

Die Genressourcen der Winterlinde erhalten

Der „Baum des Jahres 2016“, die Winterlinde (*Tilia cordata* Mill.), gehört zwar nicht zu den forstwirtschaftlichen Hauptbaumarten, ist aber als Misch- und Nebenbaumart in unseren Wäldern von hohem ökologischem Wert, weil sie u. a. die Strukturvielfalt erhöht sowie den Boden und das Bestandesklima verbessert. Zudem spielt sie eine wichtige Rolle im urbanen Bereich als Allee- und Parkbaumart und ist Nahrungsquelle für Bienen und andere Insekten. Manche Winterlinden gehören zu den dendrologischen Kostbarkeiten unseres Landes, wie die etwa 1.000-jährigen Winterlinden in Luckenwalde, die Tassilolinde in Wessobrunn oder die rund 800-jährige Hochgerichtslinde im mecklenburgischen Schlagsdorf.

Monika Konnert, Ralf Kätzel, Mirko Liesebach,
Andreas Wurm

Im Folgenden werden, ausgehend u. a. von dem Tätigkeitsbericht der Bund-Länder-Arbeitsgruppe „Erhaltung forstlicher Genressourcen und Forstsaatgutrecht“, Berichtszeitraum 2009 bis 2013 (BLAG-FGR 2014), die Aktivitäten zur Erhaltung forstlicher Genressourcen der Winterlinde in Deutschland zusammenfassend dargestellt.

Die Winterlinde ist eine in Europa heimische, bereits während der Eichenmischwaldzeit vor etwa 4.000 bis 7.500 Jahren in unseren Wäldern weit verbreitete Baumart. Sie erträgt sommerliche Dürre und ist schattentolerant. Ihre Konkurrenzschwäche gegenüber den später eingewanderten Baumarten, insbesondere der Rotbuche, aber auch die Umwandlung der Nieder- und Mittel-

wälder hat vielerorts zu ihrem Rückgang geführt. Die natürliche Verjüngung der Lindenarten ist eher schwach und zudem vom Wildverbiss bedroht.

Die Bewertung des genetischen Systems einer Baumart verlangt zunächst nach einer Charakterisierung ihres Reproduktionspotenzials. Die Winterlinde beginnt mit der Fruktifikation etwa ab dem Alter 20 bis 25 im Freiland, im geschlossenen Bestand hingegen erst nach 30 bis 50 Jahren. Die Zulassung von Saatguterntebeständen erfolgt daher erst ab einem Mindestalter von 40 Jahren. Die überwiegend insektenbestäubte Baumart blüht oft sehr reich. Obwohl der Pollentransport durch Insekten über große Entfernungen effektiv ist, werden dennoch selbst unter günstigen klimatischen Bedingungen im Vergleich zur hohen Blühintensität nur wenige lebensfähige Nachkommen etabliert. In kühlen trockenen Sommern bleibt die Reproduktion nicht selten vollständig aus, d. h. es werden keinerlei lebensfähige Samen produziert. Als Grund für die relativ geringen Fruchtansätze und Keimprozente werden physiologische Ursachen (Seneszenz, Unterversorgung mit Nährstoffen, physiologischer Stress durch Trockenheit und Bodenversauerung) und weniger genetische Gründe vermutet [2].

Bei der Winterlinde haben sich Mechanismen entwickelt, die zum Absterben von selbstbefruchteten Nachkommen führen. Bei Selbstbefruchtung setzt von Beginn an eine starke Reduktion der Samenanlagen ein. Diese Rückbildung ist in den ersten sechs (bis zwölf) Wochen nach Blühbeginn hochsignifikant stärker als nach Fremdbefruchtung oder bei unbefruchteten Samenanlagen [2].



Foto: Ralf Kätzel

Abb. 1: Forstliches Generhaltungsobjekt und anerkannter Saatgutbestand der Winterlinde im Revier Grenzhaus bei Schwedt (Uckermark, Brandenburg)

Innerhalb eines Jahrzehntes ist laut Rohmeder [4] bei der Winterlinde im Durchschnitt mit drei Vollmasten und drei Halbmasten zu rechnen. Diese Bewertung deckt sich mit den Statistiken zu Blüte und Fruktifikation, welche die Bundesanstalt für Ernährung (BLE) seit über 20 Jahren veröffentlicht (www.ble.de/DE/02_Kontrolle/07_Saat-undPflanzgut/saat-undpflanzgut_node.html). Somit ist die Winterlinde bei ihrem Fruktifikationsvermögen vergleichbar mit Ulmen, Eschen und Birken [5].

