Verbreitung und Genetik des Feldahorns in Bayern

Gerhard Huber, Andreas Wurm und Barbara Fussi

Schlüsselwörter: Feldahorn, seltene Baumarten, Genetik, Generhaltung, genetische Variation, Erntebestände, Verbreitung, Bayern

Zusammenfassung: Seltene Baumarten wie der Feldahorn erfüllen eine wichtige ökologische Funktion in unseren Wäldern. Um ihre Gefährdung abschätzen und geeignete Erhaltungsmaßnahmen durchführen zu können, müssen ihre Verbreitungs- und Vorkommensschwerpunkte bekannt sein. Im Rahmen eines Bundesprojektes wurden von 2010 bis 2012 die Vorkommen des Feldahorns in Bayern erfasst. Der Feldahorn ist hier mit über 250 kartierten Vorkommen in seinem Bestand nicht gefährdet. Schwerpunkte seiner Verbreitung sind Unter- und Mittelfranken. Wichtigste Erhaltungsmaßnahmen sind die Ausscheidung von Erntebeständen und die Durchführung von Erntemaßnahmen zur Bereitstellung von geeignetem Saat- und Pflanzgut. Von großer Bedeutung ist der Erhalt der autochthonen Vorkommen vor allem in den Hauptverbreitungsregionen und ihrer genetischen Vielfalt und Diversität.

Seltene Baumarten wie der Feldahorn tragen wesentlich zum Erhalt der Biodiversität unserer Wälder bei und helfen, naturnahe, multifunktionale Wälder zu erhalten. Dies wird gerade auch im Hinblick auf die globalen Herausforderungen wie Klimawandel und nachhaltige Wirtschaft immer bedeutender.

Die Vorkommen des Feldahorns wurden in den Jahren 2010 bis 2012 in Bayern kartiert (Riederer et al. 2012). Die Aufnahme erfolgte im Rahmen des Bundesprojektes zur Erfassung der genetischen Ressourcen seltener Baumarten im Auftrag der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) und in Zusammenarbeit mit den zuständigen Behörden der Bundesländer und privaten Kartierbüros (z.B. Schröder et al. 2013).

Die vorliegenden Ergebnisse sind Grundlage und Entscheidungsbasis für gezielte Erhaltungsmaßnahmen zur Sicherung der Genressourcen. Aufgrund der großen Waldfläche Bayerns wurden wahrscheinlich nicht alle Vorkommen des Feldahorns im Wald entdeckt,

wie z.B. kleinere und isolierte Vorkommen. Populationen mit weniger als fünf Bäumen, die als Genressource nicht bedeutsam sind und Anbauten in Parks, Arboreten und landwirtschaftlichen Flächen entlang von Straßen und Wegen außerhalb des Waldes sowie in Gärten wurden im Projekt nicht erfasst.

Verbreitung in den Wäldern Bayerns

Der Feldahorn hat ein sehr großes Verbreitungsgebiet in Europa (siehe Beitrag Aas in diesem Heft; Schütt et al. 1998). In Deutschland besiedelt er vorwiegend die kollinen und submontanen Lagen der Mittelgebirgslandschaften und den Nordosten Deutschlands (Riederer et al. 2012; Häberle 2011). Nicht besiedelt sind die höheren Lagen der Alpen, des Schwarzwalds und des Rothaar-





Abbildung 1: Blüte (oben) und Blatt (unten) des Feldahorns Foto: G. Huber

Baumart	Anzahl Bäume	Bayer. Anteil der BA in D [%]	Anzahl Vorkommen ab 5 Bäumen	Fläche [ha]	Anzahl pro Hektar	Mittlere Anzahl pro Vorkommen		
Feldahorn	427.347	32	251	3.155	135,5	1.702,6		
Sonstige seltene Baumarten								
Wildapfel*	121	<1	3	201	0,6	40,3		
Speierling*	1.055	22	106	2.747	0,4	10,0		
Wildbirne*	1.964	12	15	919	2,1	130,9		
Eibe*	14.761	25	128	2.149	6,9	115,3		
Schwarzpappel*	15.829	31	456	3.036	5,2	34,7		
Elsbeere	45.350	55	193	2.933	15,5	235,0		
Grünerle	110.940	99	11	883	125,6	10.085,5		
Gemeine Traubenkirsche	455.331	12	183	2.732	166,7	2.488,1		
Weißerle	1.582.193	75	182	5.071	312,0	8.693,4		

