Abb. 1: Hervorragende Bergahorn-Stammabschnitte, bereit für die Wertholzsubmission 2008 in Niedersachsen

Fotos: H. Merten

Eine Baumart mit Züchtungspotenzial

Bergahorn

Doris Krabel, Heino Wolf, Monika Konnert, Mirko Liesebach, Volker Schneck

Baumarten wie Vogelkirsche oder die verschiedenen Eichenarten sind aufgrund ihres wertvollen Holzes seit langem im Fokus des Interesses von Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung. Im Vergleich dazu wurden für den Bergahorn bislang nur wenige Züchtungsprogramme etabliert. Dies gilt nicht nur für Deutschland, sondern europaweit, wie im Rahmen des europäischen Verbundvorhabens TREEBREEDEX [19] festgestellt werden konnte. Ein Grund dafür ist sicherlich, dass es sich beim Bergahorn um keine bestandesbildende Baumart handelt. Dennoch ist das Holz wertvoll und das Interesse an dieser Baumart steigt, nicht zuletzt auch bedingt durch den Klimawandel. Dies hat in einigen europäischen Ländern Forstpflanzenzüchter dazu veranlasst, sich näher mit dieser Art zu beschäftigen.

Aktuelle Verbreitung

2009 rückte der Bergahorn als „Baum des Jahres" ins Blickfeld der Öffentlichkeit. Ein Grund für die Wahl war u.a., dass es sich um eine bezüglich diverser Umweltbedingungen sehr robuste und anpassungsfähige Baumart handelt. Neben wenigen Koniferenarten zeigt sie als einziges Laubgehölz eine zunehmende Vitalität mit steigendem Höhengradienten. Alte Individuen sind relativ frosttolerant, sie kann nahezu überall wachsen, bevorzugt jedoch Böden, die nicht zu trocken oder zu nährstoffarm sind [1, 2]. Als einzige Ahornart toleriert sie salzhaltige Luft und ist deshalb häufig auch in meeresnahen Gebieten anzutreffen [2]. Normalerweise tritt sie in Mischbeständen zusammen mit Buche, Esche und Eichenarten auf.

Der Bergahorn kommt in den meisten europäischen Ländern/Gebieten natürlich vor. Ausgenommen davon sind die Britischen Inseln, Belgien, die Niederlande, der Nordwesten Frankreichs, der Norden Deutschlands und Skandinaviens sowie die östlichsten Länder am Kaspischen Meer [3]. Die aktuelle Verbreitung zeigt allerdings, dass diese Baumart durchaus in Südskandinavien, Schottland und Irland geeignete Wuchsbedingungen vorfindet [3, 4]. Ein Bezugsjahr jedoch, welches erstmals die Nutzung der Baumart etwa zu Aufforstungszwecken offiziell dokumentiert, ist nur für wenige Länder zu ermitteln. Für Dänemark werden erste Aufforstungsaktivitäten mit Bergahorn bereits 1765 beschrieben, während für die Niederlande Aufforstungsaktivitäten erst seit 1900 und für Irland seit 1930 dokumentiert sind [19]. Andere Staaten wie Litauen nutzen Bergahorn ausnahmslos im Bereich der Stadtbaumpflanzung, in privaten Gärten oder als Parkbaum.

In Irland wurden die Pflanzaktivitäten im Gegensatz zu Deutschland in den letzten 10 Jahren deutlich reduziert, weil

- dem Bergahorn eine negative Reputation als invasive Baumart anhaftet (wenngleich dies nicht in allen Fällen zutrifft) und
- derzeit ein größeres Interesse an der Esche und an den Eichenarten besteht.

Wegen des geringen Flächenanteils wird die Art in den forstlichen Statistiken einiger Länder nicht als separate Baumart geführt, sondern mit anderen Ahornarten oder anderen Edellaubholzarten zusammengefasst (s. Tab. 1).

