

Bildung und Erkennung der Riegelung bei vegetativ vermehrtem Riegelahorn

Dietrich Ewald und Gisela Naujoks

Ich sehe was, was Du nicht siehst? Während ein Goldsucher am Abend meist seine Ausbeute des Tages betrachten kann, ist es den wenigsten Forstleuten vergönnt, die Früchte ihrer Arbeit zu Lebzeiten zu „ernten“. Umso wichtiger erscheint es deshalb, dass der Waldbesitzer und Forstmann vom Wert des Materials, welches er anpflanzt, vollkommen überzeugt ist. Dies war und ist auch unser Leitmotiv, seit wir uns mit der vegetativen Vermehrung von Wertholz beschäftigen. Aus diesem Grund ist es interessant und wichtig zu erforschen, ob und wann die wertbestimmenden Merkmale im Holz erkennbar werden.

Beim Saatgut ist die Zulassung von hochwertigem Vermehrungsgut über einen Wuchsvergleich (Herkunftsprüfung, Nachkommenschaftsprüfung) geregelt, aber im Hinblick auf die Anerkennung von vegetativ vermehrtem Pflanzgut für die Erzeugung von Wertholz bleibt noch viel Forschungsbedarf, soweit es die Ausprägung des wertbestimmenden Merkmals betrifft – z. B. Maserung bzw. Riegelung. Bis sich solche Merkmale ausbilden, dauert es oft mehrere Jahre bis Jahrzehnte, wie wir beim erfolgreichen Versuch zum Nachweis der Übertragbarkeit der Maserung bei Braunmasebirke durch Gewebekultur feststellen konnten [3]. Andere Merkmale, wie zum Beispiel die Riegelung, prägen sich noch später aus [9].

Der Ursprung einer Riegelung, die in vielen Laubhölzern, z. B. Ahorn, Esche, Kastanie, aber auch Teak, u. a. gelegentlich zu beobachten ist, kann zurzeit nur unzureichend erklärt werden. Die englische Bezeichnung „wavy grain“ beschreibt den erkennbaren Faserverlauf wesentlich besser als es der deutsche Begriff „Riege-



Abb. 1: Riegelähnliche Strukturen (Druckholz; rechts) an der Unterseite eines starken Astes bei Weide (*Salix spec.*); links glatter Faserverlauf
5 Fotos: Dietrich Ewald

lung“ kann, der nur das Erscheinungsbild beim gesägten oder gehobelten Holz veranschaulicht, die Riegel also, die quer zur Wuchsrichtung erkennbar werden. Bei der Spaltung eines solchen Holzes ist der wellige Faserverlauf dagegen deutlich zu sehen (Waschbrettstruktur, washboard). Die Riegelung als Wertmerkmal umfasst dabei den ganzen Stamm durchgehend oder nur im äußeren Bereich des Holzes (Voll- oder Teilriegler). Eine so genannte Wimmerung (z. B. bei Buche – „Wimmerwuchsbuche“), die als Holzfehler gilt, wird dagegen nur in bestimmten Bereichen des Stammes, meist einseitig, ausgeprägt.

Erklärungsversuche

Wie kommt es zu einem vom Normalen abweichenden Faserverlauf? Sucht man ähnlich aussehende Entsprechungen im Holz von Laubbäumen, so findet man den gleichen Verlauf bei ausgebildetem Druckholz, z. B. an der Unterseite von starken Ästen (bei Weide, s. Abb. 1) oder auf der Innenseite von gebogenen Stammverläufen z. B. bei der Korkenzieherweide (*Salix matsudana* „Tortuosa“). Auch am Stammfuß bilden manche Laubbäume einen solchen Faserverlauf im Holz aus. Die genannte Wimmerung kann auch ein solches Phänomen der Druckholzbildung als Reaktion auf einen exogenen Stress wie z. B. Wind sein.

