



Nachhaltige Wildsammlung und *in situ*-Vermehrung der geschützten Flechtenart *Lobaria pulmonaria*

Christoph Scheidegger+, Isabelle Stähli & Andreas Ellenberger++

+Eidg. Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft WSL/Zürcherstr. 111/
CH-8903 Birmensdorf, Schweiz

++Weleda AG, Schweiz/ Dychweg 14/ CH-4144 Arlesheim/ Tel: +41 61 705 21 21

Einleitung

Die Lungenflechte *Lobaria pulmonaria* (Abb.1) ist eine in Mitteleuropa durch Luftverschmutzung und Waldbewirtschaftung gefährdete Flechte. Im Rahmen dieses Projektes werden Ansätze für eine Artenschutzstrategie für waldbewohnende Flechten entwickelt, wobei klassische Ansätze des Populationsschutzes kombiniert werden mit einer nachhaltigen Nutzung dieser in der Pharmazie verwendeten Art.



Abb. 1: Lungenflechte

Für die Herstellung eines Hustensirups werden pro Jahr etwa hundert Kilogramm Lungenflechte verarbeitet. Für die Industrie ist es in den letzten Jahren zunehmend schwieriger geworden, die benötigten Mengen zu beschaffen und der Bedarf an dieser Flechtenart langfristig nicht gesichert.

Für diese gefährdete und national geschützte Art wollen wir deshalb untersuchen, inwieweit der Artenschutz einer in der Pharmazie verwendeten

Art gezielt durch den Einbezug einer nachhaltigen Nutzung unterstützt werden kann. Qualitätsanforderungen an das gesammelte Material sowie ökonomische Aspekte sowohl des nicht- destruktiv gesammelten sowie des *in situ* kultivierten Materials werden vom Industriepartner in dieser Forschungskoopeation festgelegt.

Verbreitung

Die Lungenflechte *Lobaria pulmonaria* ist weit verbreitet. Sie kommt sowohl in feuchtgemässigten und borealen Regionen der nördlichen Hemisphäre als auch in kühleren tropischen Regionen vor. Während des letzten Jahrhunderts ist diese Art in ihrem Verbreitungsgebiet jedoch stark zurückgegangen und ist in vielen europäischen Ländern und aussereuropäischen Industrienationen heute vom Aussterben bedroht.

Lobaria pulmonaria ist in verschiedenen Ländern Mitteleuropas gesetzlich geschützt und darf nicht oder nur mit einer Ausnahmegewilligung gesammelt werden. Besteht kein rechtlicher Schutz, ist das Sammeln dieser Flechtenart an sich nicht verboten. Angesichts des dramatischen Rückgangs seit dem letzten Jahrhundert sollte sie aber möglichst schonend und nur dann gesammelt werden, wenn die lokale Population dadurch nicht gefährdet. *Lobaria pulmonaria* wächst vor allem am Stamm und an den Ästen von Laubbäumen in lichten Wäldern. Sie



bevorzugt Bäume mit dicken Stämmen, deren rissige Rinde die Etablierung von Ausbreitungseinheiten und ein günstiges Mikroklima für das Wachstum der Flechte gewährleistet.

Morphologie

Lobaria pulmonaria besteht aus einer symbiotischen Lebensgemeinschaft zwischen einem Pilz, einer Grünalge und einem Luftstickstoff bindenden Cyanobakterium. Ein einzelnes Individuum von *L. pulmonaria* ist definiert durch den vom Pilz geformten Flechtenkörper, dem so genannten Thallus. Dieser bietet der Alge Schutz vor Herbivoren und starker Sonneneinstrahlung. Die Alge versorgt den Pilz ihrerseits mit Kohlenhydraten aus der Photosynthese.

Der Thallus besteht aus rosettenförmig angeordneten Lappen, welche je nach Wuchsrichtung unterteilt werden in rinnen- und löffelförmige Lappen. Rinnenförmige Lappen sind oft schmal. Sie wachsen stammaufwärts und sind auf der ganzen Fläche mit der Borke verankert. Löffelförmige Lappen hingegen sind breiter. Sie wachsen stammabwärts und sind nur an der Lappenbasis mit der Borke verankert.

