



Dr. Franz BERGER

Raiffeisenweg 130
4794 Kopfing
flechten.berger@aon.at



Univ.-Prof. i. R. Dr. Roman TÜRK

Forellenweg 12
5201 Seekirchen
roman.tuerk@sbg.ac.at

Artenschwund bei den Flechten



Abb. 1: Intensiver Weinbergschneckenfraß (*Helix pomatia*) an der Lungenflechte (*Lobaria pulmonaria*).

Foto: Franz Berger

„Wo sind sie hingekommen?“ fragt sich ein aufmerksamer Waldbesucher, wenn er sich in einem Wald im Alpenvorland umschaute. Die Rede ist in diesem Artikel von den Flechten, die einerseits eine Zier unserer Wälder, gleichzeitig aber auch unbestechliche Zeugen sind, und mit ihrem Zustand und der Artenzusammensetzung aufzeigen, wenn etwas mit der Luftqualität nicht stimmt. Das war schon so um 1980, als der „Saure Regen“ den montanen Nadelwäldern heftig zusetzte und zu einer argen Dezimierung säureempfindlicher Flechten führte. Am augenscheinlichsten betraf das damals die Bartflechten, die sich bis heute in Oberösterreich nicht erholt haben.

Relativ kurz währte die Freude der Flechtenkundler, zu beobachten, wie die Maßnahmen zur Reduktion der Schwefeldioxid-Konzentration ab etwa 1990 zu einer Erholung des Baumbestandes führten, von der auch die arg gebeutelte Flechtenvegetation profitierte. Nun hat sich aber in den letzten zwei Jahrzehnten in weiten Teilen des Alpenvorlandes bis hinein in die Täler der Nördlichen Kalkalpen erneut ein Massensterben auch von erwiesenermaßen schadstofftoleranten Arten eingestellt. Der angelaufene Artenschwund hat die Naturschutzabteilung des Landes Oberösterreich bewogen, ein Schutz-

programm für besonders gefährdete Standorte mit konzentrierten Vorkommen (= hotspots) von seltenen Flechten ins Leben zu rufen, denn Artenschutz macht bei den Flechten nur als Schutz des gesamten Lebensraumes Sinn (RUPRECHT u. a. 2016). Solche Biotope definieren sich durch die Präsenz von ausgewählten „Zielarten“, das sind seltene Arten(gruppen), die auch ohne aufwendige Bestimmung vom Laien im Feld erkannt werden können. Sie sind Wegzeiger für hochwertige Lebensräume mit bedrohten Arten. Ein solcher Biotopschutz wirkt gleichzeitig dem Verlust vieler weiterer Organismen aus Flora und

Fauna entgegen. Daran möge denken, dem solche Aufwendungen für Flechtenschutz unnötig erscheinen. Ein weiteres Argument für diese Sonderbehandlung: Flechten synthetisieren viele Inhaltsstoffe, deren bei weitem nicht ausgelotete pharmakologische Potenz vielleicht noch dem Wohl der Menschheit dienen könnte.

Einleitung

Flechten zählen als Symbioseorganismen von Pilz und einem Photosynthese treibenden Grünalgen- und/oder Blaualgenpartner sowie Bakterien zu den widerstandsfähigsten und erfolgreichsten Organismen der Erde. Im Gegensatz zu Gefäßpflanzen sind sie wechselfeuchte Lebewesen. Das optimale Gedeihen ist für jede Art neben einer bestimmten Wuchsunterlage durch ein Zusammenspiel von Feuchtigkeit, Temperatur und Lichtangebot definiert. Im trockenen Zustand sind sie gegenüber den



Abb. 2



Abb. 3

Abb. 2 u. 3: *Hypotrachyna revoluta* (Eingerollte Schüsselflechte – Abb. 2) und *Punctelia jeckeri* (Krause Punktflechte – Abb. 3) sind unter den Arten, die mit ansteigender Temperatur in höher gelegene Gegenden vordringen. Fotos: Franz Berger

natürlichen klimatischen Einflüssen wie Hitze und Kälte unempfindlich. Es haben sich Arten entwickelt, die in extrem feindlichen Lebensräumen wie Hitzewüsten, andere, die in Kälte-wüsten der Arktis, Antarktis und in den Hochgebirgen siedeln. Im Experiment überlebten sie sogar einen mehrwöchigen Aufenthalt im Weltall unbeschadet.

In unseren Breiten sind sie außerhalb urbaner Räume fast überall zu finden. Sie siedeln auf natürlichem wie künstlichem Gestein (sogar unter Wasser), auf offenen Böden und Totholz und als Aufsitzer (Epiphyten) auf Bäumen, Sträuchern, auf immergrünen Blättern und Moosen, wie gesagt, fast überall.

Das Zusammenleben dieser genetisch vollkommen unterschiedlichen Lebenspartner wird durch ein kompliziertes physiologisches Zusammenspiel geregelt. Diese physiologischen Abläufe können aber durch eine Veränderung der chemischen und/oder physikalischen Umweltbedingungen so stark gestört werden, dass bei Flechten – hier vor allem bei den baumbewohnenden – ihre Vitalität stark beeinträchtigt wird und sie schließlich absterben. Die epiphytischen Flechten nehmen ihre lebensnotwendigen Mineralstoffe aus der Luft, dem Regenwasser bzw. aus den mehr oder weniger schadstoffreichen Lösungen, die auf den Blättern und der Borke bei Niederschlägen entstehen, ungefiltert auf. Denn ihre Lager sind nicht durch ein Abschlussgewebe geschützt, wie das zum Beispiel die Blätter höherer Pflanzen durch eine Cuticula gewährleisten. So erweisen sich die nach Regen länger feuchten Abflussstreifen von Bäumen in vielen Gebieten Österreichs als wahre Todeszonen für epiphytische Flechten

und Moose. Durch das langsame Wachstum und bei den anhaltenden atmosphärischen Veränderungen ist die Regenerationsfähigkeit von Flechten nach Schädigungen schwach.

Von den 1336 bisher in Oberösterreich nachgewiesenen Arten (Flechtenatlas von BERGER u. a. 2009) wurden ca. 40 % als relevant gefährdet eingestuft und finden sich auf der Roten Liste Österreichs (TÜRK u. HAFELLNER 1999). Alte Herbarbelege bezeugen das Aussterben mancher Arten, bzw. ihr großflächiges Verschwinden aus ihren früheren Lebensräumen eindrucksvoll. Der Atlas von BERGER u. a. (2009) umfasst alle bis dorthin je in Oberösterreich nachgewiesenen Taxa, inklusive der Funddaten aus dem ersten Atlas von TÜRK u. WITTMANN (1981) sowie die danach neu erhobenen Funde. Das heißt, dass bereits bei Drucklegung manche Fundpunkte aus dem ersten Atlas nicht mehr bestätigt werden konnten. Die bei BERGER u. a. (loc. cit.) beträchtlich höhere Artenzahl geht nicht auf günstigere Bedingungen im Erfassungszeitraum zurück. Sie resultiert aus einer deutlich verbesserten Artenkenntnis und aus der Erforschung zuvor unbeachteter Großlebensräume außerhalb der Alpen. Das Wissen der Autoren um den Artenrückgang basiert auf unseren tagtäglichen Beobachtungen, auf Langzeituntersuchungen an ausgewählten Stationen und weiters in der nachvollziehbaren Veränderung der Artenzusammensetzung, die man in Deutschland in aufwendigen, zeitlich wiederkehrenden Untersuchungen dokumentiert (LITTERSKI u. a. 2019, u. a.). Besonders betroffen sind in Oberösterreich vor allem Rindenbewohner, nicht nur die der Altwälder, sowie auf Erde wachsende Arten in Felsheiden.

Ursachen für den großflächigen Rückgang der Flechtendiversität

1. Klimaveränderung – Erderwärmung

Die weltweit ansteigende Durchschnittstemperatur zeigt sich zunehmend in Großschadensereignissen, welche neben den unmittelbaren materiellen Schäden in der Folge zu massiven Strukturveränderungen in den Wäldern führen (Auflichtung durch Sturmrisse und durch Schneedruck, Massenaufreten von Forstschädlingen). Die dadurch vermehrte Sonneneinstrahlung und der Verlust des feuchten Mikroklimas gefährden nicht nur viele der häufigen Waldarten, sondern in besonderem Maße seltene Altwaldarten. Sie zählen unter den Flechten zur größten Verlierergruppe.