^{*} mit erfassten Einzelbäumen

Tabelle 1: Vorkommen, Anzahl, Fläche und weitere Kennzahlen zu den seltenen Baumarten in Bayern

gebirges sowie die östlichen Mittelgebirge in Sachsen und Bayern. In der Nord- und Nordwestdeutschen Tiefebene und in Südbayern ist der Feldahorn sehr selten und meistens nur einzeln beigemischt. Die kartierten Vorkommen in Bayern haben einen hohen Überdeckungsgrad mit den Ergebnissen der Bundeswaldinventur (BWI3). Abweichungen sind durch die unterschiedlichen Erhebungsmethoden erklärbar.

Der Feldahorn besiedelt ca. 0,1 % der Waldfläche Bayerns. Mit fast 430.000 Bäumen (ca. 1.700 Bäumen/Vorkommen) und einer Fläche von 3.155 ha gehört er jedoch zu den seltenen Baumarten in Bayern, die noch vergleichsweise häufig vorkommen (Tabelle 1).

Häufig ist der Feldahorn in Bayern in den wärmebegünstigten Lagen in Unter- und Mittelfranken zu finden (Abbildung 2). Südlich der Donau gibt es keine größeren Vorkommen mehr, mit Ausnahme der wärmebegünstigten Lagen. Allerdings sind die Vorkommen nicht sehr groß. Entlang der Donau erstreckt sich seine Verbreitung bis nach Passau. Der Feldahorn bevorzugt hier milde Standorte in Gesellschaft mit der Elsbeere und in den Hartholzauen außerhalb der Überschwemmungsgebiete. Da nur Baumhöhen von durchschnittlich 15 m erreicht werden, kann sich der Feldahorn vor allem in lichten Wäldern (z.B. Eichenwäldern) oder an Waldrändern behaupten. Er bevorzugt wärmere Klimabereiche, meidet aber stark saure Böden (Häberle 2011). Dies dürfte mit der Grund dafür sein, dass die unteren Lagen der östlichen Mittelgebirge von ihm fast nicht besiedelt werden.

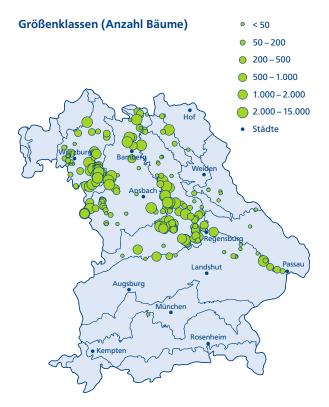


Abbildung 2: Verbreitung des Feldahorns in Bayern (Erfassung 2010 – 2012) in den Wuchsgebieten; die Größe der Symbole gibt die Größenklassen der Vorkommen wieder.

Kartengrundlage Wuchsgebiete Bayerns

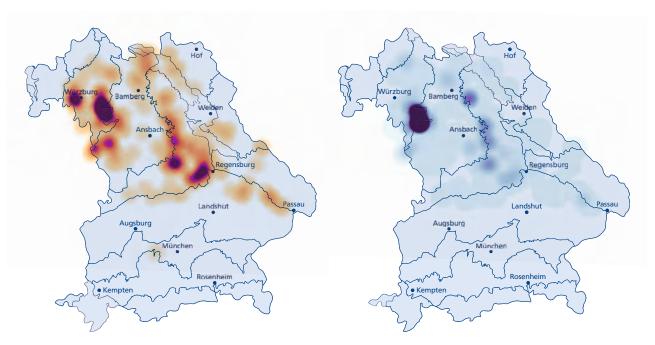


Abbildung 3: Verbreitungsschwerpunkte des Feldahorns in Bayern (Erfassung 2010 – 2012) anhand einer Vorkommensdichteanalyse mit einem Abstand von 15 km (links) mit Gewichtung der Populationsgröße (rechts) Kartengrundlage Wuchsgebiete Bayerns

