
Genetik und Vermehrungsgut der Esskastanie

Karolina Faust und Barbara Fussi

Schlüsselwörter: Esskastanie, Genetik, Anzucht, Saatgut

Zusammenfassung: Die Ess- oder Edelkastanie als in historischer Zeit in Deutschland eingeführte Baumart unterlag stets einer starken forstlichen Nutzung. Die wenigen Vorkommen unterscheiden sich genetisch daher nur gering. Heute steht vor allem die Eigenschaft als ökonomisch wie ökologisch wertvoller Waldbaum im Vordergrund. Aufgrund der steigenden Bedeutung der Edelkastanie für den Aufbau klimatoleranter Mischwälder sollte sichergestellt werden, dass das Vermehrungsgut eine hohe genetische Diversität aufweist. In Süddeutschland befinden sich die meisten Erntebestände in Rheinland-Pfalz. In Bayern gibt es nur zwei Erntebestände, der Bestand Klingenberg bei Aschaffenburg zeigt eine hohe genetische Vielfalt. Seit die Edelkastanie 2003 in das Forstliche Vermehrungsgutgesetz aufgenommen und zwei Herkunftsgebiete ausgewiesen wurden, steigt die Erntemenge in Deutschland stetig. Vor allem in Unter- und Mittelfranken wird die Edelkastanie derzeit kleinräumig in die Waldbestände eingebracht. Das Saatgut der Edelkastanie kann nicht lange gelagert werden. Saatgutprüfungen zeigten große Schwankungen bei der Lebensfähigkeit und dem Tausendkorngewicht, dementsprechend schwankt auch die Anzahl der lebenden Keime stark. Insektenbefall oder Lagerschäden können den Auflaferfolg erheblich schmälern.

Genetik

Genetische Unterschiede zwischen Edelkastanien-Herkünften sind bisher in Deutschland nicht bekannt (Bachmann et al. 2009). Schiffer et al. (2002) fanden in ihren Untersuchungen von südwestdeutschen Edelkastanien-Vorkommen nur geringe Unterschiede zwischen den Beständen. Allerdings unterlag die Edelkastanie einer starken historischen Verbreitung und Nutzung über ihre Arealgrenzen hinaus sowie züchterischen Eingriffen für Holzerzeugung oder Maronenproduktion (Bottacci 1998). Da der Einfluss des Menschen bei dieser Baumart sehr hoch war, wird vermutet, dass es sich bei den heute bestehenden Vorkommen um genetisch wenig differenzierte Bestände

mit geringer genetischer Nähe zur Wildform handelt. Aufgrund der historischen Bedeutung der Nutzung der Früchte ist anzunehmen, dass in Deutschland hauptsächlich Zuchtformen verbreitet sind, die streng auf Merkmale der Fruchtbildung hin selektiert wurden. Anders als früher steht heute jedoch die Eigenschaft als ökonomisch wie ökologisch wertvoller Waldbaum im Vordergrund. Es ist aufgrund der steigenden Bedeutung dieser Baumart für den Aufbau klimatoleranter Mischwälder dringend geboten, frühzeitig sicherzustellen, dass das Vermehrungsgut über die nötige genetische Diversität verfügt.

Auf europäischer Ebene haben die genetischen Untersuchungen zur Edelkastanie in den letzten Jahren zugenommen, nachdem die passenden Genmarker entwickelt wurden. Die genetische Diversität nimmt von Ost nach West kontinuierlich ab. Sie ist in türkischen und griechischen Vorkommen höher als in Italien und Frankreich. Mütterlich vererbte Chloroplastenmarker deuten auf mehrere südliche Refugien während der letzten Eiszeit hin. Anpassungsrelevante Merkmale wie Blattaustrieb und Triebabschluss weisen geografische Differenzierungsmuster auf.

