

# Der Bergwald der Alpen – immer noch ein Paradies für Flechten?

von Roman Türk

**Keywords:** Luftverunreinigung, Verlust von naturnahen Ökosystemen, Waldbewirtschaftung, Almwirtschaft, Schipisten

**Die Flechten in den Wäldern der Alpen sind stark gefährdet. Die größte Gefährdung geht von den Luftverunreinigungen aus. Zum Verschwinden und Aussterben von empfindlichen Flechtenarten führen aber auch die Intensivierung der Waldbewirtschaftung sowie der enorm hohe Verlust von Flechten-Biotopen wie Tot- und Moderholz.**

## I. Einleitung

Flechten sind hervorragende Zeigerorganismen (Bioindikatoren) für die Belastungen der Umwelt durch Luftverunreinigungen und für den Grad der Hemerobie von Biotopen; durch ihre Biodiversität sind sie zudem ein Maß für das Vorhandensein einer Fülle von Substraten in den verschiedensten Ökosystemen.

Im vergangenen Jahrhundert und besonders in den letzten Jahrzehnten ist der Druck auf die Landschaften überall, so auch auf die der Alpen, enorm angestiegen, was mit einer Vielzahl von Gefährdungen für die Biodiversität verbunden ist. Bezüglich der Flechten sind in besonderem Maß die Luftverunreinigungen und die Intensivierung der Nutzung in der Land-, Forst- und Freizeitwirtschaft für die Verringerung der Arten aus den unterschiedlichsten Organismenkreisen verantwortlich (vgl. z. B. RINGLER 1987, SCHAUER & CASPARI 2022, STRAUSSBERGER & WEIGER 2022).

Flechten sind eine oft übersehene Lebensform: eine spezielle Verbindung von Mykobiont (Schlauchpilz oder Ständerpilz), Photobiont (Grünalge oder Cyanobakterien), Bakterien und erst kürzlich entdeckten Hefepilzen.

Wer Flechten auffinden oder gar sie erkennen möchte, muss oft eine „demütige“ Haltung einnehmen. Wachsen sie auf Bäumen oder Holz, muss man sich ihnen zuwenden, die Distanz überwinden, bis zum Wurzelansatz niederbeugen, oder sich strecken, um sie auf den Ästen zu sehen. Boden bewohnende Arten sind nur kniend oder auf dem Bauche liegend mit einer Lupe vor dem Auge leicht erkennbar. Flechten auf Gestein erfordern – sofern sie nicht im Freiland sicher angesprochen werden können – die Anwendung von Hammer und sorgsam geschärftem Meißel, um Proben im Labor mit dem Binokular bzw. dem Mikroskop genau untersuchen zu können. Oftmals erfordert ein Tag Sammelarbeit im Freiland fünf bis sieben Tage intensiver Untersuchungen im Labor. Werden auch

genetische Untersuchungen durchgeführt, müssen die Proben mit Einweg-Handschuhen gesammelt werden, um keine Spuren von Hautzellen zu hinterlassen.

Die Widerstandsfähigkeit der Flechten gegen extreme natürliche Einflüsse der Umwelt wie Hitze, Kälte und Trockenheit ist in den Beschreibungen der Flechten der Bergwelt von OBERMAYR (1997) und HERTEL (1998) in beeindruckender Weise dargestellt. In den Alpen wurden bisher etwa 3.150 Flechtenarten festgestellt (NIMIS et. al. 2018).

Trotz ihrer Widerstandsfähigkeit und oft weiten Verbreitung sind Flechten äußerst empfindlich gegen Veränderungen und anthropogenen Belastungen ihrer Lebensräume.

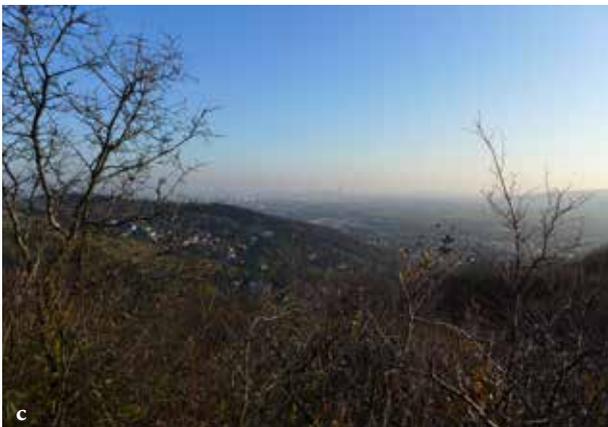
## 2. Gefährdungsursachen

### 2.1 Luftverunreinigungen

Werden wir uns den Luftverunreinigungen zu, so ist zu bedenken, dass der Mensch und auch viele Tiere als Warmblütler über äußerst effiziente Abwehr- und Entgiftungsmechanismen gegen einwirkende gesundheitsschädliche bis giftige Substanzen verfügen. Dies ist bei den Flechten nicht der Fall, da die Flechten die mineralischen Nährstoffe aus dem Substrat (boden- und gesteinsbewohnende Arten) bzw. aus der Atmosphäre aufnehmen (hauptsächlich Blatt- und Strauchflechten) und deshalb als offene Systeme zu betrachten sind. Sie reichern die über die Atmosphäre transportierten gas- und staubförmigen Fremdstoffe in ihrem Lager (Thallus) an. Übersteigen die Konzentrationen der Fremdstoffe die Resistenzgrenzen, erkranken die Lager und werden im Laufe der Zeit so stark geschädigt, dass sie absterben.