Der Temperaturanstieg und das veränderte Niederschlagsregime (lange Trockenheit und punktuelle Starkniederschläge) schwächen einzelne Baumarten.

Die Vegetation in den Bergen macht schon jetzt einen beträchtlichen Höhenanstieg durch. Bereits eine um 1 Grad höhere Durchschnittstemperatur führt zum Hinaufwandern der Vegetationszonierung um 140 m Seehöhe.

Eine unerwartete Begleiterscheinung: Mit dem Anstieg der Durchschnittstemperatur hat auch die Aktivität von Schnecken zugenommen, sodass bis in eine Seehöhe von etwa 1000 m besonders an Blattflechten beachtliche Fraßschäden bis über 2 Meter Stammhöhe häufig zu beobachten sind (Abb. 1).

Im Juli 2017 erschien die VDI-Richtlinie 3957 für die Kartierung von Flechten zur Ermittlung der Wirkung von lokalen Klimaänderungen. Untersuchungen besonders in Nordrhein-Westfalen (Deutschland) haben nämlich gezeigt, dass zunehmend einige Flechten angetroffen werden, die zuvor nicht in den betreffenden Gebieten beobachtet wurden (STAPPER u. FRANZEN-REUTER 2018, WINDISCH u. a. 2011, 2014). Also ein Wechsel zu Arten, die für milde, ozeanische Klimagebiete charakteristisch sind. Sogenannte Klimawandelzeiger sind *Hyperphyscia adglutinata*, *Hypotrachyna revoluta* (Abb. 2), *Melanohalea elegantula*, *Parmotrema perlatum* und *Punctelia jeckeri* (Abb. 3). Sie dringen im Alpenvorland von Salzburg bis Niederösterreich nun auch in höher gelegene Wuchsorte vor, während viele angestammte Arten verschwinden.

2. Der atmosphärische Eintrag düngewirksamer und giftiger Schadstoffe und ihre Auswirkungen auf die Flechtenvegetation

Die in letzter Zeit ausgebrochene Diskussion über Luftfremdstoffe wie Feinstaub, Stickoxide und deren Derivate führt an den eigentlichen Problemfeldern vorbei. Denn nicht der Mensch und seine Widerstandskraft gegenüber Schadstoffen in der Atmosphäre ist das Maß aller Dinge, sondern unser gesamter Lebensbereich, unsere Lebenswelt. Als Warmblüter verfügen der Mensch und auch viele andere warmblütige Tiere über äußerst effektive Entgiftungsmechanismen von gesundheitsschädlich bis giftig wirkenden Substanzen, welche durch die Haut, das Atemsystem und den Verdauungstrakt aufgenommen werden. Wie unkompliziert war es doch zu Zeiten, als Schwefeldioxid noch der einzige erkannte Schadstoff war, der durch an Kohle und Erdöl gebundene industrielle Prozesse zu vielen Millionen Tonnen in die Umwelt geblasen wurde und bei bestimmten Wetterlagen für erhöhte Sterberaten verantwortlich war. Die Lösung nach dem „Floriani-Prinzip“, der Bau höherer Schornsteine, sollte damals zu einer effektiven Verdünnung der gesundheitsschädlichen Konzentrationen beitragen – was zu einer Ausbreitung von Schwefeldioxid in der gesamten nördlichen Hemisphäre führte. In den Stau- und Kammlagen der Mittelgebirge und der Alpen begannen die Seen zu versauern und die Wälder zu erkranken. Durch den ständigen Eintrag von

Schwefeldioxid und seinen Derivaten wurde uns das Waldsterben in den mitteleuropäischen Mittelgebirgen und das gleichzeitig einhergehende fast völlige Verschwinden von baumbewohnenden Flechten vor Augen geführt. Das grüne Österreich ohne gesunden Wald – unvorstellbar. Wie rasch wurden damals Gesetze zur Verringerung der Abgabe von Schwefeldioxid (in Österreich Luftreinhaltegesetz für Kesselanlagen im Jahre 1989) erlassen! Und sie haben gewirkt! Unsere Forste, Wälder und landwirtschaftlich genutzten Flächen werden heute nur mehr in geringem Maße durch Schwefelverbindungen in Mitleidenschaft gezogen. Auch säureempfindliche Flechten haben sich bis zum Beginn des 21. Jahrhunderts ein wenig erholt. Aber dennoch verändert sich das Artenspektrum rasch. Was passiert da, worauf weisen uns die Flechten hin?

1. Durch die Verbrennung fossiler Stoffe wie Kohle und Erdöl in Feuerungsanlagen und Verbrennungsmotoren – entstehen direkt oder indirekt (durch die chemische Reaktion von Stickoxid am Katalysator) nicht nur das Treibhausgas CO₂, sondern auch düngewirksame Stickstoffverbindungen, zum Beispiel Ammoniumnitrat (FRAHM 2008), die einen Teil des Feinstaubes darstellen. Etwa 7 Millionen Tonnen davon verteilen sich pro Jahr in Europa auf die Böden und ihre Vegetationsdecke, das entspricht bei uns in Österreich in den Nordstaulagen der Alpen einem Eintrag von bis zu 40 kg Reinstickstoff pro Hektar im Jahr (DIRNBÖCK u. a. 2007, DIRNBÖCK 2012), örtlich sogar weit darüber. Die kritische Belastung für Wälder und Wiesen liegt bei 5,8 Kilogramm

Stickstoffeintrag pro Hektar und Jahr und wird somit weit überschritten.

Da Stickstoff das wesentliche Element der Aminosäuren und damit für die Synthese von Eiweißverbindungen und somit ein zentrales Element für das Leben überhaupt ist, haben die meisten Organismen gelernt, mit den verschiedensten Stickstoffverbindungen (Nitrate, Nitrite, Ammoniak etc.) umzugehen. Daher ist die Giftwirkung der Stickoxide für Warmblüter geringer als jene des Schwefeldioxids. Das gilt allerdings nicht für alle Organismen. Für viele in der Natur vorkommende Pilze, Moose, Algen, Flechten und höhere Pflanzen wirkt schon ein geringes Übermaß an verfügbaren Stickstoff-Verbindungen wie Gift. Im Boden stellen Stickstoffverbindungen für die Mykorrhiza, also Pilze, die mit Nadelbäumen und auch mit den meisten forstlich genutzten Laubbäumen in einer förderlichen Lebensgemeinschaft leben, eine wachsende Gefahr dar. Großflächige, langjährige Untersuchungen über Moose und Flechten in Österreich, Deutschland, Frankreich und Italien zeigen deutlich auf, dass diese übermäßige Düngung aus der Luft viele stickstoffempfindliche Arten an besonders artenreichen Alpennordrand und außeralpin an den Rand des Aussterbens gebracht hat. Auf der anderen Seite gibt es auch unter Flechten stickstoffliebende bzw. -tolerante Profiteure. Daher haben sich in Mitteleuropa bereits großflächige Veränderungen der Artenzusammensetzung vollzogen. Auf magere Böden angewiesene Arten sind der Konkurrenz durch Stickstoff liebende Pflanzen nicht gewachsen, Brombeeren und Brennnesseln erobern zuvor extrem magere Lebensräume und verdrängen die Heidearten rasant.



Abb. 4: Die düstere *Sticta fuliginosa* (Russige Grübchenflechte) kommt nur mehr an wenigen dauerhaft luftfeuchten Standorten am Alpennordrand vor (Hinterstoder).