Auch zum jährlichen Holzaufkommen von Bergahorn liegen nur von wenigen Ländern, die an dem Projekt TREEBREEDEX beteiligt waren, nähere Informationen vor (Tab. 2). Bekannt ist, dass der Bedarf an

Tab. 1: Die gesamte mit Bergahorn bzw. Ahorn sp. bestockte Fläche und Pflanzung pro Jahr in ausgewählten europäischen Ländern [19]

Land	Gesamtwaldfläche	Fläche und Anteil		Durchschnittliche Pflanzung (Bezug letzte 10 Jahre)
Belgien (Flandern)	151 500 ha	nicht verfügbar		30 ha/Jahr
Belgien (Wallonie)	553 009 ha	9 236 ha	1,7 %	898 ha/Jahr
Großbritannien	2 377 000 ha	66 594 ha	2,8 %	450 ha/Jahr
Dänemark	527 000 ha	17 000 ha	3,2 %	nicht verfügbar
Frankreich	15 500 000 ha	*93 936 ha	0,6 %	500 bis 600 ha/Jahr
Deutschland	10 700 000 ha	161 136 ha	1,5 %	850 ha/Jahr
Irland	737 142 ha	8 060 ha	1,1 %	150 ha/Jahr
Italien	10 467 533 ha	**3 759 960 ha	35,9 %	nicht verfügbar
Litauen	2 136 000 ha	nur einzelne Bäume oder Gruppen		keine Nutzung im forstl. Bereich
Niederlande	359 845 ha	2 900 ha	0,8 %	nicht verfügbar
Rumänien	6 315 000 ha	*34 328 ha	0,5 %	1 259 ha/Jahr
Slowakei	1 932 900 ha	*38 600 ha	2,0 %	341 ha/Jahr

**A. pseudoplatanus* und andere Ahornarten; **Vorkommen nicht auf den Mischungsanteil korrigiert

Prof. Dr. D. Krabel leitet die AG Molekulare Gehölzphysiologie am Institut für Forstbotanik und Forstzoologie der TU Dresden. Dr. H. Wolf leitet das Referat Forstgenetik/Forstpflanzenzüchtung des Staatsbetriebes Sachsenforst. Dr. M. Konnert ist Leiterin des Bayerischen Amts für forstliche Saat- und Pflanzenzucht. Dr. M. Liesebach ist Leiter und V. Schneck Mitarbeiter des Forschungsbereiches Herkunfts- und Züchtungsforschung des von Thünen-Instituts (vTI).

Doris Krabel
krabel@forst.tu-dresden.de

guter Stammholzqualität seit einigen Jahren ansteigt und z.T. die Produktion übersteigt. In Deutschland erzielten exzellente Einzelstämme in den letzten Jahren auf Wertholzsubmissionen Preise von mehr als 8 000 € [1].

Holzverwendung

Das Holz des Bergahorns ist vielseitig verwendbar. Es ist creme-weiß und frei von unangenehmen Geruchs- oder Geschmackstoffen, was eine Verwendung im Lebensmittelbereich möglich macht. Darüber hinaus ist es aufgrund seiner Eigenschaften bestens für den Bau von Musikinstrumenten, als Fußbodenbelag, Möbelholz oder im Bereich des Innenausbaus geeignet. Zunehmenden Absatz finden auch Spezialsortimente, wie das Holz vom „Riegelahorn", welches als Furnier im exklusiven Innenausbau (z.B. als Wandverkleidung von Luxusyachten) verwendet wird. Aufgrund seiner geringen Witterungsbeständigkeit eignet sich Ahornholz weniger als Konstruktionsholz im Außenbereich.

Genetik

Herkünfte aus Süd- und Südosteuropa unterscheiden sich in ihrer genetischen Zusammensetzung von solchen aus West- und Mitteleuropa. Erstere haben eine deutlich höhere genetische Diversität. Eine „Trennlinie" zwischen östlichen und westlichen Herkünften wurde in Südostbayern nachgewiesen [5, 6]. Mithilfe von Mikrosatellitenmarkern wurde eine hohe genetische Vielfalt innerhalb der Vorkommen gefunden, eine gute Voraussetzung für genetisch nachhaltige Züchtungsstrategien.