Früher waren Schwefeldioxid (SO<sub>2</sub>) und seine Derivate die Hauptverursacher der Schädigung und des Verschwindens der baumbewohnenden (epiphytischen) Flechten. Die sehr hohen Depositionsraten dieser Verbindungen führten in weiten Teilen Europas sogar zum „Waldsterben“, so dass die Anwendung von Anlagen zur Entschwefelung von Rauchgasen bzw. von Dieselmotoren vorgeschrieben wurde. Dies führte nach einiger Zeit zur Erholung der epiphytischen Flechtenvegetation, auch in den Randgebieten der Alpen.

In den letzten Jahrzehnten haben der Einsatz von Giften gegen Pilz- und Schädlingsbefall, von Kunstdünger und Gülle in der Landwirtschaft sowie die zunehmende Flut von Stickstoff-Verbindungen wie Stickoxide, Ammonium, Ammoniumnitrat und Mikroaerosole aus Verkehrs-, Industrie- und Heizungsanlagen zu einem enormen Einfluss auf die Landschaft geführt. Denn die Luftfremdstoffe werden regional und überregional durch die Luft transportiert. Und gerade in den Stau- und Kammlagen der Mittelgebirge und der Alpen stellen die Abgase beim Anstieg der Luftschichten ein enormes chemisches Belastungspotential für die Ökosysteme von der kollinen bis in die alpine Stufe dar. Besonders auffällig sind die belasteten Luftmassen durch ihre braun-violette Färbung bei windstillen Wettersituationen, wie z.B. ein Blick nach Norden vom Gipfel des Schafbergs (Oberösterreich, Salzburg) im Herbst (1783 m, Abb. 1a) oder vom Lattengebirge (Bayern) im Sommer (1600 m, Abb. 1b) zeigt. Besonders drastisch ist die Situation der Luftverunreinigungen am Ostabfall der Alpen im Wienerwald (Abb. 1c), was an der Aussicht vom Bisamberg in Richtung Wien eindrücklich zu sehen ist.



**Abb. 1:** Aerosole im Alpenvorland.

- a: Blick von der Schafbergspitze aus nach Norden.
- b: Im Reichenhaller und Salzburger Becken, Blick, vom Lattengebirge aus.
- c: Wiener Becken, Blick vom Bisamberg aus; im Dunst Wien.

Großflächige, langjährige Untersuchungen über die Flechten und Moose in Österreich, Deutschland, Italien und Frankreich zeigen deutlich die Verminderung vieler epiphytischer Flechtenarten durch die übermäßige Düngung der Luft auf. Die belasteten Luftmassen führen besonders seit der Jahrhundertwende im Alpenvorland, den Mittelgebirgen und im Bereich des nördlichen und südlichen Alpenrandes bis zum Anstieg der Hochalpen zu einem dramatischen Wechsel der Flechtengesellschaften, die auf Bäumen mit sauer reagierender Borke wachsen und auf ozeanisches Klima mit hoher Feuchtigkeit angewiesen sind, verschwanden wegen der geringen Pufferkapazität in den letzten Jahrzehnten. An ihre Stelle sind großflächig Flechtengesellschaften getreten, die nitrophil (Stickstoff benützend) bzw. eutrophietoleranter sind (vgl. DIRNBÖCK et al. 2007, TÜRK & PFLEGER 2007, DIRNBÖCK 2012, BERGER & TÜRK 2019). In vielen Wäldern der Mittelgebirge (Böhmisches Massiv, Kobernaußerwald), der Flyschzone, der

nördlichen Kalkvoralpen bis hin zum Anstieg der Kalkhochalpen sind empfindliche Blatt- und Strauchflechten bis zu einer Seehöhe von 1500 bis 1700 Metern weitgehend verschwunden (DIRNBÖCK 2012; BERGER & TÜRK 2019). An ihrer Stelle wachsen Luftalgen – vor allem *Klebsormidium crenulatum* – mit dichtem Aufwuchs auf den Rinden und Borken der Laub- und Nadelbäume und vieler Sträucher (Abb. 2a). Oftmals gesellt sich auf der Algenschicht die auffällige *Phlyctis argena* (Gewöhnlicher Silberfleck, Abb. 2b) dazu.



**Abb. 2:** Algen statt Flechten.

a: Algen auf Buche, Sommerholz in der Flyschzone.

b: Gewöhnlicher Silberfleck (*Phlyctis argena*) auf Buche.