Verbreitungsschwerpunkte »Hotspots«

Zur Abschätzung, wo sich in Bayern die Schwerpunkte seiner Verbreitung befinden, wurde anhand der Abstände zwischen den kartierten Vorkommen und den Populationsgrößen eine Dichteanalyse (Clusteranalyse) durchgeführt. Als Analyse-Werkzeug kam »Heatmaps« der GIS-Software QGIS zum Einsatz. Zur Bestimmung der Dichte-Cluster wurde ein Abstand von 15 km zwischen den Vorkommen zugrunde gelegt (Abbildung 3 links), der eine bestmögliche Darstellung gewährleistete. Die größten Vorkommensdichten finden sich demnach auf der Fränkischen Platte westlich und östlich von Würzburg und auf der Fränkischen Alb zwischen Nürnberg und Regenburg. Durch Gewichtung der Vorkommensdichte mit der Populationsgröße (Anzahl Bäume) zeigt sich aber, dass sich der »Hotspot« des Feldahorns in Bayern in den wärmeliebenden Eichenmischwäldern der südlichen Fränkischen Platte und des südlichen Steigerwalds befindet (Abbildung 3 rechts).

Vertikale Verbreitung

Neben den regionalen Schwerpunkten der Verbreitung interessiert jedoch auch die vertikale Verbreitung der Vorkommen. In den bayerischen Waldlandschaften besiedelt der Feldahorn nur Höhenlagen von 200 - 600 m mit einer klaren Präferenz zwischen 300 und 500 m (Abbildung 4). In der westlichen Abdachung des Juras zwischen Nürnberg und Regensburg werden auch Höhenlagen von über 500 m besiedelt. Die wenigen kartierten Vorkommen im Bayerischen und Oberpfälzer Wald wachsen ebenfalls in den milderen Höhenzonen unter 600 m und betonen sein ausgesprochenes Wärmebedürfnis. In den Bayerischen Alpen wurden zwar Einzelfundorte bis etwa 800 m in der Literatur erwähnt; ob es sich dabei um natürliche autochthone Vorkommen handelt(e), muss jedoch bezweifelt werden.

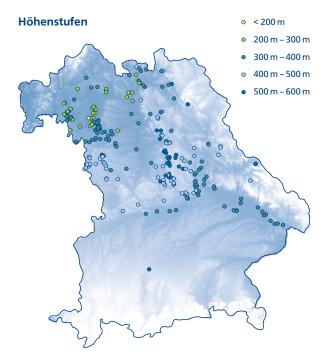


Abbildung 4: Höhenverbreitung der bayerischen Feldahorn-Vorkommen Kartengrundlage DGM

maßen (Abbildung 5). Vor allem außerhalb der Hauptverbreitungsgebiete ist der Anteil der Vorkommen mit Naturverjüngung deutlich geringer oder er fehlt ganz, wie z.B. im Bayerischen Wald. Hier sind die Verjüngungsbedingungen für den Feldahorn weniger geeignet. In den Verbreitungsschwerpunkten konnten in den meisten Vorkommen ausreichende Verjüngungsanteile festgestellt werden. Dies deutet darauf hin, dass eine ungestörte Verjüngungsdynamik gewährleistet und ein ungestörter Genfluss zwischen den Baumgenerationen vorhanden ist. Ausnahme hiervon bilden lediglich die Vorkommen im westlichen Teil der Fränkischen Platte. Die Ursachen dafür sind nicht bekannt.

