln nicht mehr möglich ist.

Zur Ausführung werden die „HARTMANN-HAUER/RHODENER PFLANZHAUE“ oder die „PFLANZHAUE VARIO 2“ empfohlen. Beide Schlagwerkzeuge ermöglichen wurzelgerechte Pflanzungen für normales Pflanzgut (Sprosslänge bis ca. 80–100 cm bzw. Wurzellänge ca. 25–30 cm).

Es ist ein vielseitiges Pflanzverfahren, das allerdings eine intensive Einarbeitung verlangt. Vom Pflanzler erfordert das Verfahren eine Bereitschaft zu dynamischen (sportiven) Arbeitsprozessen. Zum wurzelgerech-

ten Unterbringen des Wurzelwerkes sind 3 bis 7 Schläge notwendig. Dabei wird die Tiefe des Schlagloches nicht „brachial“ mit einem Schlag, sondern je nach Widerstand des Bodens stufenweise erreicht. Die Schläge werden locker und präzise, parallel zum Körper, sowie unterstützt durch das Eigengewicht der Haue geführt. Dies ermöglicht ein ergonomisch günstiges Arbeiten. Das Pflanzloch mit zerkrümelter Erde wird einerseits durch große Hebelbewegungen des Hauenblattes nach hinten/oben bis zur Waagerechten, im Bedarfsfalle andererseits zusätzlich durch Zerhacken größerer Erdschollen mit der Blattspitze hergestellt. Der Beilteil der PFLANZHAEUE VARIO 2 erleichtert ergänzend die Pflanzstellenvorbereitung und ermöglicht ein Vorschneiden von durchwurzelten, oberflächlich verfilzten oder vergrasteten Böden.

4.2.2 Bohrlochpflanzung mit handgeführtem Bohrgerät

Bei der Bohrlochpflanzung wird mittels handgeführtem Bohrgerät ein ausreichend großes Pflanzloch mit krümeliger Erde hergestellt. Sie ermöglicht die Pflanzung von größerem Pflanzgut.

Bei falscher Ausführung, zähen Tonböden und/oder zu kleinem Bohrdurchmesser sind starke Wurzeldeformationen möglich. Ein Bohrdurchmesser von ca. 30 cm wird empfohlen; er stellt zugleich die Leistungsgrenze dar. Durch den größeren Bohrdurchmesser haben die seitlichen Wurzeln genügend Raum zum An- und Weiterwachsen, bevor sie mit dem Bohrlochrand in Berührung kommen. Bis zu diesem Zeitpunkt hat sich ein evtl. verschmierter,

verdichteter Bohrlochrand durch Witte-rungseinflüsse wie Feuchte, Trockenheit oder Frost aufgelockert und ist für die Pflanzenwurzel besser durchdringbar. Auch auf eine ausreichende Lochtiefe ist zu achten, das heißt maximale Wurzellänge plus ca. 10 cm als Wuchsraumreserve für die nach unten wachsenden Wurzeln. Die Pflanzstelle muss frei von Bewuchs und Hindernissen sein, damit die ausgehobene Erde wieder komplett zum Verfüllen des Pflanzloches zur Verfügung steht. Das Bohrloch ist schichtweise zu verfüllen und schrittweise behutsam zu verfestigen, um die Wurzeln nicht zu deformieren und Hohlräume zu vermeiden. Die Pflanze ist beim Verfüllen und Verfestigen immer senkrecht und in richtiger Höhe zu halten!

Aus Gründen der Sicherheit, Ergonomie und Arbeitsqualität wird nach heutigem Stand der Technik der PFLANZFUCHS PF 400 mit Spezial-Pflanzlochbohrer \varnothing 30 cm oder Spezialbohrer für vergrastete und verwilderte Böden empfohlen. In jedem Falle ist der Bohrer mit einem Zusatzmesser zum Aufreißen bzw. Aufschlitzen des Bohrlochrandes zur Vermeidung des „Blumentopfeffektes“ einzusetzen. Zum Verfüllen wird ein spezielles Zubehörhäckchen eingesetzt.



Abb. 7 Pflanzwerkzeuge:

- 1. Pflanzfuchs PF 400 mit 30 cm Spiralbohrer |
- 2. Schere für den Wurzelschnitt |
- 3. Knieschoner zur Entlastung beim Abknien |
- 4. Spachtel zum Abstreifen anhängender Erde |
- 5. Schlaghaue „Vario 2“ |
- 6. Hartmannhaue |
- 7. Rhodener Pflanzenhaue |
- 8. Spaten.

