

In kleinen Eibenpopulationen

Mehr Weibchen als Männchen

Für die Erhaltung und Förderung der Eibe (*Taxus baccata L.*) in der Schweiz sind neben der bereits bekannten mangelhaften Verjüngung noch weitere Faktoren zu berücksichtigen. Im Folgenden wird der Einfluss der beiden Merkmale Populationsgrösse und Populationsverteilung auf die genetische Vielfalt der Eibe untersucht. Dabei ist bei einer zweihäusigen Baumart wie der Eibe auch das Verhältnis von weiblichen und männlichen Individuen in einer Population zu beachten.

Erstaunlicherweise ist in 14 untersuchten Eibenpopulationen (Tabelle 1 und Abbildung 1) das Verhältnis zwischen weiblichen und männlichen Individuen meist nicht ausgeglichen; die weiblichen Eiben sind häufiger als die männlichen.

Von K. Hilfiker, M. Ulber, F. Gugerli, P. Rotach, P. Bonfils und R. Holderegger*

Vergleicht man allerdings die Anzahl Eiben einer Population mit dem Geschlechterverhältnis, so zeigt sich, dass der weibliche Anteil in kleinen Populationen (unter 150 Individuen) im Durchschnitt bei 62 Prozent und damit höher liegt als in grossen Populationen (über 200 Individuen), in denen 53 Prozent Weibchen gefunden wurden. Dieses Teilergebnis der vorliegenden Untersuchung [4] ist unerwartet, aber statistisch signifikant.

Kurz vorgestellt

Seit 1997 wird im Auftrag der Eidgenössischen Forstdirektion an der ETH Zürich das Projekt «Förderung seltener Baumarten auf der Schweizer Alpennordseite» (kurz: SEBA) durchgeführt. In einer ersten Phase wurden für zehn seltene oder relativ seltene Baumarten Verbreitung und Gefährdung erhoben und mögliche Förderungsmassnahmen erarbeitet [1]. Zudem werden im Rahmen des BUWAL-Projektes «Erhaltung und Nut-

zung genetischer Ressourcen im Wald» an der WSL in Birmensdorf Grundlagen und Umsetzungsstrategien für verschiedene Baumarten entwickelt [2].

Die Eibe gilt als im Alter schattenertragende, konkurrenzschwache und standortvariable Baumart. In der Schweiz kommt sie hauptsächlich am Jurasüdfuss, im östlichen Mittelland und in den Voralpen in grösseren und kleineren Populationen vor. Räumlich stärker abgetrennte Eibenbestände finden sich im Wallis, im Tessin und in Graubünden. Die Eibe scheint auf-

grund ihrer Verbreitung und Häufigkeit nicht gefährdet zu sein. Als besonderer Problemfaktor wird hingegen die seit einigen Jahrzehnten ungenügende Verjüngung hervorgehoben, wofür möglicherweise die hohe Schalenwilddichte in der Schweiz verantwortlich ist. Langfristig kann der fehlende Nachwuchs die Eibe in der Schweiz gefährden.

Daneben könnte die Eibe aber auch durch genetische Faktoren bedroht sein, welche von der Populationsgrösse und der Populationsverteilung im Raum abhängen. Um Grundlagen für Erhaltungsstrategien bei der Eibe zu liefern, wurde die genetische Struktur der Eibe in vier Regionen der Schweiz (Jurasüdfuss, Albiskette, Hörnli-Bodensee-Region und Oberwallis) untersucht.

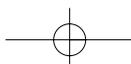
Genetische Drift in kleinen Populationen?

Zufällige Ereignisse wie zum Beispiel Feuer, Lawinen oder Hangrutschungen, verändern zufällig die Häufigkeit verschiedener genetischer Typen in einer Population. Dabei können genetische Typen auch ganz verloren gehen. Durch diesen genetische Drift genannten Vorgang verringert sich die Vielfalt im Bestand, dies vor allem in kleinen Populationen. Als Folge erhöht sich die Wahrscheinlichkeit, dass sich in den wenigen verbleibenden Individuen nah verwandte