Durchmesserverteilung [% Anteil]							
D-KI.	<7 cm	7–20 cm	>20 cm				
Bayern	43	40	17				
Deutschland	34	41	25				

Tabelle 2: Verteilung der Durchmesserklassen (D-Kl.) der kartierten Feldahorn-Vorkommen in Bayern und Deutschland als Indikator für die Altersstruktur

Altersstruktur und Verjüngung

Zur Abschätzung des Altersaufbaus der erfassten Populationen wurde die Durchmesserverteilung der Vorkommen in drei Stufen erfasst (Tabelle 2). Wegen der geringeren Wüchsigkeit und Konkurrenzfähigkeit des Feldahorns ist der Anteil an Bäumen mit einem Durchmesser von über 20 cm aber geringer als in den übrigen Stärkeklassen. Aus der Verteilung ergibt sich, dass alle Altersklassen über alle Vorkommen hinweg gut vertreten sind, was insgesamt auf einen ausgeglichenen Altersaufbau in Bayern schließen lässt. Allerdings kann der Altersaufbau der einzelnen Bestände sehr unterschiedlich sein. Es überwiegen Populationen mit einem pyramidalen Aufbau, indem die unterste Stärkeklasse überwiegt und nur wenige ältere Bäume vorhanden sind. Jedoch gibt es eine Vielzahl von Bestandsstrukturtypen, bei denen meist eine der drei Altersstufen vorherrscht (Riederer et al. 2012).

Der Anteil der Feldahorn-Vorkommen mit Naturverjüngung ist in Bayern mit 24,1 % etwas höher als im Bundesdurchschnitt (19,1 %). Von den in Bayern erfassten zehn seltenen Baumarten sind die Naturverjüngungsanteile in den Vorkommen des Feldahorns insgesamt am höchsten (Huber et al. 2014). Allerdings verjüngt sich der Feldahorn nicht in allen Vorkommen gleicher-

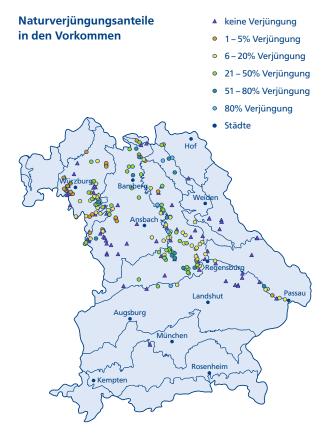


Abbildung 5: Anteil der Naturverjüngung in den bayerischen Vorkommen des Feldahorns (6 Klassen) Kartengrundlage Wuchsgebiete Bayerns

Genetik des Feldahorns

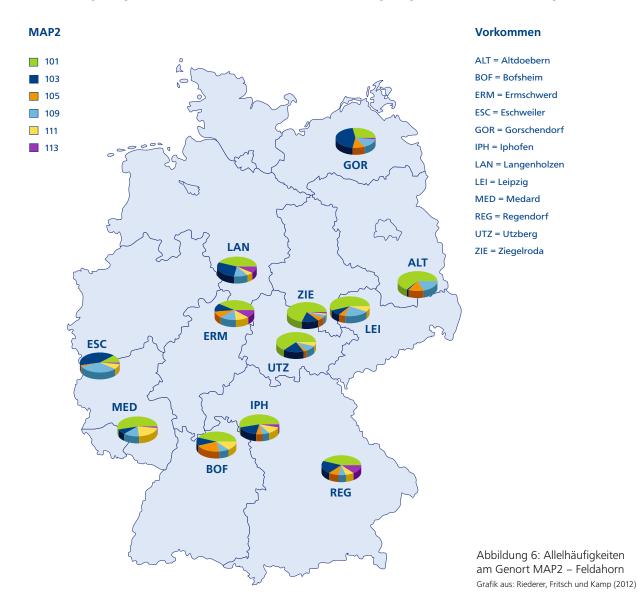
Der Feldahorn ist einer von 124 Ahornarten, die auf der Nordhalbkugel der Erde vorkommen. Die nächstverwandte Art ist der Spitzahorn (A. platanoides). Der Bergahorn (A. pseudoplatanus) gehört einer anderen Gruppe innerhalb der Gattung an und ist nur mehr sehr weit entfernt mit dem Feldahorn verwandt (Renner et al. 2007).