Maßnahmen zur Erhaltung forstlicher Genressourcen der Winterlinde in Deutschland

Wie auch bei anderen Baumarten richten sich die Maßnahmen zur Erhaltung des heimischen Genpools der Winterlinde sowohl nach ihren dendrologischen und ökologischen Besonderheiten (z. B. Vor-

Schneller Überblick

- Die Erhaltung forstlicher Genressourcen der Winterlinde erfolgt in Deutschland durch In-situ- und Ex-situ-Maßnahmen
- In-situ-Erhaltungsbestände dienen der dynamischen Erhaltung über lange Zeiträume aber auch der Saatgutgewinnung (Erntebestände)
- Samenplantagen, Klonarchive und langfristige Saatgutlagerung sind wichtige Ex-situ-Erhaltungsmaßnahmen
- Genetische Untersuchungen als Grundlage für Erhaltungsmaßnahmen müssen bei der Winterlinde intensiviert werden

kommenshäufigkeit, Reproduktionsrate, Vermehrungsbiologie, Vitalität, Alter des Ausgangsbestandes, demografische Struktur und Größe der Population) als auch den technischen Möglichkeiten (z. B. langfristige Saatgutlagerung in einer Genbank, vegetative Vermehrungsverfahren). Darüber hinaus müssen Erhaltungsmaßnahmen mit den Zielvorstellungen der Waldbesitzenden in Einklang gebracht werden. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen In-situ- und Ex-situ-Maßnahmen.

Aktueller Stand der In-situ-Erhaltung bei Winterlinde

Durch die Erhaltung von Populationen, die über genügend reproduzierende Bäume verfügen, sich natürlich verjüngen oder Saatgut für die künstliche Verjüngung produzieren, kann der Fortbestand angepasster und anpassungsfähiger Populationen am besten gewährleistet werden. Solche In-situ-Maßnahmen in ausgewiesenen Generhaltungsbeständen dienen der dynamischen Erhaltung forstlicher Genressourcen über möglichst lange Zeiträume hinweg. Sie haben den Vorteil, dass sie in die naturnahe Bewirtschaftung integriert werden können und somit dafür keine zusätzlichen Flächen notwendig sind. Bei der Winterlinde sind zurzeit deutschlandweit 156 In-situ-Erhaltungsbestände mit einer Gesamtfläche von ca. 230 ha ausgewiesen. Die Hauptvorkommen der Winterlinde liegen im gemäßigt kontinentalen Klimabereich, im mittleren und östlichen Teil Deutschlands [3]. In-situ-Erhaltungsmaßnahmen konzentrieren sich daher auf diese Regionen.

So sind in Brandenburg z. B. 21 Lindenbestände mit einer Gesamtfläche von 28,4 ha als forstgenetische Ressource In-situ für die Baumart ausgewiesen. Vorkommensschwerpunkte liegen im Norden und Osten des Bundeslandes. Es handelt sich baumartentypisch um kleinflächige Einzelvorkommen. Davon sind 11 Bestände gleichzeitig als Saatgutbestände zur Gewinnung von ausgewähltem Vermehrungsgut nach FoVG anerkannt (Abb. 1). Besonders wertvolle Lindenvorkommen befinden sich in Naturwäldern, die in Mischung mit Winterlinden u. a. von Hainbuchen und Traubeneichen und in Einzelfällen von Rotbuchen geprägt werden. Teilpopula-



Foto: Michael Luckas

Abb. 2: Samenplantage der Winterlinde

tionen von Winterlinden, die in dem bekannten Naturwald „Fauler Ort“ im Nordosten Brandenburgs mit Rotbuchen vergesellschaftet sind, wurden auch genetisch charakterisiert. Dabei zeigte sich, dass in den Teilpopulationen von Winterlinde oft auch Sommerlinden beigemischt sind. Die verschiedenen Altersklassen der Winterlinde im Bestand unterscheiden sich nicht nennenswert in ihrer genetischen Zusammensetzung. Von 85 untersuchten Individuen hatten nur fünf gleiche Genotypen als Folge vegetativer Vermehrung (z. B. durch Wurzelbrut).

