

Überwallung, Holzverfärbung und Pilzinfektionen nach Grünästung der Walnuss zu verschiedenen Jahreszeiten

Wound closure, wood discoloration and fungal infections after green pruning of Walnut at different seasons

Dr. Berthold Metzler, Andreas Ehring

Zusammenfassung

Aus einer Versuchsfläche der FVA Baden-Württemberg wurden 61 Walnussbäume ausgewählt, die zu unterschiedlichen Jahreszeiten grün geästet worden waren, sowie 11 Bäume, die als ungeästete Vergleichsvariante dienten. An diesen Probestämmen wurden 198 Ästungswunden bzw. 30 Aststummel aus natürlicher Astreinigung auf Überwallung und Holzverfärbungen sowie Pilzinfektionen untersucht. Bezogen auf diese Untersuchungskriterien stellten sich die Februar- und die Juni-Ästung als vorteilhafter dar gegenüber der Ästung im August oder im November und auch gegenüber der ungeästeten Variante.

Summary

From an experimental plot of the Forest Research Institute Baden-Wuerttemberg 61 walnut trees were selected which had been green pruned at different seasons, and 11 trees served as the non-pruned control group. 198 pruning scars in addition to 30 branch stubs from natural pruning were examined for tree reactions like wood discoloration and duration of wound closure, and for fungal infections. In respect to the cited criteria, pruning in February and June proved to be more positive than pruning in August or in November and also compared with the non-pruned variant.

1 Einleitung

Die Walnuss (*Juglans regia* L.) erfährt aufgrund ihres wertvollen Holzes zunehmend auch forstliches Interesse. Obwohl sie im Bestand über eine relativ gute natürliche Astreinigung verfügt (HÄNE 2003), ist zur Erziehung einer gewünschten astfreien Schaftlänge von 5 bis 6 m eine frühzeitige Ästung unumgänglich (METTENDORF et al. 1996). Primäre Voraussetzung für den Erfolg einer Ästung ist der „saubere Schnitt“ (JURSCHITZKA 1993).

Anlass für die vorliegende Untersuchung waren unterschiedliche Vorstellungen der Forstpraxis über den richtigen Zeitpunkt der Ästung im Jahr. Es wurden daher Bäume im Februar, Juni, August, sowie im No-

vember geästet und drei bzw. fünf Jahre später untersucht.

Wesentliche Kriterien für den Erfolg einer Ästung sind die möglichst baldige Überwallung der Ästungswunden, sowie das Ausbleiben von Infektionen durch holzerstörende oder holzverfärbende Pilze oder von sonstigen Verfärbungen. Diese Parameter waren Gegenstand der vorliegenden Untersuchung. Weitere Qualitätskriterien wie der Holzzuwachs und die Bildung von Wasserreisern nach der Ästung wurden von EHRING (2006) untersucht.

Wenn auch die vorliegende Untersuchung im Hinblick auf die forstliche Holzproduktion angelegt wurde, dürften die Ergebnisse dennoch auch im öffentlichen

Grün oder bei Bäumen zur Nussproduktion zur Auswahl der sinnvollen Jahreszeit zum Baumschnitt hilfreich sein.

2 Material und Methoden

Die Untersuchung wurde in einer Versuchsfläche der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA) durchgeführt. Die Fläche liegt im Stadtwald Müllheim/Südbaden auf mäßig frischem Feinlehm an einem Westhang auf einer Höhe von 310 m ü. NN in einem von Weinbauklima geprägten Gebiet. Die Walnussbäume waren 1988 im Verband 2 × 2 m gepflanzt worden.

Im Jahr 1996 wurden die Walnussbäume reihenweise jeweils zur Mitte der Monate Juni, August und November, sowie im Jahr 1997 Mitte Februar nach folgenden Vorgaben grün geästet:

- Maximale Aststärke 4 cm ohne Rinde.
- Ästung mit Leitertechnik und scharfer Säge.
- Schnitt auf Astring (DUJESIEFKEN et al. 1998); Vermeidung von Rindenabrissen unterhalb des abgesägten Astes.
- Die verbleibende Krone musste mindestens 40 % der gesamten Baumhöhe einnehmen.
- Es wurde kein Wundverschlussmittel verwendet.

