

Astung von Edellaubbaumarten zur Wertholzproduktion

Simeon Springmann, Christopher Morhart und Heinrich Spiecker

Starkes, hochwertiges Laubholz erzielt Spitzenpreise von über 1 000 €/Fm und stellt damit ein interessantes Produktionsziel für den Bewirtschafter dar. Nachfolgend werden das Vorgehen bei der Astung sowie verschiedene Astungsmethoden von Edellaubhölzern zur Wertholzproduktion dargestellt. Eine zusätzlich durchgeführte ökonomische Analyse der einzelnen Kostenfaktoren der Wertholzerziehung soll helfen, die Rentabilität der Wertholzproduktion zu beleuchten.

Neben Durchmesser und Stammform ist die Astigkeit als Qualitätskriterium bei der Produktion von Wertholz von besonderer Bedeutung [14, 20]. Bei vielen Laubbaumarten kann die gewünschte astfreie Schaftlänge durch natürliche Astreinigung im Dichtstand in der Jugendphase erzielt werden [21]. Ausgenommen hiervon sind so genannte totasterhaltende Baumarten wie z.B. Wildkirsche, Birke und Pappel. Bei ihnen ist bei der Zielsetzung der Wertholzproduktion eine Astung unerlässlich [5]. Ebenso erfordert die Erziehung von Wertholz mit weitständig bzw. solitär erwachsenen Bäumen auf Freiflächen, z.B. in Agroforstsystemen, in jedem Fall eine Grünastung des zukünftigen Wertholzabschnitts [24]. Durch frühzeitig beginnende und konsequent durchgeführte Astung können so bei Hiebsreife der Edellaubholzbäume Spitzenpreise von über 1 000 €/Fm Holz erzielt werden [12]. Zieldimensionen von 60 cm Brusthöhendurchmesser lassen sich bei entsprechender waldbaulicher Förderung der Wertholzträger innerhalb von 60 Jahren erreichen (entspricht 1 cm Durchmesserzuwachs je Jahr) [11, 17]. Der

Durchmesser des asthaltigen Kerns sollte dabei nicht größer als 1/3 des Stammdurchmessers sein. Für den Bewirtschafter stellt die Produktion von Wertholz mit Edellaubbaumarten aber nicht nur eine interessante ökonomische Option dar. Edellaubhölzer sind sowohl aus ökologischer als auch aus ästhetischer Sicht wertvolle Bestandteile von Wäldern und Landschaften [3, 18, 19, 22, 23].

Im Folgenden werden wichtige Grundsätze zur Astung von Edellaubhölzern mit dem Ziel der Wertholzproduktion dargestellt. Neben Astungsregeln, geeigneter Arbeitstechnik und einem Vergleich gängiger Astungsmethoden wird auch eine ökonomische Betrachtung der Wertholzproduktion mithilfe der Ergebnisse einer Zeitstudie vorgestellt.

Welche Bäume sollten geastet werden?

Da die Astung eine nicht unerhebliche zeitliche und finanzielle Investition darstellt, sollte die Astung nur an Bäumen vorgenommen werden, die eine günstige weitere Entwicklung hinsichtlich Vitalität und Qualität erwarten lassen. Als zukünftige Wertholzträger sollten deshalb nur gesunde, wüchsige Bäume mit guter Stammform (geradschaftig, keine exzentrische Stammform, wipfelschäftig, keine Protzen) ausgewählt werden. Da diese Kriterien stark von der Genetik beeinflusst werden, sollte schon bei der Pflanzung von Bäumen zur Wertholzproduktion stets auf gutes genetisches Material geachtet werden [1, 4].



Abb. 1: Astungswerkzeug: a) Schneidgiraffe mit Teleskopstiel, b) kleine Astschere, c) große Astschere, d) Astungssäge
Foto: C. Morhart

Wann sollte geastet werden?

Mit der Astung sollte möglichst früh begonnen werden (z.B. bei der Kirsche ab einem Alter von 4 Jahren [26]), um den asthaltigen Kern innerhalb des Wertholzstammes so gering wie möglich zu halten. Außerdem sollten die zu entfernenden Äste möglichst dünn und noch nicht verkernt sein, um große Astungswunden zu vermeiden und die Gefahr des Eintritts von Fäuleerregern zu verringern [26]. Die Äste sollten entfernt werden, bevor sie eine Dicke von 3 cm erreicht haben [10, 16]. Bei Nussbäumen und auf besseren Standorten sind auch größere Durchmesser von bis zu 4 cm noch tragbar [8, 19].

