

Die Waldkiefer

Die anspruchslose Gemeine Kiefer oder Waldkiefer (*Pinus sylvestris*, engl.: Scots pine) ist in Europa weit verbreitet und eine der wichtigsten Wirtschaftsbaumarten. Seit Jahrhunderten wird sie künstlich vermehrt und gepflanzt, allerdings sind vielerorts unangepasste, „schlechte“ oder unbekannte Herkünfte verwendet worden. Die Forstgenetik hat drei Evolutionspfade der Kiefer in Europa identifiziert, mit Ursprüngen in Spanien, Fennoskandien und dem westlichen Zentraleuropa.



Natürliche Verbreitung der Waldkiefer (*Pinus sylvestris*) in Europa

©EUFORGEN 2009

Typische Pioniereigenschaften und eine weite, nordisch-eurasiatische Verbreitung zeichnen die Waldkiefer oder Föhre (*Pinus sylvestris*) aus. Sie wächst vorherrschend auf armen, sandigen Böden, Moor- und Felsstandorten sowie im Bereich der Waldgrenze und bildet dort oft weitgehend gleichaltrige Reinbestände. Der windbestäubte, einhäusige Baum bringt mit 15 bis 30 Jahren weibliche Blüten hervor, die männlichen treten erst einige Jahre später deutlich in Erscheinung. Mastjahre sind häufig, können an der borealen Waldgrenze aber auf ein- bis zweimal in 100 Jahren zurückgehen.

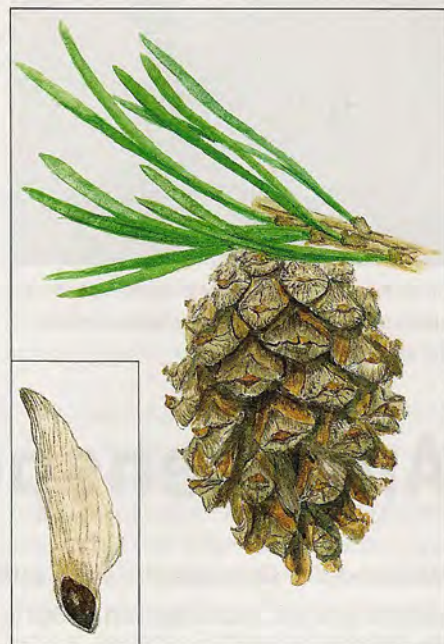
AKTUELLE VERBREITUNG

Die Waldkiefer ist über den ganzen eurasischen Kontinent verbreitet, von 37° Nord bis über 70° Nord. An der borealen Waldgrenze reichen ihr weniger als 100 frostfreie Tage und 300 mm Niederschlag im Jahr aus. Zu den großen Steppen Zentralasiens hin hängt ihr Vor-

kommen von der Länge der Trockenperiode ab. In Südeuropa und Kleinasien beschränken sich isolierte Vorkommen auf die montane Zone, wo sie am Balkan und in Spanien eine Seehöhe von 2200 m ü.NN erreicht und im Kaukasus bis auf 2700 m ü.NN hinaufsteigt.

BEDEUTUNG UND HOLZVERWENDUNG

Das Holz der Waldkiefer hat in Europa eine große wirtschaftliche Bedeutung. Es hat gute mechanische Eigenschaften, ist leicht zu bearbeiten und wird vor allem als Bau- und Faserholz verwendet. Die geringen Standortsansprüche machen die Kiefer zur idealen Baumart für die künstliche Verjüngung und Aufforstung, weshalb ihre Samen in Europa schon seit vielen Jahrhunderten gesammelt und gehandelt werden. Wahlloses Pflanzen von Saatgut unbekannter Herkunft hat fallweise zu großen Qualitätseinbußen geführt. Sehr früh wurden daher Anstrengungen zur Herkunftsforschung



Reifer Kiefernzapfen und lang geflügelter Samen

unternommen, lange bevor das heutige Wissen zur Genetik zur Verfügung stand.

GENETISCHES WISSEN

Oft wurde versucht, die Waldkiefer in Unterarten aufzuteilen, was schon angesichts ihres kontinuierlichen Verbreitungsgebiets wenig überzeugt. Isolierten südlichen Vorkommen, die als Glazialrelikte angesehen werden, werden gelegentlich eigene Arten zugeschrieben, so etwa *P. hamata* (Stev.) Sosn., *P. armena* Koch und *P. sosnowskyi* Nakai in der Kaukasusregion. Kreuzungen mit anderen Kiefern-Arten treten gewöhnlich nicht auf, doch wird von Spontan-Hybriden mit Schwarzkiefer (*P. nigra*), Bergkiefer (*P. mugo*) und Japanischer Rotkiefer (*P. densiflora*) berichtet. Da Pollen wie Samen mit dem Wind weit verfrachtet werden, besteht im zusammenhängenden Verbreitungsgebiet ein effektiver Genfluss, was zu fließenden Übergängen bei der Variation der Baumart führt – zumindest bezüglich ihrer Anpassungsfähigkeit. So kommen beispielsweise Waldkiefern von nordischen und kontinentalen Herkünften mit wenig Wärme aus. Südliche und Küstenprovenienzen haben lange Vegetationszyklen und sind weniger frosthart. Der intensive Genfluss sorgt auch für eine hohe Diversität innerhalb der Populationen.