Im Dezember 1999 und im Februar 2002, also drei bzw. fünf Jahre nach der Ästung, wurden Probebäume aus allen Kollektiven gefällt und Proben zur Untersuchung der Pilzinfektionen, sowie des Überwallungsfortschritts und von Verfärbungen im Bereich der

Ästungswunden entnommen. Ansatzhöhe der untersuchten Äste am Baum lag zwischen 0,8 und 3,7 m, im Mittel bei 2,13 m. Zusätzlich zu den vier nach der Ästungszeit gebildeten Kollektiven wurden die durch natürliche Astreinigung entstandenen Aststummel von ungeästeten Vergleichsbäumen untersucht. Insgesamt wurden aus 72 Bäumen 228 Astwunden beprobt. Deren Verteilung auf die Ästungszeitpunkte ist in Tabelle 1 dargestellt.

Im Bereich von Ästungsnarben und von Totästen nicht geästeter Bäume wurde jeweils eine ca. 4 cm dicke Stammscheibe entnommen. Diese Scheiben wurden bis zur Untersuchung bei $-6\text{ }^{\circ}\text{C}$ eingefroren. Sie wurden dann zunächst mit einer Bandsäge radial durchgesägt, wobei die Aststummel längs halbiert wurden. Die eine Hälfte diente zur Erfassung der Überwallung, sowie von eventuellen Verfärbungen und Fäulen, die andere Hälfte zur mikrobiologischen Untersuchung.

Die mikrobiologische Untersuchung erfolgte nach METZLER (1997a). Aus dem Bereich der Astnarben wurden jeweils drei Proben entnommen:

- aus dem verfärbten Bereich des Aststummels selbst,
- aus dem benachbarten Stamminneren,
- aus dem benachbarten äußeren Splintholz (Abbildung 1).

Mit einem geschärften Meißel auf einer Zahnstangenpresse wurde das Holz aufgespalten. Unmittelbar danach wurden von den frischen, unberührten Spaltflächen unter sterilem Luftstrom mit einem Korkbohrer Rondellen von 5 mm Durchmesser und ca. 1 mm

Abbildung 1:
Entnahmestellen für mikrobiologische Kleinproben.
St: Aststummel; **N:** Kernholz/
Stamminneres; **A:** Splintholz/
Außensplint. Die Verfärbung
im Aststummel ist hier nach
Ästung im Juni relativ stark



Dicke ausgestochen (entspr. ca. 20 mm³) und dann auf SNA-Nährmedium ausgelegt (NIRENBERG 1981). Die Bonitur der ausgelegten Rondellen auf Pilzwachstum erfolgte nach zwei Wochen.

3 Ergebnisse

3.1 Überwallung

An den aufgesägten Aststummeln wurde der mittlere Astdurchmesser ohne Rinde auf 21,1 mm ermittelt. Wie Tabelle 1 zeigt, unterscheiden sich die Mittelwerte der Astdurchmesser für die einzelnen Kollektive (nach Ästungszeitpunkt) nicht in ihrem Durchmesser. Nach drei Jahren waren 75 % der Wunden aus der Juni-Ästung überwallt, jedoch nur 41 % der im August geästeten Individuen. Nach Chi-quadrat-Test (LORENZ 1988) besteht hier eine hohe Signifikanz ($\alpha = 0,05$). Die nach fünf Jahren beprobten Ästungswunden waren nahezu vollständig überwallt (99,2 %); Ausnahme war ein Ast mit einem Durchmesser von über 40 mm.