4.2.3 Klassische Lochpflanzung

Bei der klassischen Lochpflanzung wird ein wurzelangepasstes, größeres Pflanzloch mittels Spaten, Haue oder Schaufel ausgehoben. Sie ist für in Einzel- und Sonderfällen auszubringende Großpflanzen notwendig.

Mit einem stabilen Spezialspaten, einer geeigneten Haue oder Schaufel wird ein ausreichend großes Pflanzloch ausgehoben. Die ausgehobene Erde wird erforderlichenfalls unter Einsatz einer speziellen Pflanzhacke zerkrümelt. Das Pflanzloch wird schichtweise verfüllt und verfestigt, um die Wurzeln nicht zu deformieren und Hohlräume zu vermeiden. Die Pflanze ist dabei immer in richtiger Position zu halten! Aus ergonomischen Gründen und zur Erreichung der Qualitätsziele wird Zweimannarbeit empfohlen.

4.2.4 Hohlspatenpflanzung mit festem Pfropf

Mit zwei Einstichen wird ein konischer Erdpfropf ausgehoben, der nach Einsetzen der Pflanze die Pflanzöffnung wieder verschließt. Das Wurzelwerk wird an den hinteren Lochrand gedrückt und in einer Ebene fixiert (= Klemmpflanzung!).

Auf stark bindigen Böden, die sich nicht krümeln lassen, bleibt die Hohlspatenpflanzung alternativlos. Für solche Verhältnisse scheint das Verfahren insbesondere bei jungen Bäumen mit kräftigen Festigungswurzeln (Pfahlwurzler, bspw. Ei) vertretbar. Zu beachten ist unbedingt, offene Spalten durch vorsichtiges Antreten wieder zu verschließen.

4.2.5 Maschinelle Pflanzverfahren

Maschinelle Pflanzungen stellen in Baden-Württemberg derzeit die Ausnahme dar und sind auf Sondersituationen und Einzelfälle beschränkt.

Die Pflanzung wird mit schleppergezogenen Anbaugeräten oder mittels Aggregaten an Großmaschinen durchgeführt. Eine Befahrung abseits des festgelegten Feinerschließungsnetzes ist nur auf verdichtungsunempfindlichen Standorten vertretbar. Hierbei ist die Richtlinie der LFV zur Feinerschließung von Waldbeständen⁹ zu beachten.

Pflanzung mit schleppergezogenen Pflanzmaschinen

Traditionell werden Pflanzmaschinen auf leichten Böden und bei stammzahlreichen Kulturen, wie bei der Kiefer verwendet. Eine vorherige Reisigbeseitigung ist nötig, Stockrodung jedoch nicht. Die Pflanzen werden dabei von Hand in die vorweg gezogene Pflanzfurche gesetzt. Räder verfüllen im Nachgang die Reihen und drücken den Boden an. Z.T. wird das Substrat von Krümlern zuvor gelockert. Je nach Maschinentyp sind ein Maschinenführer und 1–2 Pflanzler erforderlich. Bei größeren Pflanzen erweist sich diese Methode als zunehmend problematisch.

Kranarmpflanzung („Baggerpflanzung“)

Speziell zur Pflanzung mittels Kranauslegern von der Befahrungslinie aus, gibt es verschiedene Anbaugeräte für Minibagger, Bagger und Forwarder, z.B. Löffel, Zähne, Bohrer oder Krümmler. Vorzüge sind Eignung für große Pflanzen, Schnelligkeit, ergono-

mische Entlastung und Verzicht auf Flächenvorbereitung. Demgegenüber ist der Aktionsraum begrenzt, ein Maschineneinsatz aufwändig und bei schweren Böden besteht die Gefahr von Pflanzloch-Verdichtungen.

4.3 Pflanzleistung und Kosten

Ein Überblick über die durchschnittliche Pflanzleistung ergibt sich aus Spalte 8 der Tabelle 3 (s. Anhang). Die durchschnittlichen Kosten der Pflanzung sind aus Spalte 9 ersichtlich.

4.4 Pflanzverbände

Die empfohlenen Pflanzverbände sind in der Waldentwicklungstypen (WET)-Richtlinie¹⁰ festgelegt. Neben den flächigen Reihenverbänden gibt es Rasterverbände (zum „Durchstellen“ von Naturverjüngungen mit stabilisierenden Baumarten wie z.B. Ta) und Trupppflanzung. Flexibilität zur Einbeziehung ankommender brauchbarer Naturverjüngung in die Kultur ist geboten.