Zeitpunkt innerhalb des Jahres

Bezüglich des Astungszeitpunktes finden sich je nach Baumart unterschiedliche und je nach Literaturquelle teilweise auch

S. Springmann ist Assistent am Institut für Waldwachstum der Universität Freiburg. C. Morhart ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Waldwachstum der Universität Freiburg. Prof. Dr. H. Spiecker leitet das Institut für Waldwachstum an der Universität Freiburg.



Simeon Springmann
simeon.springmann@iww.uni-freiburg.de

widersprüchliche Aussagen. Die Empfehlungen reichen von Spätwinter über spätes Frühjahr bis hin zum Sommer (nach Abschluss des Höhenwachstums) [8, 19, 26].

Wie hoch sollte geastet werden?

Es sollte nicht höher als ein 1/3 bis 1/4 der zu erwartenden Endbaumhöhe geastet werden [10, 26], damit der Baum eine leistungsfähige Krone ausbilden und den Zieldurchmesser so schnell wie möglich erreichen kann. Die endgültige astfreie Schaftlänge wird erst nach mehreren Astungsdurchgängen erreicht. Je nach Stärke des Baumwachstums sollten die Astungen in kurzen zeitlichen Abständen erfolgen, um oben genannte Vorgaben hinsichtlich der maximalen Aststärke und Minimierung des asthaltigen Kerns einzuhalten [7].

Soll ein schnelles Dickenwachstum erreicht und eine gesteigerte Wasserreiserbildung vermieden werden, sollte die Länge der nach jeder Astung verbleibenden grünen Krone 50 % der Baumhöhe nicht unterschreiten [16, 27].

Arbeitstechnik

Für die Astung bieten sich verschiedene Gerätschaften an. Je nach Höhe und Dicke der zu entnehmenden Äste können Handsägen, Handscheren sowie Teleskopsägen und -scheren verwendet werden (Abb. 1). Als Leitersystem hat sich für größere Astungshöhen die so genannte Distelleiter bewährt. Das mehrteilige Leitersystem wird am Stamm fixiert und die astende Person sichert sich zusätzlich mit einem Gurtsystem (Abb. 1).

Die Äste sollten stets mit einem glatten und sauberen Schnitt entfernt werden, um die Überwallung zu beschleunigen. Scharfes Werkzeug ist hierfür unerlässlich. Die Schnittführung sollte bei Ästen ohne Astwulst dicht am Stamm und rindeneben erfolgen, ohne das Kambium des Schaftes zu verletzen (Abb. 2, links). Bei Ästen mit Astwulst ist darauf zu achten, diesen nicht zu verletzen und den Ast auf Astring zu entfernen (Abb. 2, rechts). Um ein Einreißen der Rinde bei stärkeren Ästen zu vermeiden, sollte zunächst ein Entlastungsschnitt geführt werden, bevor der verbliebene Aststummel entfernt wird (Abb. 2; E 1 und 2). Stets ist darauf zu achten, die Aststummel so kurz wie möglich zu halten.

Astungsmethoden

Nachfolgend werden zwei unterschiedliche Astungsmethoden, die quirlweise und vorgreifende Astung, vorgestellt und