3.2 Verfärbungen und Fäulen

In keinem Fall war eine visuell erkennbare Fäulnis festzustellen. Die durchschnittliche Tiefe der verfärbten Reaktionszone betrug nach der Februar-Ästung nur 17,9 mm und war damit vergleichbar mit der natürlichen Astreinigung (Tabelle 1, Abb. 2, 3). Die anderen drei Zeitpunkte zeigten gemeinsam eine hoch signifikant umfangreichere Verfärbung (Abb. 1;



Abbildung 2: Längsschnitt durch einen ungeästeten Totast; innerhalb des abgebrochenen morschen Astbereiches befindet sich eine schmale Reaktionszone

Tabelle 1: Baumreaktionen und Pilzinfektionen differenziert nach Ästungszeitpunkt; die im Sinne der Holzqualität positivsten Werte sind fett gedruckt

	Ungeästet	Ästungszeitpunkt			
		Februar	Juni	August	November
Untersuchte Bäume(n)	11	15	15	15	16
Untersuchte Äste (n)	30	53	48	45	52
Durchschnittl. Asthöhe am Baum (m)	2,1	2,1	2,1	2,2	2,0
Durchschnittl. Astdurchmesser (mm)	21,1	21,6	20,8	20,6	21,2
% überwallt nach 3 Jahren (n = 81)	(0)	65 ^{a, b}	75^a	41 ^b	58 ^{a, b}
Verfärbte Reaktionszone (mm)	18,4 ^a	17,9^a	37,0 ^b	33,1 ^b	35,3 ^b
% Pilzinfektionen im Aststummel	73,3 ^c	71,1 ^c	29,2^a	44,4 ^{a, b}	59,6 ^{b, c}
% Pilzinfektionen im Stamminneren	7,7	1,9	4,2	4,4	3,8
% Pilzinfektionen im Außensplint	7,7	7,5	2,1	8,9	11,5

a, b, c: ungleicher Buchstabe innerhalb einer Zeile bedeutet signifikante Verschiedenheit



Abbildung 3: Überwallter Aststummel nach Ästung im Februar mit relativ kleiner Reaktionszone

Vertrauensbereich > 99,9 %; Statistik vergl. METZLER & VON ERFFA 2000).

3.3 Pilzisolat

Insgesamt wurden von den 676 Einzelproben 139 Isolate aus 30 Pilzarten erzielt. Der Vergleich zwischen den Ästungszeitpunkten ist in Tabelle 1 sowie in Tabelle 2 dargestellt. Insgesamt wiesen 154 der 676 Einzelproben (22,8 %) mindestens eine Pilzinfektion auf. Die häufigsten Pilzarten waren *Acremonium* spp., *Cylindrocarpon* spp., *Phoma* spp., *Exophiala* sp., sowie *Phialophora* sp..

Bezogen auf die untersuchten Baumkompartimente heißt das Folgendes: 66 % der Proben aus dem Splintbereich waren steril, 61 % der Kernholzproben, sowie 17 % der Proben aus den Aststummeln. Umgekehrt hatten 8 % der Splintproben, 4,5 % der Proben aus dem Kernholz, sowie 55,3 % der Proben aus den Aststummeln eine Pilzinfektion. Die Zahl der Pilzinfektionen in den Holzproben neben den Aststummeln war generell sehr niedrig und unterschied sich nicht wesentlich zwischen den Ästungszeitpunkten und den ungeästeten Bäumen. Holzzerstörende Pilze konnten hier überhaupt nicht festgestellt werden.

Innerhalb der Aststummel waren die Pilzinfektionen deutlich zahlreicher. 73,3 % der ungeästeten Proben hatten hier eine Pilzinfektion. Diese Proben waren damit das am häufigsten infizierte Kollektiv. Das nach

Chi-quadrat-Test signifikant niedrigste Niveau wies hier mit 29,2 % die Juni-Ästung auf.

Insgesamt wurde nur ein holzerstörender Pilz isoliert: In einem Aststummel (Astdurchmesser o. R. = 28 mm) aus dem Kollektiv der November-Ästung wurde *Flammulina velutipes* (Samtfußröbling) gefunden, was einer Infektionsrate von 6,3 % der Bäume dieser Gruppe entspricht.

4 Diskussion

Die Untersuchung hat bestätigt, dass unter den genannten Vorgaben, insbesondere der sauberen Schnittführung bei der Walnuss, eine Grünästung problemlos möglich ist. Bezüglich der Ästungszeitpunkte konnten graduelle Unterschiede bei verschiedenen Kriterien gezeigt werden.