Praxishinweise für Transport und Lagerung

- Das Wasserpotenzial im Leitgewebe (Xylem) nimmt mit jeder Stunde Austrocknung deutlich ab. Pflanzen müssen deshalb zu jeder Jahreszeit sofort abgedeckt werden.
- Um die Pflanzenfrische nach dem Ausheben möglichst lange zu erhalten, sollten die Pflanzen bei niedrigen Temperaturen und hoher Luftfeuchtigkeit gelagert werden. Sonneneinstrahlung und Windeinwirkung sind zu vermeiden.
- Auch beim Transport ist auf Wind- und Verdunstungsschutz zu achten (Auslieferung in wurzelfeuchtem Zustand, in geschlossenen Fahrzeugen oder abgedeckten Hängern).
- Bei der mehrtägigen Lagerung von Pflanzen im Einschlag sollten die Bündel geöffnet werden, damit die lockere Erde im Einschlag auch alle Wurzeln gut abdecken kann. Hohlräume zwischen den Wurzeln dürfen nicht entstehen.
- Auf der Pflanzfläche hat sich der Transport in stabilen Stoff- oder Foliensäcken als Verdunstungsschutz bewährt.

4.5 Pflanzenhandhabung

4.5.1 Transport

Die gesamte Transportkette (Ausheben – Sortieren – Auslieferung – Einschlag – Pflanzung) muss so organisiert werden, dass ein Austrocknen der Wurzeln unbedingt verhindert wird. Einmal ausgetrocknete Pflanzen regenerieren auch bei Wiederbefeuchtung nicht mehr, sondern sterben ab.

4.5.2 Einschlag

Bei der Auswahl ist ein möglichst sonnen- und windgeschützter Platz zu suchen, um Austrocknung und Assimilation v.a. beim Nadelholz zu verhindern.

Bei längerer Lagerung im Einschlagsplatz sind folgende Bedingungen empfehlenswert:

- keine Staunässe
- ein Wässern oder Tauchen der Wurzeln ist vorteilhaft (nicht über grüne Nadeln!)
- leichter, nicht zu steiniger Boden
- vor Einschlag Boden auflockern
- Pflanzenbündel entzerren
- Pflanzen möglichst aufrecht einstellen
- Faserwurzeln und Erdreste erhalten
- Wurzeln mit feinkrümliger Erde anfüllen
- Schutz gegen Wildverbiss vorsehen



Abb. 8: Pflanzen im Einschlag

Da einem guten Einschlag große Bedeutung zukommt, ist es sinnvoll, zentrale Dauerplätze anzulegen. Durch Zugabe von Sägemehl kann die Speicherefähigkeit und Lockerheit des Bodens verbessert werden. Eine kurzfristige Zwischenlagerung (wenige Stunden!) kann durch das Aufschichten gegeneinanderliegender Pflanzenbündel („Pflanzenigel“) überbrückt werden, die oben mit feuchten Säcken oder Planen abgedeckt sind. Nadelholz wird in Pflanzfrischsäcken liegend im Schatten gelagert (nicht übereinander stapeln).

4.5.3 Wurzelschnitt (Sprosschnitt)

Bei der Pflanzung ist es grundsätzlich notwendig, das Pflanzverfahren auf die Wurzelgröße und die Wurzelausformung abzustimmen. Die Wurzel darf nicht für ein ungeeignetes Pflanzverfahren zurechtgestutzt werden. Im Zusammenhang mit der Pflanzarbeit ist vielfach ein Wurzelschnitt notwendig. Überlange Wurzeln müssen unbedingt eingekürzt werden, damit diese bei der Pflanzung nicht deformiert werden („Deformieren ist schlimmer als schneiden“). Allerdings sollte dabei die Schnittfläche so klein wie möglich gehalten werden, weil sich dadurch am ehesten eine neue stabile, tiefwachsende Wurzel entwickelt. Je größer die Schnittfläche, umso mehr kleinere Wurzeln werden gebildet, welche auch nicht so weit in die Tiefe wachsen. Eine größere Schnittfläche ist zudem eine größere Eintrittspforte für Krankheitserreger. Feine Wurzelspitzen sind so abzuschneiden, dass die verbleibende Wurzel so stabil ist, dass sie bei sorgfältiger Pflanzung „auf der Schnittfläche steht“ und somit nicht verbogen wird und sofort in die Tiefe wachsen kann.