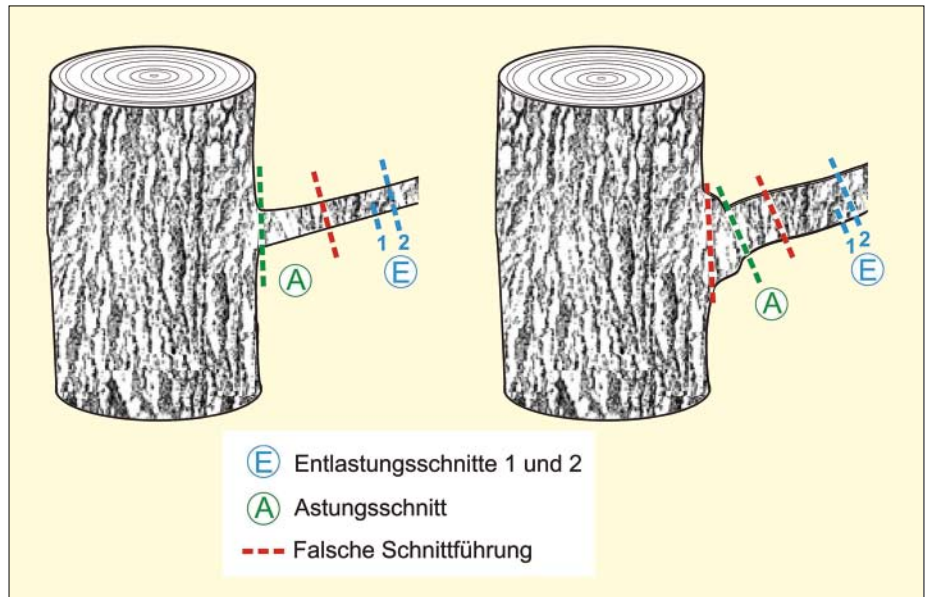


Abb. 2: Schnittführung an einem Ast ohne Astwulst (linkes Bild) und an einem Ast mit Astwulst (rechtes Bild). Eine Verletzung des Astwulstes und große Aststummel (rote Linien) sind zu vermeiden.

hinsichtlich Zeitbedarf und Qualitätsentwicklung der Wertholzträger verglichen.

- **Quirlweise Astung** bedeutet, dass alle Äste vom unteren Stammende her bis zu einer bestimmten vorgegebenen Höhe oder Quirlzahl (die am Baum verbleiben soll) entfernt werden. Dies stellt das herkömmliche und weit verbreitete Vorgehen bei der Wertholzastung dar.

- Neu entwickelte Astungssysteme, zu denen die **vorgreifende Astung** zählt, sehen vor, steile und besonders dicke Äste entlang des zukünftigen Wertholzabschnitts zuerst zu entfernen [6, 25] (Abb. 3), da sie besonders schnell in die Dicke wachsen. Während die Astungswunden der entfernten Äste bereits überwallen, tragen die am Stamm verbliebenen dünneren Äste noch weiter zum Dickenwachstum bei. Nach einigen Jahren müssen schließlich auch diese Äste entfernt werden.

Durch diese Vorgehensweise soll die Entstehung zu starker Äste und großer, schlecht heilender Astungswunden vermieden werden. Neuesten Forschungen an Kirsche zufolge wird bei der vorgreifenden Astung außerdem die Überlebensrate von Wasserreisern im Vergleich zu quirlweisen Astungen deutlich reduziert [27].

Zeitbedarf für quirlweise und vorgreifende Astung

Bei einer vom Institut für Waldwachstum durchgeführten Zeitstudie an 36 Edellaubebäumen (18 je Astungsmethode) wurden Zeitwerte für die beiden oben genannten Astungsmethoden beim ersten Astungsdurchgang erfasst, um die ökonomischen

Vor- und Nachteile beurteilen zu können. Die Astungskollektive umfassten die Baumarten Kirsche, Esche, Ahorn und Eiche. Geastet wurde nach folgendem Verfahren:

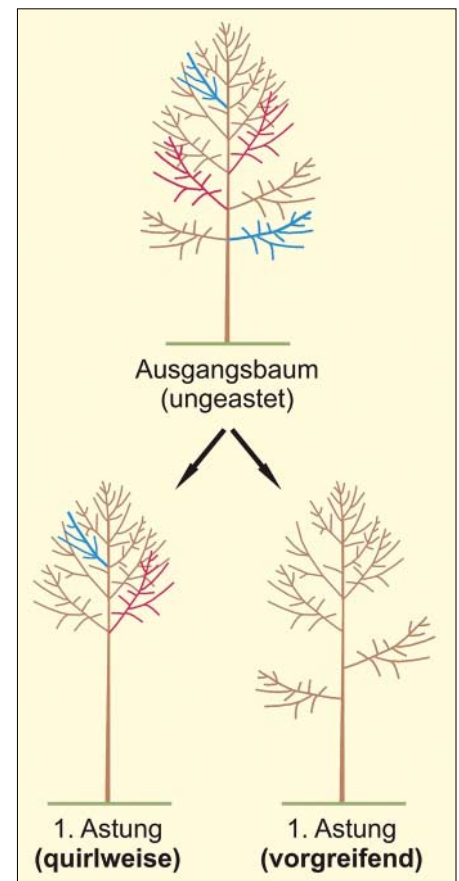


Abb. 3: Erster Astungsdurchgang bei quirlweiser und vorgreifender Astung im Vergleich (dicke Äste sind blau, steile Äste rot dargestellt).