Im Rahmen des Projektes zur »Erfassung der Genressourcen der Seltenen Baumarten« wurden zwei Vorkommen des Feldahorns in Bayern und weitere zehn bundesweit genetisch analysiert (Höltken, in Riederer et al. 2012), um einen Überblick über die genetische Variation und Differenzierung in Deutschland zu erhalten. Dabei wurden drei Kernmikrosatelliten-Genmarker zur Bestimmung der genetischen Unterschiede innerhalb

und zwischen den Vorkommen eingesetzt. Daraus können, je nach Anzahl und Häufigkeit der vorhandenen genetischen Varianten, Aussagen über die genetische Vielfalt und genetische Ähnlichkeit der Vorkommen abgeleitet werden.

In allen 12 Vorkommen wurden über alle untersuchten Genorte im Mittel 27,9 genetische Varianten gefunden. Dabei zeigen die beiden bayerischen Vorkommen in *Iphofen* und *Regendorf* mit 27 bzw. 31 Allelen mittlere bis hohe Werte. Die genetische Diversität, gemessen als effektive Anzahl der Allele (Ne), liegt im Mittel bei 4,5. Die bayerischen Vorkommen befinden sich hier im oberen Bereich mit 4,6 bzw. 5,2.

An den Genorten MAP2 und MAP33 konnten leichte geografische Unterschiede in der genetischen Ausstattung festgestellt werden. Das häufigste Allel »101«



am Genort MAP2 nimmt im westlichsten (Eschweiler, Nordrhein-Westfalen) und nördlichsten (Gorschendorf, Mecklenburg-Vorpommern) Vorkommen deutlich ab (Abbildung 6). Am Genort MAP33 sind im bayerischen Vorkommen Regendorf die Allele gleichmäßiger verteilt, als im Vorkommen Iphofen (Abbildung 7).

Die Fixierungswerte zwischen den untersuchten Vorkommen als Maß für das Verhältnis zwischen heterozygoten (mischerbig) und homozygoten (reinerbig) Individuen schwanken sehr stark. In einigen Vorkommen wurden vergleichsweise hohe Werte gemessen. In Langenholzen (Niedersachsen) konnte der höchste Wert mit 0,26 festgestellt werden. Die bayerischen Vorkommen liegen mit 0,17 und 0,11 im mittleren Bereich. Die Fixierungswerte könnten mit Inzucht in den Vorkommen zusammenhängen. Inzucht (Paarung zwischen verwandten Individuen) kann zu einer Inzuchtdepression führen, die sich auf die Vitalität und Fitness der Nachkommen auswirken kann. Bei einer Beerntung der Vorkommen sollten diese Gegebenheiten berücksichtigt werden. Allerdings wäre es sinnvoll, wenn noch weitere genetische Analysen folgen, um genau abzuklären, ob die hohen Fixierungswerte tatsächlich mit Inzucht zusammenhängen.

Die genetische Ähnlichkeit von Vorkommen kann über den genetischen Abstand der Vorkommen gemessen werden. Dieser Wert gibt an, wie viele genetische Varianten zwischen den Vorkommen ausgetauscht werden müssten, um identische Profile zu erhalten. Der gefundene Wert liegt zwischen Regendorf und Iphofen bei 0,25. Der geringste gefundene Abstand liegt zwischen den Vorkommen Utzberg (Thüringen) und Regendorf (0,21), der höchste zwischen Gorschendorf und Medard (0,52). Die genetischen Abstände können mit der



MAP33

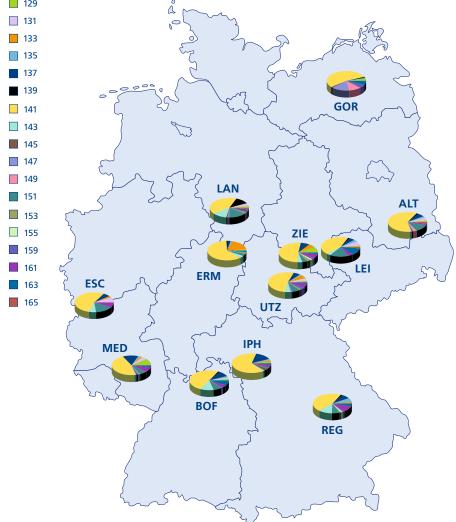


Abbildung 7: Allelhäufigkeiten am Genort MAP33 - Feldahorn Grafik aus: Riederer, Fritsch und Kamp (2012)