Verletzte oder gequetschte Wurzeln werden oberhalb der beschädigten Stellen abgeschnitten. Wird die Schnittstelle zu großflächig, besteht Gefahr, dass Fäule entsteht.

Das richtige Werkzeug beim Wurzelschnitt ist eine scharfe Baumschere bzw. Handschere mit ziehendem Schnitt. Wegen beträchtlicher Quetschwirkung sind Ambossscheren weniger geeignet. Ein Zurechtrimmen zwieseliger oder sprosslastiger Pflanzen durch Sprossschnitt sollte die Ausnahme darstellen. Ungeeignete Pflanzen sind von vorneherein auszusortieren.

4.6 Folgearbeiten

4.6.1 Wuchshüllen

Wuchshüllen beschleunigen das Höhenwachstum, schützen vor Wildverbiss bzw. Verfegen, Mäuseschäden und machen Pflanzen weithin sichtbar und damit leicht auffindbar. Sie erleichtern damit die Kultursicherung erheblich. Schlüssel des Erfolgs ist v.a. die Gewährleistung eines günstigen Mikroklimas (Steigerung der Temperatur und der Luftfeuchte). Dazu sind unten wegen der Luftzirkulation zum Gasaustausch und zur Verhinderung von Überhitzung unbedingt Luftöffnungen erforderlich.

Wuchshüllen eignen sich für Pflanzen vom Sämling bis über Äserhöhe und sollten aus hellem, durchsichtigen oder netzartigem Material bestehen. Neben dem Einsatz in Laubholzverjüngungen können Wuchshüllen auch für LÄ und Dgl verwendet werden, die relativ biegsame Äste haben. Für die meisten Nadelholzarten mit ihrer quirligen

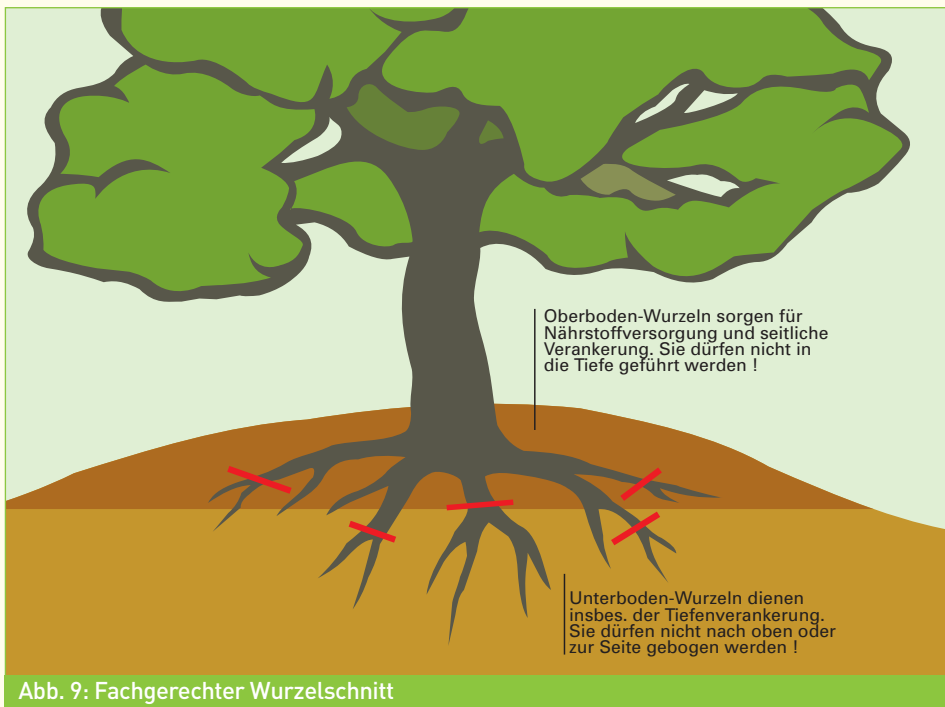


Abb. 9: Fachgerechter Wurzelschnitt

Wuchsform sind sie dagegen eher problematisch. Elegant lässt sich damit die Kenntlichmachung seltener Baumarten in Wegnähe bewerkstelligen.