In Deutschland gibt es nur sehr geringe Aktivitäten zur züchterischen Verbesserung des Bergahorns. Ansätze einer Auslesezüchtung stellen die Selektion von Plusbäumen für den Aufbau von Samenplantagen und die Anlage von Herkunftsversuchen sowie die Prüfung von Bestandesnachkommenschaften dar. Während die Plusbaumselektion in der Vergangenheit an verschiedenen Stellen in Deutschland durchgeführt wurde und auch heute noch stattfindet, gibt es kaum Beispiele für Herkunftsversuche und Bestandesprüfungen.

- Über noch sehr junge Herkunftsversuche in Niedersachsen berichtet Kleinschmit [7], ohne konkrete Ergebnisse mitzuteilen.
- Später wurden erste Ergebnisse dieser Versuche in einer Diplomarbeit ausgewertet [8].
- Auf das Vorhandensein von genetisch differenzierten Populationen auf geografisch engem Raum beim Bergahorn weist Weiser [9] im Ergebnis einer Prüfung der Absaaten von 8 Beständen aus Thüringen und Sachsen-Anhalt hin. Insbesondere in der Schaftform unterschieden sich die 31-jährigen Nachkommenschaften deutlich. Im Ergebnis dieser Prüfung konnten ein Bestand und eine aus diesem Bestand hervorgegangene Samenplantage als Ausgangsmaterial in der Kategorie „Geprüft" zugelassen werden.

Eine Besonderheit stellen die Aktivitäten zur vegetativen Vermehrung von Bäumen mit besonderen Holzeigenschaften („Riegelahorn") mittels Pfropf- und Gewebekulturtechniken dar [10, 11]. Eine erfolgreiche Vermehrung ausgewählter Genotypen war auf diesem Wege möglich und es existieren bereits mehrere kleine Prüfflächen.

Forstliches Vermehrungsgut für die Produktion guter Holzqualität

In der EU darf forstliches Vermehrungsgut in den Kategorien „quellengesichert", „ausgewählt", „qualifiziert" und „geprüft" erzeugt und vertrieben werden. In Deutschland ist die Erzeugung von Bergahorn-Vermehrungsgut in der Kategorie „quellengesichert" nicht zulässig. Für die Erzeugung von Forstvermehrungsgut sind in elf Herkunftsgebieten mit jeweils ähnlichen ökologischen Bedingungen Erntebestände („ausgewählt") und Samenplantagen („qualifiziert" bzw. „geprüft") zugelassen.

Die Anzahl der Erntebestände in Deutschland beträgt aktuell 726, die der Samenplantagen 14 [12]. Damit belegt Deutschland unter den EU-Ländern einen Spitzenplatz (Tab. 3). Eine große Anzahl zugelassener Bestände in der Kategorie „ausgewählt" gibt es noch in Tschechien, der Slowakei und Österreich.

Tab. 2: Durchschnittliche jährliche Produktion von Bergahorn-Holz in ausgewählten europäischen Ländern [19]

Frankreich (Ahorn und Esche)	135 000 m³/Jahr
Spanien	60 000 m³/Jahr
Slowakei	26 900 m³/Jahr
Belgien (Wallonie)	8 181 m³/Jahr

Aus Sicht der Forstpflanzenzüchtung sind vor allem Samenplantagen von Bedeutung, stellen sie doch aufgrund der Auslese der Plusbäume nach bestimmten Qualitätskriterien eine Ernteeinheit dar, bei deren Saatgut man mit einer Verbesserung der interessierenden Merkmale rechnen kann. Auffallend ist, dass unter den in Deutschland gemeldeten 14 Samenplantagen lediglich eine in der Kategorie „geprüft" zugelassen ist. Für diese Samenplantage wurde die Überlegenheit in Wuchs und Qualität gegenüber einem Standard in einer Nachkommenschaftsprüfung nachgewiesen.

Für die Auswahl von Plusbäumen zur Anlage von Samenplantagen werden unter 10 TREEBREEDEX-Partnern am häufigsten die Kriterien „Baumarchitektur" und „Biomassebildung" angeführt. Es folgen die Kriterien „Frosttoleranz" und „Resistenz gegenüber Krankheiten". Lediglich in Frankreich spielt das Merkmal „Riegelung" eine Rolle. In Deutschland wird zusätzlich Wert auf eine starke und gleichmäßige Fruktifikation gelegt.