Abk.	Lokalität	Höhe ü. M.	Pop.-grösse	Verhältnis Weibchen zu Männchen (in %)
Jg1	Vorberg, Rüttenen SO	860 m	G	54 : 46
Jk1	Montpelon, Gänsbrunnen SO	990 m	K	71 : 29
Jg2	Dottenberg, Lostorf SO	870 m	G	55 : 45
Jk2	Einolte, Oberhof AG	700 m	K	62 : 38
Ag1	Uetliberg-Falätschen, Lehrw. ETHZ ZH	750 m	G	52 : 48
Ak1	Elefantenbach, Zürich Hirslanden ZH	500 m	K	59 : 41
Ag2	Scheren/Sihl, Schindellegi SZ	800 m	G	56 : 44
Ak2	Etzelwald, Feusisberg SZ	810 m	K	68 : 32
Hg1	Guegenhard, Elgg ZH	570 m	G	50 : 50
Hk1	Schneitberg/Affenberg, Elgg ZH	650 m	K	60 : 40
Hg2	Hagebuechtobel, Zuzwil SG; Wuppenau TG	610 m	G	55 : 45
Hk2	Schoostobel, Ober-/Niederbüren SG	560 m	K	49 : 51
Wg1	Unterer Darewald, Salgesch VS	1080 m	G	55 : 45
Wk1	Waldjini Talwald, Erschmatt VS	1020 m	K	–
Wk2	Blindtal, Naters VS	1200 m	K	51 : 49
NSK	Hard, Känerkinden BL	750 m	G	–

Tabelle 1: Lokalität, Populationsgrösse und Geschlechterverhältnis der 15 untersuchten Populationen der Eibe in der Schweiz und des im Kasten 2 erwähnten Eibenbestandes (NSK). Population «Waldjini Talwald» wurde mit nur vier erfassbaren Individuen von der molekular genetischen Untersuchung und der Bestimmung des Geschlechterverhältnisses ausgeschlossen. G bedeutet grosse Population (mehr als 200 Individuen); K bedeutet kleine Population (weniger als 150 Individuen).

* Karin Hilfiker hat ihre Diplomarbeit zur Eibe am Departement für Forstwissenschaften der ETH Zürich und an der Eidgenössischen Forschungsanstalt WSL in Birmensdorf durchgeführt. Marcus Ulber, Felix Gugerli, Patrick Bonfils und Rolf Holderegger sind wissenschaftliche Mitarbeiter an der WSL. Peter Rotach ist Dozent an der ETH Zürich.