Wälder sind Ökosysteme mit großer genetischer Vielfalt. Die Anpassungsfähigkeit eines Waldbestands ist umso höher, je mehr unterschiedliche Genotypen er enthält. Aus dem vorhandenen Genpool setzen sich im Laufe des Anpassungsprozesses diejenigen Genotypen durch, die unter den jeweiligen Umweltbedingungen überleben und sich erfolgreich fortpflanzen. Zum Erhalt der genetischen Variation tragen natürliche Vorgänge wie beispielsweise der Austausch von Genen innerhalb und zwischen Beständen (Genfluss) bei. Paarungssystem und Genfluss sind wichtige Faktoren, die die genetische Vielfalt einer Art und die räumliche Struktur dieser Vielfalt bestimmen. Durch Vermehrung geben Waldbäume die in einer Generation vorhandene genetische Information an die Folgegeneration weiter. Durch die Kombination der genetischen Information des Pollens mit der der Samenzelle entstehen neue Genotypen. Die Verbreitung des Pollens und somit der genetischen Information erfolgt bei der Edelkastanie durch Insekten und Wind. Auch bei der Samenver-



Abbildung 1: Frucht der Edelkastanie vor der Beerntung Foto: O. Kipfer

breitung kommt es zu Genfluss. Einzelbäume und Bestände sind daher über Pollen- und Samenausbreitung »genetisch vernetzt«. Mittels Genmarkern kann nachgewiesen werden, ob in einer Population die genetische Vielfalt über Generationen erhalten bleibt und man von einem intakten Genfluss mit Zufallspaarung ausgehen kann oder ob Störungen das Paarungsverhalten negativ beeinflussen. Darüber hinaus haben diese genetischen Untersuchungen hohe praktische Relevanz, da sie Entscheidungshilfen bieten z.B. bei der Zulassung von Saatguterntebeständen, für die Durchführung von Saatguternten, die Anlage von Samenplantagen oder von Generhaltungsmaßnahmen bei seltenen Baumarten und Reliktpopulationen.

Die Analyseergebnisse von genetischen Untersuchungen an Edelkastanienbeständen aus Süddeutschland, Griechenland, Italien, Frankreich und Bosnien-Herzegowina mittels molekularer Marker der Chloroplasten-DNA (cpSSRs) und der Kern-DNA (nSSRs) liegen vor. Die Chloroplasten werden, wie bei allen Laubbaumarten, mütterlich vererbt und stellen die haploide Geninformation zur Verfügung. Alle sechs getesteten Chloroplasten-Mikrosatellitenmarker waren polymorph. Die haploide Vielfalt variierte zwischen 0,036 (Kostajnica/Bosnien) und 0,422 (Hortiatis/Griechenland). Die Ergebnisse zeigten eine hohe genetische Differenzierung der griechischen Bestände im Vergleich zu den anderen Edelkastanienbeständen. Die Kern-DNA-Marker werden als diploid bezeichnet, weil sie über Mutter und Vater vererbt werden. Aus der

Kern-DNA wurden 15 Mikrosatellitenmarker getestet, die alle polymorph waren, mit einem höheren Grad an Polymorphismus im Vergleich zu den cpSSRs-Markern. Insgesamt wurden 181 verschiedene Allele bei 1.042 Individuen identifiziert. Die Anzahl der detektierten Allele für jeden Genort variierte zwischen 4 und 42 mit einem Mittelwert von 5,2 Allelen pro Genort.

In Abbildung 2 werden verschiedene Parameter der genetischen Variabilität in süddeutschen Edelkastanienbeständen dargestellt. Die *genetische Vielfalt* (N_a) reicht in den bayerischen Beständen von 2,4 in Saldenburg (BY_SAL) bis 6,8 in Klingenberg (BY_KL). Die *allelische Vielfalt* (A) gibt einen für die Probenanzahl korrigierten Wert wieder und liegt zwischen 2,7 (BY_SAL) und 5,9 (BY_KL_M). Die *genetische Diversität* (N_e) in die die Häufigkeiten der Allele miteinbezogen werden, liegt zwischen 2,0 (BY_SAL) und 3,2 (BY_KL). In dem Bestand BW_OB_M wurde die größte Anzahl an Allelen die ausschließlich dort vorkommen (sogenannte private Allele) gefunden.