Dass die wirtschaftliche Bedeutung von Bergahorn auch in anderen europäischen Ländern deutlich zunimmt, zeigt sich am Beispiel Italiens. Bis 2003 galt die Art als forstwirtschaftlich nicht relevant und fehlte dementsprechend im italienischen Erntezulassungsregister. Seit 2003 ist auch Berga-

Tab. 3: Anzahl zugelassenen Ausgangsmaterials in der EU (SPL=Samenplantage) [13]

	quellengesichert		ausgewählt	qualifiziert			geprüft
Land	Saatgutquelle	Bestand	Bestand	SPL	Familieneltern	Klon	SPL
Belgien			11	1			
Bulgarien	6		16				
Dänemark			15				
Deutschland			726	13			1
Frankreich	1		5				
Irland	1		3				
Luxemburg			1				
Niederlande			1	4			
Österreich			131				
Polen	484	53	2	1	37		
Rumänien			4	1			
Schweden			4				
Slowakei			154	2	137		
Slowenien	4	7	10				
Spanien	42						
Tschechien	27	493	251	5	119	543	
Ungarn	29	86					
Vereinigtes Königreich	4	2	5				
Summe	**598**	**641**	**1 339**	**27**	**293**	**543**	**1**

horn in dieses Register aufgenommen, obwohl es nur vereinzelte Vorkommen gibt. 2010 wurde in den Regionen Piemont und Lombardei eine Fläche von 4 500 ha in die Kategorie „quellengesichert" eingestuft.

Nachteilig für eine kontinuierliche Pflanzenproduktion ist die jährlich stark variierende Menge des geernteten Saatgutes. In Deutschland wurden im 10-jährigen Mittel (2000 bis 2010) 10 339 kg Saatgut je Jahr geerntet [14], wobei die Erntemenge zwischen 394 kg (2008/2009) und 21 952 kg (2009/2010) variierte (Abb. 3). Der Grund für diese Schwankungen ist vorrangig die natürliche Variation von Blüte (siehe z.B. jährliche Berichte von Schneck [15]) und Samenbehang.

Da Bergahorn-Saatgut nicht lange gelagert werden kann, ist eine Bevorratung für mehrere Jahre nicht möglich. Insbesondere in den höhergelegenen Gebieten des Herkunftsgebietes 801 11 (alpine Region) ist die zu erntende Samenmenge häufig nur gering [16]. Da die Baumart eine wichtige Komponente des Gebirgswaldes ist, wurde in Bayern durch die gezielte Zulassung neuer Bestände in den Alpenhochlagen und die Unterstützung privater Firmen bei der Auswahl der Erntebestände und bei der Ernte in den letzten Jahren den Engpässen in der Versorgung entgegengewirkt [17].

Obwohl die Anzahl der Samenplantagen im Vergleich zu den Erntebeständen gering ist, werden diese, zumindest in Deutschland, regelmäßig beerntet. So stammt z.B. in Süddeutschland 25 % des Saatgutes der letzten 10 Jahre aus nur 2 Plantagen, obwohl diese nur 3 % der gesamten zugelassenen Ernteeinheiten darstellen.

Bezogen auf die Pflanzenzahlen, die jährlich für Aufforstungszwecke verwendet werden, nimmt der Bergahorn derzeit nur einen geringen Anteil ein. So beträgt der Anteil des Bergahorns an der Aufforstungsfläche in Belgien, Frankreich, Irland und der Slowakei zwischen einem und 3 % [19].

Perspektiven für die Züchtung des Bergahorns

Der Bergahorn ist eine Baumart, mit der in relativ kurzen Umtriebszeiten Wertholz produziert werden kann. Neben dem Wertholz-Potenzial weist sie zudem eine Reihe von ökologisch vorteilhaften Eigenschaften auf. Der Anbau erfolgt in der Hauptsache trupp- und gruppenweise oder in Kleinbeständen. Daneben werden auch, vielfach aus kurzzeitig ökonomisch vorteilhaft erscheinenden Überlegungen heraus, unbefriedigende Bergahorn-Naturverjüngungen mit genetisch fragwürdigem Hintergrund [18] übernommen, was langfristig ein „Verschenken" des o.g. Potenzials bedeutet.

