

Naturschutz-Genetik der Wildbirne (*Pyrus pyraster*)

Wildbirnenbestände – klein aber fein?

Im Rahmen einer Untersuchung* an der WSL in Birmensdorf konnte gezeigt werden, dass auch kleine Bestände der Wildbirne (*Pyrus pyraster*) eine hohe genetische Vielfalt aufweisen können. Demzufolge spielen selbst kleine Bestände für die Erhaltung der Wildbirne in der Schweiz eine wichtige Rolle.

Die Wildbirne (Abb. 1 und 2) ist heute eine der seltensten Baumarten der Schweiz. Gemäss dem Projekt «Förderung seltener Baumarten» (SEBA) der ETH Zürich wachsen in der Schweiz noch rund

R. Häner, S.E. Hoebee
und R. Holderegger*

4000 Exemplare [1]. Die Wildbirne ist gemäss SEBA als gefährdet einzustufen.

Im Waldprogramm Schweiz (WAP) ist die Erhaltung der Biodiversität eines von fünf prioritären Zielen [2]. Die Arbeitsgruppe Biodiversität des WAP definiert die biologische Vielfalt auf den drei Ebenen Gene, Arten und Ökosysteme. Die Erkenntnisse der hier vorgestellten Untersuchung können im Bereich der biologischen Vielfalt einen Beitrag zur Erhaltung seltener Baumarten, insbesondere der Wildbirne, und der genetischen Vielfalt (siehe Glossar) im Wald leisten.

Das Schweizerische Verbreitungsgebiet der Wildbirne erstreckt sich vom Kanton Schaffhausen entlang dem Jurabogen bis nach Genf. Allerdings liegen benachbarte Bestände oft kilometerweit voneinander entfernt und sind meistens sehr klein. Die von uns untersuchten 15 Wildbirnenbestände aus dem ganzen Schweizer Jura-

* Die Untersuchung wurde im Rahmen einer Diplomarbeit in Umweltwissenschaften (Professur Waldbau, J. P. Schütz und P. Rotach, ETH Zürich) an der WSL in Birmensdorf von R. Häner durchgeführt und von R. Holderegger und S.E. Hoebee (Genetische Ökologie WSL) fachlich begleitet. Herzlichen Dank an alle Revierförster für ihre Mitarbeit bei den Feldarbeiten, an S. Angelone und D. Csencsics für die Hilfeleistungen im Labor und dem BUWAL für die Finanzierung der Laborarbeiten.



Foto: R. Häner

Abbildung 1: Prächtiger Wildbirnbaum auf einer Wytweide in Moutier/BE.



Zeichnung: C. Rousset

Abbildung 2:
Wildbirnenzweig
mit Früchten.

bogen umfassen nur zwischen 7 und 87 Individuen pro Bestand (Tab. 1). Von jedem untersuchten Baum erstellten wir einen genetischen Fingerabdruck. Dazu extrahierten wir aus den Blättern der Bäume das Erbgut (DNA) und analysierten dieses anschliessend mit fünf molekular-genetischen DNA-Markern (so genannten neutralen Mikrosatelliten). Wir konnten so folgende Fragen beantworten:

1. Sind kleine Bestände der Wildbirne für die Erhaltung der Art in der Schweiz überhaupt von Bedeutung?
2. Müssen kleine Bestände mit Pflanzungen ergänzt werden, um Inzucht zu verhindern?
3. Sind Wildbirnenbestände genetisch stark voneinander verschieden, also differenziert (siehe Glossar), oder gehören die Schweizer Wildbirnen einem grossen Genpool (siehe Glossar) an?

Lokalname, Gemeinde (Kanton)	Bestandesgrösse	Mittelwert Anzahl Allele
Geissshalden, Effingen/AG*	87	10,6
La Joux, Romont/BE*	81	11,0
La Foretaille, Bossy/GE	68	13,0
Grands Bois, Satigny-Peissy/GE	66	12,8
Zürihölzli, Villnachern/AG*	51	11,4
Tannbüel, Bargaen/SH*	42	10,4
Chilpen, Diegten/BL*	38	11,6
Bois de Forel, Croy/VD	24	11,2
Hasenschell, Soyièrè/JU	23	11,0
Berg, Gelterkinden/BL*	20	13,2
Rière Plain Champ, Moutier/BE	19	7,8
Schlossflue, Twann/BE	13	6,8
Oberrüti, Liesberg/BL	11	7,8
Mösli, Hemmental/SH*	8	6,8
Zelg, Oberembrach/ZH	7	6,8

Tabelle 1: Untersuchte Bestände der Wildbirne, deren Bestandesgrösse und der Mittelwert der Anzahl Allele der fünf Marker (siehe Glossar) pro Bestand. Mit einem Stern gekennzeichnet sind gegenwärtig aus-geschiedene Samen-erntebestände [6].