An den nördlichen Kalkalpen ist der Einfluss der Immissionen von Stickstoff-Verbindungen so stark, dass bis zum Anstieg der Kalkhochalpen die autochthonen Flechtengesellschaften weitgehend verschwunden sind. Von Natur aus sind in den Kalkvoralpen von der kollinen bis in die hochmontane Stufe auf Bäumen mit sauer reagierender Borke oder auf Holz (z. B. Birke, Buche, Fichte, Tanne etc.) Vertreter des Pseudevernetum furfuraceae dominierend. Die Elchgeweihflechte (*Pseudevernia furfuracea*) bildet stellenweise einen Massenwuchs auf den Ästen von Nadelbäumen. Gegenüber Luftverunreinigungen ist sie sehr empfindlich und zeigt schon bei relativ geringen Konzentrationen von Schadgasen starke Schäden (Abb. 3).



**Abb. 3:** Elchgeweihflechte (*Pseudevernia furfuracea*). a: ungeschädigt. b: stark geschädigt.

Auch ihre Begleiterin, die Blaugraue Lappenflechte (*Platismatia glauca*) ist in weiten Bereichen des Alpenrandes und der Kalkvoralpen nur mehr stark geschädigt anzutreffen (Abb. 4).

In der Flyschzone ist auf den Seitenästen von Fichte und Tanne stellenweise ein dichter Bestand des Physcietum adscendentis mit der auffälligen Wand-Gelbflechte (*Xanthoria parietina*; Abb. 5) ausgebildet. Bis in die hochmontanen Lagen war die Wand-Gelbflechte mit ihren Begleitern aus den Gattungen *Phaeophyscia*, *Candelaria*, *Parmelia* und *Melanohalea* regelmäßig zu finden.



**Abb. 4:** Blaugraue Lappenflechte (*Platismatia glauca*). a: gesund, Zentralalpen. b: stark geschädigt, Kalkvoralpen.



**Abb. 5:** Wand-Gelbflechte *Xanthoria parietina* auf Tanne, Seekirchen.

Am Beispiel der auffälligen Echten Lungenflechte (*Lobaria pulmonaria*) ist das Verschwinden aus belasteten Gebieten besonders eindrucksvoll aufzuzeigen. Der Rückgang beruht auf einem vielfältigen Faktorenbündel. Nach Wirth et al. (2013) bevorzugt diese Art vor allem die Rinde von Laubbäumen und von Moosen überzogenes Silikatgestein in montanen bis hochmontanen, niederschlagsreichen, luftfeuchten Lagen in ungestörten Wäldern wie z. B. Buchen-Tannenwälder. Sehr gute Entwicklung zeigte die Echte Lungenflechte am Alpen-

rand auf Berg-Ahorn, Buche, Esche und in sehr nebelreichen Lagen mit hoher Luftfeuchtigkeit auch auf Tanne und Fichte. Der Verlust von Altbäumen im Zuge der Waldbewirtschaftung, durch starke Sturm- und Schneereignisse sowie wegen starker Einträge von Luftfremdstoffen haben die Lebensmöglichkeiten für diese stattliche Flechte im gesamten Bergland nördlich der Donau und am nördlichen Alpenrand auf ein Minimum reduziert.

So verschwand sie in den letzten Jahren aus vielen Talschaften der Böhmisches Masse, des Kobernaulberwaldes und aus dem Nordalpenrand. Die einst durch Flechtenreichtum ausgezeichneten Gebiete in den Tälern der Salzach, Saalach, Traun, Alm, Krems, Enns und im östlich angrenzenden Niederösterreich zeichnen sich heute durch einen enormen Schwund an ozeanischen und den autochthonen acidophytischen Flechten aus. Das gilt auch für die nordwestlichen Bereiche der Zugspitze, wie z. B. die Umgebung von Ehrwald.

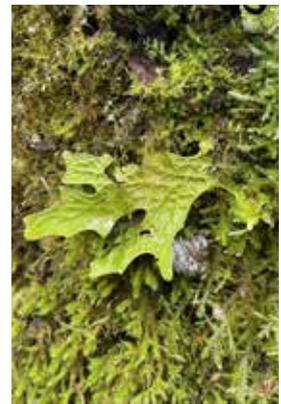
Einen Überblick über die Vielfalt ozeanischer Flechten z. B. im südlichen Oberösterreich geben die Artenlisten über das Lobarietum pulmonariae, in dem über 100 Arten aufgeführt sind. Im Bereich des Almtales war bis zum Anstieg des Toten Gebirges die Echte Lungenflechte zahlreich an verschiedenen Laubbäumen zusammen mit Seltenheiten wie Rotfrüchtige Tuchflechte (*Pannaria rubiginosa*), Grauschorfige Lungenflechte (*Lobarina scrobiculata*), Rußige Grübchenflechte (*Sticta fuliginosa*) und Bogige Grauschüsselflechte (*Hypotrachyna sinuosa*) vorhanden (KUPFER-WESELY & TÜRK 1987, RUPRECHT et al. 2016).

Gesunde, vitale Lungenflechten finden sich heute nur mehr im Lee der Kalkhochalpen, in denen die Immissionen gering sind, wie z. B. im Bereich des Hintersees bei Berchtesgaden (Abb. 6a) oder in der Baumschlagerröth im Toten Gebirge beim Steyr-Ursprung (Abb. 6b).