In NRW liegt der Schwerpunkt der Erhaltungsobjekte in der Niederrheinischen Bucht, wo die Linde als Mischbaumart an der nördlichen Grenze ihrer Verbreitung wächst.

In Einzelfällen können, vor allem bei seltener vorkommenden Mischbaumarten, auch wertvolle Einzelbäume in Beständen mit entsprechenden waldbaulichen und administrativen Auflagen gesichert werden. Bei der Winterlinde gilt dies in Deutschland für 236 Einzelbäume, die als wertvolle genetische Erhaltungsobjekte ausgewiesen sind.

Aktueller Stand der Ex-situ-Erhaltung bei Winterlinde

Zu den wichtigsten, dynamischen Ex-situ-Erhaltungsmaßnahmen gehört die Anlage von Erhaltungskulturen, Klonarchiven und Samenplantagen. Ex-situ-Erhaltungsbestände werden mit Vermehrungsgut definierter Herkunft außerhalb des Wuchsortes künstlich begründet, um die Herkünfte bzw. Vorkommen langfristig zu sichern. Neben der Erhaltung



Foto: Andreas Wurm

Abb. 3: In der forstlichen Genbank am ASP eingelagertes Saatgut

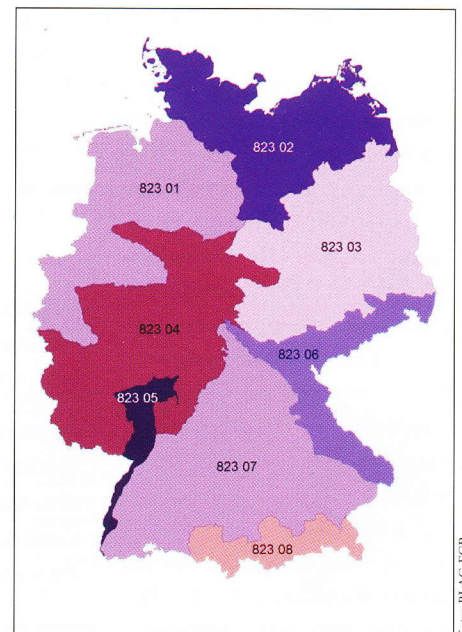


Foto: BLAG-FGR

Abb. 4: Abgrenzung der Herkunftsgebiete für forstliches Vermehrungsgut für die Winterlinde

wertvoller und vom Verlust bedrohter Genotypen werden so auch neue Reproduktionseinheiten geschaffen, die später zur Gewinnung von Vermehrungsgut genutzt werden können.

Bei der Winterlinde wurden bisher in Deutschland 13 Ex-situ Erhaltungsbestände mit einer Gesamtfläche von 7 ha angelegt. Es handelt sich dabei unter anderem um zwei Versuchsserien zur Prüfung von Bestandes-Nachkommenschaften in Sachsen, die neben der Erforschung von Herkunftsunterschieden auch der Erhaltung der einbezogenen Ausgangsbestände dienen.

Dazu kommen 22 Samenplantagen (siehe auch weiter unten), die auch zur Saatgutgewinnung genutzt werden (Abb. 2). Klone wertvoller Einzelbäume können auch in Klonansammlungen, sog. Klonarchiven, erhalten werden. Dort ist ein direkter Zugriff für eine spätere vegetative Vermehrung oder als Elternmaterial für züchterische Zwecke jederzeit möglich. Somit dienen sie nicht nur der Erhaltung, sondern sind auch die Grundlage für eine nachhaltige Nutzung dieser wertvollen Genressourcen. Bei der Winterlinde sind aktuell 219 Klone in einem Klonarchiv in Sachsen gesichert.