Foto: Franz Berger



Abb. 5: *Nephroma parile* (Gesäumte Nierenflechte)
Foto: Franz Berger

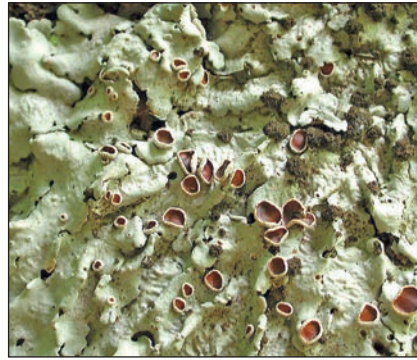


Abb. 6: *Ricasolia (Lobaria) amplissima* (Große Lungenflechte): ausschließlich auf alten Buchen in Reinluftlagen, nur mehr ein Standort in Oberösterreich (Nationalpark Kalkalpen) Foto: Ulrich Kirschbaum



Abb. 7: Lungenflechte (*Lobaria pulmonaria*): das Flaggschiff der heimischen Flechtenflora zieht sich kontinuierlich in gut abgeschirmte ozeanische Standorte am Alpennordrand zurück. Foto: Franz Berger



Abb. 8: *Lobarina scrobiculata* (Grübchen-Lungenflechte): als Blaualgenflechte hochsensibel gegen Luftverschmutzung, nur an immissionsgeschützten, sehr luftfeuchten Standorten (Hinterstoder)
Foto: Franz Berger



Abb. 9: Most wanted! *Pannaria rubiginosa* (Rostfrüchtige Tuchflechte): auf allen bekannten oberösterreichischen Standorten ausgestorben (Madeira)
Foto: Franz Berger



Abb. 10: *Peltigera collina* (Hügel-Schildflechte): Unsere einzige *Peltigera* Art mit randlichen, mehligem Aufbrüchen (Sorale)
Foto: Franz Berger

2. Als Mitverursacher für die hohe Konzentration an punktuell atmosphärischem Düngereintrag ist auch die Turbolandwirtschaft anzusehen. Es gibt empirische Hinweise dafür (siehe unten), dass die gängige Ausbringung der viel zu hohen Güllemengen mit dem Druckfass hohe Mengen an düngewirksamen Aerosolen weit über das Ziel hinaus freisetzt. Um den Erfolg der Landwirtschaft zu maximieren, wird zusätzlich (oft unnötig) anorganischer Stickstoffdünger in den Kreislauf eingebracht, ohne die derzeitige Hintergrunddüngung aus der Atmosphäre einzurechnen.

3. Für die oft vermuteten flächendeckend herunterrieselnden Verbrennungsrückstände aus dem Flugverkehr konnte der Schadbeweis an Flechten vermutlich wegen des Verdünnungseffektes bisher nicht erbracht werden. Auch unter viel frequentierten Flugstraßen liegen Gebiete mit einer völlig intakten, artreichen Flechtenvegetation (z. B. Kärnten).

Die bereits sichtbaren Folgen auf die Flechten

• **Dezimierung bzw. Aussterben der meisten großblättrigen epiphytischen Blattflechten mit Blaualgen-Symbionten** (einige Beispiele: *Sticta* – Abb. 4, *Nephroma* – Abb. 5, *Collema*, *Ricasolia amplissima* – Abb. 6, *Lobaria pulmonaria* – Abb. 7, *Lobarina scrobiculata* – Abb. 8, *Leptogium spec.*, *Pannaria spec.* – Abb. 9, *Peltigera collina* – Abb. 10, *P. malacea* u. a.) an vielen der seit alters her bekannten Standorten am Alpennordrand (z. B. Tennengebirge, Postalm, Langbathsee, Almsee, Offensee usw. bis Niederösterreich). Die dortigen Staulagen stellten noch vor 40 Jahren ein Eldorado für diese durchwegs ozeanischen Arten dar. Wie KIENESBERGER u. a. (2007) und TÜRK u. PFLÉGER (2007) feststellten, sind es gerade diese Gattungen, die besonders unter dem vermehrten Stickstoffeintrag leiden. Sie können mit Hilfe von ausgeklügelten Enzymsystemen

zwar Luftstickstoff binden und in organische Verbindungen, vor allem Aminosäuren, einbauen. Ein Überangebot an Stickstoffverbindungen aber stört ihre Physiologie so stark, dass sie an den genannten Orten fast völlig verschwunden sind.

Dasselbe gilt auch für die gut bekannte, aber sehr empfindliche Lungenflechte (*Lobaria pulmonaria*), die im Staubereich der Nördlichen Kalkalpen nur mehr an Orten vorkommt, die durch die Lage im Lee der besonders schadstoffbeladenen Westwinde hinter hohen Bergen vor überregionalen Immissionen geschützt sind (z. B. Hallstatt, Stodertal). Außerhalb existiert nur mehr eine Handvoll von kleinräumigen und kaum überlebensfähigen Standorten.

• **Schadbilder und sukzessiver Rückgang empfindlicher Bart- und Blattflechten** wie *Menegazzia terebrata* (Abb. 11), *Evernia divaricata* (Abb. 12), *Usnea spec.* oder *Bryoria spec.* Die vor 50 Jahren noch sehr häufigen



Abb. 11: *Loe gazzia terebrata* (Echte Löcherflechte): eine oft Aspekt dominierende Blattflechte nordalpiner luftfeuchter Nadelwälder, ist auf raschem Rückzug (Almsee)!
Foto: Franz Berger



Abb. 12: Reicher Behang von *Evernia divaricata* (Sparrige Pflaumenflechte) bezeugt beste Luftqualität (Gurktal, Kärnten).
Foto: Franz Berger



Abb. 13: *Physcia aipolia* (Ziegen-Schwielenflechte) und vor allem *Xanthoria parietina* (Gelbflechte) sind Profiteure der atmosphärischen Stickstoffmissionen.
Foto: Franz Berger



Abb. 14: *Physcia tenella* (Lippen-Schwielenflechte) breitet sich rasant aus.
Foto: Roman Türk



Abb. 15: Die Stickstoffgenießer erobern auch ungewöhnliche Substrate (*Xanthoria parietina*, *Physcia tenella* auf Fichtenzweig).
Foto: Roman Türk

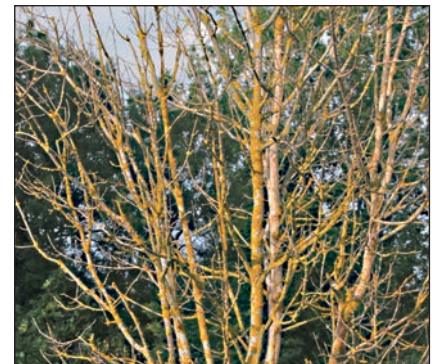


Abb. 16: Massenwuchs der Gelbflechte auf toter Esche an einer viel befahrenen Bundesstraße.
Foto: Franz Berger

Bartflechten sind bereits zur Zeit des sauren Regens fast vollständig aus den außerhalb der Alpen gelegenen Wäldern verschwunden; gelegentlich aufkommender Jungwuchs veralgte meist rasch und kommt nicht ins Stadium der Vollentwicklung. Abb. 9 zeigt dagegen den üppigen Flechtenbehang eines Reinluftgebietes in den Kärntner Nockbergen.

- **Massenwuchs einiger eutrophie-toleranter Arten** auf Kosten seltener, anspruchsvoller Arten. Im südlichen Teil Mitteleuropas und besonders im Bereich des Alpenvorlandes bis hinein in die nördlichen Kalkalpen hat sich inzwischen in den letzten 2 Jahrzehnten außerhalb geschlossener Wälder folgende großflächige Umgestaltung der epiphytischen Flechtenvegetation vollzogen: Waren früher die nitrophilen und nitrotoleranten Arten aus den Gattungen *Physcia*, *Xanthoria* (Abb. 13, 14) und andere mehr vornehmlich im Umfeld von Industrieanlagen mit Emission von basischen Stäuben und in landwirt-

schaftlich intensiv genutzten Gebieten vorhanden, so besiedeln diese Arten auch ohne punktuelle Schadstoffquellen mit anderen (zum Beispiel *Melanohalea exasperatula*, *Parmelia sulcata*, *Phaeophyscia orbicularis*) bis hinauf zur Waldgrenze Stämme bis hinauf zu den Ästchen (Abb. 15). Das betrifft Fichten, Tannen, Buchen und andere Baumarten, die wegen ihrer sauer reagierenden, nährstoffarmen Borke von Natur aus dafür nicht geeignet wären.

Dem aufmerksamen Leser ist sicher die auffällige Gelbfärbung von Ästen und Zweigen an verkehrsreichen Straßen aufgefallen. Sie wird durch den Massenwuchs der Gelbflechte (*Xanthoria parietina* – Abb. 16) verursacht, welche mit einigen obligaten, aber unauffälligeren Begleitern nun jede Baum- oder Strauchart zu bewachsen imstande ist. Insgesamt sind maximal 25, darunter einige sehr kleine Arten regelmäßig an dieser stereotypen Ersatzgesellschaft beteiligt. Das häufige Ausgreifen auf früher nie beobachtete

Trägerunterlagen ist jedenfalls neu. Auch in straßenfernen Gebieten, wo Eutrophiezeiger früher selten waren (z. B. mitten im Kobernaußerwald), sind sie in der Zwischenzeit regelmäßig in den Kronen von Laubbäumen zu finden. Nur in sehr gut geschützten Lagen fehlt diese Einheitsgesellschaft.