**Abb. 6:** Echte Lungenflechte (*Lobaria pulmonaria*). a Bayern, Berchtesgaden, Hintersee. b: Totes Gebirge, Oberösterreich, Baumschlagereith.

Im Zuge einer neuerlichen Erhebung der epiphytischen Flechtenflora in den Auebereichen am Südufer des Almsees wurde im Mai 2022 nur mehr ein einziges Flechtenfragment der Lungenflechte aufgefunden (Abb. 7).



**Abb. 7:** Letztes Fragment der Echten Lungenflechte am Almsee, Oberösterreich (Foto: Barbara Than).

Die folgenden Bilder der Echten Lungenflechte lassen den Niedergang durch die Immissionen von Stickstoff-Verbindungen deutlich erkennen. Am Hintersee in den nördlichen Kalkvoralpen Salzburgs bleichten schon im Jahre 2016 die Lagerlappen einer ehemals unter besten Bedingungen des Bestandesklimas wachsenden Lungenflechte deutlich aus (Abb. 8a). Auf der Nordseite des Schafbergmassivs war die Lungenflechte auf einer schon seit drei Jahrzehnten beobachteten alten Buche in 1200 Metern Seehöhe im Jahre 2015 nur mehr rudimentär vorhanden (Abb. 8b). Auch in den Dauerbeobachtungsflächen auf dem Zöbelboden war die Lungenflechte bei der letzten Untersuchung im Juni 2019 nur mehr in stark geschädigten Exemplaren auffindbar (Abb. 8c).



**Abb. 8:** Absterben bei der Lungenflechte. a: Hintersee Salzburg 2016. b: Schafberg 25.5.2015. c: Zöbelboden 22.6.2019.

Für den Nachweis des Verschwindens von Flechten aus den verschiedenen Untersuchungsgebieten der Alpen sind wissenschaftliche Arbeiten über das großräumige Vorkommen von Flechten von größter Bedeutung. Besonders hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang das grundlegende Werk über die Verbreitung ozeanischer Flechten im Nordalpenraum (SCHAUER 1965). Viele dieser Flechten konnten an den in diesem Werk angegebenen Fundpunkten und deren Umgebung bei späteren Untersuchungen ab den Jahren 1980 bis 2020 nicht mehr aufgefunden werden. Somit ist auch das Verschwinden der ozeanischen Flechten deutlich dokumentierbar.

Gemeinsam mit der Echten Lungenflechte verschwanden aus den Immissionsgebieten der Nordalpen fast alle Flechtenarten mit Cyanobakterien als Photobionten, wie z. B. die Verdrehte Nierenflechte (*Nephroma resupinatum*, Abb. 9a) und die Grauschorfige Lungenflechte (*Lobarina scrobiculata*, Abb. 9b).



**Abb. 9:** Zusammen mit *Lobaria pulmonaria* im Verschwinden begriffene Flechten. a: Verdrehte Nierenflechte (*Nephroma resupinatum*), Oberösterreich, Baumschlagerreith. b: Grauschorfige Lungenflechte (*Lobarina scrobiculata*), Gosau Oberösterreich.

## 2.2 Waldbewirtschaftung

Während die Einträge toxischer Substanzen aus dem weiteren anthropogenen Umfeld stammen – diverse Emissionsquellen einschließlich der Landwirtschaft – übt auch die unmittelbar vor Ort betriebene Art und Weise der Bewirtschaftung von Wäldern (negativen) Einfluss auf diejenigen Plätze aus, an denen Flechten leben können.

Hierdurch vom Aussterben bedroht sind in den nördlichen Kalkalpen z. B. die Schöne Wimpernflechte (*Heterodermia speciosa*, Abb. 10a) und die Bogige Grauschüsselflechte (*Hypotrachyna sinuosa*, Abb. 10b).



**Abb. 10:** Vom Aussterben bedrohte Flechten des Alpenraums. a: Schöne Wimpernflechte (*Heterodermia speciosa*), Oberösterreich, Baumschlagerreith. b: Bogige Grauschüsselflechte (*Hypotrachyna sinuosa*), Salzburg, Krimmler Wasserfälle.

Ihre Vorkommen sind durch die in der letzten Zeit vermehrt auftretenden Starkregen und Wolkenbrüche in den Alpen – besonders in den Zentralalpen – gefährdet. Denn um den großen Wassermassen, die in kurzer Zeit die Bäche und Nebenflüsse ausfüllen, eine Verklausung zu vermeiden und den raschen Abfluss zu gewährleisten, werden die bach- und flussbegleitenden Bestände der Grau-Erlen und verschiedener Weiden-Arten abgeholzt. Und gerade diese älteren Bestände sind für das Aufkommen dieser Substrat- und Mikroklimaspezialisten von größter Bedeutung.



Abb. 11: Girlanden-Bartflechte, Engelshaar (*Usnea longissima*), Nationalpark Hohe Tauern, Hopffeldboden.