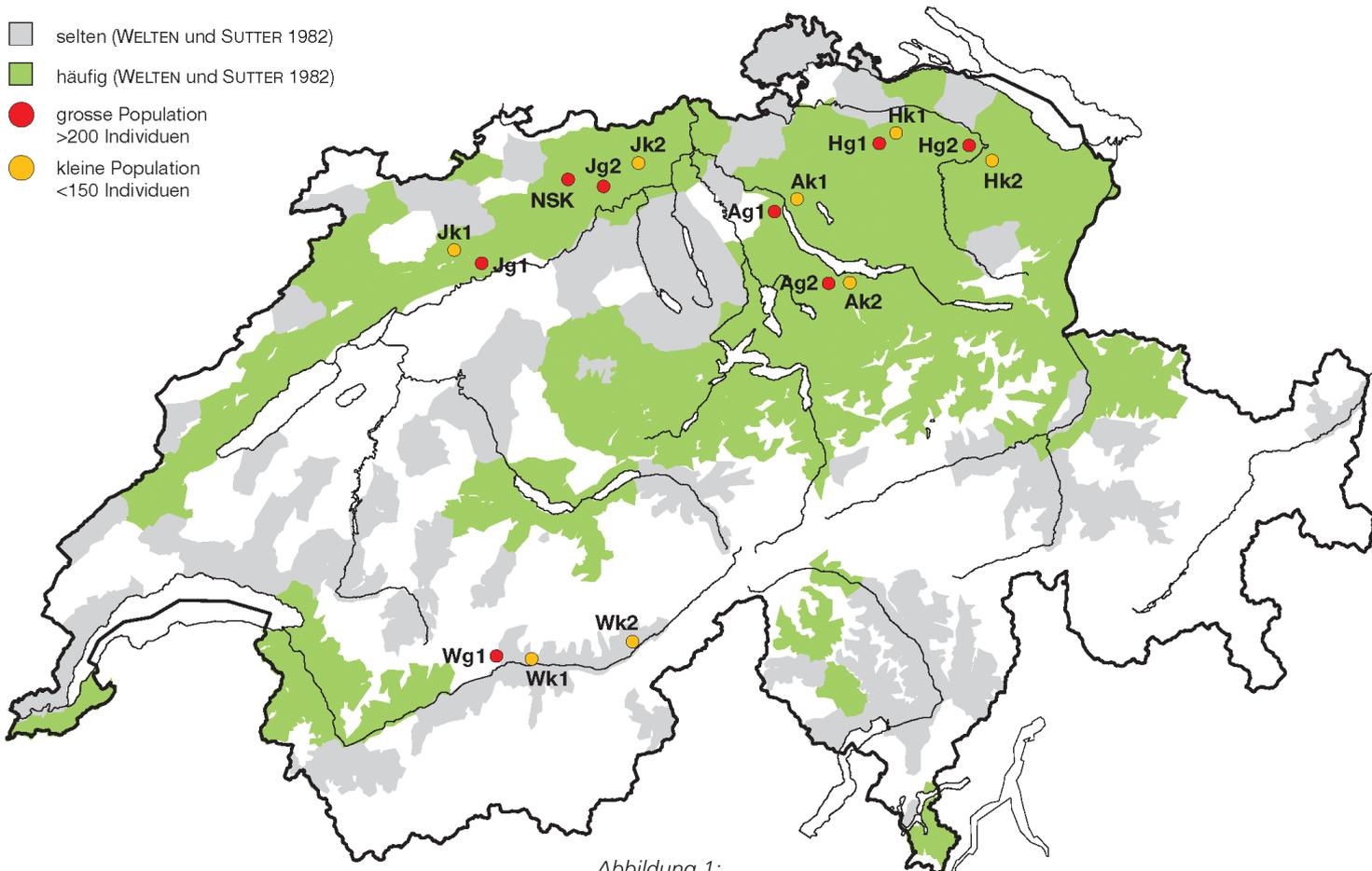


Abbildung 1:
Verbreitung der Eibe in der Schweiz
(verändert nach [3]) und Lokalitäten
der untersuchten Populationen
(siehe Tabelle 1).

Bäume paaren, was schliesslich zu Inzuchterscheinungen führen kann. Die Untersuchung hat die genetische Vielfalt in 14 Eibenbeständen mittels einer modernen molekular genetischen Methode erfasst (siehe Kasten) und genetische Drift nachzuweisen versucht. Die Ergebnisse zeigen, dass in kleinen Eibenpopulationen

RAPD-Untersuchung an Eiben

Das Ziel der Untersuchung war es, Abschnitte auf dem Erbgut (DNA) zu erfassen, die Auskunft über genetische Unterschiede zwischen Individuen geben können. Mit Hilfe von RAPDs (Random Amplified Polymorphic DNA) erhält man einen guten, aber nicht vollständigen Überblick des gesamten Erbgutes eines Individuums. Das Resultat ist ein genetischer Fingerabdruck, ähnlich wie ihn die Kriminalpolizei verwendet. Jedes Individuum, auch bei der Eibe, besitzt normalerweise einen einzigartigen genetischen Fingerabdruck. Vergleicht man die Fingerabdrücke aller Individuen lässt sich die genetische Vielfalt ganzer Eibenbestände erfassen.



Abbildung 2: Männliche Eibe mit starker Blütenbildung nach erfolgter Freistellung (Photo: Forstamt beider Basel).

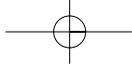
tatsächlich Hinweise für genetische Drift zu finden sind, während in grossen Populationen, wie erwartet, keine erkennbaren Spuren von Drift auftreten. Ausserdem ist die genetische Vielfalt in kleinen Populationen geringer als in grossen Populationen.

Diese Resultate zur Verringerung der genetischen Vielfalt lassen aufhorchen. Sie erstaunen umso mehr, als die Eibe in der Schweiz noch relativ weit verbreitet ist und viele, wenn auch häufig nur kleine Vorkommen besitzt. Wie stark verringert ist wohl die genetische Vielfalt in den räumlich zerstreuten, oft sehr kleinen Eibenpopulationen in anderen europäischen Ländern?

Genetische Drift wäre auch eine mögliche Erklärung für das oben erwähnte unausgeglichene Geschlechterverhältnis in kleinen Populationen der Eibe. Die Frage, weshalb aber stets mehr Weibchen als Männchen auftreten, können nur zusätzliche Untersuchungen beantworten.