Zu den statischen Ex-situ-Erhaltungsmaßnahmen gehört u. a. die langfristige Saatgutlagerung (Abb. 3). Das Saatgut der Winterlinde verfügt über eine Keimhemmung. Es kann für längere Zeit ohne nennenswerten Verlust an Keimfähigkeit bei niedrigen Temperaturen eingelagert werden. Erfahrungen aus der forstlichen Genbank Bayern zeigen, dass z. B. bei einer Lagertemperatur von -10 °C und einem Wassergehalt von 6 % bis 7 % eine Einlagerung über einen Zeitraum von ca. 20 Jahren ohne nennenswerten Verlust in der Keimfähigkeit möglich ist. Die Langzeitlagerung von Saatgut kann bei dieser Baumart eine geeignete Ex-situ-Strategie zur Generhaltung sein und dazu beitragen, Versorgungsengpässe zu überbrücken.

Zurzeit sind deutschlandweit in Genbanken ca. 100 kg Winterlinden-Saatgut von Bestandensernten oder wertvollen Einzelbäumen (insgesamt 145 Einheiten) aus unterschiedlichen Herkunftsgebieten eingelagert.



Foto: Andreas Wurm

Abb. 5: Plusbaum der Winterlinde im Bereich Rosenheim (Oberbayern)

Hochwertiges Vermehrungsgut zur Kunstverjüngung

Die effektivste und sicherste Maßnahme zur Erhaltung und Mehrung des Genpools einer Baumart ist die Zulassung von Saatguternteeinheiten, ihre Beerntung und die Anzucht der Gehölze in Baumschulen für die künstliche Verjüngung der Wälder. Deshalb spielen bei allen Baumarten, die dem Forstvermehrungsgutgesetz (FoVG) unterliegen, zugelassene Saatguterntebestände und Samenplantagen, der drei Kategorien „Ausgewählt“, „Qualifiziert“ und „Geprüft“ auch eine wichtige

Rolle für die nachhaltige Nutzung forstlicher Genressourcen. Bei der Auswahl der Erntebestände und Plusbäume wird vor allem auf die Stammform, die Wachstumsleistung und den Gesundheitszustand der Bäume geachtet. Neben der Zulassung regelt das FoVG auch die Erzeugung, das Inverkehrbringen sowie die Ein- und Ausfuhr von Samen und Pflanzen ausgewählter Baumarten.

Für die Winterlinde, die bekanntlich dem FoVG unterliegt, sind in acht Herkunftsgebieten (vgl. Tab. 1 und Abb. 4) insgesamt 319 Erntebestände (Kategorie „Ausgewählt“) mit einer reduzierten Fläche von 778 ha zur Ernte zugelassen. Davon gelten 590 ha (76 %) als autochthon.

Zur Gewinnung von Saatgut besonders wertvoller Einzelbäume bei gleichzeitiger Erhaltung des wertvollen Genmaterials und der genetischen Vielfalt werden Samenplantagen (Kategorie „Qualifiziert“) angelegt, sodass ausgewählte Genotypen zu einer Reproduktionseinheit zusammengeführt werden. Die Einzelbäume (Plusbäume) (Abb. 5) der Ausgangsbestände werden durch Pfropfung oder über Stecklinge ausschließlich vegetativ vermehrt, sodass Erbanlagen der Nachkommen mit denen der ausgewählten, zu erhaltenden Elternbäume identisch sind. Bei der Winterlinde, einer Baumart, die sich natürlich verjüngt und kaum in Reinbeständen auftritt, können Samenplantagen helfen, die Versorgung mit qualitativ hochwertigem Vermehrungsgut und hoher genetischer Vielfalt deutlich zu verbessern.

Für die Winterlinde sind in Deutschland aktuell 21 Samenplantagen (41 ha) in der Kategorie „Qualifiziert“ und eine Samenplantage (2 ha) in der Kategorie „Geprüft“ zur Ernte von Vermehrungsgut zugelassen (Abb. 6), in denen ca. 1.650 Einzelbäume durch Pfropfung gesichert sind. In Feldprüfungen wiesen die Plantagenachkommen deutlich bessere Formeigenschaften auf als Nachkommen aus ausgewählten Erntebeständen. Dennoch ist der Anteil von Plantagensaatgut am Gesamternteaufkommen mit ca. 8 % vergleichsweise gering. Deshalb, aber auch wegen der besseren Erntemöglichkeiten, kommt