Auch viele Arten der Bartflechten sind weiträumig gefährdet. Viele von ihnen sind heute fast ausschließlich nur mehr in den Tälern der Grauwackenzone und der Zentralalpen mit höheren Niederschlagsraten und höherer Feuchtigkeit in der Nebelstufe zwischen etwa 1200 und 1700 Meter Seehöhe anzutreffen (vgl. TÜRK 2016). Dies gilt in besonderem Maße für die äußerst auffällige und schöne Girlanden-Bartflechte, auch Engelshaar genannt (*Usnea longissima*, Abb. 11), die bis vor 20 Jahren von 17 Fundorten in Österreich bekannt war, heute aber nur mehr an fünf Orten in den österreichischen Ostalpen. Einen Teil der Verantwortung für diesen Rückgang trägt die Forstwirtschaft, die z. B. im Vorfeld des Nationalparks Hohe Tauern die Fichtenbestände auflockerte und damit das Bestandesklima dermaßen veränderte, dass diese Flechte ihre Lebensgrundlage verlor. Ähnlichen Effekt hatte die Verbreiterung der Schneisen für den Ausbau der Straßen in die Ausflugsziele bei Kolm-Saigurn in der Goldberggruppe und in der Ankogelgruppe der Hohen Tauern.

Zudem trägt die Auflichtung von Bergwäldern durch den Einsatz von Harvestern (Kranvollernter) durch die Änderung des Bestandesklimas zum Verschwinden der empfindlichen Bartflechten (*Usnea*-Arten, Abb. 12) aus der Nebelstufe (1200 bis 1700 Meter Seehöhe) bei. Die Bodenverdichtung durch die schweren Geräte führt auch zu einer tiefgreifenden Beeinträchtigung von bodenbewohnenden Flechten und anderen Organismengruppen wie Moosen, Pilzen und höheren Pflanzen.



Abb. 12: *Usnea*-Flechtenbärte in den Hohen Tauern, Kärnten.

Auch die dichten Bestände der Sparrigen Pflaumenflechte (*Evernia divaricata*, Abb. 13) sind entsprechend gefährdet.

Sofern die Forstwirtschaft ausschließlich auf Gewinn**maximierung** orientiert ist, wird der Anteil von Altbäumen im Wald langfristig auf ein Minimum reduziert. Schon im Jahre 2001 startete deshalb der Naturschutzbund Österreich das Kooperations-Projekt „Baum-Pension“ gemeinsam mit Waldbesitzern und Forstämtern in den Bundes-



Abb. 13: Sparrige Pflaumenflechte (*Evernia divaricata*) im Lungau, Überling.

ländern. Denn erst im hohen Alter, dann, wenn Bäume „in Pension gehen“, geben Spechthöhlen, ausgefaulte Hohlräume, Astlöcher, Spalten und Risse Räume für Fledermäuse, Wildbienen, Käuze, Baumrarder, Spitzmäuse und viele andere Tiere zur Einrichtung ihrer Kinderstuben. Zudem finden sie dort Unterschlupf und Winterquartier. Natürlich absterbende Bäume bieten als Tot- oder Biotopholz zahllosen Bakterien, etwa 1.500 Pilzarten und 1.730 holzbewohnenden (xylobionten) Käferarten und Flechten entsprechende Biotope (FREI 2006, DÄMON & KRISAI-GREILHUBER 2016, HAFELLNER & TÜRK 2016). Schon ARNOLD (1869) beklagt im 19. Jahrhundert den Verlust von Altbäumen folgendermaßen: „Die Wälder Tirols sind, wie Jedermann weiß, im Verfall. Der Hochwald ist zum größten Theile verschwunden, die Stelle der Laubhölzer nimmt mehr und mehr die Fichte ein und ganze Thäler Südtirols werden allmählich von den Ziegen kahl gefressen“. An dieser Schilderung hat sich in den letzten Jahrzehnten im gesamten Alpenraum kaum etwas geändert.

Genau hier setzt das Kooperations-Projekt „Baum-Pension“ an: Waldbesitzer und Forstbetriebe wurden eingeladen, „der Natur Bäume zur Verfügung zu stellen“, damit Spechtbäume, Altbaumzellen und Totholzinseln zum regelmäßigen und häufigen Bestandteil des Wirtschaftswaldes werden können. Alte Bäume sind wichtige Bestandteile und Initiatoren für die Sukzession unterschiedlichster Organismengruppen, indem sie Schritt für Schritt absterbendes oder totes Holz in Humus umwandeln und so das Ökosystem Wald am Leben erhalten. Präsenz von Alt- und Totholz lässt sich im naturnahen Wirtschaftswald aber nur durch einen „Verzicht auf Nutzung“ einzelner Bäume erreichen (HAGENSTEIN 2000).

Eine auf **Gewinnoptimierung** bedachte Forstwirtschaft lässt den Bestand von Altbäumen und Totholz in den Wäldern zu, um eine Biotopvielfalt zu entwickeln und zu erhalten. Bei entsprechender Dichte von Naturwaldreservaten ist auch der Austausch genetisch fixierter Anpassung an sich ändernde ökologische Bedingungen wie etwa den Klimawandel gewährleistet (Türk & Pflieger 2008). Nur über einen langen Zeitraum kann sich ein Flechtenbestand von fast flächendeckender Wolfsflechte (*Letharia vulpina*, Abb. 14, toter Stamm einer Lärche) entwickeln.