Auf einige besondere Gefahren und Nachteile muss hingewiesen werden:

- Das beschleunigte Längenwachstum geht zulasten der Stabilität (reduziertes Dickenwachstum).
- Bei Luftabschluss treten CO₂-Mangel, Überhitzung und Schimmelbildung auf.
- Seitentriebdeformation möglich.
- Geringere Gesamtwuchsleistung gegenüber Freiland, wegen der um ca. 20–55% verminderten Einstrahlung.
- Kunststoffmaterial zerfällt, aber verrottet schlecht.
- Gelegentlich sind Beschädigungen durch Wildschweine aufgetreten.
- Gefährdung durch Schneedruck am Hang.
- Optische Beeinträchtigung in Erholungsgebieten.

Empfehlungen für den Wuchshülleneinsatz

- Verwendung von hellen Hüllen mit Luftöffnungen oder von Netzgewebe.
- Die Pfähle sollten aus dauerhaftem Holz (v.a. Rob, Lä) gefertigt sein.
- Aus ökonomischer Sicht sollten max. wenige hundert Bäume je ha bestückt werden. Die Kosten liegen bei derzeit rd. 1,50 bis 3,- €/Stck. für Material und Ausbringung.
- Aktiver Abbau, sobald die Sicherungsziele (Entwachsen der Krautkonkurrenz und dem Wildäser) erreicht sind, da die Pflanze Zeit benötigt, gute Standfestigkeit zu erreichen. Außerdem vermeidet man das Verbleiben von Kunststoffresten und kann das Material ggf. wiederverwenden.

4.6.2 Düngung

Düngemaßnahmen sollten grundsätzlich die Ausnahme sein und nur aufgrund besonderer Indikation erfolgen. Auf versauerten Böden und beim Umbau von Nadel- in Laubholzbestände kann eine Kalkung sinnvoll sein. Bei nachgewiesenem Nährstoffmangel hilft eine gezielte Pflanzlochdüngung mit chloridfreien P/K-Düngern, gerade beim anspruchsvollen

Edellaubholz, den Anwuchserfolg zu verbessern (z.B. Thomasphosphat oder Patentkali). Zum Schutze des Grundwassers ist dabei auf leicht löslichen Stickstoffdünger zu verzichten. Die Nachlieferung von Stickstoff aus der Luft oder durch die Mineralisierung im Boden bei Freistellung reicht in der Regel vollkommen aus. Das Fehlen von Bodenpilzen kann bei Aufforstungen von landwirtschaftlichen Flächen zu Problemen führen. Eine Beimpfung des Pflanzgutes mit Mykorrhizapilzen kann hier ggf. Abhilfe schaffen.

4.7 Ergebnisbewertung/ Erfolgskontrolle

Eine Rückkopplung über die Qualität der geleisteten Arbeit gehört zum Gesamttablauf. Wie nützlich diese sein können, zeigen die Befunde zur Wurzelentwicklung gepflanzter Bäume (s. Kasten Seite 24). Aus Anwuchserfolg oder Ausfallrate allein ließen sich die systematischen, schwerwiegenden Pflanzmängel nicht ablesen. Dazu bedurfte es gezielter Wurzelgrabungen und Kontrollen über lange Zeiträume. Nur das (frühzeitige) Erkennen und Abstellen von Fehlern ermöglicht einen permanenten Verbesserungsprozess und Konsequenzen für die zukünftige Arbeit.



Abb. 10: Pflanze mit Wuchshülle

ZUSAMMENFASSUNG

Pflanzgut

Die Pflanzung ist ein wichtiges und gängiges Verjüngungsverfahren im Waldbau. Durch die, mit dieser Investition verbundene, langfristige waldbauliche Festlegung, kommt der Verwendung von geeignetem forstlichen Pflanzgut eine zentrale Rolle zu. Die „Herkunftsempfehlungen für forstliches Vermehrungsgut in Baden-Württemberg“ sind Grundlage für die Auswahl des Pflanzmaterials. Durch einen „genetischen Fingerabdruck“ ist die

Herkunftssicherheit bei zertifiziertem Pflanzgut deutlich höher als dies bei herkömmlichem Pflanzgut der Fall ist. In der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg ist aus diesem Grund zertifiziertes Vermehrungsgut zu verwenden, soweit am Markt verfügbar. Die Pflanzen werden überwiegend von privaten Forstbauschulen bezogen.