Es kristallisiert sich somit heraus, dass die Erholung der Flechtenflora nach der wirksamen Zurückdrängung der Schwefelemissionen nur einem sehr eingeschränkten Spektrum von Arten geholfen hat, die mit der geänderten Schadstoffzusammensetzung weg vom „sauren“ Regen hin zur flächendeckenden „Düngung aus der Luft“ gut zurecht kommen. Sie gedeihen als Folge dieser unfreiwilligen Düngung quasi üppig wie Brennnesseln.

Zur Verdeutlichung ein paar Zahlen aus heimischen Paradiesen: In einem von Schadstoffen abgeschirmten Mischwald bei Hinterstoder von etwa



Abb. 17: Algen statt Flechten. Die nahezu flechtenleeren Buchen in exponierter Kammlage (Kobernauberwald) bezeugen eine hohe Schadstoffbelastung. Foto: Franz Berger



Abb. 18: Buche bei Hinterstoder mit reicher Flechtenbedeckung. Foto: Franz Berger

4 ha Größe konnte der Erstautor eine gesunde artenreiche Flora mit über 230 baumbewachsenden Arten nachweisen, also das etwa 10-fache der geschilderten, im Alpenvorland flächendeckenden *Xanthoria - Physcia* Gesellschaft. Allein an Traubeneiche (*Quercus petraea*) in der Schlögener Donauschlinge wurden vor 20 Jahren 170 Arten belegt (BERGER 2000).

Auch die einst reichen Bestände von **in der Flyschzone des Alpenrandes angestammten acidophytischen Arten** auf sauren Rinden (Fichte, Buche, ...) wie *Hypogymnia physodes*, *Pseudevernia furfuracea*, *Platismatia glauca*, *Usnea spec.* etc. sind dort im Rückgang. Auf den Ästchen von Tannentummelt sich auch hier bereits die genannte raschwüchsige Einheitsgesellschaft aus *Xanthoria parietina* und *Physcia* Arten (Lippen-, Helm- und Ziegenschwielenflechte, Abb. 5).

Zusätzlich bemerken wir in jüngster Zeit regional mit einem totalen Verlust der Flechten ein weiteres, uns wirklich beunruhigendes Phänomen, welches sich als großräumiger Untergang selbst Stickstoff-toleranter Massenflechten wie *Phlyctis argena* äußert. Übrig bleiben Borken, die wegen der anhaftenden, bei Nässe gut sichtbaren grünen Algenmatten (*Klebsormidium crenulatum*) von Flechten nicht mehr besiedelt werden können. Diese Matten überwachsen explosionsartig die zuvor vorhandenen Flechten (auch auf Gesteinsoberflächen!), ersticken sie restlos und besetzen ihren Platz. Ein Fotovergleich

führt das eindrucksvoll vor Augen. Die Abbildungen 17 und 18 stammen von je einem Buchenstamm, Abb. 17 von einem durch starkem Ferneintrag betroffenen Kuppenbereich im Kobernauberwald, Abb. 18 von einem Reinluftgebiet bei Hinterstoder, beide jeweils aus ungefähr gleicher Seehöhe. Abb. 19 verdeutlicht das Potential alter Buchen für ungestörten Flechtenbewuchs bei Reinluft.

Als Ursache für die günstigen Bedingungen für das Wachstum dieser Algen wird auch hier die erhöhte atmosphärische Konzentration von Ammoniak und Stickoxiden vermutet. Denn diese Veralgung tritt auch an unfreiwillig „mitgedüngten“ Wald-rändern fernab von vielbefahrenen Straßen auf, was auf die Gülleausbringung als Mitursache hinweist (Abb. 20).

Diese für die Flechten tödliche Veralgung wurde im deutschen Sprachraum erstmals vor mehr als 20 Jahren aus dem Ruhrgebiet beschrieben (FRAHM 1999), einer einst wegen ihrer schlechten Luftqualität berüchtigten deutschen Industriegegend und auch von TÜRK u. PFLEGER (2007) dargestellt. Diese „Algenblüte“ ist bereits im gesamten Alpenvorland Oberösterreichs nachzuweisen; erstmals wurde sie zufällig von einem der Autobahn nahen Standort bei Seewalchen 2006 von F. Höglinger belegt.

Damit droht den Flechten in weiten Teilen Mitteleuropas neuerlich ein massiver Arten- und Masseschwund,

nur diesmal ohne den Aufschrei einer wachgerüttelten Bevölkerung wie Ende der 80er Jahre, als der Verlust des Waldes durch Schwefeloxide zu befürchten war (Abb. 21).

Die längst aufgegebene Praktik des Laubrechens zur Stalleinstreu hat durch kontinuierlichen Nährstoffentzug in Teilen des Mühlviertels zu einer Verheidung von dorfnahen Waldflächen geführt. Das hat konkurrenzschwachen Flechten wie zum Beispiel Rentierflechten (*Cladonia rangiferina*, *C. arbuscula*, u. a.) und dem Isländischen Moos (*Cetraria islandica*) das Wachstum ermöglicht. Diese sogenannten **Heidearten** sind im gesamten Alpenvorland mit Ausnahme von Beständen von Rentierflechten in den Felsheiden im oberen Donautal völlig verschwunden, haben aber auch dort in den letzten zwei Jahrzehnten ohne unmittelbare menschliche Eingriffe drastisch abgenommen. Der permanente atmosphärische Düngereintrag führt dazu, dass höhere Pflanzen wie Ginster und Brombeeren, sogar Brennesseln die konkurrenzschwachen Flechten auf diesen Standorten verdrängen. Dazu kommt, dass sie als boreale Arten mit den aktuellen langen Trockenphasen und Hitze schlecht zurecht kommen.

Ergänzend ist zu bemerken, dass auch der Einsatz von Agrarchemikalien zu einer Dezimierung der Flechtenflora führt, was sich an Bäumen, die an Getreidefelder angrenzen, oder in gewerblichen Obstkulturen gut ablesen lässt.

Betrachtet man die Schadstoffkarten für Stickoxidkonzentrationen in der Atmosphäre der Umweltbundesämter, so liegt der Zusammenhang von Schadstoffkonzentration und dem Verschwinden der Flechten auf der Hand. Siehe dazu <http://db.eurad.uni-koeln.de/de/vorhersage/eurad-im.php?mode=4&domain=AUT&year=2018&month=05&day=07#euradim> (Datumsvariable können auf das aktuelle Datum ausgetauscht werden). Dieser Eintrag an düngerwirksamen Stickstoffverbindungen mit allen zerstörerischen Auswirkungen auf die Artenvielfalt in unserer Umwelt ist schon geraume Zeit bekannt. Umso bedauerlicher ist es, dass Entscheidungsträger noch immer die niedrigeren Schwefeldioxid-Werte einseitig als Erfolg herausstreichen und damit der Allgemeinheit eine Luftverbesserung suggerieren wollen. In Deutschland empfindet man das Problem schon drängender und setzt konsequent auf den künftigen Verzicht von fossilen Brennstoffen und auf die Reduktion alter Emittenten („Dreckschleudern“).

Das Massenaufreten dieser Alge und die Veränderungen in der Flechtenflora fallen jedenfalls zeitlich mit der Einführung der Katalysatoren und der hohen Menge an Düngerausbringung in der Agrarwirtschaft zusammen, wie STAPPER (2007) im Raum Bonn feststellte.

3. anthropogen bedingter Habitatverlust

Ein wichtiger Faktor für den Rückgang der Flechtendiversität ist die ungebremste Aktivität des Menschen, der mit den Möglichkeiten der Technik radikale Veränderungen in unserer Umwelt vornimmt, ohne Rücksicht auf die Biosphäre zu nehmen.

Dazu zählt der **riesige Flächenverbrauch** durch zunehmende Urbanisierung und ihre gigantomanische Infrastruktur wie Einkaufstempel, Verkehrswege, Parkraum, Freizeitindustrie, Industrieverbauung und damit die Versiegelung des natürlichen Bodens.

Außerhalb der Städte und oft mitten in der Natur sind der Ausbau des Forstwegnetzes, neue Schiabfahrten und Liftbauten besonders im bewaldeten Steilgelände relevant. Alle Fragmentierungen von Naturräumen, besonders von Wäldern, verändern das Kleinklima und tragen oft schwerwiegend zum Artenverlust bei.