Tab. 1: Auszug erhobener Zeit- und Bezugswerte

Zeitwerte		Quirlweise Astung			Vorgreifende Astung		
		Min.	Max.	Ø	Min.	Max.	Ø
Baum ansprechen, Leiter anstellen bis 1 Schnitt	[min]	0,4	2,0	0,7	0,9	2,5	1,6
reine Astungszeit	[min]	4,2	12,1	6,4	2,5	18,0	6,0
Werkzeug aufnehmen	[min]	0,3	1,2	0,6	0,5	1,5	0,9
Gesamtzeit/Baum von Ansprache bis inkl. Werkzeugaufnahme	[min]	5,4	13,2	7,7	4,8	20,7	8,5
Bezugswerte							
Bhd geasteter Baum	[cm]	6,8	16,7	11,5	10,4	15,1	13,2
Astungshöhe	[m]	6,0	8,0	6,6	7,0	10,0	8,0
Anzahl abgesägter Äste	[n]	13,0	28,0	20,2	3,0	17,0	6,5
Astdurchmesser	[cm]	1,2	2,4	1,8	1,6	4,8	3,1

Tab. 2: Bewertung der beiden Astungsmethoden

	Vorgreifende Astung	Quirlweise Astung
Pro	<ul style="list-style-type: none"> Wasserreisvitalität ist reduziert Vermeidung großer Astungswunden Sonnenbrandgefahr ist durch vorerst verbleibende Äste verringert 	<ul style="list-style-type: none"> Geringerer zeitlicher bzw. finanzieller Aufwand Einfache Arbeitsanweisung möglich
Contra	<ul style="list-style-type: none"> Größerer zeitlicher bzw. finanzieller Aufwand Komplexerer Astungsvorgang 	<ul style="list-style-type: none"> Erhöhte Vitalität der Wasserreiser Erhöhte Sonnenbrandgefahr

Tab. 3: Kostenrechnung für die Wertholzproduktion (Angaben je Baum)

Kostenstellen	Entscheidende Faktoren	Annahmen	Zeitaufwand	Kosten	Zinsentgang (3% Zinssatz)	Gesamtkosten	
Pflanzgutkosten	Baumart und Sortiment	Sortiment: Höhe 120/150-180 cm (meist 1+2)		7,00 €	41,24 €	48,24 €	
Zwischensumme Pflanzgutkosten				7,00 €	41,24 €	48,24 €	
Pflanzkosten	Zeitaufwand und Einzelschutz	Zeitaufwand je Baum: 0,25 h					
		Arbeitskraft: 30 €/h	0,25 h	7,50 €	44,19 €	51,69 €	
		Einzelschutz: Fegeschutzspiralen 90 cm lang 100 Stk = 57 €		0,57 €	3,36 €	3,93 €	
		Erdbohrer 8 €/h	0,25 h	2,00 €	11,78 €	13,78 €	
Zwischensumme Pflanzkosten				10,07 €	59,33 €	69,40 €	
Pflegekosten	Astung	Zeitaufwand je Baum: 1h; Arbeitskraft: 30 €/h					
		1. Astung	ca. nach dem 4. Standjahr	0,15 h	4,50 €	24,26 €	28,76 €
		2. Astung	ca. nach dem 7. Standjahr	0,25 h	7,50 €	35,93 €	43,43 €
		3. Astung	ca. nach dem 10. Standjahr	0,30 h	9,00 €	39,46 €	48,46 €
		4. Astung	ca. nach dem 13. Standjahr	0,30 h	9,00 €	36,11 €	45,11 €
Zwischensumme Pflegekosten				30,00 €	135,75 €	165,75 €	
Erntekosten		Motorsäge mit Mann: 39 €/h	0,5 h	19,50 €			
		Schlepper 100 PS: 29 €/h	0,5 h	14,50 €			
		Fahrer für Schlepper: 30 €/h	0,5 h	15,00 €			
Zwischensumme Erntekosten				49,00 €	- €	49,00 €	
Kosten je Baum nach Ernte (nach 60 Jahren Standzeit)				96,07 €			
Zinsentgang bei 3% Zins und 60-jähriger Umtriebszeit je Baum					236,32 €		
Gesamtkosten je Baum nach 60 jähriger-Umtriebszeit						332,39 €	