Praxishinweise für den Pflanzeneinkauf

- Rechtzeitige Bestellung
- Die Baumschulbetriebe benötigen für Koordinierung von Bestellung, Rodung und Lieferung entsprechenden zeitlichen Vorlauf
- Zur Sicherung der Qualität muss bei der Pflanzenübernahme die Qualität überprüft und dokumentiert werden
- Hierzu empfiehlt sich ein Pflanzenübernahmeprotokoll
- Bei der Pflanzenübernahme sollten nach Augenschein und Stichprobenartig überprüft werden:
 - Frischegrad von Spross und Wurzeln
 - Wurzel Ausbildung
 - Gesundheitszustand, Beschädigungsgrad, Verholzungsgrad
 - Formqualität und Zwieselbildung
 - Wenn mehr als 5 % der Pflanzen nicht den Mindestanforderungen entsprechen, kann die Lieferung zurückgewiesen werden.
 - Qualität hat ihren Preis
 - Hilfestellung geben auch die Qualitätsrichtlinien der Erzeugergemeinschaft für Qualitätsforstpflanzen Süddeutschland (EZG)⁶, www.ezg-forstpflanzen.de

Pflanzung

Wurzelgrabungen haben gezeigt, dass ein Großteil der mit herkömmlichen Methoden gepflanzten Bäume ein deformiertes, in der Funktion beeinträchtigtes Wurzelwerk hat. Diese pflanzungsbedingten Schäden haben sich auch Jahrzehnte später nicht „verwachsen“. Vor dem Hintergrund eines Klimawandels, der die Belastbarkeit der Waldökosysteme noch weitaus mehr

herausfordern dürfte als bisher, sind alle Beeinträchtigungen der Vitalität und Stabilität von Bäumen umso kritischer zu sehen. Unter den händischen Pflanzverfahren sind einzig Lochpflanzungen weitgehend wurzelgerecht, weil sie die Wurzel so wenig wie möglich stauchen und sie sich damit optimal entfalten kann.

Wichtige Grundsätze zur Pflanzung

- Pflanzung verlangt gründliche Vorbereitung
- Es sind jeweils jüngere (kleinere) Pflanzen zu bevorzugen
- Das Pflanzgut ist sorgsam zu behandeln
- Der Wurzelschnitt wird, falls erforderlich, fachgerecht ausgeführt
- Das Pflanzwerkzeug sollte den örtlichen Anforderungen angepasst sein
- Ausformung eines Pflanzloches
- Krümeln der ausgehobenen Erde
- Die Wurzeln werden vorsichtig umfüttert
- Leichtes Anziehen der Pflanze
- Der Boden wird behutsam verfestigt

Der Einsatz von Wuchshüllen kann den Pflanzungserfolg sichern, wenn sie richtig eingesetzt werden.

Qualitätskontrolle der Pflanzung ist für den Forstbetrieb von wesentlicher und langanhaltender Bedeutung.

ANHANG

Tab. 3: Entscheidungshilfe für die empfohlenen, händischen Pflanzverfahren

Pflanzverfahren (Gerät/Maschine) ¹	Maximale Wurzellänge	Maximale Wurzelbreite	Maximale Sprosslänge ²	Grenzwertige Bodenverhältnisse ³	Anzahl Arbeitsschritte ⁴	Anzahl Schläge/Stiche ⁵	Pflanzenleistung pro Stunde Durchschnitt ⁶	Kosten Pflanzausführung je Pflanze Durchschnitt ⁷
1. Schlaglochpflanzung (Modifiziertes Rhodener Pflanzverfahren)								
Hartmann-Haue/ Rhodener-Haue	30 cm	13 cm*	80 cm	Schwere Tonböden****	7	3 (bis 5)	35	1,- €
Pflanzhaue Vario 2**	30 cm	13 cm*	80 cm	Schwere Tonböden****	7	3 (bis 5)	35	1,- €
2. Bohrlochpflanzung mit handgeführtem Gerät								
Pflanzfuchs mit 30 cm Pflanzbohrer***	35 cm	35 cm	140 cm	Schwere Tonböden****	6	1 Bohrvorgang	20	2.50 €
3. Klassische Lochpflanzung								
Spaten oder Haue	30 cm	30 cm	160 cm	Schwere Tonböden****	7	5 (bis 10)	10	4.00 €

* Das Pflanzloch ist durch nebeneinander gesetzte Schläge erweiterbar

** Das Beil ermöglicht ein Vorschneiden von durchwurzelteten, verfilzten oder vergasteten Böden

*** Die Pflanzfläche muss mit dem Pflanzfuchs „befahrbar“ sein

**** Ist auf schweren Tonböden händische Pflanzung erforderlich, kann ausnahmsweise auf die Hohlspatenpflanzung mit festem Pfropf zurück gegriffen werden. Dabei sollten allerdings nur Kleinpflanzen mit nicht zu stark verzweigtem, starrem Wurzelwerk zum Einsatz kommen.