Sind die Eibenpopulationen der Schweiz untereinander vernetzt?

Aus den Erhebungen des Projektes «Förderung seltener Baumarten auf der



Erhaltung der Eiben im Baselbieter Jura

Im 8 ha grossen Naturschutz-Perimeter der Bürgergemeinde Känerkinden BL, welche von Revierförster Martin Krähenbühl bewirtschaftet werden, wird der Eibe schon seit langem Beachtung geschenkt. Bereits 1947 wurde die Stammzahl der Eiben in den Wäldern der Bürgergemeinde in einem Inventar erfasst. In einer dritten Aufnahme 1999 wurden mehr als 1200 Eiben gezählt. Heute sollen im Naturschutzgebiet die Umtriebszeit verlängert und die Eiben gefördert werden. Die nicht gedeckten Ausgaben für solche speziellen Massnahmen werden dabei durch das kantonale Amt für Raumplanung (Bereich Natur und Landschaft) getragen.

Heute fehlt es im Bestand an Eibennachwuchs. Deshalb wurde in einmaligen Eingriffen flächenweise 50 % der Bestockung entfernt, einerseits um den Alteiben mehr Licht zu geben und andererseits um die Kosten für den Eingriff so tief wie möglich zu halten. Die Mehrheit der freigestellten Eiben erholte sich vom Lichtschock und rechtfertigt heute mit höherem Triebzuwachs die realisierte Massnahme.

Die Jungpflanzen der Eibe werden trotz vergleichsweise geringer Rehwilddichte, aber dennoch sichtbarem Verbiss, einzeln mit Drahtkörben geschützt, von welchen jeweils 50 Stück im Frühling nach der Holzernte angebracht werden. Von den bisher 200 geschützten Individuen sind gemäss einem Kontrollgang im Jahr 2002 nur 18 Jungpflanzen ausgefallen. Je nach Besonnung und Standort entwickeln sich die Eibenzugpflanzen unterschiedlich. Ein jährlicher Zuwachs von 20 cm ist dabei durchaus möglich. Mit den insgesamt 250 geplanten Drahtkörben soll die Bestandesfläche der Eibe um das bereits bestehende Vorkommen herum vergrössert werden.

Revierförster Martin Krähenbühl unterstützt die Förderung der Eibe, weil die Grösse des Eibenbestandes in Känerkinden eine sinnvolle Erhaltung dieser Baumart erlaubt. Naturschutzmassnahmen sind zudem eine Abwechslung für den Forstbetrieb und auch ein zusätzliches finanzielles Standbein. Durch dieses auf Nachhaltigkeit ausgerichtete Handeln soll späteren Generationen eine allfällige wirtschaftliche Nutzung der Eibe ermöglicht werden. Ausserdem erhofft sich Martin Krähenbühl, dass in Zukunft der reichliche Eibennachwuchs ohne Schutzmassnahmen aufkommen kann. Zuweilen hat er schon beobachtet, dass sich junge Eiben im Schutz dorniger Sträucher (zum Beispiel Weissdorn) entwickeln können.

Schweizer Alpennordseite» [1] lässt sich ableiten, dass die Eibenpopulationen in den Voralpen, im östlichen Mittelland und am Jurasüdfuss stärker untereinander verbunden sind als diejenigen, wie etwa im Wallis, welche räumlich abgetrennt sind. Auch diese Vermutung lässt sich mit genetischen Methoden überprüfen. Tatsächlich belegt die Untersuchung, dass sich Eiben der drei Nordschweizer Regionen im Durchschnitt genetisch nur wenig voneinander unterscheiden. Diese Regionen waren also während der letzten paar Baumgenerationen nicht oder kaum voneinander isoliert. Allerdings zeigt sich hier wiederum der Einfluss der Bestandesgrösse: Kleine Bestände scheinen weniger vernetzt zu sein als grosse.

Wie verhält sich nun aber eine kleine, geographisch stärker abgegrenzte Population wie die Walliser Population im Blindtal? Diese Population besitzt in der Tat eine genetische Vielfalt, die sich von den Nordschweizer Populationen sowie von einer anderen, grossen Walliser Population deutlich unterscheidet.