Abb. 19: Alter Buchenurwald in den Karpaten (Shirodsky Luh/Ukraine: Exkursion der Universität Prag 2015) mit extrem artenreichem Flechteninventar. Reinluftgebiet!
Foto: Franz Berger



Abb. 20: Gülleausbringung in dieser Form entlässt zerstörerische „Winde“ nicht nur auf der vorgesehenen Wiese.
Foto: Michael Hohla

Waldmanagement: Technische Neuerungen bringen Änderungen der Bewirtschaftung. Einen besonderen Einfluss auf die Artenvielfalt hat hier die moderne Holzbringung, indem von der früheren Einzelstammentnahme zum großflächigen Holzeinschlag übergegangen wurde. Die Strukturkontinuität und der Nachschub an Fortpflanzungsträgern (Diasporen) als Bedingung für einen artenreichen Wald (betrifft nicht nur Flechten) werden durch einen Kahlschlag unterbrochen. Es gibt eine Reihe von Flechten (und Moosen), die ein Jahrhunderte altes Waldkontinuum beweisen. Es handelt sich um hochsensible, (sub)atlantische Arten, die auf ein besonders konstantes, langzeitiges

Mikroklima angewiesen sind, das nur in einer kontinuierlichen Waldstruktur zu finden ist, welche die beteiligten Baumarten immer in allen Altersstufen enthält. Altwaldzeiger für montane, kühl-feuchte Tannen-Buchen-Fichtenwälder sind beispielsweise: *Allocetraria oakesiana*, *Coenogonium luteum* (Abb. 25), *Lecanactis abietina* (Abb. 26), *Felipes leucopellaeus*, *Ricasolia amplissima*, *Thelotrema lepadinum* (Abb. 27), *Lobaria pulmonaria*, *Leptogium saturninum*, *Nephroma spec.*, *Usnocetraria oakesiana* und andere; für kolline Eichenwälder *Bactrospora dryina*, *Lecanactis amyloacea*, *Caloplaca lucifuga*. Man findet solche Altwaldinseln nur mehr selten, meist an schwer zugänglichen Standorten.



Abb. 21: Akut absterbende Flechtenvegetation, vermutlich durch massiven Schadstoffeintrag durch Niederschläge, in junger Lärchenaufforstung (Kobernauberwald)
Foto: Franz Berger



Abb. 22: Die Algenfilze verhindern jegliches Flechten- und Mooswachstum.
Foto: Franz Berger



Abb. 23: *Klebsormidium*-Matten überziehen selbst Gestein.
Foto: Franz Berger

Klebsormidium crenulatum

Das Janusköpfige Doppelportrait einer Alge

Der Name einer Alge, die auch biologisch gebildeten Kreisen bisher unbekannt war, macht von sich reden:

Die eine Seite: *Klebsormidium*, 2018 zu den „Algen des Jahres“ ernannt, sind „echte Pioniere“. Oft sind sie die ersten Lebewesen, die extreme Standorte besiedeln, beispielsweise den frisch freigelegten Boden eines gerade abgetauten Gletschers. Sie gedeihen selbst dort, wo keine andere Pflanze überleben könnte: Auf Sand, Gestein und Dünen, aber auch auf erkalteter Lava, auf Erdrutschen und kargen Berghängen. Dass diese Kosmopoliten selbst extreme Lebensräume nicht verschmähen, verdanken sie einigen genialen Anpassungen. Eine davon: Wenn ihnen das lebenspendende Wasser fehlt, können *Klebsormidium*-Algen Monate lang in den Scheintod verfallen. Sie verharren dann in einem Zustand zwischen Leben und Tod und zeigen keinerlei Lebensreaktion mehr.

Ohne es zu wissen, haben wir wahrscheinlich alle schon einmal *Klebsormidium*-Algen gesehen. Überall dort, wo ein unscheinbarer grüner Flaum auf kargem Boden oder sogar feuchten Steinen wächst, steckt möglicherweise diese mehrzellige grüne Fadenalge dahinter. Wegen ihrer großen Bedeutung für irdische Ökosysteme, aber auch für die Wissenschaft, hat nun die Deutsche Botanische Gesellschaft *Klebsormidium* zur Alge des Jahres 2018 gekürt (Quelle: <https://www.wissenschaft.de/umwelt-natur/algedes-jahres-2018-ein-pionier>)

Die Kehrseite aber (Abb. 22–24): Unter dem Überangebot an Stickstoffverbindungen kommt es zur explosiven Massenvermehrung, sie wachsen als mattgrüne, feuchtschleimige, trocken-hellgrüne feinfilzige Masse auf Bäumen und Gestein, inklusive deren Flechtenbewuchs hinweg und zerstören ihn zumindest durch das unterbrochene Lichtangebot. Eine Forschung zu allfälligen weiteren Wirkungen gibt es bisher nicht. Das damit überzogene Substrat ist auch für Flechten nicht mehr besiedelbar. Die mikroskopisch feinen grünen Fäden, zehnmal dünner als ein menschliches Haar (Abb. 24), sind erst in der Masse sichtbar.

Kahlschlag eines solchen Bestandes unterbricht die für solche Altwaldzeiger erforderliche Ökologie für mindestens 100 Jahre (WIRTH 2002).

Über die nachteilige Wirkung der Kahlschlagwirtschaft und inzwischen als obsolet erkannte Wiederaufforstung mit einer einzigen Baumart ist genug geschrieben worden, die Natur führt die Folgen drastisch vor Augen. Während also in einem solchen Mischwald mit kontinuierlicher Altersstruktur über 200 Flechtenarten auf Holz und Rinde gefunden werden können, sinkt diese Zahl in einem 30 bis 40 Jahre alten Fichtenforst dramatisch auf unter 10 Arten ab. Ein Vergleich mit überdüngten Löwenzahnwiesen drängt sich auf. Unter dem Aspekt der aktuellen Borkenkäferplage wird natürlich auch über den Waldumbau mit gebietsfremden Arten wie Douglasien oder Stroben (Weymouth-Kiefern) nachgedacht. Diese Arten werden in unseren Breiten nur extrem spärlich von Flechten angenommen, bei letztgenannter leidet auch die Begleitvegetation am Waldboden unter der dichten Bedeckung mit der anfallenden Nadelstreu.

Als besonders schmerzhaftes Beispiel für einen anthropogenen Artenverlust bleibt die Kahlschlägerung des Plöckensteinkammes im Böhmerwald unvergessen, durchgeführt wegen der Bedrohung des auf der tschechischen Seite grassierenden Borkenkäfers. Damit wurde ein hoher Anteil des in Oberösterreich auf die Hochlagen des Böhmerwaldes beschränkten subalpinen Waldtyps über Granit beseitigt. Im Zuge dieser Arbeiten wurde das Kleinklima auch an den dortigen Gesteinsformationen radikal verändert, bzw. diese durch die Tätigkeit einer Armada von Harvestern direkt beschädigt. Mehrere europaweit seltene Arten wie *Schaereria fuscocinerea*, *Rhizocarpon drepanodes*, *Miriquidica spec.*, *Cladonia cyanipes*, wurden bei dieser Aktion in Oberösterreich ausgerottet, viele Kleinstandorte völlig unnötig vernichtet.

Der hohe Verbrauch an **Totholz** für Hackschnitzelheizungen führte in den letzten Jahren zu dessen Mangel. Dieser Entzug an Substrat trägt zu einem Artenschwund zahlreicher Organismen bei, darunter auch von darauf spezialisierten Kelchflechten, wegen der Form ihrer Fruchtkörper auch Stecknadelflechten genannt (Abb. 28: *Calicium trabinellum*). Zu artenreichen, naturnahen Waldbiotopen gehört unverzichtbar auch ein hoher Totholzanteil.



Abb. 24: *Klebsormidium crenulatum* im Mikroskop (400fach), die Fadenalge setzt sich aus rasch sich teilenden Einzelzellen zusammen. Foto: Franz Berger



Abb. 25: *Coenogonium luteum* (Dottergelbe Grübleinflechte), ein in Europa weithin seltener, ozeanischer Altwaldzeiger (Hinterstoder) Foto: Franz Berger



Abb. 26: *Lecanactis abietina* (Tannen-Strahlflechte): Altwaldzeiger geschlossener Plenterwälder, bevorzugt die Stammbasis älterer Nadelbäume in „Kälteseen“ (St. Ägidi).