Glossar

Allel: Bestimmte Variante eines Gens. Verschiedene Allele können zu einer unterschiedlichen Ausprägung eines Merkmals führen.

Genetische Vielfalt: Kann beispielsweise durch die Anzahl verschiedener Allele in einem Bestand gemessen werden. Je mehr verschiedene Allele in einem Bestand vorkommen, desto grösser ist seine genetische Vielfalt.

Genetische Differenzierung: Mass für die genetische Unterschiedlichkeit von Beständen. Je mehr verschiedene Allele zwei Bestände aufweisen, umso unterschiedlicher sind sie.

Genpool: Gesamtheit aller vorkommenden Allele.

Flaschenhals: Starke Reduktion der Anzahl Individuen in einem Bestand während der Bestandesgeschichte. Als Folge ist der Bestand nach dem Flaschenhals genetisch weniger vielfältig als vorher.

Gründereffekt: Bestandesgründung (sowohl künstlich als auch natürlich) mit nur wenigen Individuen.

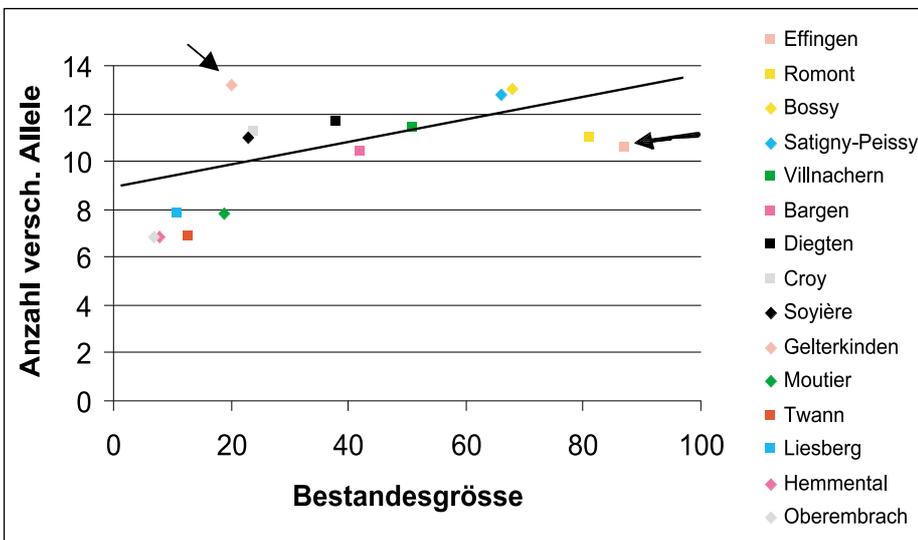


Abbildung 3: Zusammenhang zwischen der Anzahl verschiedener Allele pro Bestand und der Bestandesgrösse. Bemerkenswert ist, dass der sehr kleine Bestand Gelterkinden eine grössere Anzahl Allele hat als der grosse Bestand Effingen (Pfeile).

Genetische Vielfalt in kleinen Beständen

In der Naturschutzbiologie geht man davon aus, dass die genetische Vielfalt in grossen Beständen grösser ist als in kleinen [3]. Unsere Untersuchung bestätigte diese Erwartung. Aufgrund der breiten Streuung (Abb. 3) kann man jedoch nicht mit Bestimmtheit von der Bestandesgrösse auf die genetische Vielfalt eines Wildbirnenbestandes schliessen. Beispielsweise besitzt der kleine Bestand Gelterkinden (20 Individuen) eine höhere genetische Vielfalt als der grosse Bestand Effingen (87 Individuen). Die Individuen des Bestandes Effingen haben also viele gleiche Allele (siehe Glossar). Sie sind sich deshalb ähnlich und der Bestand weist somit eine kleinere genetische Vielfalt auf.

Kleine Wildbirnenbestände leisten folglich einen wichtigen Beitrag zur Erhaltung der genetischen Vielfalt dieser Art.

Der Grund für dieses im ersten Moment erstaunliche Ergebnis ist wahrscheinlich in der Bestandesgeschichte zu suchen. So könnten beispielsweise Lebensraumveränderungen (Einwuchs von Wytweiden), aber auch so genannte Flaschenhals- oder Gründereffekte (siehe Glossar) die heutige genetische Vielfalt stark beeinflussen haben. Solche historischen Ereignisse stehen nicht direkt mit der heutigen Bestandesgrösse im Zusammenhang. In einer weiterführenden Untersuchung liess sich in keinem der untersuchten Bestände eindeutig ein Flaschenhalseffekt nachweisen.