Die Heterozygotie (Gemischterbigkeit) war im Bestand Klingenberg (BY_KL) am höchsten. Die genetische Variabilität ist dort im Vergleich zu den anderen süddeutschen Edelkastanienbeständen hoch und liegt im Bereich von Beständen in Bosnien-Herzegowina, Frankreich und Italien. Im Bestand Klingenberg wurde zusätzlich zu den Elternbäumen (BY_KL) auch das Mischsaatgut (BY_KL_M) genetisch analysiert. Der genetische Abstand zwischen diesen beiden Kollektiven

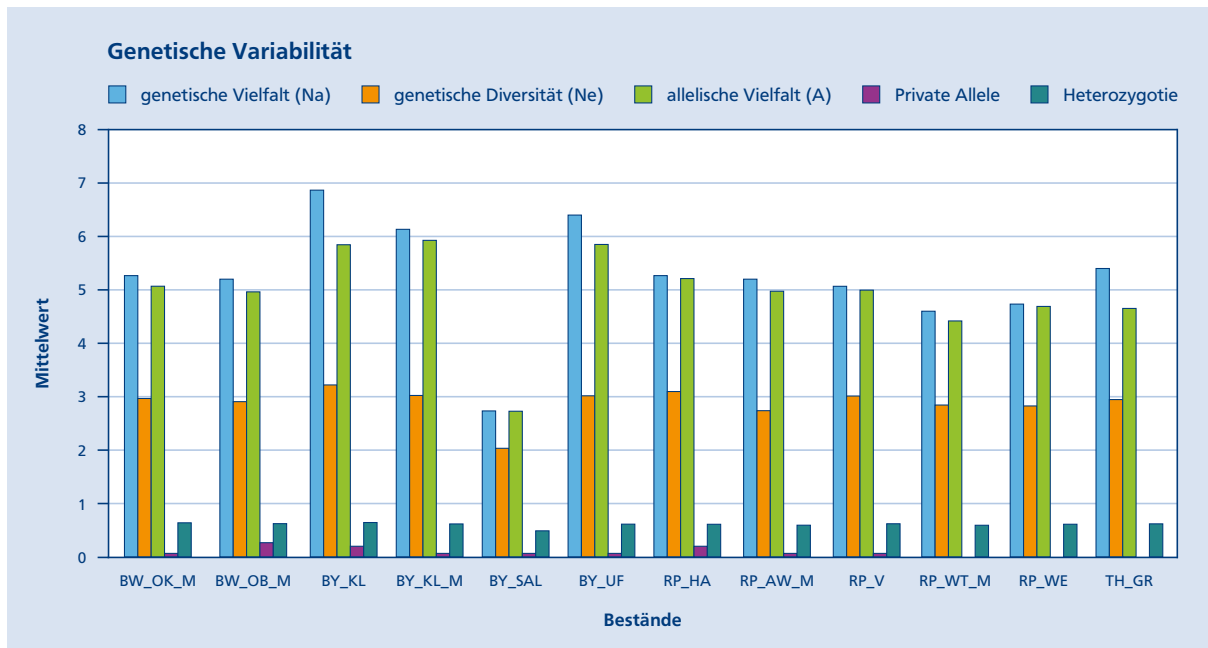


Abbildung 2: Genetische Parameter in den süddeutschen Edelkastanienbeständen Quelle: ASP

ist mit 3% sehr gering. Die Werte der genetischen Variabilität liegen ebenfalls sehr eng beieinander und sind ein Hinweis auf ein funktionierendes Paarungssystem. Die genetische Variabilität wird in vollem Umfang auf die nächste Generation weitergegeben.

Mit Hilfe der Software STRUCTRE wurden mögliche genetische Gruppierungen der Bestände berechnet. Das Programm schlug zwei Cluster als die wahrscheinlichste Anzahl von Gruppen vor. Dabei umfasste eine südliche Gruppe die Herkünfte aus Griechenland, Bosnien-Herzegowina, Italien und Frankreich sowie die Herkunft aus Thüringen. Die zweite Gruppe umfasste alle anderen deutschen Herkünfte. Wird dem Programm die Bildung mehrerer Cluster ermöglicht, so zeigt sich, dass der Bestand in Thüringen der Herkunft »Bratunac« aus Bosnien-Herzegowina sehr ähnlich ist.