Die Ursachen der Bildung eines solchen gewellten Faserverlaufes im ganzen Stamm dagegen sind bisher nicht bekannt. Es liegt aber nahe zu schlussfolgern, dass der Baum unter bestimmten Druckverhältnissen ein solches Holz ausbilden kann. Eine Beteiligung von pflanzlichen Hormonen z. B. Auxin, Ethylen u. a. bei der Ausbildung dieser Holzstrukturen kann als sicher gelten [11, 12].

Wie bringen wir dies nun in Zusammenhang mit den bisherigen Beobachtungen und Beschreibungen, die auf die Vermehrung und Nutzung ausgewählter Riegelahorn-Klone gerichtet waren? Oft findet man in der älteren Literatur den Hinweis, dass Pfropflinge von ausgewählten Stämmen angefertigt wurden. Nur in wenigen Fällen aber wird in späteren Veröffentlichungen über Erfolge der Pfropfung zur Erhaltung dieser Holzstruktur berichtet. Warum? Wenn eine heterovegetative Vermehrung nicht oder nicht im gewünschten Maß zur Übertragung dieses Merkmals geeignet ist, stellt sich natürlich die Frage, wie dies zusammenhängt. Falls es sich um ein genetisch stabiles Merkmal handelt, so sollte es durch die Pfropfung übertragen werden und es sollte im gepfropften Stamm (oder Pflanzenteil) ausgeprägt werden. Wenn der gewellte Faserverlauf nur bei wurzelechten Klonpflanzen aus der Stecklingsbewurzung [13] oder aus

Dr. D. Ewald und G. Naujoks sind als Wissenschaftler am Standort Waldsiedersdorf des Thünen-Instituts für Forstgenetik tätig.



Dietrich Ewald
dietrich.ewald@ti.bund.de



Abb. 2: Elfjähriger Riegelahorn aus einem Steckling (Durchmesser am Stammfuß 12 cm) in einer Versuchspflanzung des Hofguts Herdtle

Foto: Falk Schäfer

der Mikrovermehrung [8] auftreten kann, warum wurde dann nach ca. 20 Jahren noch nicht von den Erfolgen dieser Methoden berichtet? Bisher fehlt also der sichere Nachweis einer Ausprägung der Riegelung im gepfropften Baum nach dem Erreichen eines bestimmten Durchmessers.

Sicher ist, dass bei Pfropfungen oft nicht das gewünschte Ergebnis eintrat. Unsere eigenen Versuche mit Riegelahorn-Pfropfungen zeigten, dass die Pflanzen schon im Alter 10 häufig einen adulten Habitus aufwiesen und sehr langsam wuchsen, sofern die Pfropfreiser aus der Krone stammten und nicht von Stockausschlägen des eingeschlagenen Stammes. Sie bildeten dann bereits nach wenigen Jahren Blüten und Samen aus (H. BRAUN, pers. Mitteilung). Dies spricht für das Fortbestehen der erreichten Altersstruktur des Auslesebaumes nach der Pfropfung. Im Gegensatz dazu zeigten Stecklinge von Pfropflingen und besonders *in vitro* vermehrte Pflanzen einen deutlich besseren Wuchs, allerdings auch abhängig von der Dauer der In-vitro-Phase (ggf. mehrere Jahre). Beobachtungen bestätigten, dass sich das Streckungspotenzial und auch die Tendenz zur Spontanbewurzelung mit zunehmender Dauer der Gewebekultivierung steigerten, was auf eine zumindest teilweise Rückverjüngung (Rejuvenilisierung) schließen ließ. Dieses Phänomen einer partiellen Rejuvenilisierung nach längerer Gewebekulturvermehrung ist für verschiedene Gehölze beschrieben worden [7].

Vorausgesetzt, es handelt sich bei der wellenförmigen Struktur des Holzes um eine Mutation, z. B. die Neigung zur leichteren, aber konstanten Ausbildung von Reaktionsholz, dann ist das Zusammenspiel von Spross und Wurzel bei der Synthese und dem Transport von Hormonen sehr wichtig. Wird dieses Zusammenspiel gestört, z. B. durch eine Pfropfung, bei welcher eine veränderte Bereitstellung von Wuchsstoffen durch die Wurzel der Unterlage vermutet werden kann, so könnte dies möglicherweise zum Ausbleiben der Merkmalsentwicklung führen. Ein solches Verhalten würde die unklaren bzw. fehlenden Berichte über die Nutzung von Pfropfungen zur Vermehrung geriegelten Holzes erklären (K. WOESTE, pers. Mitteilung).