Verfärbungen bedeuten hier eine vorzeitige Verkernung durch Oxidation von phenolischen Verbindungen, die sich später am Endprodukt nicht farblich oder holztechnologisch von der natürlichen Verkernung unterscheidet. Ohnehin findet sie nur im asthaltigen Kern statt, der nicht für hochwertige Produkte verwendet wird. Bemerkenswert ist dennoch, dass bei der Februar-Ästung nur eine schmale Reaktionszone ausgebildet wurde wie bei der natürlichen Astreinigung. Offensichtlich findet bei den anderen Ästungszeitpunkten eine stärkere Austrocknung des Holzes statt, so dass es zu einer wesentlich tiefer wirkenden Oxidation kommt. Eine höhere Pilzanfälligkeit des so entstandenen „Kernholzes“ scheint jedoch allenfalls bei der November-Ästung gegeben zu sein. Mit die stärksten Verfärbungen stellten DUJESIEFEN et al. (2005) nach Verletzungen im Oktober und im Dezember gegenüber Februar und April an Buche und zwei Eichen-Arten fest.

Die **Überwallungsgeschwindigkeit** ist ein wesentliches Kriterium für den ökonomischen Erfolg einer Ästung. Denn schließlich ist es Ziel dieser Maßnahme, dass möglichst frühzeitig gleichmäßiges Holz ohne Äste, Faserstörungen oder sonstige Einschlüsse produziert wird. Hier hebt sich die Juni-Ästung mit einer Überwallungsrate von 75 % drei Jahre nach der Ästung besonders positiv hervor. Offensichtlich ist die zu die-

Tabelle 2: Pilzinfektionen der Baumkompartimente differenziert nach Ästungszeitpunkt

Anzahl der Pilzinfektionen der Aststummel n Proben	Summe	Ungeästet	Februar	Juni	August	November
	228	30	53	48	45	52
Holzerstörende Pilze						
<i>Flammulina velutipes</i> (Nr. 731)	1	0	0	0	0	1
Sonstige Pilzarten						
<i>Cylindrocarpon</i> sp. (Nr. 730)	20	0	2	2	6	10
<i>Phoma</i> spp.	19	0	10	2	4	3
<i>Exophiala</i> sp. (Nr. 733)	17	3	3	2	3	6
<i>Acremonium</i> sp. (Nr. 735)	14	5	3	1	2	3
<i>Steril. Dematiaceae</i> (Nr. 900)	14	4	7	0	1	2
<i>Phialophora</i> sp. (Nr. 734)	13	2	2	5	2	2
Weitere „Sonstige Arten“	41	11	15	4	5	6
Summe „Sonstige Pilzarten“	138	25	42	16	23	32

Anzahl der Pilzinfektionen im Kernholz n Proben	Summe	Ungeästet	Februar	Juni	August	November
	224	26	53	48	45	52
Holzerstörende Pilze	0	0	0	0	0	0
Sonstige Pilzarten						
<i>Phialophora</i> sp. (Nr. 734)	2	0	1	1	0	0
Weitere „Sonstige Arten“	8	2	0	2	2	2
Summe „Sonstige Pilzarten“	10	2	1	3	2	2

Pilzinfektionen im Außensplint n Proben	Summe	Ungeästet	Februar	Juni	August	November
	224	26	53	48	45	52
Holzerstörende Pilze	0	0	0	0	0	0
Sonstige Pilzarten						
<i>Phialophora</i> sp. (Nr. 734)	6	0	2	1	2	1
<i>Acremonium</i> sp. (Nr. 735)	3	0	0	0	1	2
Weitere „Sonstige Arten“	9	2	2	0	1	4
Summe „Sonstige Pilzarten“	18	2	4	1	4	7

sem Zeitpunkt aktive Kambialtätigkeit für die Wundheilung sehr förderlich. Dies ist um so erstaunlicher, als EHRING (2006) für die Juni-Ästung ein etwas reduziertes Dickenwachstum gemessen hat. Die hohe Überwallungsrate hebt sich besonders von der deutlich geringeren nach der Ästung im August ab, wo die