1-Mann-Verfahren

- Werkzeuge:** Distelleiter (zweistufig), Astungsäge („japanische Zahnung“), Schneidgiraffe;
- Astungshöhe:** 7 bis 8 m. Gegebenenfalls wurde zusätzlich zur Astung auf 7 bis 8 m ein „Formschnitt“ im Gipfelbereich vorgenommen, um die Ausbildung von starken Steilästen und Zwieseln zu verhindern.

Tab. 1 gibt eine Übersicht über erhobene Zeit- und Bezugswerte. Unterschiede zwischen quirlweiser und vorgreifender Astung

werden deutlich. Je Baum dauerte die Astung nach der vorgreifenden Methode im Mittel 0,8 min länger als bei der quirlweisen Astung. Das unterschiedliche Konzept und Vorgehen der vorgreifenden Astung wird bei dem Vergleich der Charakteristika der entfernten Äste erkennbar. Innerhalb der „reinen Astungszeit“ (bei vorgreifender Astung durchschnittlich 6 min, bei quirlweiser 6,4 min) wurden bei der quirlweisen Astung mehr als dreimal so viele Äste entfernt wie bei der vorgreifenden Astung.

Die Astdurchmesser der entfernten Äste sind bei der vorgreifenden Astung im Mittel um mehr als 1 cm größer, bei den maximalen Astdurchmessern beläuft sich der Unterschied auf über 2 cm.

Der größere Zeitbedarf pro entferntem Ast bei der vorgreifenden Astung (0,9 min reine Astungszeit je Ast) im Vergleich zur quirlweisen Astung (0,3 min je Ast) ist auf verschiedene Ursachen zurückzuführen:

- Die Astdurchmesser der entfernten Äste sind, wie bereits erwähnt und in Tab. 1 ersichtlich, bei der vorgreifenden Astung größer als bei der quirlweisen Astung. Dies verlangsamt die Astung. Darüber hinaus wurde ein Teil der stärksten Äste mithilfe von zwei Schnitten (einem Entlastungsschnitt) entfernt. Bei dieser Vorgehensweise wird entsprechend mehr Zeit benötigt.
- Der Arbeiter musste bei der vorgreifenden Astung Äste, die am Baum belassen wurden, passieren. Hierzu musste er das Sicherungsseil immer wieder lösen und sich dann neu sichern.
- Anders als bei der quirlweisen Astung muss sich der Astende die zu entfernenden Äste nach den vorgegebenen Kriterien (Steilheit, Dicke) aussuchen. Diese Selektion erfordert konzentriertes Arbeiten und benötigt zusätzlich Zeit. Aus diesem Grund ist auch der Zeitbedarf der Baumannsprache bei vorgreifender Astung doppelt so hoch wie bei quirlweiser.

Beim Vergleich der Astungshöhe der Bäume fällt auf, dass bei der vorgreifenden Astung höher geastet wurde als bei der quirlweisen (Tab. 1). Bei der quirlweisen wurden die letzten 4 bis 5 Quirle am Baum belassen, um eine leistungsfähige Krone für das weitere Dickenwachstum zu erhalten. Bei der vorgreifenden Astung wurde hingegen bis auf eine Höhe von 10 m in die obersten Kronenregionen eingegriffen, um von vornherein steile und besonders starke Äste an dem zukünftigen Wertholzabschnitt zu entfernen, bzw. deren Auftreten zu verhindern.

In Tab. 2 sind die Vor- und Nachteile der Astungsmethoden einander gegenübergestellt.