Abb. 14: Wolfsflechte (*Letharia vulpina*) auf toter, stehender Lärche, Salzburg, Durchgangswald.



Abb. 15: Flechten auf vermoderndem Totholz. a: Schlanke Scharlachflechte (*Cladonia macilentata*). b: *Cladonia* div. spec.

Liegendes Totholz ist ein wichtiges Biotop für viele Flechtenarten. Ein vermorschender Baumstamm bietet eine zeitliche Aufeinanderfolge der sich einander ablösenden Pflanzen-, Pilz- und Flechtenarten, also eine Sukzession. Bei einem bestimmten Zersetzungsgrad ist die chemische Zusammensetzung und die Wasserrückhaltekapazität des vermorschenden Holzes so beschaffen, dass sich darauf die auffällige rotfrüchtige Schlanke Scharlachflechte (*Cladonia macilenta*, Abb. 15a) ansiedeln kann. Bei weiterer Vermorschung siedeln sich Rentierflechten und Trompetenflechten an, die in den dicken Moospolstern genügend Feuchtigkeit eine hohe Abundanz entwickeln können und den Aspekt des Aufwuchses weitgehend bestimmen (Abb. 15b).

Altbäume können Aktionen zum Opfer fallen, die man nur als barbarisch und vandalistisch bezeichnen kann, wie etwa die Zerstörung der Altbuche auf der Postalm im Bundesland Salzburg (Abb. 16) in einer Höhe von etwa 1340 Meter. Sie war der einzige Trägerbaum der Großen Lungenflechte (*Ricasolia amplissima*, Abb. 17) in den Kalkvoralpen des Bundeslandes Salzburg. Seit 1979 wurde sie jedes Jahr einmal aufgesucht, um den Bestand dieser Flechte zu kontrollieren. Eine Nachschau im Jahre 2014 ließ schon von Weitem erkennen, dass der Hauptstamm offensichtlich entfernt worden war (Abb. 18a). Eine nähere Untersuchung der Buche hatte zum leidvollen Ergebnis, dass der Hauptstamm auf brutale Weise mit tiefen Axtschlägen geringelt worden war (Abb. 18b). Diese

Ringelung betraf nicht nur einen mehrere Zentimeter breiten Streifen der Rinde am unteren Teil der Buche – wie von der Landwirtschaftskammer empfohlen – sondern auch den tiefen Holzkörper. Somit fiel die Buche einem Windwurf zum Opfer. Auf diese Weise ist die Überlebenschance der äußerst seltenen Großen Lungenflechte verloren gegangen.



Abb. 16: Altbuche auf der Postalm, Bundesland Salzburg, im September 2008.



Abb. 17: Große Lungenflechte (*Ricasolia amplissima*, auf der Postalm. a: trocken. b: feucht).



**Abb. 18:** Die Altbuche auf der Postalm im September 2014. a: noch verbliebene Reste. b: Ringelung des Hauptstammes.

Einen Ersatz für stehendes Totholz bieten Holzzäune und Heuschober in allen Höhenlagen. Die leuchtend gelb-grün gefärbte Wolfsflechte (*Letharia vulpina*) deutet darauf hin, dass der Heuschober (Abb. 19) von Stämmen und Schindeln aus Lärchenholz angefertigt wurde, denn diese Flechte kommt nur auf Lärche und Zirbe vor.



**Abb. 19:** Heuschober im Stubaital, Gleins mit gelber Wolfsflechte.

## 2.3 Schipisten und Almwirtschaft

Die Anlage von Schipisten (Abb. 20) und deren Präparierungsmethoden führen in vielen Bereichen der Bergwelt zu einem großflächigen Verschwinden von bodenbewohnenden (epigäischen) Flechten. Denn die Änderung des Wasser- und des Mineralstoffhaushalts und die festen Schneeschichten haben einen negativen Einfluss auf die Photosynthese der Flechten und fördern das Wachstum von Schimmelpilzen auf den Flechtenlagern. Im besten Falle wachsen gelegentlich an den Rändern von Schipisten Hundsflechten (Gattung *Peltigera*) oder durch den Wind oder durch kleinräumige Schneefracht eingebrachte Strauchflechten. Die Aufstiegshilfen haben in vielen Fällen eine Änderung des Bestandesklimas in Waldgebieten zur Folge, was zu einer Verminderung des Aufkommens von Bartflechten und empfindlicher Blattflechten führen kann.



**Abb. 20:** Schipiste an der Waldgrenze in Obertauern.

Negative Einwirkungen auf das Flechtenwachstum hat auch die Almwirtschaft (Abb. 21). Schon GRABHERR (2009/10) weist auf den Verlust der Biodiversität der Pflanzenwelt durch die moderne Hochlagen-Landwirtschaft hin. Vor allem der Einsatz von Gülle oder Jauche hat auch bei geringer Konzentration der Düngestoffe eine großflächige Eutrophierung der Almwiesen zur Folge. Dies gilt auch für epigäische und saxicole Flechten. Und der Viehtritt vermindert stellenweise die Vielzahl von stabilen Kleinbiotopen, die für einige Flechtenarten Voraussetzung für ihr Überleben sind.