Kambialtätigkeit gerade aufhört und somit die empfindlichen Wundränder am längsten bis zur nächsten Vegetationsperiode den Witterungseinflüssen ausgesetzt sind. Insofern ist nicht nur der zeitliche Vorsprung der Juni-Ästung in dieser Untersuchung maßgebend, sondern besonders die günstigen Baumreaktionen zu

dieser Jahreszeit. Verglichen mit grün geästeten Fichten, die durchschnittlich 5,5 Jahre zur Wundheilung benötigen (METZLER 1997b), ist die Überwallungszeit der untersuchten Walnussbäume mit drei Jahren sehr kurz. Die Ursache hierfür liegt in der stärkeren Jahrsbreite der Walnussbäume (EHRING 2006).

Auffallendstes Ergebnis beim Kriterium „**Pilzinfektionen**“ ist, dass nur in einem Fall ein holzerstörender Pilz gefunden wurde. Da dies damit immerhin bei 6,3 % der im November geästeten Bäume der Fall war, kann dies als ein Argument gegen die November-Ästung gelten, auch wenn hier keine statistische Absicherung gegeben ist. Generell kann jede mikrobielle Infektion des Holzes zunächst als negativ für die Gesundheit des Baumes und die physikalische Wasserleitfähigkeit des Holzes betrachtet werden. Untersuchung an ungeästeten Walnussbäumen – jedoch auch an anderen Baumarten (z. B. METZLER 1997a) – belegen, dass eine geringfügige Keimzahl (bis ca. 10 % der 20 mm³-Proben) als normal betrachtet werden kann, sofern es sich nicht um pathogene Pilze oder Holzerstörer handelt. Die meisten sonstigen Pilzisolat wurden direkt in den Aststummeln, also unmittelbar im kompartimentierten Bereich unter der Ästungswunde, gewonnen. Man sieht somit, dass bereits wenige Millimeter innerhalb des Sägeschnittes ein Großteil des Pilzwachstums zum Erliegen kommt. Auch dies ist den Verhältnissen bei grüneästeten Fichten sehr ähnlich (METZLER 1997a). Bei der natürlichen Astreinigung, bei der die Abbautätigkeit der Pilze eine wesentliche Rolle spielt (BUTIN und KOWALSKI 1983), sind im verbleibenden Stummel sehr viele Keime zahlreicher Pilzarten nachweisbar. Unter ihnen dürften auch einige Antagonisten von holzerstörenden Pilzen sein (VON AUFESS 1975).

Für die verschiedenen **Ästungszeitpunkte** können also graduelle Unterschiede bezüglich der Ästungsrisiken festgestellt werden. Am meisten Vorteile, d. h. die geringsten Risiken, vereinigt der Zeitpunkt „Juni“. Dieser wurde auch von JURSCHITZKA (1993) empfohlen. Beim Vergleich von Überwallungsreaktionen verschiedener Baumarten auf künstliche Verletzungen zeigte sich der Monat April besonders günstig (DUJESIEFKEN et al. 2005). Das dort leicht verzögerte Überwallen nach Verletzung Anfang Februar könnte evtl. mit dem Einfluss von Winterfrost zu tun haben; jedoch

war der Rückstand bereits nach zwei Jahren wieder ausgeglichen. Das „Bluten“ nach Spätwinter-Ästung hat die Bäume nicht so nachhaltig beeinträchtigt wie man befürchtet hatte. Dagegen hat sich jetzt mehrfach gezeigt, dass die Frühwinter-Ästung durch das höhere Fäulnisrisiko eher negativ zu beurteilen ist (GRAESCHKE und GÜRTH 1993). Gegen die Ästung im November spricht auch, dass hier im Folgejahr besonders viele Wasserreiser induziert wurden (EHRING 2006).

MAYER-WEGELIN (1952) hatte nicht im Hinblick auf die Ästungswunde selbst, sondern wegen des erhöhten Risikos der Rindenverletzungen von der Grün-Ästung in der Saftzeit abgeraten. Dem kann und muss durch hochwertiges Ästungswerkzeug und auf Sorgfalt geschultes Personal entgegengewirkt werden.