Bezeichnung	Kennziffer	Anzahl	Reduzierte Fläche
Nordwestdeutsches Tiefland	823 01	29	71,5
Nordostdeutsches Tiefland	823 02	18	87,8
Mittel- und Ostdeutsches Tief- und Hügelland	823 03	78	184,8
Westdeutsches Bergland	823 04	62	146,5
Oberheingraben	823 05	10	28,2
Südostdeutsches Hügel- und Bergland	823 06	19	30,5
Süddeutsches Hügel- und Bergland	823 07	102	114,3
Alpen und Alpenvorland	823 08	1	4,1
	zusammen	319	778

Tab. 1: Bezeichnung der Herkunftsgebiete für Winterlinde sowie Anzahl und reduzierte Fläche der zugelassenen Erntebestände

Tabelle: BLAG-FGR

Jahr	Aufkommen an Samen in kg			
	Kategorie „Ausgewählt“	Kategorie „Qualifiziert“	Kategorie „Geprüft“	Gesamtaufkommen
2005	189	4	–	193
2006	1.665	3	–	1.668
2007	3.992	272	–	4.264
2008	3.916	148	30	4.094
2009	714	37	–	751
2010	626	–	–	626
2011	582	–	–	582
2012	1.890	314	235	2.439
2013	223	51	–	274
2014	935	112	135	1.182
Mittel	1.473	94	40	1.607

Tab. 2: Ernteergebnisse von 2008 bis 2014 bei Winterlinde

Tabelle: BLE

dem Aufbau von Plantagen bei dieser Baumart eine große Bedeutung zu.

Je nach Blüh- und Befruchtungsgeschichten unterscheiden sich auch die Ernteergebnisse von Jahr zu Jahr. So gab es zwischen 2005 und 2014 drei gute Erntejahre (2007, 2008 und 2012), aber auch zwei Jahre mit sehr geringer Ernte (2005 und 2013) (vgl. Tab. 2).

Innerhalb der Europäischen Union wird Saat- und Pflanzgut zwischen den Mitgliedsstaaten gehandelt. Die Handelsmengen werden jährlich von der Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) erfasst. Eine Analyse der Verkehrsströme von forstlichem Vermehrungsgut im europäischen Binnenmarkt zeigt, dass Deutschland bei der Winterlinde ein „Exportland“ ist¹. So wurden im Durchschnitt der vergangenen zehn Jahre 177,6 kg Saatgut und 205.000 Pflanzen/Jahr in 10 Staaten exportiert. Importiert wurden hingegen nur 14,2 kg Saatgut und 84.000 Pflanzen je Jahr (Abb. 3). Das Saatgut kam aus Österreich, Ungarn, der Schweiz und der Tschechischen Republik (über Österreich). Pflanzen wurden aus Ungarn und Dänemark (polnischen Ursprungs) eingeführt. Aus den Ländern Österreich, Belgien, den Niederlanden und Dänemark wurden Pflanzen deutschen Ursprungs reimportiert.

Auch wenn diese Zahlen nur auf eine geringe Vermischung der in Deutschland vorhandenen forstgenetischen Ressourcen der Winterlinde hinweisen, könnten sie sich auf den heimischen Genpool auswirken und müssten daher genauer untersucht werden.

Fazit

Die Winterlinde ist eine gegenüber der Rotbuche, den Eichenarten und der Hainbuche konkurrenzschwache Mischbaumart mit vergleichsweise geringen Flächenanteilen (< 1 %) in Deutschland [3]. Als insektenbestäubte Baumart mit einer ausgeprägten Inkompatibilität zur Selbstbefruchtung, ist es der Linde dennoch gelungen, dauerhaft lebens- und regenerationsfähig zu bleiben.

Mit Ausnahme weniger Einzelstudien ist über die genetische Diversität und Differenzierung zwischen den Hauptvorkommen und natürlichen Waldgesellschaften noch wenig bekannt. Dies wäre eine wichtige Grundlage für weitere zielgerichtete Erhaltungsmaßnahmen. Die bisherigen Aktivitäten in den einzelnen Bundesländern leisten bereits einen wichtigen Beitrag zum Erhalt der genetischen Vielfalt dieser Baumart als stabilisierender Faktor in verschiedenen Laubwaldgesellschaften. Wichtig ist aber auch, dass bereits zur Verfügung stehendes Vermehrungsgut gezielt für die Verjüngung auf geeigneten Standorten eingebracht wird. Dies wäre nicht nur ein Beitrag zur Förderung der Artenvielfalt, sondern auch für die Sicherung des Genpools der Winter-Linde in Deutschland.