Erläuterungen zu Tabelle 3

¹Die empfohlenen Pflanzverfahren werden in Form einer Lochpflanzung mit zerkrümelter Erde durchgeführt, um das Wurzelsystem entsprechend der vorhandenen Ausformung und Ausrichtung wieder im Boden unter zu bringen und optimales Wurzelwachstum zu ermöglichen. Es sind auch alternative Geräte oder Pflanzverfahren, die diese Anforderungen erfüllen, möglich.

²Entscheidend für die Auswahl des Pflanzverfahrens ist das Wurzelbild (Wurzellänge u. Wurzelbreite). Die Angaben zur empfohlenen maximalen Sprosslänge sind lediglich Richtwerte. Die Sprosslänge ist maßgeblich vom jeweiligen Sortiment und von der Anzuchttechnik abhängig.

³Grenzbereiche aller Pflanzverfahren sind: flachgründige stark skeletthaltige Böden, trockene Sandböden, stark verdichtete Böden und extreme Tonböden.

⁴Jedem Pflanzverfahren liegen folgende Arbeitsschritte zu Grunde:

1. Freimachen der Pflanzstelle
2. Herstellen des Pflanzlochs
3. Evtl. Zerkrümelung des Bodens
4. Einbringen des Wurzelwerkes (evtl. handunterstützt)
5. Umfüttern des Wurzelwerkes
6. Verfestigen
7. Evtl. Umfüttern der Pflanzstelle mit organischem Material.
Der Wurzelschnitt und umfangreichere Maßnahmen zur Flächen-, Teilflächen- oder Pflanzreihenvorbereitung sind separate Arbeitsvorgänge.

⁵Anzahl der auszuführenden Schläge (z.B. Schlaglochpflanzung) bzw. Stiche (z.B. Spaten) beim Arbeitsschritt „Herstellen des Pflanzloches“.

⁶Die Pflanzleistung schwankt je nach Rahmenbedingungen um + 5 bzw. - 5 Stück zu den angegebenen Durchschnittswerten. Die Pflanzleistung orientiert sich am Pflanzler nach Überschreiten der Übungsschwelle.

⁷Kosten für Pflanzgut, Wurzelschnitt und umfangreichere Flächen-, Teilflächen- oder Pflanzreihenvorbereitung sind hier nicht enthalten.

A) Qualitätsansprache von Forstpflanzen (Abbildungen)