**Abb. 21:** Kuhweide in subalpiner Stufe, Nockberge.

### 3. Forderungen und Möglichkeiten für den Erhalt der Biodiversität von Flechten

Die Initiativen für den Erhalt der Biodiversität von Flechten nehmen erfreulicherweise in den vergangenen Jahren zu. Im Rahmen eines Projektes für Arten- und Biotopschutz für besonders seltene und gefährdete Flechten in Oberösterreich, das von der Abteilung Naturschutz des Landes Oberösterreich in Auftrag gegeben wurde, wurde die Möglichkeit geschaffen, nach Orten mit vitalen Flechten im Mühlviertel und in den Kalkalpen zu suchen. Die Biodiversität von Flechten wurde auf/ in Felsformationen, Blockmeeren, Lesesteinmauern/-haufen (Abb. 22), Alleen, naturnahen Waldformationen intensiv untersucht mit dem Ziel, Gebiete mit zum Teil reichen Flechtenvorkommen zu finden und diese dann im Weiteren auch als schutzwürdig (Geschützter Landschaftsteil oder Naturdenkmal) einzustufen. In weitere Folge wird versucht, mit privaten Grundeigentümern entsprechende vertragliche Vereinbarungen zu treffen. Separate Verhandlungen fanden und finden auch in Zukunft mit den Österreichischen Bundesforsten als Besitzerin vieler betroffener Waldflächen in den Kalkalpen statt (RUPRECHT et al. 2016).

Weiters werden Wildnisgebiete – wie auch Nationalparks – zur Bewahrung der Natur ausgewiesen. Derzeit verfügt Österreich lediglich über 0,03 Prozent der Staatsfläche als Wildnisgebiet. Werden die Kernzonen von Nationalparks und Biosphärenparks mit eingerechnet, sind es rund 2 Prozent. In den Bergen ist die Schaffung von Wildnisgebieten nur dann sinnvoll, wenn die Flächen ein Kontinuum von den Flussufern bis hinauf in die alpine Stufe bilden. Denn damit wird auch der vertikale Austausch von genetischen Informationen der betroffenen Organismengruppen großflächig ermöglicht. Diese Erhöhung des Evolutionspotentials (im Sinne von MILLOT et al. 2020) ist im Hinblick auf die Klimaveränderung ein unbedingtes Erfordernis für die Anpassungsfähigkeit aller Lebewesen. Und damit würde die Bergwelt in Zukunft wieder ein Paradies für Flechten und alle mit ihr existierenden Organismen werden.



Abb. 22: Flechtenreiche Lesesteinmauer im Mühlviertel

Forderungen für die Erhöhung der Biodiversität der Flechten in der Bergwelt:

1. Reduzierung der Emissionen von Schadgasen aus Verkehr, Industrie, Energiefreisetzung durch Verbrennung von fossilen Brennstoffen, Mikroaerosolen sowie von Stickstoffverbindungen aus der Landwirtschaft.
2. Europaweite EU-Vereinbarungen zur Reduzierung des Schadstoffausstoßes.
3. Abkehr von Monokulturen in den Wäldern und Zuwendung zu Mischwäldern, die dem Gebiets- und Lokalklima entsprechen.
4. Schonender Einsatz der Geräte für die Holzgewinnung zum Erhalt des Bestandesklimas.
5. Erhalt von alterndem, morschem und modernem Holz in den Wäldern, um die Sukzession im Ablauf der Abbauprozesse zu gewährleisten.
6. Verringerung der Dünge- und Trittbelastung der Böden in den Wald- und Hochweiden.
7. Verdichtung der Flächen von Naturwaldreservaten und vermehrte Ausweisung von Schaffung Wildnisgebieten, die vom Talboden bis in die höchsten Erhebungen der Berge reichen (vertikales Kontinuum).
8. Erhaltung bzw. Errichtung von Holzzäunen und Heuschobern.