¹ Des besseren Verständnisses wegen wird hier von Export und Import gesprochen, obwohl der Transport von forstlichem Vermehrungsgut zwischen EU-Staaten als Verbringen und nicht als Import/Export bezeichnet wird.

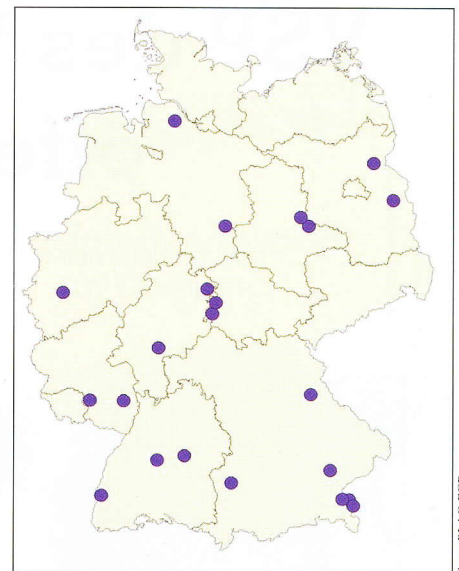


Foto: BLAG-FGR

Abb. 6: Verteilung der Samenplantagen für Winterlinde in Deutschland

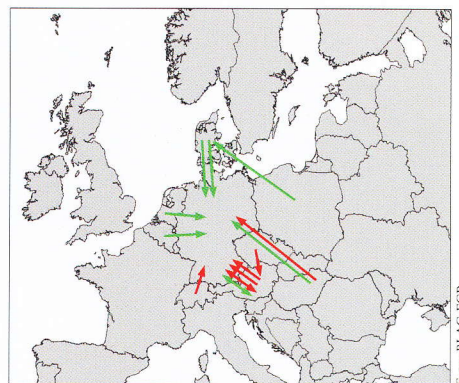


Foto: BLAG-FGR

Abb. 7: Importrichtungen von Saatgut (braun) und Pflanzgut (grün) der Winterlinde

Literaturhinweise:

- [1] BLAG-FGR (2014): Tätigkeitsbericht der Bund-Länder-Arbeitsgruppe „Forstliche Genressourcen und Forstsaatgutrecht“ Berichtszeitraum 2009-2013. Hrsg.: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung, Bonn, 238 S. [2] FROMM, M. (2001): Reproduktion einer entomophilen Baumart in geringer Populationsdichte – das Beispiel der Winterlinde (*Tilia cordata* Mill.). Dissertation Fakultät für Forstwissenschaft und Waldökologie. Georg-August Universität Göttingen, 236 S. [3] HOFMANN, G.; POMMER, U. (2016): Die Winterlinde in den Wäldern Deutschlands (Teil 1). AFZ-DerWald 16: 10-11. [4] ROHMEDER, E. (1972): Das Saatgut in der Forstwirtschaft. Parey Verlag, Berlin/Hamburg. [5] WURM; A., FUSSI, B., KONNERT, M. (2016): Winterlinde – Vermehrungsgut und genetische Aspekte. LWF Wissen 78, 14 – 19.

Dr. Monika Konnert,
Monika.Konnert@asp.bayern.de,
leitet das Bayerische Amt für
forstliche Saat- und Pflanzgut
(ASP) in Teisendorf. Prof. Dr. Ralf
Kätzel ist Leiter des Fachbereichs
Waldökologie und Monitoring des
Landeskompetenzzentrums Forst
Eberswalde. Dr. Mirko Liesebach
ist Leiter des Arbeitsbereichs



Herkunfts- und Züchtungsforschung am Thünen-Institut für Forstgenetik. Andreas Wurm ist Sachbearbeiter am ASP. Die Autoren danken den Mitgliedern der BLAG-FGR für die Nennung von Generhaltungsmaßnahmen in den Ländern und kritische Anmerkungen zum Manuskript.