geografischen Distanz zwischen den Vorkommen zusammenhängen. Die Pollenausbreitung und damit ein Teil des Genflusses erfolgt beim Feldahorn überwiegend durch Insekten (Bendixen 2001), Windbestäubung und Selbstbefruchtung erfolgen hingegen nur in geringerem Maße. Die sogenannte »Entomophilie« (Insektenbestäubung) kann aber lokal begrenzt sein. Die Gesamtdifferenzierung ist beim bayerischen Vorkommen Regendorf am geringsten. In Verbindung mit hoher genetischer Diversität eignet sich dieses Vorkommen daher besonders zur Generhaltung, weil es den Genpool des Feldahorns sehr gut repräsentiert. Der zweite genetisch untersuchte bayerische Bestand Iphofen eignet sich im Vergleich mit anderen bundesweiten, besonders nördlicher verbreiteten Vorkommen, ebenfalls als Generhaltungsbestand und zur Beerntung.

Für die Abschätzung der genauen genetischen Variation des Feldahorns innerhalb Bayerns sind in den nächsten Jahren aber noch weitere Populationen zu untersuchen.

Gefährdung und Erhaltung

Der Feldahorn gilt mit über 400.000 Bäumen in seinem Bestand in Bayern als nicht gefährdet. Aufgrund fehlender Naturverjüngung können jedoch Populationen regional bedroht sein. Erhaltungsmaßnahmen beschränken sich daher auf die in-situ Erhaltung wichtiger oder forstwirtschaftlich interessanter Vorkommen sowie regional bedeutender Populationen.

Da der Feldahorn nicht dem Forstvermehrungsgutrecht unterliegt, gibt es für die Verwendung von Saatund Pflanzgut im Wald derzeit noch keine schützenden Regelungen. Es besteht daher die Gefahr, dass ungeeignetes Pflanzenmaterial, z.B. aus dem Landschaftsbau, im Wald ausgebracht wird. Dadurch kann es zu einer genetischen Vermischung mit den autochthonen Herkünften kommen. Bei der künstlichen Einbringung des Feldahorns im Wald ist daher Sorge zu tragen, dass nur autochthones Pflanzgut verwendet wird. Hierbei sollten auch die regionalen Unterschiede berücksichtigt werden, die sich aus den genetischen Analysen ergeben haben.

Im Rahmen des bayerischen Generhaltungskonzepts sind auch verschiedene Maßnahmen zur Sicherung der genetischen Vielfalt und Diversität für den Feldahorn vorgesehen. So ist geplant, geeignete Erntebestände auszuweisen und regelmäßige Beerntungen in den

Schwerpunktregionen durchzuführen. Aufgrund der fehlenden Vorschriften muss darauf geachtet werden, dass bei jeder Ernte eine genügend große Anzahl von Bäumen verteilt über die ganze Bestandsfläche beerntet wird, um die Weitergabe der gesamten genetischen Information zu gewährleisten. In Anhalt an neuere genetische Untersuchungen und an das Forstvermehrungsgutgesetz sollten die ausgewählten Erntebestände aus mindestens 20 beerntbaren Individuen (Mindestbaumzahl) bestehen und bei jeder Erntemaßnahme mindestens zehn Bäume beerntet werden. Darüber hinaus sind Alleebäume oder künstlich angelegte Vorkommen unbekannter oder zweifelhafter Herkunft von der Saatgutgewinnung zur Erzeugung von forstlichem Vermehrungsgut auszuschließen.

Wegen seiner ökologischen Bedeutung für die Biodiversität sollte der bisher wenig forstwirtschaftlich genutzte Feldahorn zudem stärker waldbaulich gefördert und häufiger bei der Waldrandgestaltung eingebracht werden. Aufgrund seiner Eigenschaft, besonders trockenheitsertragend zu sein, könnte er im Klimawandel zukünftig eine temporäre walderhaltende Funktion übernehmen, wie dies bereits in den südlichen Ländern Europas beobachtet werden kann.