Inzucht in kleinen Beständen?

Die Wildbirne ist eine selbstinkompatible Baumart. Das bedeutet, dass die einzelnen Bäume sich nicht selbst bestäuben können und auf Fremdbestäubung angewiesen sind. Ist der Paarungspartner aber

nah verwandt, kann es trotz Fremdbestäubung zu Inzucht kommen. Diesen Effekt kennt man beim Menschen, wenn Geschwister zusammen Nachkommen haben. Inzucht kann in einem Bestand zu reduzierter Resistenz gegenüber Stress, zu verminderter Samenqualität oder zu einer kleineren Keimungsrate führen [4] und sich somit negativ auf die Vitalität der Nachkommen auswirken.

In der Naturschutzbiologie geht man allgemein davon aus, dass es in kleinen Beständen vermehrt zu Inzucht kommt. Unsere Untersuchung zeigte aber, dass kleine Wildbirnenbestände nicht mehr Inzucht-Anzeichen aufweisen als grosse. Die Begründung dafür ist, dass die Inzuchtgefahr nicht in erster Linie von der Bestandesgrösse abhängt, sondern von der genetischen Vielfalt innerhalb der Bestände (Anzahl verschiedener Allele). Ein kleiner Bestand wie Gelterkinden – mit einer grossen genetischen Vielfalt – ist demzufolge weniger inzuchtgefährdet als ein grosser Bestand wie Effingen, der eine kleinere genetische Vielfalt aufweist.

Es ist also möglich, dass ein kleiner, genetisch vielfältiger Bestand ohne ergänzende Pflanzungen verjüngt werden kann. Andererseits kann es durchaus sinnvoll sein, in einem grösseren Bestand ergänzende Pflanzungen vorzunehmen.

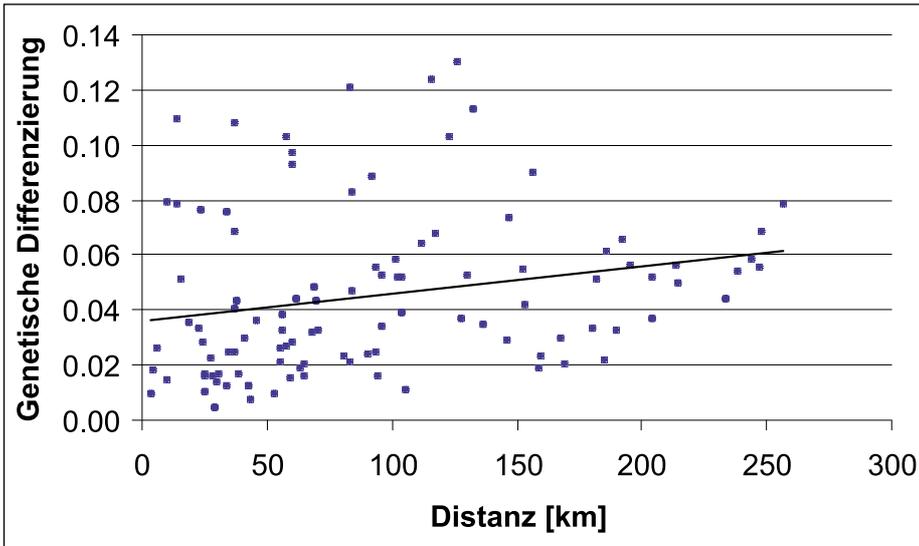


Abbildung 4: Zusammenhang zwischen genetischer Differenzierung (0 = genetisch identisch; 1 = genetisch völlig verschieden) und der geografischen Distanz (in km). Benachbarte Bestände sind sich zwar genetisch ähnlicher als weit entfernte Bestände. Der Zusammenhang ist allerdings nur schwach (kleine Steigung der Geraden).



Foto: Franz Schwarzbach, Zürich

Birnbaumholz gehört zu den wertvollsten einheimischen Hölzern. Hier eine «schwebende» Treppe aus massivem Birnbaumholz.

Neben der heutigen Bestandesgrösse ist die Bestandesgeschichte bei einer praktischen Entscheidung für oder gegen Ergänzungspflanzungen von grosser Bedeutung.