Fruktifikation und vegetative Ausbreitung

Während ihrer außergewöhnlich späten Blütezeit von Mitte Mai bis Juni benötigt die Esskastanie warme Temperaturen und Trockenheit für eine ausreichende Bestäubung. Die 25–30 cm langen hellgelben Kätzchen der männlichen Blüten stehen in auffälligen Büscheln zusammen und verströmen einen starken Duft. Zwar befinden sich beide Geschlechter auf demselben Baum, doch wird durch den unterschiedlichen

Reifezeitpunkt der männlichen und weiblichen Blüten eine Selbstbefruchtung verhindert. Sowohl Wind- als auch Insektenbestäubung ist möglich. Dabei zeigt sich deutlich ein Übergang zum Pollentransport durch den Wind. Die weiblichen Blüten sind unscheinbarer und befinden sich an der Basis der Kätzchen. Sie besitzen bereits in diesem Stadium ein stacheliges Aussehen. Zur weiteren Samenentwicklung benötigt der Baum ausreichend Wärme und gelegentliche Niederschläge. Mit der Reife im Oktober öffnet sich der igelartige Fruchtkelch (Cupula) und es fallen ein bis drei Nussfrüchte zu Boden. Unter der härteren braunen Samenschale finden sich zwei große, essbare Keimblätter des Embryos. Sie sind zusätzlich von einer samtigen Fruchtschale umgeben (Hahn 2004).

Im Freiland fruktifizieren Edelkastanien erstmals im Alter von 20 bis 30 Jahren, im Waldbestand mit 40 bis 60 Jahren. Alle zwei bis drei Jahre ist mit einer Vollmast zu rechnen.

Die Zuchtform der Edelkastanie – die großfrüchtige leichter schälbare Maroni – wird hauptsächlich über Pfropfung vermehrt. Daneben existieren etliche Esskastanienbestände, die aus Stockausschlag während der Niederwaldbewirtschaftung entstanden.