Abb. 2: Viel versprechender Bestand mit beigemischten Bergahorn-Stämmen im Bildhintergrund, die gute Stammformen aufweisen (Alter 47 Jahre, Bhd 48 cm, Höhe 28 m)

Um die nachhaltige Produktion von Bergahorn-Wertholz auf hohem Qualitäts- und Mengenniveau durch die Bereitstellung mit hochwertigem Vermehrungsgut sicherstellen zu können, erscheinen aus heutiger Sicht folgende Züchtungswege Erfolg versprechend:

1. Intensivierung der Herkunftsforschung auf europäischer und nationaler Ebene durch die Anlage eines Herkunftsversuchsnetzes nach verbindlichen Standards und mit einheitlichen Vergleichsherkünften zur Erfassung der Variation von Wachtums-, Qualitäts- und Resistenz-Merkmalen und Auswahl der für den Anbau in einer bestimmten Region am besten geeigneten Herkünfte.

2. Auslese von phänotypisch hervorragenden Plusbäumen für den Aufbau von Züchtungspopulationen sowie für die Anlage von Samenplantagen für Regionen mit einheitlichen ökologischen Bedingungen. Systematische Prüfung der Samenplantagen-Nachkommenschaften zur Zulassung der Samenplantagen als Ausgangsmaterial für die Erzeugung von Geprüftem Vermehrungsgut.

3. Verklonung der Plusbäume z.B. über In-vitro-Vermehrung und systematische Prüfung in Vergleichsprüfungen zum Aufbau von Klonsorten wie bei der Vogelkirsche bereits mit Erfolg praktiziert.

4. Begleitung der jeweiligen Vorhaben durch genetische, physiologische und phytosanitäre Untersuchungen, um die Widerstands- und Anpassungsfähigkeit des züchterisch bearbeiteten Materials einschätzen zu können.

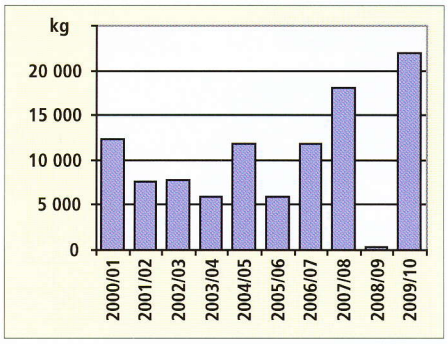

Abb. 3: Aufkommen von Bergahorn-Saatgut im Zeitraum 2000 bis 2010 in Deutschland [14]

Ziel aller vorgestellten Züchtungsprogramme ist die Bereitstellung von Bergahorn-Vermehrungsgut, das in Hinsicht auf wirtschaftlich bedeutende Merkmale verbessert ist und über eine im Vergleich zu herkömmlichem Vermehrungsgut über eine überdurchschnittliche Widerstands- und Anpassungsfähigkeit verfügt. Wie die Beispiele der Vogelkirsche und anderer Baumarten zeigen, sind mit der genannten Vorgehensweise bedeutende Fortschritte in der Verbesserung von Wachstum und Qualität möglich, ohne Abstriche bei anpassungsrelevanten Merkmalen hinnehmen zu müssen.

Literaturhinweise:

[1] SCHMIDT O.; ROLOFF, A. (2009): Acer pseudoplatanus III-2, Enzyklopädie der Holzgewächse 51. Erg.-Lfg. 2/09. **[2]** ROLOFF, A. (2009): Berg-Ahorn: Baum des Jahres 2009. AFZ-DerWald 8/2009, 409-411. **[3]** RUSANEN, M.; MYKING, T. (2003): EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for sycamore (Acer pseudoplatanus). International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 6 pages. ISBN 92-9043-565-8. **[4]** JONES, E. W. (1945): Biological flora of the British Isles – Acer pseudoplatanus L. Journal of Ecology 32, 220-237. **[5]** BITTKAU, C. (2003): Charakterisierung der genetischen Variation europäischer Populationen von Acer spp. und Populus tremula auf der Basis der Chloroplasten-DNA. Rückschlüsse auf die postglaziale Ausbreitung und Differenzierung forstlicher Provenienzen. Dissertation Technische Universität München, 127 S. **[6]** KONNERT, M. (2006): Erfolge (und Grenzen) bei dem Herkunftsnachweis mittels Isoenzym und DNA-Analysen. http://www.nw-fva.de/Herkunftskontrolle/Publikation2.pdf. **[7]** KLEINSCHMIT, J. (1985): Arbeiten der Abteilung Forstpflanzenzüchtung der Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt und Aufgaben zur Minderung der Immissionsschäden. Der Forst- und Holzwirt, 40, 439-446. **[8]** ERMSHAUSEN, J. (1991): Abhängigkeit der Phänologie und der Wuchsleistung von Bergahorn-Herkünften und Einzelbäumen von den ökologischen Variablen der Herkunftsorte. Diplomarbeit, Göttingen, Univ.; Forstwiss. Fachber.; Inst. für Waldbau, Abt. 2. Waldbau d. Tropen u. Naturwaldforschung, 156 S. **[9]** WEISER, F. (1996): Bestandesnachkommenschaftsprüfung von Bergahorn. AFZ-DerWald 14/1996, 774-777. **[10]** EWALD, D.; SCHNECK, V. LIESEBACH, H. (2006): Riegelahorn – Vermehrung und Anbauversuch. In: Forstliche Genressourcen als Produktionsfaktor. Tagungsband 26. Tagung der Arbeitsgemeinschaft Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, Fuldatal, 20.-22.10.2005. Hessen-Forst, pp 131-132. **[11]** GEBHARDT, K.; BOHNENS, J. (2006): Mikrovermehrung und Klonprüfung bei Berg-/Riegelahorn. In: Forstliche Genressourcen als Produktionsfaktor: Tagungsband 26. Tagung der Arbeitsgemeinschaft Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung, Fuldatal, 20.-22.10.2005. Hessen-Forst, pp 131-132. **[12]** ANONYMUS (2009): Fortschrittsbericht der Bund – Länder – Arbeitsgruppe (BLAG) „Forstliche Genressourcen und Saatgutrecht". http://www.genres.de/fileadmin/SITE_GENRES/downloads/docs/BLAG/FGR_bericht_0508.pdf. **[13]** ANONYMUS 2011: Gemeinschaftsliste für zugelassenes Ausgangsmaterial für die Erzeugung von Forstvermehrungsgut. http://ec.europa.eu/food/plant/propagation/forestry/community_list_en.xls. **[14]** ANONYMUS (2010): Erhebung zur Versorgungssituation von forstlichem Vermehrungsgut im Bundesgebiet der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung BLE. http://www.ble.de/cln_090/nn_427084/SharedDocs/Downloads/02__Kontrolle__Zulassung/07__SaatUndPflanzgut/Erhebung09__10,templateId=raw,property=publicationFile.pdf/Erhebung09_10.pdf. **[15]** SCHNECK, D. (2011): Das Blühen der Waldbäume 2011. AFZ-DerWald 66 (16), 4-6. **[16]** SCHIRMER, R.; KONNERT, M. (2005): Bergahorn – Aspekte zum Vermehrungsgut. LWF Wissen 62, 50-54. **[17]** NICKL, A. (2009): Forstliches Vermehrungsgut im Bergwald. LWF aktuell Nr. 72-Teil: ASP aktuell, Seite 1. **[18]** KLEINSCHMIT, J. (1999): Ist Naturverjüngung immer die beste Lösung für den naturnahen Waldbau? In: Kohlstock, N.; Stauber, Th.; Zaspel, I. (Hrsg.): Erhaltung und Nutzung genetischer Ressourcen für den naturnahen Waldbau – Betriebswirtschaft und/oder Naturschutz. Mitteilungen der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft Hamburg 194, 198-214. **[19]** TREEBREEDEX-Umfrage 2009, unveröffentlicht.