Genetische Differenzierung

Unsere Untersuchung zeigte, dass die genetische Differenzierung (siehe Glossar) mit zunehmendem Abstand der Bestände grösser wird (Abb. 4). Das bedeutet, dass benachbarte Bestände früher offensichtlich dank Genfluss (Pollen, Samen) stärker miteinander in Verbindung standen als geografisch weiter entfernte Bestände. Benachbarte Bestände sind also näher miteinander verwandt. Die Differenzierung zwischen den Bäumen des Altbestandes in den weit auseinanderliegenden Beständen deutet darauf hin, dass Gene früher vor allem regional oder nur lokal ausgetauscht wurden. Je kleiner also die geografische Distanz zwischen der Herkunft des Pflanzgutes und dem zu bepflanzenen Bestand ist, umso kleiner ist auch ihr genetischer Unterschied.

Die Landschaft hat sich in den letzten Jahrzehnten massgeblich verändert. Ihre zunehmende Fragmentierung führt mit grosser Wahrscheinlichkeit dazu, dass der Austausch von Pollen und Samen unter benachbarten Beständen abnimmt [5]. Wir vermuten, dass Wildbirnenbestände heute viel stärker voneinander isoliert sind, als sie es früher waren. Zurzeit wird diese Frage an der WSL im Rahmen einer Diplomarbeit bearbeitet. Dabei versucht man den aktuellen Pollenfluss von Populationen zu ermitteln.

Unsere Untersuchung konnte keine regionale genetische Differenzierung aufzeigen. Daraus kann gefolgert werden, dass die Wildbirnenbestände historisch gesehen einem grossen Genpool angehören, der sich mit zunehmender Distanz zwischen den Beständen kontinuierlich ändert. Wenn man also Pflanzgut in einem oder mehreren Pflanzgärten nachziehen möchte – was für die Erhaltung der Wildbirne wünschenswert wäre – dann spielt die regionale Herkunft eine untergeordnete Rolle. Viel wichtiger ist, dass genetisch vielfältige Bestände für die Saatgutbeschaffung verwendet werden.

Förderung der Wildbirne in der Schweiz

Die Resultate unserer Untersuchung liefern die folgenden Empfehlungen für die Praxis:

- Jeder Bestand, unabhängig von seiner Grösse, trägt zum Genpool der Wildbirne in der Schweiz bei und ist schützenswert.
- Die Sicherstellung von Pflanzgut sollte durch eine oder mehrere Baumschulen erfolgen. Beim Ausscheiden von Samenerntebeständen ist darauf zu achten, dass genetisch vielfältige Bestände ausgewählt werden – unabhängig von ihrer Grösse. Gemäss unseren Untersuchungen eignen sich dafür zum Beispiel die Bestände Gelterkinden, Diegten, Satigny-Peissy, Bossy und Croy.
- Wildbirnenbestände sollten in erster Linie natürlich verjüngt werden. Wenn aufgrund der Bestandesgeschichte eine eher kleine genetische Vielfalt im Bestand zu erwarten ist, können Ergänzungspflanzungen vorgenommen wer-

den. Dabei ist zu empfehlen, auf regionales Pflanzgut zurückzugreifen.

- Der Erhaltung des Wildbirnenlebensraums ist grosse Aufmerksamkeit zu schenken. Das Einwachsen von Wytweiden oder offenen Waldstrukturen (ehemalige Mittel- und Niederwälder) sollte verhindert werden. Nur dann können sich Wildbirnen natürlich verjüngen und sich der Bestand auf dem Standort halten.
- Mit entsprechenden waldbaulichen Massnahmen und in Verbindung mit Naturschutz ist die Wertholzproduktion auch finanziell interessant. Das Birnbaumholz gehört schliesslich zu den wertvollsten einheimischen Holzarten.

Die Kursdokumentation SEBA 2004 (www.seba.ethz.ch) gibt zusätzlich detaillierte praktische Hilfen zu den The-

men Standort, Waldbaukonzepte, biologische Rationalisierung, Wertastung und Pflanzmaterial bei der Wildbirne [6].

Literatur

- [1] Barengo N., Rudow A., Schwab P. (2001). Förderung seltener Baumarten auf der Alpennordseite. BUWAL, Bern.
- [2] Projektleitung WAP-CH, PHP-Brugger und Partner (2004). Waldprogramm Schweiz (WAP-CH). BUWAL, Bern.
- [3] Primack R. B. (1995). Naturschutzbiologie. Spektrum, Heidelberg.
- [4] Young A., Boyle T., Brown T. (1996). The population genetic consequences of habitat fragmentation for plants. *Trends in Ecology and Evolution* 11: 413–418.
- [5] Frankham R., Ballou J. D., Briscoe D. A. (2002). *Introduction to Conservation Genetics*. Cambridge University Press, Cambridge.
- [6] Rudow A., Schwab P., Wohlhauser P. (2004). Kursunterlagen SEBA 2004. ETH Zürich, Zürich.