## Literatur

- ARNOLD, F. (1869): Lichenologische Ausflüge in Tirol. IV. Der Schlern. – Verh. Zool.- Bot. Ges. Wien 19: 605–656.
- BERGER, F. & TÜRK, R. (2019): Artenschwund bei den Flechten. – ÖKO-L 41/3–4: 81–98.
- DÄMON, W. & KRISAI-GREILHUBER, I. (2016): Die Pilze Österreichs. Verzeichnis und Rote Liste 2016. Teil: Makromyceten. – Herausgeber: Österr. Mykolog. Ges., Wien, 610 S.
- DIRNBÖCK, T., MIRTL, M., DULLINGER, S., GRABNER, M.-T., HOCHRATHNER, P., HÜLBER, K., KARRER, G., KLEINBAUERN, I., MAYER, W., PERTERSEIL, J., PFEFFERKORN-DELLALI, V., REIMOSER, F., REIMOSER, S., TÜRK, R., WILLNER, W. & ZECHMEISTER, H. (2007): Effects of nitrogen and sulphur deposition on forests and forest diversity. Austrian Integrated Monitoring Zöbelboden. – Umweltbundesamt Report Rep-0077, 60 S.
- DIRNBÖCK, T. (2012): Stickstoffeffekte in Waldökosystemen – Kopplung von Stoffflüssen und Biodiversität. Umweltbundesamt.
- FREI, A. (2006): Licht und Totholz Das Paradies für holzbewohnende Käfer. – Zürcher Wald 5/2006: 17–19.
- GRABHERR, G. (2009/2010): Biodiversitätsverluste durch moderne Hochlagen-Landwirtschaft. – Jahrbuch Ver. Schutz Bergwelt, München, 74./75. Jg.: 29–40.
- HAFELLNER, J. & TÜRK, R. (2016): Die lichenisierten Pilze Österreichs – eine neue Checkliste der bisher nachgewiesenen Taxa mit Angaben zu Verbreitung und Substratökologie. – Stapfia 104/1: 216 pp.

- HAGENSTEIN, I. (2000): Vorwort zu *Natur & Land*. 86: 3.
- HERTEL, H. (1998): Flechten im Hochgebirge. – In: JUNG, W. W. (Hrsg.): *Naturerlebnis Alpen: Jubiläumsschrift zum 50-jährigen Bestehen der Naturkundlichen Abteilung der Sektion München im Deutschen Alpenverein e.V.*, 33–48. München. Pfeil.
- KUPFER-WESELY, E. & TÜRK, R. (1987): Epiphytische Flechtengesellschaften im Traunviertel (Oberösterreich). – *Stapfia* 15: 1–138.
- MILOT, E., BÉCHET, A. & MARIS, V. (2020): The dimensions of evolutionary potential in biological conservation. – *Wiley Evolutionary Applications*. 13: 1363–1379.
- NIMIS, P. L., HAFELLNER, J., ROUX, C., CLERC, P., MAYRHOFER, H., MARTELOS, S. & BILOVITZ, P. O. (2018): The lichens of the Alps – an annotated checklist. – *MycoKeys* 31: 1–634.
- OBERMAYR, W. (1997): Flechten im Hochgebirge. Geschichtlicher Abriss zur Hochgebirgs-Lichenologie in den Alpen und im Himalaya. – In: SCHÖLLER, H. (Hrsg.) *Flechten: Geschichte, Biologie, Systematik, Ökologie, Naturschutz und kulturelle Bedeutung*. Begleitheft zur Ausstellung „Flechten – Kunstwerke der Natur“, 119–127. Frankfurt am Main.
- RINGLER, A. (1987): Gefährdete Landschaft: Lebensräume auf der Roten Liste. Eine Dokumentation in Bildvergleichen. – BLV Verlagsges., 195 S.
- RUPRECHT, U., PFEFFERKORN-DELLALI, V., REITER, R., BERGER, F., & TÜRK, R. (2016): Arten- und Biotopschutz für besonders seltene und gefährdete Flechtenstandorte in Oberösterreich. – *ÖKO.L* 38: 13–18.
- SCHAUER, T. (1965): Ozeanische Flechten im Nordalpenraum. – *Portugaliae Acta Biologica (B)* 8: 17–229.
- SCHAUER, T. & CASPARI, S. (2022): *Jahrbuch Ver. Schutz Bergwelt*, München, 87: 183–214.
- STRAUSSBERGER, R. & WEIGER, H. (2022): *Jahrbuch Ver. Schutz Bergwelt*, München, 87: 215–232.
- TÜRK, R. (2016): Nationalpark Hohe Tauern. Flechten. – *Wissenschaftliche Schriften, Nationalpark Hohe Tauern*. Tyrolia Verlag, 312 S.
- TÜRK, R. & PFLEGER, H. S. (2007): Das stumme Siechtum der Flechten. – *Natur & Land* 93: 22–26.
- TÜRK, R. & PFLEGER, H. S. (2008): Flechtenflora und Flechtenvegetation in ausgesuchten Naturwaldreservaten im Bundesland Salzburg. – *Naturschutz-Beiträge 35/08* (Hrsg. Amt der Salzburger Landesregierung, Naturschutzabteilung): 5–75.
- WIRTH, V., HAUCK, M. & SCHULTZ, M. (2013): *Die Flechten Deutschlands* (2 Bände). – Stuttgart: Ulmer.

## Dank

Der Autor dankt Frau Anna Götz, BSc für Korrekturvorschläge im Manuskript und Frau Mag. Dr. Barbara Than sowie stud. soc. Lea Baier für die Anfertigung und Überlassung eines Photos.

## **Anschrift des Verfassers**

Univ.-Prof. i. R. Dr. phil. Roman Türk

Forellenweg 12  
5201 Seekirchen  
AUSTRIA

Paris Lodron University Salzburg  
Department of Environment & Biodiversity  
Hellbrunnerstraße 34  
5020 Salzburg  
AUSTRIA