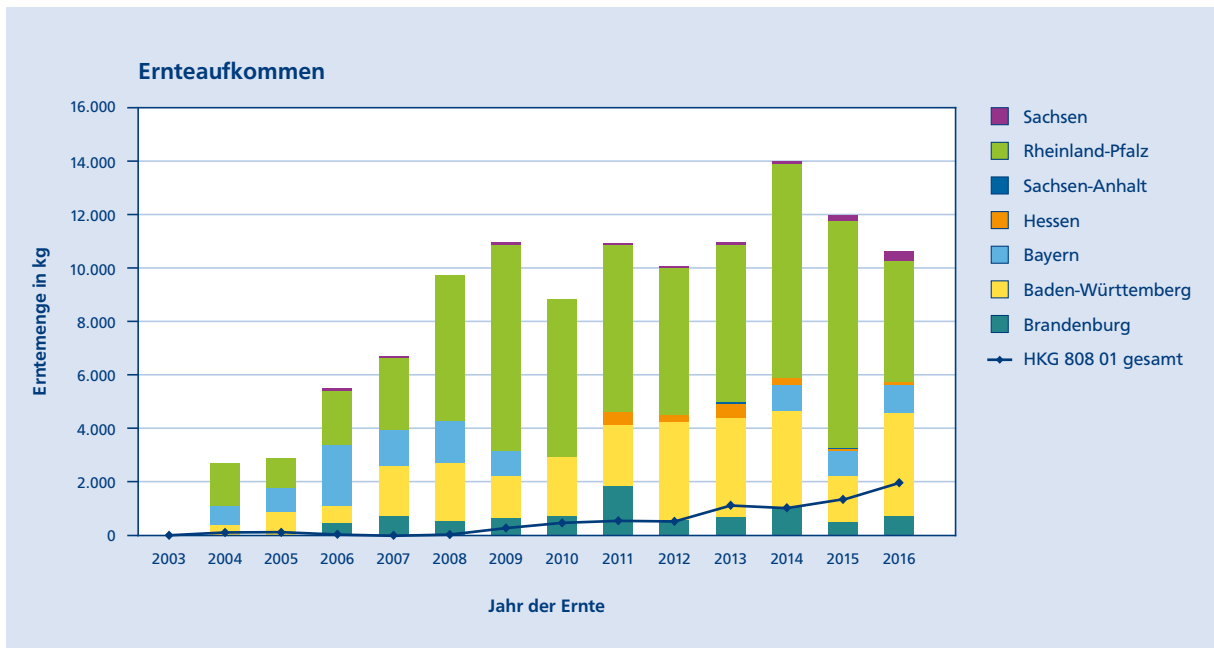


Abbildung 3: Ernteaufkommen bei Edelkastanie im Zeitraum 2004 bis 2016 in den Herkunftsgebieten 808 01 und 808 02
Quelle: BLE

Beerntung und Ernteaufkommen

Die Edelkastanie unterliegt seit 2003 dem Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG). Die Erzeugung und Vermarktung von Saat- und Pflanzgut ist nur aus Material von zugelassenen Erntebeständen oder Samenplantagen erlaubt. Die deutschen Herkünfte werden nach zwei Gebieten unterteilt, dem Norddeutschen Tiefland (808 01) und dem Übrigen Bundesgebiet (808 02).

Eine Einteilung in nur zwei Herkunftsgebiete gilt als ausreichend, da noch keine weitreichenden Anpassungsvorgänge dieser nicht autochthonen Art erfolgten und die waldbauliche Bedeutung sich auf wenige Regionen beschränkt.

Die Mindestanforderungen für die Zulassung als Erntebestand in der Kategorie »Ausgewählt« sind:

- Mindestalter des Bestandes: 40 Jahre
- Mindestbaumzahl im Bestand: 40 Stück
- bei der Ernte müssen mindestens 20 Bäume beerntet werden
- überdurchschnittliche Wipfelschäftigkeit, Geradschaftigkeit und geringe Wasserreiserbildung

In Süddeutschland befinden sich die meisten Erntebestände in Rheinland-Pfalz, in Bayern gibt es nur zwei Erntebestände (Bachmann et al. 2009). Sie stehen im Eigentum der Gemeinde Klingenberg/Unterfranken.

Nachdem in Bayern in den Jahren 2010 bis 2013 keine Beerntung stattfand, steigt die Menge an geerntetem Saatgut seitdem wieder kontinuierlich an (Abbildung 3). 2016 wurden in Unterfranken 1.050 kg gesammelt und 2017 nochmals 1.304 kg.

Rheinland-Pfalz und Baden-Württemberg sind die bedeutendsten Lieferanten von Saatgut. Dies deckt sich mit der klimatischen Begünstigung einiger Regionen für den Weinbau. Daneben besitzt Rheinland-Pfalz Erntebestände der Kategorie »Geprüft«, die aus Herkunftsversuchen hervorgingen.

Die Beerntung erfordert das Auslegen von Netzen, Planen oder Tüchern. Sie beginnt mit dem Aufplatzen der Cupula Anfang Oktober bis Mitte November. Auch eine Handsammlung ist möglich. Das Eindringen von Schwarzwild sollte verhindert werden.