Wenn man sich die Veröffentlichungen von CONRAD [1, 2] genau ansieht und liest, kann man feststellen, dass auch er nicht sicher ist, welcher Teil der auf seinem Foto dargestellten Pflanze die Unterlage und welcher das Pfropfreis sein könnte. Möglicherweise ist die geriegelte Seite die Unterlage, d.h. die Pfropfung erfolgte – sicher unbewusst – auf einen Riegelahorn.

Wir wissen also nicht sicher, ob bei der Pfropfung eines geriegelten Pfropfreises auf eine schlichte Unterlage ein ebensolcher Übergang erkennbar wird. GEBHARDT und BOHNENS berichteten [6], dass sie am Längsschnitt durch einen Anfang der 60er-Jahre gepfropften Riegelahorn erkennen konnten, dass das Merkmal Riegelung durch die vegetative Vermehrung erhalten blieb. Leider wurde dies nicht fotografisch dokumentiert.

Eigene Untersuchungsergebnisse

Umso wichtiger erscheint es uns, die ersten in unserem Institut autovegetativ vermehrten Riegelahorn-Klone bereits jetzt zu untersuchen. Unser derzeit ältester vegetativ vermehrter Riegelahorn-Klon „Grimma“ ist das Ergebnis einer Stecklingsbewurzelung [4, 5]. Die Ausgangspflanze war ein Riegelahorn, der in der Gegend von Wermsdorf bei Grimma in Sachsen im Winter 2000 gefällt worden war. Auf der Submission 2001 wurde dieser Stamm von einem Geigenbauer erworben. Leider liegen uns keine Angaben zum erzielten Preis vor. Aus Reisern der Krone wurden durch die Baumschule F.-O. Lürssen in Tempelberg 245 Pfropflinge auf 2-jährigen Sämlingsunterlagen angefertigt. Von diesen Pfropflingen überlebten 145. Aus den neuen Austrieben wurden 2002 Stecklinge gewonnen und bewurzelt. Systematische Versuche in den Folgejahren (2003, 2004) mit diesem Material zeigten, dass die Bewurzelungsfähigkeit vom Klon und der Position des

Stecklings, von welcher er geworben wurde, abhängt. So wiesen die terminalen Stecklinge des Klons „Grimma“ und eines weiteren Klons („Mühlhausen“) zu 5 bis 10 % Bewurzelung auf. Ein anderer Klon („Kempten“) zeigte dagegen nur zu 0,5 bis 2,8 % Bewurzelung. Der Stichprobenumfang aller drei Klone reichte von minimal 138 Stecklingen bis zu 500 Stecklingen. Fünf Stecklingspflanzen des Klons „Grimma“ wurde 2003 an das Hofgut Herdtle in Aulendorf (Baden-Württemberg) zum Versuchsanbau übergeben (Abb. 2).

Ein Stamm wurde von uns im November 2013 eingeschlagen und das Basisstück (88 cm lang und max. 12 cm breit) wurde längs aufgetrennt. Am Sägeschnitt war noch keine eindeutige Riegelung zu erkennen. Da aus der Literatur nicht zu entnehmen war, ab wann sich die Riegelung beim Bergahorn ausprägt, zogen wir die Daten von anderen geriegelten Baumarten zu Rate. HEJNOWICZ und ROMBERGER zeigten 1973 an Riegelesche [9], dass dieses Merkmal erst ab einem Alter von mehr als 10 Jahren nachweisbar war. Diesen Angaben zufolge dürfte der von uns untersuchte Ahorn noch keine Riegelung zeigen. Bemerkenswert ist jedoch, dass einige der in den letzten Jahren hoch gebotenen Riegelahorn-Stämme durchgängig gemasert waren (Vollriegler). Dies war für uns ein Hinweis, dass vielleicht doch die Möglichkeit besteht, schon recht früh erste Auffälligkeiten im Holz zu erkennen. Was hofften wir zu sehen?