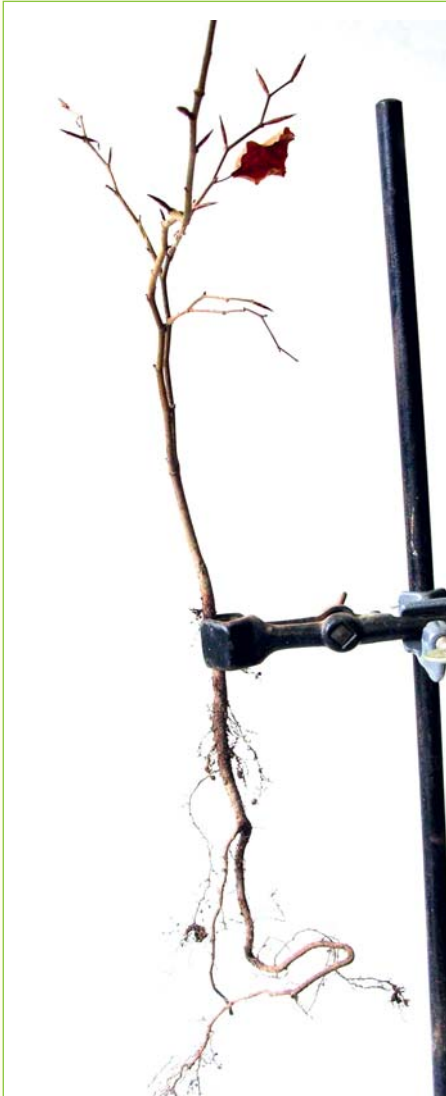


Abb. 11: ungünstige Schaft und Wurzelentwicklung

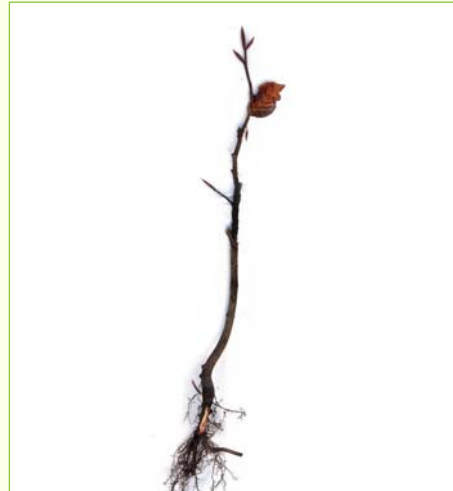


Abb. 12: Wurzelbeschädigung



Abb. 13: extreme Wurzelverkrümmung



Abb. 14: Tiefzwiesel



Abb. 15: Wurzelerkrümmung



Abb. 16: Buche mit guter Feinbewurzelung

B) Pflanzenübernahmeprotokoll

UFB: _____

Revier: _____

Lieferant: _____

Liefertermin: _____

Liefersch.-Nr. _____

Anlieferung mit/ohne Abdeckung/Verpackung

Baumart					
Herkunft	Bestellung				
	Lieferung				
Alter	Bestellung				
	Lieferung				
Größe	Bestellung				
	Lieferung				
Stückzahl	Bestellung				
	Lieferung				
Aushebungszeitpunkt					
fehlende Angaben Lieferschein					
fehlende Angaben Etikett					
Frische	gut	%	%	%	%
	unzureichend	%	%	%	%
Faserwurzelanteil	gut	%	%	%	%
	unzureichend	%	%	%	%
Anteil zu kleiner Pflanzen ¹		%	%	%	%
H/D-Verhältnis zu groß ¹		%	%	%	%
Anteil mit Sprossschäden ¹		%	%	%	%
Anteil mit Wurzeldefiziten ¹		%	%	%	%
Anteil Tiefzwiesel ¹		%	%	%	%
Annahme ja/nein		%	%	%	%

1) bei begründeten Zweifeln mittels Stichprobenmessung

Begründung bei Annahmeverweigerung: _____

Unterschrift Anlieferer

Unterschrift Abnehmer

C) Quellen

- 1) BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT [LWF] (1998): Auf die Wurzeln kommt es an! LWF-Merkblatt Nr. 04
- 2) DAHMER, J & S. RAAB (1997): Pflanzverfahren und Wurzelentwicklung. LWF Wissen 15.
- 3) Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG) vom 22. Mai 2002: Bundesgesetzblatt Jahrgang 2002 Teil I Nr. 32, ausgegeben zu Bonn am 29. Mai 2002
- 4) PEFC-Standards für Deutschland: verabschiedet am 19. Januar 2005 vom Deutschen Forst-Zertifizierungsrat (DFZR); Änderungen am 11. Januar 2006
- 5) FVA BADEN-WÜRTTEMBERG (2004): Herkunftsempfehlungen für forstliches Vermehrungsgut
- 6) ERZEUGERGEMEINSCHAFT FÜR QUALITÄTSFORSTPFLANZEN SÜDDEUTSCHLAND e.V. (EZG) (2009) – Vorabversion: Forstpflanzen Qualitätsrichtlinien mit Sortier- und Bündelungsvorschriften und Kulturbestimmungen
- 7) BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT [LWF] (2002): Pflanzung – ein Risiko für die Bestandesstabilität. Die Bedeutung wurzelschonender Pflanzung und ihre Umsetzung im Forstbetrieb. LWF Wissen 37.
- 8) MÖßMER, R. & R. NÖRR (2003): Pflanzverfahren und Bewurzelung. Wurzelgerechte Pflanzung – Praxistipps und Hintergrundinfo. Kurzfassung Projektbericht; 44 S.
- 9) MLR BADEN-WÜRTTEMBERG [Hrsg.] (2003): Richtlinie der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg zur Feinerschließung von Waldbeständen. 27 S.
- 10) MLR BADEN-WÜRTTEMBERG [Hrsg.] (1999): Richtlinie landesweiter Waldentwicklungstypen. 54 S.
- 11) BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT [LWF] (2005): Starke Wurzeln – stabile Wälder. LWF-Merkblatt Nr. 18
- 12) BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR WALD UND FORSTWIRTSCHAFT [LWF] (2002): Sorgfalt entscheidet über Pflanzenerfolg. LWF-Merkblatt Nr. 4a

Ministerium für Ernährung und Ländlichen Raum
Kernerplatz 10 | 70182 Stuttgart
Poststelle@mlr.bwl.de | www.mlr.baden-wuerttemberg.de

Mehr Infos unter www.forstbw.de