Saatgutbehandlung und Anzucht

Durch ihren hohen Stärke- und Wassergehalt sind die Kastanien empfindlich gegenüber Pilzbefall und Insektenfraß. Empfohlen wird die Langzeitwässerung zur Konservierung. Das Saatgut wird hierzu für neun Tage in kaltes Wasser getaucht (2 l Wasser für 1 kg Kastanien). Mit Insekten befallene und taube Früchte werden ausgeschwemmt, da sie leichter sind und

Angestrebtes Sortiment	Reihenabstand (5 Reihen pro lfm Beet)	Pflanzenabstand in der Reihe	Aufwandmenge pro Meter Beet
1+0 oder 2+0 unterschritten	25 cm	5 cm	100 Stück
1+1 oder 1+2	25 cm	10 cm	50 Stück

Tabelle 1: Empfohlene Saat- und Verschulverbände für die Anzucht (nach Verband deutscher Forstbaumschulen e. V.)

an der Oberfläche treiben. Dann dürfen die Kastanien abtropfen und oberflächentrocken in perforierten Plastiksäcken oder Sandkisten bei 0 ° bis 2 °C in der Kühlzelle überwintern. Bei Aufbewahrung im Freien lagert man das Saatgut – geschützt gegen Vögel und Mäuse – in Sand eingeschichtet an einem kühlen, ausreichend feuchten Ort. Bei wiederholten Kontrollen müssen faule oder wurmige Früchte aussortiert werden (Bazzigher et. al 1982; Karopka 2017).

Bei der Saatgutprüfung ergibt sich in Abhängigkeit von der Größe der Früchte ein Tausendkorngewicht von 3.700 g bis 5.700 g. Ein Kilo Samen enthält 170 bis 270 Kastanien. Die Keimprozente betragen meist 65 bis 93 %. Insektenbefall oder Lagerschäden können den Auflaferfolg aber erheblich schmälern. Aus einem Kilo Samen können 110 bis 250 Sämlinge entstehen (Jenner 2018).

Esskastanien besitzen keine Keimhemmung. Herbstsaat ist möglich, jedoch besteht während des Winters ein hohes Risiko von Fraßverlusten, vor allem durch Wildschweine und Mäuse. Aussaatzeitpunkt ist daher im Regelfall April bis Mai. Empfohlen wird eine Substratmischung der Saatbeete aus je einem Drittel Torf, Erde und Kompost (Bazzigher et. al 1982). Kalkarme Böden begünstigen die Aufzucht. In Reihensaat werden die Früchte mit der flachen Seite aufliegend 3 bis 5 cm tief in den Boden gebracht und abgedeckt. Entsprechend dem Ergebnis der Saatgutprüfung ist mit einem Bedarf von 1.000 g bis 1.500 g Samen pro Quadratmeter Beet zu rechnen. Nach circa vier bis fünf Wochen folgt die Keimung. Fortgesetzte Unkraut- und Schädlingsbekämpfung sichert den Erfolg der Anzucht. Üblich ist ein Verschulen der einjährigen Pflanzen, da die Edelkastanie im ersten Jahr ihre Pfahlwurzel ausbildet.

Die Verkaufssortimente reichen von einjährigen Pflanzen ab einer Höhe von 15 bis 30 cm bis zu 120 bis 150 cm großen Heistern im Sortiment 1+2 (Tabelle 1).

Zukünftiger Bedarf an Vermehrungsgut

In Unter- und Mittelfranken wird die Esskastanie in kleinräumigem Umfang in die Waldbestände eingebracht. In Mittelfranken wurden im Privat- und Körperschaftswald revierweise Pflanzzahlen von 1.000 bis 2.000 Stück in den letzten zwei Jahren dokumentiert. In Unterfranken werden gelegentlich Kleinflächen bis 0,3 ha mit Esskastanie bestockt.

Wegen der Neigung der Esskastanie zur Ringschäle wird in der Regel keine Wertholzerzeugung angestrebt. Vorsichtige Durchforstungen sollen jedoch zumindest Stammholz der Klasse B auf den Markt bringen. Dabei fällt automatisch Energieholz dieser, in der Jugend raschwüchsigen Baumart an. Trotz Klimaerwärmung bleiben Verluste durch Spätfröste in der Kulturphase ein Risiko. Dazu kommt eine latente Bedrohung durch Schädlinge wie den Kastanienrindenkrebs und die Japanische Gallwespe. Der Anbau von Esskastanien wird daher auch künftig nur im bemessenen Umfang auf wärmebegünstigten Standorten eine Rolle spielen. Beim Umbau von Kiefernbeständen auf basenarmen Sandböden stellt sie jedoch eine interessante, schattentolerante Alternative dar. Engpässe bei der Pflanzenversorgung sind derzeit keine zu erwarten. Bei genügend Altbäumen kann örtlich auch die Naturverjüngung durch Hähersaat eine Rolle spielen (Albrecht und Ort 2018), siehe auch Kurzbeitrag Kutscher auf Seite 62/63 in diesem Heft.