- 1) Sind Ansätze von Strukturveränderungen im Holz erkennbar (Faserverwerfungen, eventuell sogar Riegel)?
- 2) Kommen diese Strukturen auf beiden Seiten des Kerns vor?
- 3) Reicht das Vorkommen solcher Strukturen über die gesamte Länge des Stückes?

Ein Vergüten der Oberfläche des aufgetrennten Stammes durch Schleifen bis hin zu 1 000er Schleifpapier ergab eine plane Oberfläche. Auf den ersten Blick waren noch keine eindeutigen Riegel-Strukturen sichtbar, jedoch ließen sich bei einem bestimmten Lichteinfall Abweichungen vom normalen geradlinigen Faserverlauf erkennen, die als gebänderte Bereiche erschienen. Daraus ergab sich die Frage, ob man diese wellenförmigen Verwerfungen der Fasern besser sichtbar machen kann.

Einen ersten entscheidenden Hinweis fanden wir in den Untersuchungen von Prof. WIMMER vom Institut für Holzforschung der BOKU Wien mit seinen Arbeiten zur Transparenzverbesserung von Holz [14]. Den Hinweisen folgend sättigten wir die Oberfläche mit Kanadabalsam (Harz der Balsamtanne) bzw. verwendeten wasserlösliche Acrylatdispersionen. Nach der

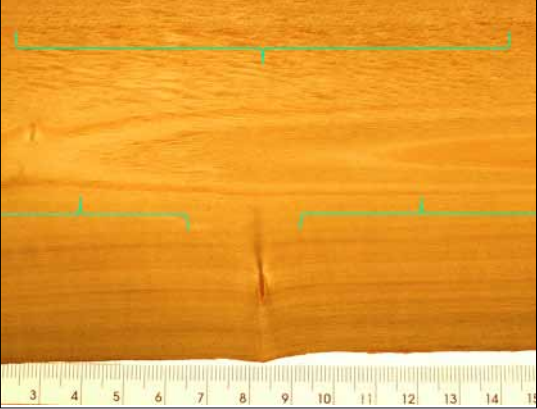


Abb. 3: Furnierstück nach Behandlung mit Klarlack. Im oberen Bereich sind starke Faserverwerfungen erkennbar, im unteren Bereich Andeutungen von Bänderungen. Diese Strukturen sind nicht durch Äste verursacht.

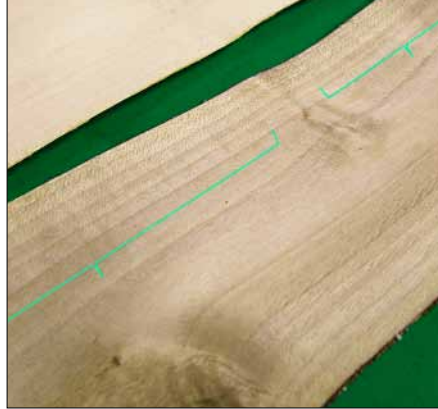


Abb. 4: „Geräuchertes“ Furnier des Klons „Grimma“ (rechts) im Vergleich zum unbehandelten Furnier (links). Verwerfungen im Randbereich (beginnende Riegel) sind nach der „Räucherung“ besser sichtbar.

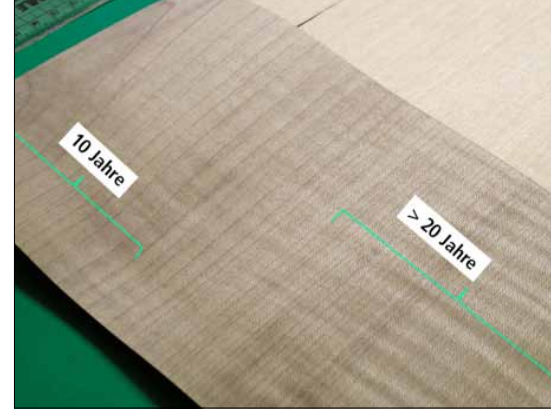


Abb. 5: Behandeltes Furnier eines Riegelahorns (linker Rand des Furniers = Jahr 1). Erste Faserverwerfungen nach 6 bis 10 Jahren, perfekte gleichmäßige Riegelung erst nach 20 bis 30 Jahren (oben rechts: das unbehandelte Furnier)