Die Resultate legen dar, dass zwischen den beiden untersuchten Walliser Eibenbeständen kaum genetischer Austausch bestand; die kleine Walliser Population

im Blindtal ist also isoliert. Hingegen ist die grosse Walliser Population genetisch nicht auffällig von den Nordschweizer Populationen abgetrennt.

Massnahmen zur Erhaltung der Eibe

Welchen Beitrag leisten nun diese Resultate über die Genetik der Eibe für deren Erhaltung? Angesichts der möglichen genetischen Drift und der geringen genetischen Vielfalt in kleinen Populationen sollten gerade auch in kleinen Eibenpopulationen Massnahmen ergriffen werden. Wenn Alteiben gezielt und schrittweise freigestellt werden (Kasten oben und Abbildung 2), zeigen sie erhöhten Zuwachs und reproduzieren stärker. Die höhere Pollenproduktion vermag den Genaustausch zwischen Populationen zu unterstützen. So können auch kleine Eibenbestände einen Beitrag zur genetischen Vernetzung von Populationen leisten (Trittsteine). Neben der ebenfalls erhöhten Fruchtproduktion kann durch gezielte Eibenzugförderung in kleinen Populationen längerfristig die Anzahl Individuen erhöht und dadurch wohl ein ausgeglicheneres Geschlechterverhältnis er-

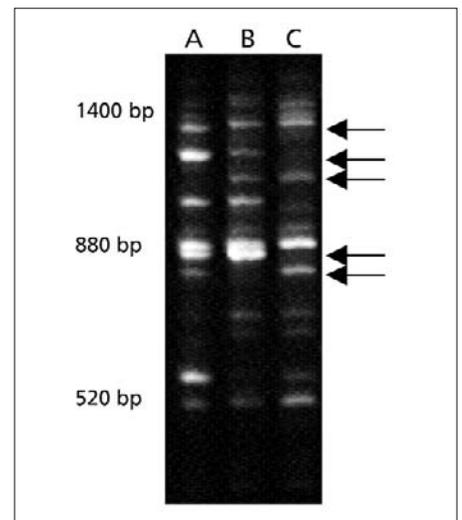


Abbildung 3 zeigt die genetischen Fingerabdrücke von drei der insgesamt 276 untersuchten Eiben. Die Pfeile weisen auf Unterschiede hin; die drei Individuen sind also genetisch verschieden. Fingerabdruck von drei Individuen (A–C) der Population Vorberg (Rüttenen SO).

zielt werden. Dies führt zu verbesserten Paarungsbedingungen und schliesslich zur Erhaltung der lokalen genetischen Vielfalt. Um einen ausreichenden Eibennachwuchs zu garantieren, ist momentan der Einzelschutz vielerorts die einzige erfolgversprechende Massnahme.

Diese herkömmlichen Massnahmen stellen nicht nur eine ausreichende Verjüngung der Eibe in unseren Wäldern sicher, sondern, wie die Untersuchung zeigt, sie fördern oder erhalten auch die hohe genetische Vielfalt in kleinen wie in grossen Populationen sowie die Vernetzung dieser Populationen. □

Dank

Ein Dankeschön richtet sich an alle Revierförster und Kreisforstingenieure, welche für die Diplomarbeit Aufnahmen in ihren Eibenbeständen ermöglicht haben. Ebenso wird dem BUWAL/ Eidgenössische Forstdirektion, vertreten durch Markus Bolliger, für die finanzielle Unterstützung gedankt.

Literatur:

- [1] Barengo, N.; Rudow, A.; Schwab, P., 2001: Förderung seltener Baumarten auf der Schweizer Alpennordseite. ETHZ/BUWAL, Zürich/Bern.
- [2] Bonfils, P.; Bolliger, M., im Druck: Wälder von besonderem genetischem Interesse. BUWAL, Bern.
- [3] Brändli, U.-B., 1998: Die häufigsten Waldbäume der Schweiz: Ergebnisse aus dem Landesforstinventar 1983–85: Verbreitung, Standort und Häufigkeit von 30 Baumarten. Ber. Eidg. Forschungsanst. Wald, Schnee und Landsch.
- [4] Hilfiker, K., 2002: Untersuchungen zur genetischen Struktur der Eibe in der Schweiz. Diplomarbeit ETHZ/WSL, Zürich/ Birmensdorf.