Foto: Franz Berger



Abb. 27: *Thelotrema lepadinum* (Seepockenflechte): sicherer Altwaldindikator in tannen- und buchenreichen Mischwäldern Foto: Franz Berger

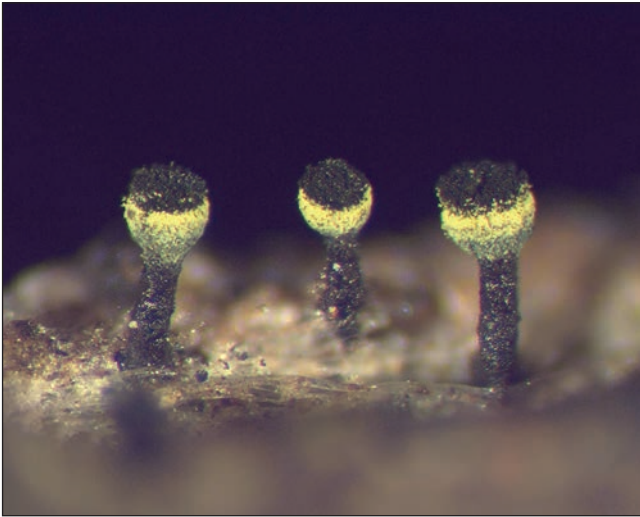


Abb. 28: Diese winzige Stecknadelflechte (*Cladonia trabinellum*, bis 3 mm hohe, gestielte Fruchtkörper) ist auf stehendes Totholz angewiesen (Bayerische Au/ Böhmerwald).

Foto: Erich Zimmermann



Abb. 29: *Cladonia digitata* (Finger-Scharlachflechte), hübsche Zier auf vermodernenden Nadelbaumstümpfen, der Wald besteht nicht nur aus Bäumen!

Foto: Franz Berger



Abb. 30: *Cladonia cenotea* (Hakenförmige Säulenflechte), in luftfeuchter Lage auf morschen Stümpfen; gut am konstant offenen, braunen Podetianschlund zu erkennen.

Foto: Franz Berger



Abb. 32: *Arthonia cinnabarina* (Zinnober-Fleckflechte): fast nur auf glatter Eschenrinde in gleichmäßig luftfeuchter Lage gedeihend; wird mit dem Eschensterben möglicherweise aus Oberösterreich verschwinden.

Foto: Franz Berger



Abb. 31: Großflächiges Eschensterben im ganzen Land.

Foto: Franz Berger

Einige **spezielle Aspekte** zum Artenschutz: Örtlich werden im Zuge der Wiederaufforstung die Holzstümpfe zerhäckselt. Eine Maßnahme, die außer der Befriedigung des „Ordnungsinns“ nur enorm viel kostet, außer einer kurzfristigen Mulchwirkung nichts bringt und den auf Totholzstümpfen und Moderholz angewiesenen Arten die Lebensgrundlage entzieht (*Cladonia digitata* – Abb. 29, *C. cenotea* – Abb. 30).

Eine weitere, für Flechten problematische Maßnahme wäre die großflächige Kalkung von Waldgebieten, die den Chemismus der Baumborken und des Bodens massiv verändert. In flechtenreichen, gesunden Wäldern wird kaum jemand auf diese Idee kommen.

Eschensterben (Abb. 31): Das grasierende, durch einen Schlauchpilz bedingte Eschensterben hat inzwischen auch Gunststandorte in kollinen und montanen Auwäldern erreicht. Es bedroht einige seltene Flechten, die fast ausschließlich auf diesem Trägerbaum wachsen. Der Borkenchemismus der Esche ist subneutrophytisch, das entspricht einem pH Wert von 5,8 bis 7,2. In diesem Fenster gibt es bei vergleichbaren ökologischen Bedingungen (entspricht etwa dem Auwald) und ähnlicher Rindenstruktur keinen Ersatz, der in einigermaßen vergleichbarer Häufigkeit Flechten als Ausweichquartier dienen könnte. Der am ehesten in Frage kommende Spitzahorn (*Acer platanoides*), der vereinzelt in Schluchtwäldern angetroffen werden kann, ist viel zu selten. Ulmen (*Ulmus glabra*) haben gerade das Ulmensterben durchgemacht und es gibt daher kaum Altbäume.

Betroffen sind folgende Flechten, die sich mit ihren engen ökologischen Erfordernissen im Lauf der Jahrtausende an diese mikroklimatischen und substratbedingten Standortfaktoren angepasst haben: *Arthonia cinnabarina* (Abb. 32), welche schon zuvor in Oberösterreich sehr selten war und nur ein bedeutsames Vorkommen im Rannatal hat. Gleiches gilt für *Pyrenula nitidella* (Abb. 33), für das noch seltenere *Arthopyrenia cinereopruinosa* sowie für *Thelenella pertusariella*. Ein Dutzend weiterer Arten, die vorzugsweise, aber nicht ausschließlich auf Eschen gedeihen, wird eine beträchtliche Dezimierung ihrer Biomasse erfahren und dann in ihrem Bedrohungsstatus neu zu bewerten sein.

Altbäume, Altwald, Urwald: Wenn man eine Vorstellung über den un-



Abb. 33: *Pyrenula nitidella* (Kleine Pickelflechte): massiver Rückgang durch das Eschensterben
Foto: Franz Berger



Abb. 34: Alte Kastanienallee bei Kirchfidisch (Burgenland): Ein Paradies für Flechten, solange die Luftqualität stimmt
Foto: Franz Berger

glaublichen Artenreichtum solcher Urwälder bekommen will, lohnt ein Blick in die Zusammenstellung von VONDRÁK u. a. (2015), übertroffen noch von den 324 Arten im Urwald Rothwald (BERGER u. a. 2018) und von über 400 rinden- und holzbewohnenden Flechtenarten in einem ukrainischen Buchenurwald (VONDRÁK u. a. 2018). GRONER (2016) listet gar 789 Taxa, allerdings unter Einbeziehung aller verfügbarer Substrate – im Böhmerwald in der Schweiz. Echte Urwälder sind in Österreich eine Rarität. In Oberösterreich sind weitgehend unberührte Waldparzellen nur an entlegenen, schwer zugänglichen Stellen

in den Alpen zu finden, beispielsweise der subalpine Lärchen-Zirbenwald am Warscheneck oder einzelne Flächen im NP Kalkalpen. Leider ist der Wissensstand über heimische natürliche Altwaldzellen im Hinblick auf ihr Begleitinventar aus verschiedenen Gründen schlichtweg miserabel. Unter dem Eindruck der Bedrohung der Biodiversität wäre es wünschenswert und von hoher Dringlichkeit, auch in Oberösterreich einen Katalog solcher wertvoller Habitate inklusive ihres Arteninventars zu erstellen.

Alleen und alte Parkbäume (Abb. 34) sind unersetzliche Standorte für einige, auf dieses Habitat angewiesene



Abb. 35: Allein sind Hauptstandorte für die selten gewordene *Anaptychia ciliaris* (Gefranste Wimpernflechte) sowie für ...



Abb. 36: ... die an ihrer düster grüngrauen Farbe leicht kenntliche *Pleurosticta acetabulum*.
Fotos: Franz Berger



Abb. 37: Die bis über 20 cm lange Eschenflechte (*Ramalina fraxinea*) ist im Alpenvorland am Rand des Aussterbens.
Foto: Franz Berger

Flechten, (*Anaptychia ciliaris* – Abb. 35, *Pleurosticta acetabulum* – Abb. 36, *Ramalina fraxinea* – Abb. 37, *Sclerophora* spec.). Ihrer Existenz und ihrer Funktion als Heimstatt vieler anderer darauf spezialisierter Lebewesen sollte gesellschaftlich ein viel höherer Stellenwert eingeräumt werden. Der jetzigen Praxis, überall gleich Gefahr im Verzug zu sehen und sie zu fällen, sollte mit mehr Respekt und phantasievolleren Lösungen begegnet werden. Die Möglichkeit, sie als Naturdenkmal auszuweisen, reicht scheinbar nicht.

Auch ein Bild, welches symptomatisch für den achtlosen Umgang mit unseren Bäumen steht, zeigt der mit Gülle „zugepfefferte“ Obstbaum und dessen dadurch völlig zerstörte Flechten- und Mooszier. Gedanken dazu möge sich der geneigte Leser selber bilden (Abb. 38).

Von nicht minderer Bedeutung für die Artenvielfalt sind **landschaftsgestaltende Kleinstrukturen**, welche den verschiedenen Regionen Österreichs ihr unverwechselbares Gesicht geben.

In der Landwirtschaft haben Kommasierungen (Zusammenlegung von Grundstücken) zur Beseitigung von Rainen, Wald- und Heckenstreifen, von Einzelbäumen, Kopfweidenzeilen und Streuobstgärten geführt, also von allem, was einen Traktor zu Umwegen zwingt; Landschaftselemente wie anstehende Gesteinsstrukturen und ihre flachgründigen Böden, Moore und Feuchtgebiete werden in erster Linie als Bewirtschaftungshindernisse gesehen und wurden in weiten Teilen des Mühlviertels beseitigt, mit ihnen alle darauf angewiesenen Lebewesen.