Fazit des Methodenvergleichs

Aus den erhobenen Zeitwerten kann abgeleitet werden, dass unter den Bedingungen der Versuchsfläche mit beiden Astungsmethoden etwa gleichviel Bäume je Zeiteinheit geastet werden können. Folgendes muss jedoch bei den Überlegungen zum Zeitbedarf, der zum Erreichen der astfreien Schaftlänge benötigt wird, bedacht werden:

Bei der quirlweisen Astung werden bis zur angegebenen Astungshöhe (siehe Tab. 1) bereits alle Äste entfernt. Die vorgreifende Astung entfernt nur einzelne Äs-

te entlang des Stammes. Bei weiteren Astungen muss bei der vorgreifenden Methode erst der untere Stammabschnitt „fertig geastet“ werden, wobei bei den quirlweise geasteten Bäumen direkt auf die beabsichtigte Höhe geastet werden kann.

Dadurch wird sich der bisher geringe zeitliche Nachteil der vorgreifenden Astung in der Gesamtbilanz bis zum fertig geasteten Baum noch vergrößern. Allerdings wird durch das Vorgreifen die zeitaufwändigere Entfernung besonders dicker Äste zu einem späteren Zeitpunkt vermieden.

Zur genauen Darstellung dieser Entwicklung sind weitere Zeitstudien für folgende Astungsdurchgänge notwendig. Inwieweit der zeitliche und finanzielle Nachteil der vorgreifenden Astung durch bessere Schaftqualitäten aufgrund der Reduktion der Wasserreiservitalität, Vermeidung großer, schlecht heilender Astungswunden und Verbesserung der Stammform durch frühzeitige Entfernung von Steillästen ausgeglichen wird, muss in längerfristigen Forschungen erst noch überprüft werden.

Nach derzeitiger Erfahrung aus der Edellaubversuchsfläche, auf der die Zeitstudie stattfand, sind bis zum Erreichen der gewünschten astfreien Schaftlänge (8 bis 10 m, je nach Wuchs und Baumart) etwa 4 Astungsdurchgänge notwendig. Je Baum ist dabei unter Bezugnahme auf die erhobenen Zeiten mit einem Zeitbedarf für alle Astungsdurchgänge zusammen von ca. einer 1/2 bis 3/4 Stunde zu rechnen. Je nach Gelände und Verteilung der zu astenden Bäume müssen zur in Tab. 1 angeführten „Gesamtzeit“ je Baum noch die Wegzeiten standortangepasst hinzuaddiert werden. Um dem Rechnung zu tragen und den höheren Zeitbedarf der nachfolgenden Astungsdurchgänge zu berücksichtigen, wird in der Berechnung der Kosten für die Wertholzerziehung ein Zeitbedarf von 1 Stunde je Baum angesetzt, der für die Astung investiert werden muss.

Ökonomische Analyse der Wertholzproduktion mit künstlicher Astung

Beispielhaft sei hier die ökonomische Betrachtung der Produktion eines Wertholzstammes innerhalb von 60 Jahren dargestellt (Tab. 3). Da einzelne Kostenstellen je nach Baumart variieren, wurde stets der obere Kostenbereich (z.B. bei den Pflanzgutkosten) kalkulatorisch angesetzt, um eine Unterschätzung der Kosten zu vermeiden. Material- und Arbeitskosten wurden in Anhalt an aktuelle Preislisten verschiedener Baumschulen, den Verrech-

nungssätzen des Maschinenrings Breisgau [15] sowie Angaben aus dem Tarifvertrag Forst [28] angesetzt.

Nach 60-jähriger Produktionszeit, wenn die Wertholzbäume ihre Zieldimension erreicht haben, ist je Baum mit Gesamtkosten von ca. 332 € zu rechnen (Tab. 3). Für den Bewirtschafter ist nun entscheidend, wie viel Erlös nach 60 Jahren den investierten Kosten gegenübersteht. Im Weiteren wird deshalb der zu erwartende Erlös je Baum unter Berücksichtigung geltender Preise dargestellt:

Bei einem unterstellten Zieldurchmesser von 60 cm (in 1,3 m Höhe), einem astfreien Wertholzabschnitt mit 10 m Länge und einer Baumhöhe von 30 m fallen 2,5 m³ Wertholz und ca. 3,5 m³ Kronenholz an.¹⁾

Setzt man für das Wertholz einen Erlös von 800 €/m³ an, so ergeben sich je Baum 2 000 € Einnahmen allein durch das astfreie Stammstück. Wird das restliche Kronenmaterial als Brennholz an der Waldstraße verkauft, können nach aktuellen Holzpreisen etwa 30 €/m³ erzielt werden [2]. Somit entspräche der Gesamterlös je Baum nach 60 Jahren 2 105 €. Nach Abzug der angefallenen Kosten von 332,39 € (siehe Tab. 3) ergibt sich in diesem Rechenbeispiel ein Nettoerlös von 1 772,61 € je Baum.