Entwicklung

Lobaria pulmonaria entwickelt sich relativ langsam. Der Thallus beginnt etwa 10 Jahre nach der Keimung erste vegetative Ausbreitungseinheiten (Soredien) an den Rändern seiner löffelförmigen Lappen zu bilden. Mit etwa 20 Jahren entstehen dort dann auch die ersten Fruchtkörper (Apothecien), in welchen die generativen Ausbreitungseinheiten reifen. Sobald die löffelförmigen Lappen überall an den Rändern und auf den Rippen Soredien produzieren, werden die Wachstumszonen der Lappenspitzen inaktiviert. Damit wird ein weiteres Längenwachstum verhindert.

Alte löffelförmige Lappen produzieren eine große Menge an vegetativen und seltener auch generativen Ausbreitungseinheiten. Solche Lappen degenerieren jedoch nach Einstellen des Längenwachstums und werden durch neu gebildete Lappen ersetzt. Rinnenförmige Lappen hingegen bilden keine Ausbreitungseinheiten und können sich immer weiter verzweigen. Dadurch erneuern sie sich fortlaufend und sind sozusagen unsterblich. Sie sichern das Überleben und Fortbestehen eines Thallus. Trotz ihrer langsamen Entwicklung gilt *L. pulmonaria* unter Flechten als relativ schnellwüchsige Art. Sie kann in einer späten Entwicklungsphase und unter günstigen klimatischen Bedingungen bis zu 1 cm Längenwachstum pro Jahr erreichen.

Fortpflanzung

Während Soredien unabhängig von der Populationsgrösse produziert werden, bilden in der Regel nur grosse und genetisch vielfältige Populationen Apothecien. Apothecien können nur dann gebildet werden, wenn Lappen von genetisch unterschiedlichen Individuen zusammen wachsen und spezielle Pilzfäden, die so genannten Spermatien und Trichogynen, miteinander verschmelzen. Sexuelle Vermehrung findet also vor allem zwischen Individuen unterschiedlicher Genotypen statt, die am gleichen Baum wachsen. Selbstbefruchtung findet bei *L. pulmonaria* vermutlich nicht statt. Vegetative und generative



Ausbreitungseinheiten werden durch Wind, Regen und Tiere verbreitet. Das Stammabflusswasser spielt vor allem eine wichtige Rolle in der lokalen Ausbreitung der Flechte stammabwärts, während mit dem Wind und fliegenden Insekten grössere Distanzen überwunden und neue Bäume besiedelt werden können.

Testen einer Sammelanleitung

Die laufenden Untersuchungen sollen testen, wie Vorkommen von *L. pulmonaria* beerntet werden können, ohne dass dadurch langfristig die Überlebenschance der Population reduziert wird. Das Forschungsprojekt beschäftigt sich deshalb unter anderem mit den folgenden Fragen:

- 1) In welchen Populationen darf gesammelt werden?
- 2) Welche und wie viele Thalli dürfen gesammelt werden?
- 3) Welcher Teil des Thallus darf gesammelt werden?
- 4) Welche Artenschutzmassnahmen sind parallel zur Beerntung von Populationen sinnvoll?

Die Abbildungen zu den Texten dienen dem besseren Verständnis.

Wie viele Bäume pro Population?

Von allen mit *L. pulmonaria* besiedelten Bäumen eines Standorts (Population) müssen 15 von der Sammelaktion ausgeschlossen werden (Abb. 2).

Sie gewährleisten das längerfristige Überleben der Population. Die Distanz zwischen den 15 Bäumen spielt keine Rolle.

In Populationen mit nur 15 oder noch weniger besiedelten Bäumen darf deshalb nicht gesammelt werden.

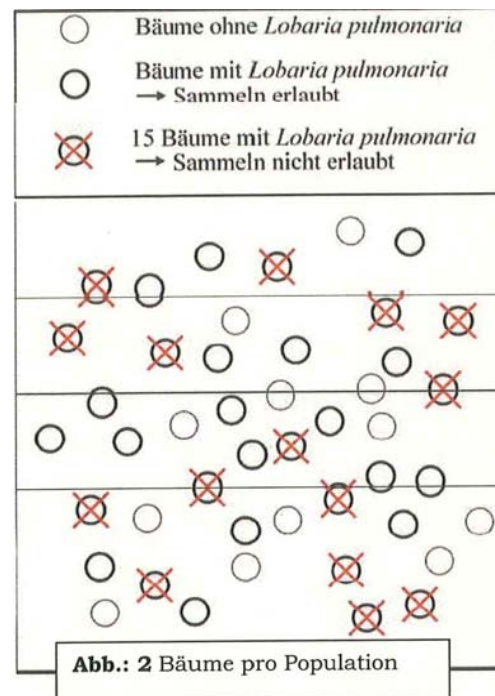


Abb. 3: Erntegrösse des Thalli

Welche Thalli pro Baum?