Flechten sind mit der Elimination dieser Strukturen besonders krass



Abb. 38: Ein einziger Gülleguss zerstört die auf Bäumen wachsenden Flechten und Moose für immer.
Foto: Franz Berger



Abb. 39: Auf der artenreichsten Lesesteinzeile Oberösterreichs finden sich äußerst seltene, Erz (Eisen) anzeigende Flechten (Oberschwarzenberg). Dringend schutzbedürftig!!
Foto: Franz Berger

zu Verlierern geworden. Als Beispiel sind die Lesesteinzeilen (Abb. 39) und Blockstreufleuren im Mühlviertel anzuführen, inzwischen bis auf Reste aus der Landschaft entfernt, deren Bedeutung für die Flechtenvielfalt Oberösterreichs PRIEMETZHOFFER (2005) ausführlich dargestellt hat. Auf diese Lebensräume beschränkte Flechten sind zum Beispiel *Acarospora sinopica* (Abb. 40), *Lecanora subaurea*, *Rhizocarpon oederi*, *Stereocaulon dactylophyllum* (Abb. 41) und die unverkennbare Blutaugenflechte (Abb. 42).

Wasserwirtschaftliches: Auch anstehende Felsen an den Ufern von Bächen im Mühlviertel sind wichtige Standorte von wenigen, dafür aber hochspezialisierten Flechten, denen zudem eine exzellente Indikatorfunktion bezüglich der Gewässergüte zukommt. So verwundert es nicht, dass diese Standorte fast ausschließlich Bäche betreffen, deren Oberlauf fast gänzlich im geschlossenen Wald verläuft, wo eine anthropogene Verschmutzung zum Beispiel durch Gülleeintrag nicht möglich ist. Das beträchtliche Gefährdungspotential setzt sich aus klimatischen und lokalen anthropogenen Faktoren zusammen: Mit Hochwässern haben die Flechten umzugehen gelernt, nicht aber mit einem Jahrhunderthochwasser, bei dem Standorte durch das mitgeführte Geschiebe regelrecht abrasiert werden. Aber auch trockene Sommer wie 2018 führen infolge extremen, überdurchschnittlich erwärmten Niederwassers zu einer wochenlangen Abweichung von den ökologischen Optima der einzelnen Arten, die teils auf langzeitige Wasserbenetzung angewiesen sind. Dazu schadet das unter diesen Bedingungen vermehrte Algenwachstum diesen empfindlichen Geschöpfen.



Abb. 40: Beschränkt auf alte Erzhalde und verwitterndes, taufeuchtes Silikat: *Acarospora sinopica* (Rostrote Kleinsporflechte, Oberschwarzenberg)
Foto: Franz Berger



Abb. 41: *Stereocaulon dactylophyllum* (Fingerblättrige Korallenflechte) bewächst oberflächlich angewitterte Silikate in langzeitig taufeuchten Lagen.
Foto: Roman Türk



Abb. 42: Die prächtige *Ophioparma ventosum* (Blutaugenflechte) ist eine Hochgebirgsart an windgepeitschten Silikatsteiflächen der Zentralalpen, die auch an zwei Stellen im Mühlviertel gedeiht.
Foto: Franz Berger



Abb. 43: Die einzigen mitteleuropäischen!! Standorte der unter Wasser wachsenden *Collema dichotomum* (Gabelige Leimflechte), liegen in der Waldaist. Eine durch Düngereintrag und Sohlveränderungen bei Hochwasser extrem gefährdete Art!

Foto: Franz Berger



Abb. 44



Abb. 45

Abb. 44 u. 45: Die amphibischen Arten *Dermatocarpon luridum* (Bach-Lederflechte – Abb. 44) und *Collema flaccidum* (Welke Leimflechte – Abb. 45) leiden unter der Eutrophierung der Bäche, der Wassererwärmung und niedriger Wasserstände.

Fotos: Franz Berger

Ein besonderes Juwel ist die untergetauchte wachsende Gallertflechte *Collema dichotomum* (Abb. 43), von der in Mitteleuropa aktuell nur mehr ein Bestand in der Waldaist bekannt ist und deren Gefährdungspotential dem der Flussperlmuschel gleicht. Sorgsamster Umgang mit diesem Fluss ist also angebracht. Wo Bäche als Vorfluter von Kläranlagen fungieren, lässt sich im Unterwasser immer stark vermehrtes Algenwachstum beobachten. Diese vertrocknen bei Niedrigwasser zu einem Film, der alle Flechten wie zum Beispiel *Dermatocarpon rivulorum* (Abb. 44) oder *Collema flaccidum* (Abb. 45) und aquatische Krustenflechten darunter erstickt. Gleiches gilt auch bei geringem Gülleintrag aus angrenzenden Agrarflächen.

Eine besondere Katastrophe für die Ökosysteme „Bach – Bachufer“ ist das Ablassen von Staubecken bei Sanierungsmaßnahmen, wodurch zig Tonnen von Feinschlamm die Ufer für Jahre bedecken und nachhaltig alle am Ufer festhaftenden Organismen zerstören.

Gesteinsflechten der Kalkalpen: Die bunten Krustenflechten der Kalkhochalpen scheinen erfahrungsgemäß bisher am wenigsten von den aufgezeigten Störfaktoren betroffen zu sein. Jedoch ist der Kenntnisstand der vielen erst im Labor bestimmbaren Arten in Oberösterreich so punktuell, dass eine Stellungnahme dazu nicht reell ist.

Was kann zum Erhalt der Diversität getan werden?

Flechtenschutz ist immer Lebensraumschutz.

- Gerade in Oberösterreich ist es bisher mit wenigen Ausnahmen, spezielle Waldtypen betreffend, nicht gelungen, alte artenreiche Mischwälder an gut abgeschirmten Orten für Naturwaldreservate außer Nutzung zu stellen. In ganz Österreich machen alle Naturwaldreservate zusammen lediglich 1‰ des Bundesgebietes aus.

- Verzicht auf die reflexhafte „Revitalisierung“ von Pionierstandorten von Amts wegen. Revitalisierung bedeutet letztlich Artenverarmung. Empfehlenswert wäre der Verzicht auf die vollständige Wiederbegrünung von Abbauflächen nach Schotter-, Lehm- oder Sandabbau. Wie bei (BERGER 2020, in prep.) in einer Studie aus

dem Kobernauserwald aufgezeigt werden wird, sind offene Pionierflächen nach Einstellung der Abbautätigkeit in Sand- oder Kiesgruben wichtige Biotope für europaweit extrem seltene, ephemere Pionierarten. Fotobeispiele: Schottergrube Bärnkratzl im Kobernauserwald (Abb. 46) mit *Solorina spongiosa* (Abb. 47); Sandgrube Eden/ Diersbach (Abb. 48) mit *Aphanopsis coenosa* (Abb. 49) und *Collema limosum* (Abb. 50).

- Einbindung von örtlich naturkundigen Personen bei erforderlichen Baumaßnahmen in hochsensiblen Gebieten (Sicherung am Steiner Fels/ Schlögenger Schlinge, Abb. 51) zwecks Vermeidung unnötiger Artenverluste.

- Einen Verlust an weiteren überregional bedeutsamen Arten brachte die Aufgabe der Bewirtschaftung der talnahen, äußerst blüten- und insektenreichen Trockenrasen auf der Mühlviertler Seite des Donaudurchbruchs zwischen Niederranna und Aschach. Nebst Orchideenstandorten von zum Beispiel *Orchis ustulata* waren dort seltene Flechten wie *Cladonia subrangiformis* und *C. firma* anzutreffen. Die Pflege dieser rasch verbuschenden, steilen Flächen ist mühsam, viele wurden bereits standortfremd aufgeforstet. Die genannten Flechten findet man erst im Mittelmeergebiet wieder.

- Moorschutz: Durch Eingriffe in den Wasserhaushalt der früher als unnützlich betrachteten Moore, Moorwälder und Feuchtwiesen wurde deren spezielle Artenausstattung empfindlich gestört. Hoch gefährdet sind darunter auch einige Flechten, welche auf diesen Lebensraum beschränkt sind, zum Beispiel: *Absconditella sphagnum*, *Cetraria sepincola* (Abb. 52), *Cladonia incrassata*, *C. stygia* (Abb. 53), *Lecanora mughosphagneti*.