Phänologisch zeigt die Kiefer große Unterschiede bezüglich Stammform, Kronenform und Astigkeit. Nur Bäume aus Sibirien, Nord-

europa und aus Bergregionen sind geradstämmig sowie feinastig und haben eine schmale, konische Krone. Manche regionale Herkünfte wie die aus dem baltischen Küstenraum zeigen eine besondere Wüchsigkeit und eine stabile Phänologie. Andere Regionen sind für schwachwüchsige, krumme Kiefern bekannt, was etwa in Deutschland und im karpatischen Becken auf die historische Verwendung ungeeigneter Herkünfte zurückgehen könnte. Auch bei den mechanischen Eigenschaften und der chemischen Zusammensetzung des Kiefernholzes gibt es deutliche Unterschiede, so im Harz- und Extraktstoffgehalt.

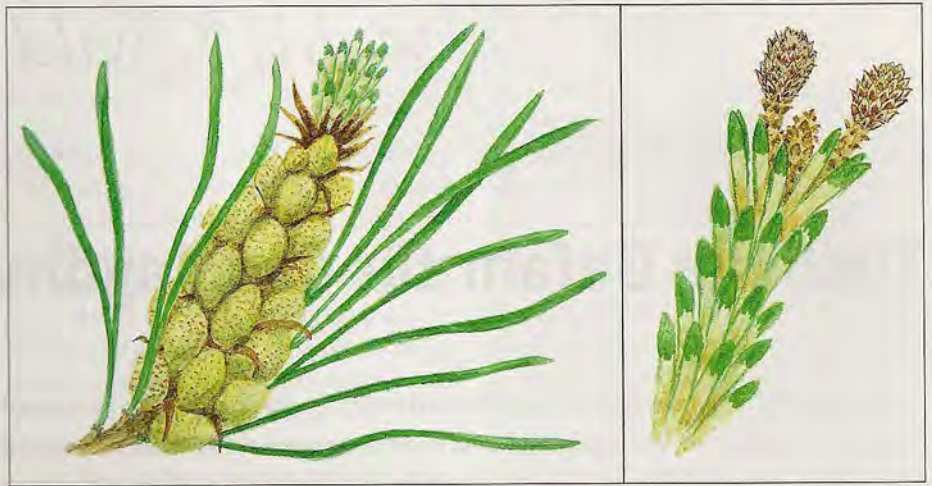
Die Widerstandsfähigkeit der Kiefer gegenüber Pilzpathogenen wie Schüttepilzen (*Lophodermium spp.*) ist bei Populationen im westlichen, küstennahen Verbreitungsgebiet hoch, während solche aus südöstlichen Waldsteppen sehr anfällig sind. Auch bei den wichtigsten Schadinsekten hat man unterschiedliche Anfälligkeiten festgestellt: Mitteleuropäische Kiefern sind durch Wurzelhals-Rüsselkäfer (*Hyllobius radialis*) und Kiefernspinner (*Dendrolimus pini*) bedroht, aber widerstandsfähig gegen den Kiefernknospentriebwickler (*Rhyacionia buoliana*) und den Großen Braunen Rüsselkäfer (*Hyllobius abietis*).

Biochemische und molekulargenetische Untersuchungen belegen die hohe Diversität der Waldkiefer in ganz Europa. Dabei fällt auf, dass die Variation innerhalb von Populationen höher zu sein scheint als zwischen diesen. Mit Monoterpen- und Isozymanalysen konnten innerhalb der Restbestände der Waldkiefer in Schottland im äußersten Nordwesten Populationen mit sehr markanten Eigenschaften identifiziert werden. Heute werden zur Unterscheidung vor allem Marker von Chloroplasten-, Mitochondrien- und Kern-DNA verwendet.