Literatur

Hahn, S. (2004): Die Esskastanien – Nahrungsquelle und bedrohte Naturressource. Books on Demand GmbH Norderstedt

Bazzigher G.; Lawrenz K. P.; Ritter F. (1982): Vermehrung und Aufzucht der Kastanie. Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen, Bericht Nr. 240, S.18–19

Karopka, M. (2017): Schriftliche Mitteilung zu Saatgutbehandlung und weiterer Verwendung. Forstliche Versuchsanstalt in Freiburg, 7.12.2017

Jenner, R. (2018): Mündliche Mitteilung zu Saatgutprüfung. Bayerisches Amt für forstliche Saat- und Pflanzenzucht Teisendorf, 26.2.2018

Ort, B. (2018): Schriftliche Mitteilung zu Verwendung von Pflanzgut an den ÄELF. AELF Karlstadt-Außenstelle Miltenberg, 25.1.2018

Albrecht, L. (2018): Schriftliche Mitteilung zu Verwendung von Pflanzgut an den ÄELF. AELF Uffenheim, 15.2.2018

Bachmann, M.; Konnert, M.; Schmiedinger, A. (2009): Vielfalt schaffen, Risiko verringern – Gastbaumarten als Alternativen zur Fichte. LWF Wissen 63

Bottacci, A. (1998): *Castanea sativa*. In: Schütt, Schuck, Lang, Rolloff: Enzyklopädie der Holzgewächse. 14. Erg.Lfg. 12/1998

Schiffer, M.; Maurer, W. D.; Tabel, U.; Leibenguth, F. (2002): Die genetische Charakterisierung südwestdeutscher Edelkastanien (*Castanea sativa* Mill.) mittels molekularer Marker. Mitteilungen aus der Forschungsanstalt für Waldökologie und Forstwirtschaft Rheinland-Pfalz, Nr. 49/02, S. 184–198

Keywords: Sweet Chestnut, genetics, cultivation, seed

Summary: Sweet chestnut was subject to strong historical use. The existing provenances in Germany have low genetic differentiation. Today, the main focus is its quality as a climate-tolerant, economically and ecologically valuable forest tree. Due to the increasing importance of this tree species for the development of climate-tolerant mixed forests, it should be ensured at an early stage that the forest reproductive material has a high genetic diversity. This is given in the Bavarian seed stand »Klingenberg«. In southern Germany, most seed stands are in Rhineland-Palatinate, in Bavaria only two seed stands are situated. In Lower and Middle Franconia, sweet chestnut is currently introduced on a small scale into forest stands. Since sweet chestnut was added to the law for forest reproductive material in 2003, the amount of harvested seeds in Germany has steadily increased. This reflects the importance of this tree species. The seed of sweet chestnut cannot be stored for very long. Seed testing showed great variability in viability and thousand-seed weight, so the number of living germs varies accordingly. Insect infestation or storage damage can significantly reduce germination success.



*An vollen Büschelzweigen,
Geliebte, sieh' nur hin!
Laß dir die Früchte zeigen
Umschalet stachlig grün.*

*Sie hängen längst geballet,
Still, unbekannt mit sich,
Ein Ast, der schaukelnd waltet
Wiegt sie geduldiglich.*

*Doch immer reift von Innen
Und schwillt der braune Kern,
Er möchte Luft gewinnen
Und sah die Sonne gern.*

*Die Schale platzt und nieder
Macht er sich freudig los;
So fallen meine Lieder
Gehäuft in deinen Schoß.*

Johann Wolfgang von Goethe

Foto: abcmedia / Fotolia.de