Fazit der ökonomischen Betrachtung

Anhand der dargestellten Kosten-Erlössituation lassen sich folgende Schlussfolgerungen ziehen:

- Die Erziehung von Edellaubhölzern zur Wertholzproduktion ist ökonomisch rentabel. Dies wäre auch bei weitaus niedriger angesetztem Erlös je Kubikmeter Wertholz der Fall.
- Der Erlös aus dem Wertholzabschnitt macht am Ende der Produktionszeit den weitaus größten Teil des Gesamterlöses aus. In unserem Szenario erbringt das astfreie Stammstück 95 % der Gesamteinnahmen, was sich mit den Ergebnissen anderer Autoren nahezu deckt [1, 13]. Dies bestätigt auf beeindruckende Art, dass die Astungsmaßnahmen für den späteren ökonomischen Erfolg unerlässlich sind und sich rechnen.
- Großen Einfluss auf die kalkulatorischen Kosten hat aufgrund der langen

Produktionszeit der unterstellte Zinsentgang. Auf der Einnahmenseite sind die erzielten Wertholzpreise je Kubikmeter maßgebend. Diese unterliegen starken zeitlichen Schwankungen [12].

- Da Markt- und Preisentwicklungen in den für die Wertholzproduktion relevanten Zeiträumen nicht prognostiziert werden können, sind solch modellhafte Kalkulationen stets unter Vorbehalt zu betrachten.

Literaturhinweise:

[1] Amt der Oberösterreichischen Landesregierung, Direktion für Landesplanung, Wirtschaftliche und Ländliche Entwicklung, Abteilung Land- und Forstwirtschaft (Hrsg.): Laubholz – der richtige Weg zum Erfolg. 4. Aufl. Linz. 30 S. [2] Amt für Waldwirtschaft, Landratsamt Ortenaukreis (2010): Waldwirtschaft 2011 – Privatwaldinfo für den Ortenaukreis. 44 S. [3] BELL, S. (2009): Valuable Broadleaved Trees in the Landscape. In: Spiecker, H.; Hein, S.; Makkonen-Spiecker, K. und Thies, M. (Hrsg.): Valuable Broadleaved Forests in Europe. Brill, Leiden. S. 171-199. [4] BENDER, B.; CHALMIN, A.; REEG, T.; KONOLD, W.; MASTEL, K.; SPIECKER, H. (2009): Moderne Agroforstsysteme mit Werthölzern – Leitfaden für die Praxis. Meisterdruck Reute. 51 S. [5] BURSCHHEL, P.; HUSS, J. (2003): Grundriss des Waldbaus. 3. Aufl. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart. 487 S. [6] CARAGLIO, Y.; BECQUEY, J.; GALLOIS, F.; VIDAL, C. (2000): Réaction de jeunes mersiers à la taille en boisement de terre agricole. Forêt-Entreprise 13, S. 25-29. [7] EH-RING, A., KELLER, O. (2008): Nussbäume zur Wertholzproduktion. LWF Wissen, Berichte der bayerischen Landesanstalt für Wald- und Forstwirtschaft 60, S. 30-36. [8] EHRRING, A.; METZLER, B. (2005): Wann soll die Walnuß geastet werden? FVA – Einblick (9) 2/2005, S. 4-5. [9] GROTE, R.; SCHUCK, J.; BLOCK, J.; PRETZSCH, H. (2003): Oberirdische holzige Biomasse in Kiefern-/Buchen- und Eichen-/Buchen-Mischbeständen. Forstw. Cbl. 122, 287-301. [10] HEIN, S.; EHRRING, A. (2000): Die Wertastung – Baumarten und Bestände. FVA-Merkblatt Nr. 20, 6 S. [11] HEIN, S.; SPIECKER, H. (2009): Controlling Diameter Growth of Common Ash, Sycamore and Wild Cherry In: Spiecker, H.; Hein, S.; Makkonen-Spiecker, K.; Thies, M. (Hrsg.): Valuable Broadleaved Forests in Europe. Brill, Leiden. S. 123-148. [12] IHB-Internationale Holzbörse (2010): http://www.ihb.de/foradaq/news/Wertholzsmission_Holzpreise_Th%C3%BCrtingen_Arnstadt_21861.html [19.01.2011]. [13] KRONAUER, H. (2009): LUPHOLZ zur Wertholz erziehen. AFZ-DerWald 64, S. 920-921. [14] KUPKA, I. (2007): Growth reaction of young wild cherry (*Prunus avium* L.) trees to pruning. Journal of Forest Science 53, S. 555-560. [15] MASCHINENRING BREISGAU GMBH (2010): Maschinen, Arbeitskräfte und Dienstleistungen für Kommunen. 8 S. [16] METTENDORF, B.; FRANKE, A.; WIDMAIER, T. (1996): Der Anbau der Walnuß zur Holzproduktion. FVA-Merkblatt Nr. 47, 16 S. [17] MORHART, C.; SPRINGMANN, S.; SPIECKER, H. (2010): Ein modernes Agroforstsystem – Aufwertung von Kurzumtriebsplantagen mit Wertholzbäumen. AFZ-DerWald 22; S. 26-28. [18] OOSTERBAAN, A.; HOCHBICHLER, E.; NICOLESCU, V.-N.; SPIECKER, H. (2009): Silvicultural principles, goals and measures in growing valuable broadleaved tree species. Die Bodenkultur 60, S. 1-4. [19] PRETZSCH, H.; NICKEL, M.; DIETZ, E. (2010): Wachstum und waldbauliche Behandlung der Kirsche in Abhängigkeit von den Standortbedingungen. In: LWF Wissen „Beiträge zur Vogelkirsche“ Band 65. S. 13-23. [20] RECK, P. (2002): Das Baumwachstum von kronenspannungsfrei gewachsenen Fichten (*Picea abies* (L.) Karst.) unter besonderer Berücksichtigung der holztechnologischen Eigenschaften. Dissertation. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Brsg., 288 S. [21] RÖHRIG, E.; BARTSCH, N.; V. LÜPKE, B. (2006): Waldbau auf ökologischer Grundlage. 7. Aufl. Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart. 479 S. [22] SCHMALTZ, J.; MARTI RIBAS, C. (2001): Wachstum und Wertentwicklung von Vogelkirschen. Forst und Holz, 56, S. 675-680. [23] SPIECKER, H. (2006): Minority tree species – a challenge for multi-purpose forestry. In: Nature-based forestry in Central Europe: Alternative to industrial forestry and strict preservation. Studia Forestalia Slovenica 126, S. 47-59. [24] SPIECKER, H., BRIX, M.; UNSELD, R.; KONOLD, W.; REEG, T.; MÖNDEL, A. (2006): Neue Trends in der Wertholzproduktion. AFZ-DerWald 19. S. 1030-1033. [25] SPIECKER, H. (2010): Wertholzproduktion in Agroforstsystemen. In: Bemman, A. und Kunst, C. (Hrsg.): Agrowood-Kurzumtriebsplantagen in Deutschland und europäische Perspektiven, Weißensee Verlag S. 305-309. [26] SPIECKER, M. (1994): Wachstum und Erziehung wertvoller Waldkirschen. Mittellungen der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg Band 181. 92 S. [27] SPRINGMANN, S.; ROGERS, R.; SPIECKER, H. (2011): Impact of artificial pruning on growth and secondary shoot development of wild cherry (*Prunus avium* L.). Forest Ecology and Management 261; S. 764-769. [28] TARIFVERTRAG FORST (2010): Entgeltübersicht. http://www.lff.bayern.de/download/bezuege/waldarbeiter/entgelttabelle_01_03_2010.pdf [27.01.2011].

¹⁾ Volumenwert für Wertholzvolumen mit Vorgaben: astfreie Schaftlänge = 10 m, Bhd = 60 cm, 1 cm Abholzigkeit. Volumenwert Kronenholz (Derholz mit Rinde) wurde mithilfe des Biomasseexpansionsfaktors G1,3m nach [9] und der baumartspezifischen Raumdichte berechnet (Wertebereich 3,3 bis 3,8 m³ gilt für Esche, Ahorn, Kirsche).