Es werden nur Thalli grösser als eine gespreizte Hand in die Sammelaktion einbezogen (Abb.3). Kleinere Thalli sollten nicht gesammelt werden. Sie sind wichtig für eine möglichst rasche Regeneration der lokalen Population am Stamm.



Wie viele Thalli pro Baum?

Von allen Thalli, welche grösser als eine gespreizte Hand sind, müssen drei Thalli pro Baum aus der Sammelaktion ausgeschlossen werden. Dadurch wird sichergestellt, dass sich die lokale Population eines Stammes noch reproduzieren kann. Damit bestenfalls drei verschiedene Genotypen erhalten bleiben, sollten die drei geschonten Thalli nicht in einer Falllinie liegen.

Welche Lappen?

Es werden nur die löffelförmigen Lappen eines Thallus gesammelt. Diese dürfen jedoch vollständig geerntet werden. Die rinnenförmigen Lappen sind wichtig für Regeneration und Wachstum eines Thallus. Sie dürfen unter keinen Umständen gesammelt werden.

Gefällte Bäume

An gefällten Bäumen, welche mit *L. pulmonaria* besiedelt sind, dürfen ohne Ausnahme alle Thalli vollständig gesammelt werden. Auf liegenden Bäumen sind die Lichtbedingungen so ungünstig, dass *L. pulmonaria* nicht überleben würde.

Artenschutzmaßnahmen durch Transplantation von Thallusfragmenten

Ziele

Die Transplantation von Thallusfragmenten ist ein integraler Bestandteil der Anleitung zum nachhaltigen Sammeln in einer *L. pulmonaria* Population und verfolgt zwei Ziele. Einerseits kann dadurch der Verlust von Thalli kompensiert werden, welche beim Sammeln möglicherweise Schaden nehmen, sich nicht mehr regenerieren können und absterben. Andererseits soll durch die Transplantation von fünf Thalli verschiedener Genotypen nebeneinander an einen Stamm die sexuelle Vermehrung in einer Population unterstützt werden. Diese Ausgleichsmaßnahme hat demnach nicht nur die bloße Erhaltung einer *L. pulmonaria* Population zum Ziel, sondern fördert gleichzeitig auch deren Ausbreitungs- und Vermehrungspotential.

Material

- Heftklammern aus Aluminium. Normale Heftklammern aus Stahl rosten und schädigen die Flechte.
- Scharfes Messer / Schere
- Wasserspray

Vorgehen: Wahl geeigneter Bäume für die Transplantation

In jeder *L. pulmonaria* Population werden vier Bäume ohne *L. pulmonaria* Bewuchs für die Transplantation ausgewählt. Diese vier Bäume müssen zur Hauptträgerbaumart gehören. Unter Hauptträgerbaumart versteht man diejenige Baumart, auf welcher *L. pulmonaria* in einer Population am häufigsten vorkommt. Sie kann von Standort zu Standort variieren. Typisch für das Mitteleuropa sind



Rotbuche (*Fagus sylvatica*), Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*), Gewöhnliche Esche (*Fraxinus excelsior*) sowie Eichen (*Quercus robur* und *patraea*).

Es muss sichergestellt werden, dass die vier ausgewählten Bäume noch mindestens 50 Jahre im Bestand bleiben und nicht vorher gefällt werden. Die Auswahl der Bäume muss deshalb mit dem zuständigen Forstdienst abgesprochen werden.

Die für die Transplantation ausgewählten Bäume sollten einen Stammdurchmesser von mindestens 20 cm auf Brusthöhe haben, damit die Transplantate sich in der rissigen Borke gut verankern können und ein ideales Mikroklima vorfinden. Die Baumstämme sollten nicht durch Äste beschattet werden (Abb. 4 und 5). Ideal sind mit Laub- und Lebermoosen lückig besiedelte Baumstämme (Abb. 6), wo ein für das Wachstum der Transplantate günstiges Mikroklima herrscht. Für die Schweiz typische Moose sind zum Beispiel Zypressen-Schlafmoos (*Hypnum cupressiforme*), Eichhornschwanzmoos (*Leucodon sciuroides*), Kratz-Lebermoos (*Radula complanata*) und Sack-Lebermoos (*Frullania dilatata*).