Genetische Variation

Der Begriff »genetische Variation« umfasst die Variation der Erbanlagen einzelner Individuen innerhalb sowie zwischen Populationen. Dies gilt auch für Waldbäume (Individuen) und Bestände (Populationen). Kenntnisse über das geografische Muster der genetischen Variation des Feldahorns sind eine wichtige Entscheidungshilfe für Generhaltungsmaßnahmen und für die Auswahl und Verwendung von forstlichem Vermehrungsgut.

Literatur

Bendixen, K. (2001): Zum Reproduktionssystem des Feldahorns (*Acer campestre* L.) – Blühphänologie und genetische Untersuchungen. Dissertation der Universität Göttingen, 152 S.

Häberle, K.-H. (2011): Acer campestre L. (Feldahorn). In Enzyklopädie der Holzgewächse 59, 112

Hegi, G. (1926): Flora von Mitteleuropa.

Huber, G.; Wurm, A. (2014): Die Verbreitung seltener Baumarten in Bayern. LWF Wissen 74, 85–97

Renner, S.S.; Beenken, L.; Grimm, G.W.; Kocyan, A.; Ricklefs, R.E. (2007): The Evolution of Dioecy, Heterodichogamy, and Labile Sex Expression in Acer, Evolution 61–11: 2701–2719

Riederer, H.J.; Fritsch, M.; Kamp, T. (2012): Abschlussbericht zur Erfassung und Dokumentation der genetischen Ressourcen des Feldahorns (*Acer campestre*), Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)

Schröder, J.; Kätzel, R.; Schulze, T.; Kamp, Th.; Huber, G.; Höltken, A.; Steiner, W.; Konnert, M. (2013): Seltene Baumarten in Deutschland – Zustand und Gefährdung. AFZ/Der Wald 12, 4–6

Schütt, H.-D.; Weisgerber, H.; Schuck, H.J.; Lang, B.; Roloff, A. (1998): Enzyklopädie der Holzgewächse, Ecomed Verlagsgesellschaft, Landsberg.

Keywords: Field maple, rare tree species, genetic, gen conservation, genetic diversity, seed stand, distribution area, Bavaria

Summary: Rare tree species such as the field maple fulfill an important ecological function in our forests. In order to assess their risk and implement appropriate conservation measures its distribution must be known. As part of a federal project the genetic resources of field maple was recorded in Bavaria from 2010 to 2012. The result of the inventory shows, that the field maple is not endangered. Hotspots of this tree species are in lower and middle Franconia. The approval of seed stands and suitable reproductive material for field maple are the most important conservation measures. The preservation of indigenous stands, primarily in the main distribution areas, and their genetic diversity is of high relevance.

Die Ahorneule

Die Ahorneule (Acronicta aceris) ist zwar ein in Europa weit verbreiteter Schmetterling, tritt aber meist nur sehr lokal auf. Im Gegensatz zur auffälligen Raupe (Foto) ist der Falter eher unscheinbar gefärbt.

Die stark behaarten, braun gelben Raupen befressen die Blätter verschiedener Ahornarten manchmal bis auf die Leitungsbahnen. Bevorzugte Habitate der Ahorneule sind verschiedene Laubwaldgesellschaften, von Eichen-Hainbuchenwald, über Buchenwälder bis hin zu Schlucht- und Hartholzauwäldern. Sie scheint eine Vorliebe für Waldränder zu haben und befällt auch gerne Alleen. Bei Gefahr rollen sich die Raupen zu einer stachligen, haarigen Kugel zusammen.

Auch wenn der Befall auffällig sein mag, so ist er doch meist ohne Bedeutung für den betroffenen Baum. Allerdings kann massenhaftes Auftreten der Ahorneule im urbanen Grün für Menschen lästig werden und in Einzelfällen Gegenmaßnahmen erfordern. Bemerkenswert ist, dass die Ahorneule Blätter der Rosskastanie sogar noch vor den Blättern der verschiedenen Ahornarten zu bevorzugen scheint. Die Flugzeit liegt zwischen Mitte Mai bis Mitte August. Die Raupen erscheinen von Juli bis September, die Puppen überwintern meist unter der Borke.

Olaf Schmidt



Raupe der Ahorneule Foto: W. Schön

LWF Wissen 77 21