Über die mütterlich vererbte Mitochondrien-DNA fand man heraus, dass die drei in Spanien präsenten Mitotypen alle Variationen des gesamten europäischen Kiefernorkommens umfassen. Insgesamt können anhand der Mitotypen drei Kieferngruppen klar unterschieden werden: Populationen in Italien, im westlichen Zentraleuropa und in Fennoskandinavien. In den isolierten südspanischen Vorkommen wurde nur ein Mitotyp gefunden, während in Schottland neben dem bestimmen-



Zweineladiger Kurztrieb der Waldkiefer



Weibliche (links) und männliche Blüten der Waldkiefer

© C. Giordano, Bioversity

den zentraleuropäischen auch der italienische Mitotyp präsent ist. Insgesamt bestätigen die Analysen, dass die Kiefer in Europa drei Evolutionspfaden gefolgt ist. Da bei den spanischen Populationen die höchste Variabilität festgestellt wurde, könnte hier der Ursprung der heutigen Vielfalt der Waldkiefer liegen.

GEFÄHRDUNGEN

Die wesentlichen Gefährdungen für die genetische Vielfalt der Waldkiefer bestehen am Rand ihrer westlichen Verbreitung in Schottland und in Spanien. Die dortigen Vorkommen sind stark isoliert. Manche Populationen zählen weniger als 100 Individuen. Außerdem ist die Regeneration der Kiefer in borealen Randgebieten durch selektiven Wildverbiss gefährdet. Die besonders gefährdeten Baumpopulationen in Pflanzplantagen künstlich zu vermehren, gilt als anerkannte Notwendigkeit.

Im Zentrum der europäischen Verbreitung, wo seit dem späten Mittelalter im großen Maßstab mit Waldkiefern aufgeforstet wurde, ist der Verlust lokal adaptierter, autochthoner Populationen wahrscheinlich. Außerhalb ihrer natürlichen Verbreitung – vor allem in Deutschland, Frankreich und Ungarn – sind die Kiefernforste oft von schlechter Qualität. Von gepflanzten Beständen unbekannter Herkunft geht die Gefahr aus, dass sie sich in umliegenden autochthone Bestände einkreuzen und angepasste Genotypen verloren gehen. Der erwartete Klimawandel wird die Trockenperioden in mediterranen und kontinentalen südosteuropäischen Gebieten verschärfen; dies wird die geeigneten Anbaugelände der Waldkiefer vermutlich nach Norden verschieben.

ERHALTUNG UND NUTZUNG

Die Diversität zwischen Kiefern-Populationen, die Effekte des jahrhundertelangen Anbaus und der erwartete Klimawandel machen es notwendig, sich mit den genetischen Ressourcen der Kiefer näher zu beschäftigen. Zum

Schutz müssen autochthone lokale Bestände erfasst und beobachtet werden. Zur Erfassung werden molekulare Marker immer wichtiger. Die Bedeutung lokal angepasster Kiefern ist von langfristigen Herkunftsversuchen bestätigt worden, besonders für Extremstandorte wie Hochlagen, Küstenregionen und semiaride Wuchsgebiete. Nachkommen der dortigen Populationen zeigen wenig Plastizität, wenn sie in anderen Wuchsgebieten angepflanzt werden. Die Auswahl repräsentativer Populationen zur Erhaltungszwecken sollte daher sehr sorgfältig getroffen werden.

Autochthone Bestände sind auch als Wachstums-Referenz für Kiefernforste von Bedeutung. Von isolierten Vorkommen sollte Vermehrungsgut gewonnen und *ex situ* angebaut werden. Denn wie unter extremen Standortbedingungen ist auch hier von Effekten durch speziellen Selektionsdruck und Gendrift auszugehen, was das Vorkommen seltener, erhaltenswerter Allele wahrscheinlich macht.

Der Klimawandel wird für die Waldkiefer vor allem an ihrem südlichen Verbreitungsrand gefährlich, wo die Bestände oft bemerkenswert wüchsig, tolerant und daher für die Züchtung von großen Interesse sind. Auch hier sind *Ex-situ*-Maßnahmen nötig, um den Erhalt langfristig sicherzustellen. Unterschiedlich angepasste Populationen innerhalb der kontinuierlichen Verbreitung der Waldkiefer sind ab einem Abstand von etwa 200 km [Jahrestemperaturdifferenz $>1^{\circ}\text{C}$] zu erwarten. Schutzgebiete sollten mindestens 100 ha, bei zerstreuten Vorkommen mindestens 10 ha umfassen. ■

Das sechsseitige Merkblatt „Scots pine“ ist in der Reihe „Technical guidelines for genetic conservation and use“ in englischer Sprache bei Bioversity, Rom/IT, erschienen und als Download im Internet unter www.euforgen.org verfügbar.

Dipl.-Forstwirt Markus Probst, freier Journalist, 1060 Wien, markus.probst@gmx.at