Dank

Der Dank der Autoren gilt Herrn EISENMANN/FVA Abt. WW für die tatkräftige Unterstützung bei den Probenahmen, sowie Frau SEIFFERT und Frau ZIPFEL bei den Laborarbeiten.

Literatur

- VON AUFESS, H., 1975: Über die Bildung einer Schutzsperre an der Astbasis von Laub- und Nadelbäumen und ihre Wirksamkeit gegen das Eindringen von Pilzen in das Kernholz lebender Bäume. Forstwiss. Cbl. 94: 140–152.
- BUTIN, H., KOWALSKI, T., 1983: Die natürliche Astreinigung und ihre biologischen Voraussetzungen I. Die Pilzflora der Buche (*Fagus sylvatica*). Eur. J. For. Path. 13: 322–334.
- DUJESIEFKEN, D., LIESE, W., SHORTE, W., MINOCHA, R., 2005: Response of beech and oaks to wounds made at different times of the year. Eur. J. Forest Res. 124: 113–117.
- DUJESIEFKEN, D., STOBBE, H., ECKSTEIN, D., 1998: Langzeitwirkungen von Ästungen im Holz von Linde und Roßkastanie. Forstwiss. Cbl. 117: 305–315.
- EHRING, A., 2006: Wertholzproduktion mit Nussbäumen. AFZ-Der Wald (in Vorbereitung).
- GRAESCHKE, M. A., GÜRTH, P., 1993: Untersuchungen über das Wachstum der Walnuss (*Juglans regia*) als Waldbaum. Forst und Holz 48: 309–313.
- HÄNE, K., 2003: Wertastung – Lehrmittel zur natürlichen und künstlichen Astreinigung. WSL und Codoc, Birmensdorf.
- JURSCHITZKA, P., 1993: Versuchsabauten mit Walnuss. AFZ 48: 285.
- LORENZ, R. J., 1988: Grundbegriffe der Biometrie. G. Fischer Stuttgart, 241 S.
- MAYER-WEGELIN, H., 1952: Das Aufästen der Waldbäume. Schaper, Hannover, 92 S.

- METTENDORF, B., FRANKE, A., WIDMAIER, T., 1996: Der Anbau der Walnuss zur Holzproduktion. FVA-Merkblatt Nr. 47. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg, Freiburg: 15S.
- METZLER, B., 1997a: Quantitative assessment of fungal colonization in Norway spruce after green pruning. *Eur. J. Forest Pathol.* 27: 1–11.
- METZLER, B., 1997b: Infektionsrisiko und Überwallungszeit bei grünteasteten Fichten. *AFZ/Der Wald* 52: 149–150.
- METZLER, B.; VON ERFFA, R., 2000: Zur Verbreitung von Buchenkrebs in Naturverjüngungen in Baden-Württemberg – Einfluss von Überschirmung und Standortfaktoren. *Forstwiss. Cbl.* 119: 297–309.
- NIRENBERG, H. I., 1981: A simplified method for identifying *Fusarium* spp. occurring on wheat. *Can. J. Bot.* 59: 1599–1609.

Autoren

Dipl. Biol. Dr. Berthold Metzler ist Forstpathologe an der Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA) Abt. Waldschutz in Freiburg und Lehrbeauftragter an der Fakultät für Forst- und Umweltwissenschaft der Universität Freiburg. *Dipl. Forst Ing. (FH) Andreas Ehring* ist wissenschaftlicher Mitarbeiter der Abt. Waldwachstum an der FVA.

Dr. Berthold Metzler
Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg
Abt. Waldschutz
Wonnhaldestr. 4
D-79100 Freiburg/Br.
Tel. (07 61) 40 18-1 62
Fax (07 61) 40 18-3 33
berthold.metzler@forst.bwl.de



Andreas Ehring
Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg
Abt. Waldwachstum
Wonnhaldestr. 4
D-79100 Freiburg/Br.
Tel. (07 61) 40 18-2 53
Fax (07 61) 40 18-3 33
andreas.ehring@forst.bwl.de