Trocknung war noch nicht viel zu erkennen. Bei Abdunklung und mit seitlicher Beleuchtung hoben sich jedoch in den Bereichen zwischen den Astansätzen durchgehende größere Riegel hervor. Einzelne Riegel über die gesamte Breite waren allerdings erst in einem Abstand von ca. 80 cm vom Fällkerb aufwärts erkennbar.

Noch deutlicher wurde das Bild, nachdem die Hälfte des Stamm-Basisstückes im Furnierwerk Prignitz zu Furnier aufgeschnitten und der gleichen Behandlung unterworfen bzw. mit einem Klarlack gesättigt worden war. Es zeigte sich auch, dass im ältesten Bereich der Pflanze, in der Mitte des basalen Stammstückes, die Riegelung noch nicht ausgeprägt war. Besonders im Durchlicht zeigten sich schon Ansätze einer feinen Riegelung (Faserverwerfungen) in den Randbereichen im gesamten Stück (s. Abb. 3).

Die Frage war aber immer noch, ob wir diese Strukturen in den Randbereichen besser sichtbar machen können. Aus diesem Grund wurde nach Beizverfahren gesucht, die die Maserstruktur deutlicher herausheben können. Färbeversuche mit 1%iger Saffraninlösung und auch mit Karminessigsäure erbrachten nicht den gewünschten Er-



Abb 6: Längsschnitt durch eine Pfropflingspflanze vom Klon „Göttingen 3“ im Alter von 17 Jahren, erste Andeutungen von „Riegeln“ im Bereich über der Pfropfebene

folg. Die Verwendung von Curcumin muss ebenfalls als ungeeignet für diesen Zweck eingeschätzt werden. Die Wahl fiel dann auf eine Beizmethode zur Nutzung der im Holz enthaltenen Gerbsäuren durch „Räuchern“, also die Behandlung des feuchten Furniers in Ammoniakdämpfen [10].

Obwohl Ahorn nur wenig Gerbsäuren enthält, brachte dies eine deutliche Verbesserung im optischen Bild, besonders wenn wir als Vorbeize Eisen(III)-Chlorid verwendeten. Es wurde offensichtlich, dass sich die beginnende Riegelung in den Randbereichen über die gesamte Länge hinzog (Abb. 4). Die bisher beste Lösung lag allerdings in einer Behandlung des Furniers mit Natronlauge, die nach Erreichen der gewünschten Farbkontraste wieder abgewaschen wurde. Gesteigert wurde der Effekt noch, wenn mit Tannin vorgebeizt wurde. Gleichfalls zu guten Ergebnissen führte Kalilauge, ebenfalls nach einer Tanninvorbehandlung. Eine Verbesserung der Transparenz durch einen wasserlöslichen Lack (Reinacrylatdispersion) hob den Effekt noch deutlicher hervor. Für die fotografischen Aufnahmen erwies es sich als günstig, wenn die Trocknung nach der Behandlung noch nicht vollständig abgeschlossen war, da dann der Kontrast der Riegelung größer war.

Zu Vergleichszwecken wurde das Furnier eines Altbaumes von Riegelahorn nach der Räuchermethode behandelt (Abb. 5). Der Beginn einer Riegelung zeigt sich anhand eines Faserwurfes nach etwa 6 bis 10 Jahren, während die perfekte gleichmäßige Riegelung erst nach 20 bis 30 Jahren erkennbar wird. Damit konnten die ersten Beobachtungen am aufgetrennten Stammstück des Probebaumes „Grimma“ bestätigt werden.

Dies bekräftigt unsere Annahme, dass in autovegetativ vermehrtem Material eines Riegelahorns der Ansatz zur Riegelung bereits nach ca. 10 Jahren deutlich werden kann, wenngleich dies im ersten Sägeschnitt nicht immer sichtbar ist. Alle drei eingangs gestellten Fragen lassen sich nun positiv beantworten.