Gänzlich unbesiedelte Stämme könnten Indiz für ein ungünstiges Mikroklima sein und sind für die Transplantation nicht geeignet. Sehr dicht besiedelte Stämme, zum Beispiel mit Krustenflechten oder dicken Moospolstern (Abb. 7), eignen sich ebenfalls nicht für die Transplantation. Hier ist der Konkurrenzdruck zu gross, die Transplantate können sich nicht gut entwickeln oder werden sogar überwachsen und sterben ab.



Abb. 4: Durch benachbarte Bäume beschattete Baumstämme sind für eine Transplantation ungeeignet.



Abb. 5: In einem lückigen Wald ist genügend Licht für die Photosynthese vorhanden. Die direkte Sonneneinstrahlung ist aber dank benachbarten Bäumen nicht zu stark.



Abb. 6: Die Thallusfragmente werden in die Lücken zwischen Moose (hier: *Hypnum cupressiforme*) transplantiert.



Abb. 7: In dicken Moospolstern (hier: *Hypnum cupressiforme*) können Transplantate nicht gedeihen.

Wahl geeigneter Thallusfragmente für die Transplantation

Es werden je fünf Thallusfragmente an die Stämme der vier ausgewählten Bäume transplantiert.

Die fünf Thallusfragmente pro Baum müssen von fünf verschiedenen, nicht benachbarten Bäumen derselben Population stammen. Damit steigt die Wahrscheinlichkeit, dass die Transplantate unterschiedliche Genotypen haben.

Geeignete Thallusfragmente sind die Spitzen von gesunden, jungen, löffelförmigen Lappen mit intakter Wachstumszone (Abb. 8). Lappen, welche bereits entlang des gesamten Randes vegetative Ausbreitungseinheiten (Soredien) und möglicherweise auch schon generative Ausbreitungseinheiten (Apothecien) produzieren, sind nicht geeignet (Abb. 9). Jedes Thallusfragment sollte etwa 4 x 2 cm gross sein.



Abb. 8: Junge löffelförmige Lappen eignen sich als Transplantate.



Abb. 9: Lappen mit Soredien (weisse Körner) und Apothecien (rote Becher) wachsen nicht mehr und sind als Transplantate ungeeignet.



Anleitung zur Transplantation

Die Anleitung zur Transplantation beinhaltet drei Schritte, die im Folgenden detailliert beschrieben und mit Abbildungen verdeutlicht werden.

1. Fünf geeignete Thallusfragmente (Abb. 10) vorsichtig mit einem Messer oder einer Schere vom Thallus abschneiden. Die Thallusfragmente gut mit Wasser befeuchten. Sie dürfen nicht trocken und spröde sein.



Abb. 10: Größe des Thallusfragmentes



Abb. 11: Platzierung der Thallusfragmente

2. Fünf geeignete Plätze an einem Baumstamm suchen (Abb. 11). Die Thallusfragmente werden auf Augenhöhe untereinander und nebeneinander in die Lücken zwischen die anderen Epiphyten gesetzt. Die Distanz zwischen den fünf Transplantaten sollte etwa 20 cm betragen.

3. Die Thallusfragmente mit je zwei bis vier Heftklammern aus Aluminium eng an die Borke heften, die Ränder dürfen dabei jedoch nicht verletzt werden (Abb. 12). Jedes Thallusfragment muss die Borke zu mehr als 50% berühren, wobei nur die Ränder etwas vom Stamm abstehen dürfen.



Abb. 12: Anheften der Fragmente

Die Spitze des Thallusfragments ist jeweils stammaufwärts gerichtet.

Zeitpunkt des Sammelns und Transplantierens

Lobaria pulmonaria kann zu allen Jahreszeiten gesammelt werden, bevorzugt jedoch in regenreicheren Perioden. Dann sind die Thalli so gut durchfeuchtet, dass sich beim Abschneiden der löffelförmigen Lappen nicht gleich der ganze Thallus von der Baumrinde löst. Die Transplantation erfolgt jeweils unmittelbar nach dem Ernten der Thallusfragmente und sollte nicht bei Minustemperaturen erfolgen. Erst wenn sich alle Thalli einer Population wieder vollständig regeneriert haben, darf dort erneut gesammelt werden. Der Regenerationsprozess dauert vermutlich ca. fünf Jahre, variiert aber von Thallus zu Thallus. Deshalb muss der Zustand einer Population vor einer weiteren Besammlung kontrolliert werden.