Mit dem gewonnenen Wissen wurden zwei Pfropflingspflanzen von weiteren Riegelahorn-Klonen („Kempton“ und „Göttingen 3“) im Alter von 11 bzw. 17 Jahren längs aufgetrennt und behandelt. Auch bei ihnen ist eine beginnende Riegelung auf der polierten Schnittfläche nach oben beschriebener Beizung, der nachfolgenden mehrfachen Einlassung mit gereinigtem heißem Paraffin und anschließender Politur zu erkennen (s. Abb. 6).

Ausblick

Im Hinblick auf ein bei der FNR beantragtes Verbundprojekt zum Riegelahorn (s. auch AFZ-DerWald Nr. 5/2013, S. 10) stützt dieser Artikel die bisherige Annahme, dass das Holzmerkmal Riegelung beim Bergahorn (*Acer pseudoplatanus* L.) durch vegetative Vermehrung, also auch durch Mikrovermehrung, übertragbar ist.

Literaturhinweise:

- [1] CONRAD, J. (1977): Ein Indiz für die Vererbbarkeit gewisser Holzstrukturen. Forst- und Holzwirt, 32. Jg., S. 217-218. [2] CONRAD, J. (1988): Seltene abnorme Holzstrukturen und -farben bei Laubhölzern. Die Holzzucht, 42. Jg., S. 1-9. [3] EWALD, D.; NAUJOKS, G.; KOHLSTOCK, N.; FRÜHWALD, A. (1997): Braunmäserbirke aus dem Pflanzgarten. Wie lang ist der Weg von der Gewebekultur zum Furnier? (Brown curly-birch. How long is the road from tissue culture to veneer?). Furnier-Magazin, S. 66 - 69. [4] EWALD, D.; SCHNECK, V.; LIESEBACH, H. (2005): Riegelahorn – Vermehrung und Anbauversuch. Posterabstract im Tagungsband der 26. Tagung der AG Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, Fulda. [5] EWALD, D.; NAUJOKS, G. (2005): Untersuchungen zur vegetativen Vermehrung von Riegelahorn. BFH-Nachrichten, Heft 3. [6] GEBHARDT, K.; BOHNENS, J. (2005): Mikrovermehrung und Klonprüfung bei Berg-/Riegelahorn. Tagungsband der 26. Tagung der AG Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, Fulda, S. 146-153. [7] GIRI, C. C.; SHYAMKUMAR, B.; ANJANEYULU, C. (2004): Progress in tissue culture, genetic transformation and applications of biotechnology to trees: an overview. Trees, 18. Jg., S. 115-135. [8] HANUS, D. (1987): Vegetative propagation of wavy grain sycamore maple. Canadian Journal of Forest Research, 17. Jg., S. 418-420. [9] HEJNOWICZ, Z.; ROMBERGER, J. A. (1973): Migrating cambial domains and the origin of wavy grain in xylem of broadleaved trees. Am. J. Bot., 60. Jg., S. 209-222. [10] MICHAELSEN, H.; BUCHHOLZ, R. (2006): Vom Färben des Holzes – Holzbeizen von der Antike bis in die Gegenwart. Michael Imhof Verlag. [11] NELSON, N. D.; HILLIS, W. (1978): Ethylene and tension wood formation in *Eucalyptus gomphocephala*. Wood Science Technology, 12. Jg. S. 309-315. [12] PILATE, G.; DEJARDIN, A.; LAURANS, F.; LEPLÉ, J. C. (2004): Research review: Tension wood as a model for functional genomics of wood formation. New Phytologist, 164. Jg., S. 63-72. [13] ROHR, R.; HANUS, D. (1987): Vegetative propagation of wavy grain sycamore maple. Canadian Journal of Forest Research, 17. Jg. S. 418-420. [14] Interview mit Prof. Rupert Wimmer: Wie man Holz durchsichtig macht (13.04.2012) <http://science.orf.at/stories/1697254/>; gefunden am 09.12.2013.