- Schutz von Felsstandorten: Klettersport und regelmäßiger Betritt vermag wertvolle Standorte zu vernichten; desgleichen auch Zuwachsen, intensive Beschattung, aber auch plötzliches Freistellen, also eine Änderung der Lichtverhältnisse.

Bedauerlicherweise gibt es angesichts der globalen Bedrohung nur marginale Möglichkeiten, als **Privatperson** direkt zum Artenschutz von Flechten beizutragen, aber sie sind vielfältig, ein Tropfen auf den heißen Stein gewissermaßen.

Einige Beispiele:

- Verzicht auf Reinigungsmaßnahmen an Marterln und Bildstöcken,



Abb. 46: Schottergrube „Bärnkratzl“ im Kobernauserwald, nicht rekultiviert, stellen solche aufgelassenen Schottergruben hervorragende Standorte für seltene ephemere Flechten dar. Foto: Franz Berger



Abb. 47: *Solorina spongiosa* (Schwamm-Sackflechte) am einzigen außeralpinen Standort in Österreich (Schottergrube Bärnkratzl) Foto: Franz Berger



Abb. 48: Mergel und Lehmgruben sind regelmäßig Standorte für ephemere Flechten (Eden/Diersbach). Foto: Franz Berger



Abb. 49: *Aphanopsis coenosa* (Lauchflechte), ein konkurrenzschwacher, und daher nur vorübergehender Besiedler von Lehm: in den letzten Jahrzehnten sind von dieser seltenen Art nur zwei Standorte in Österreich bekannt geworden (Eden/Diersbach).

Foto: Franz Berger



Abb. 50: *Collema limosum* (Lehm-Gallertflechte): Es erstaunt immer wieder, wie schnell diese seltenen Pionierarten offene Lehmböden erobern können.

Foto: Franz Berger

denn auch diese sind oft Wuchsorte seltener Arten (Abb. 54) wie *Ramalina capitata*, *R. polymorpha* (Abb. 55) oder die zitronengelbe *Pleopsidium chlorophanum*. Diese „Verschönerung“ alter Kleindenkmäler zerstört nicht nur ihre magische Ausstrahlung, sondern auch den Verwitterungsschutz, den ein Krustenflechtenüberzug für die darunter gelegene Oberfläche darstellt!

- Wenn möglich, Erhalt alter Dachlandschaften (Abb. 56); auf solchen Dächern wachsen in Oberösterreich bis zu 50 Arten, darunter etliche Raritäten.
- Anlage von Trockensteinmauern aus lokalem Gestein statt Betonwänden.

- Die Verwendung von unbearbeitetem Holz in der bäuerlichen Architektur, zum Beispiel für Stadel, Heuschuber, für Zäune, Holzschindeln usw., eröffnet seltenen Kleinflechten wie *Candelariella kuusamoensis*, *Calicium tigillare* (Abb. 57), *Thelomma ocellatum* (Abb. 58) ihren einzigen Lebensraum. ABER: Holzschutzmittel sind auch für Flechten eindeutig zu giftig!

- Verzicht auf Düngung im Nahbereich von Magerrasen, Heiden oder Lesesteinzeilen, Schutz derselben auch vor dem Zuwachsen mit Bäumen und Sträuchern.

Man möchte annehmen, dass jeder Grundbesitzer darauf stolz sein kann,

in einer möglichst artenreichen Umwelt zu leben oder etwas beherbergen zu dürfen, was man nicht so einfach kaufen kann.

Fazit

In Österreich ist außerhalb der Alpen ein großflächiger Artenschwund von Flechten eingetreten. Die Ursache dafür ist vor allem im hohen Eintrag von Stickstoffverbindungen wie Stickoxiden, Ammonium und Ammoniumnitrat zu finden. Dies führt zum Zusammenbruch der azidophytischen, baumbewohnenden Flechtenflora und zu einer starken Förderung von wenigen nitrophilen und nitrotoleranten epiphytischen Flechten bis hinauf



Abb. 51: Allzu großzügiges Platzmachen für eine sicher nötige Sicherungsmaßnahme zerstörte einen wichtigen Flechtenstandort (Steiner Fels/ Schlögen).

Foto: Franz Berger



Abb. 52: *Cetraria sepincola* (Zaun-Moosflechte) auf bodennahen Ästchen in Mooren, dürfte inzwischen außerhalb der Alpen verschwunden sein. Foto: Roman Türk



Abb. 53: *Cladonia stygia*, eine Rentierflechte mit schwarzer Podetienauskleidung, ist eine überaus rare Moorbewohnerin (Bayerische Au/ Böhmerwald).
Foto: Franz Berger



Abb. 55: *Ramalina polymorpha* (vielgestaltige Astflechte) wächst in Oberösterreich fast ausschließlich auf Marterln (Windhaag / Freistadt).
Foto: Franz Berger

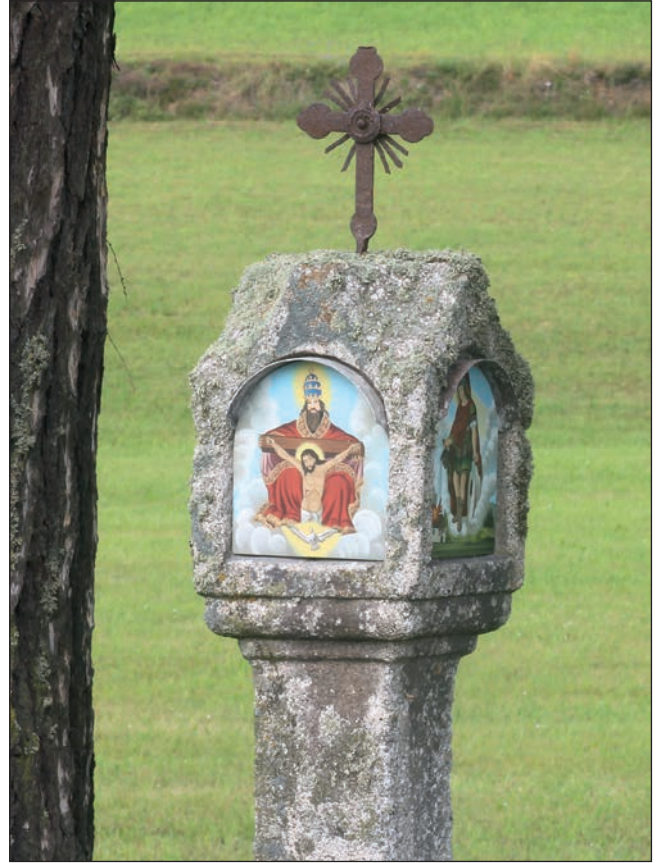


Abb. 54: Kleindenkmäler im Mühlviertel sind zu wichtigen Standorten seltener Flechten geworden, bitte nicht putzen!
Foto: Franz Berger



Abb. 56: Altes Dach im Sauwald, bewachsen mit fast 50 Arten, 2019 durch ein hochglänzendes Blechdach ersetzt (Haibach b. Passau).
Foto: Franz Berger



Abb. 58: *Melomma ocellatum* (Holz-Augenflechte): wächst nur auf älterem, staubigen Holz an Stadelgebäuden.
Foto: Franz Berger



Abb. 57: *Calicium tigillare* (Gelbe Staubfruchtflechte): auf Zaunpfosten aus Holz, gefährdet durch Holzschutzmittel und Verwendung anderer Materialien.
Foto: Roman Türk

zur Baumgrenze an der Nordseite der Alpen. Epiphytische Flechten mit Cyanobakterien als Symbiosepartner (siehe oben) sind selbst aus Bereichen mit idealen klimatischen Bedingungen im Rückgang oder ganz verschwunden. Weitere Faktoren für den Rückgang der Diversität und der Biomasse an Flechten ist die Verminderung von Altwaldbeständen, der Verlust an landschaftlichen Kleinstrukturen wie zum Beispiel: Lesesteinhaufen und Blockfluren, übertriebene Revitalisierung statt Zulassen einer natürlichen Sukzession aufgegebener Abbauflächen, Düngereintrag und Wasserverschmutzung für aquatische Flechten.

Schließlich stellt für viele Flechtenarten der Klimawandel mit seinen zu erwartenden extremen Hitze- und Trockenperioden und der damit verbundenen Reduktion der Luftfeuchtigkeit eine Bedrohung dar, die in ihren Auswirkungen nach dem heutigen Kenntnisstand noch nicht abschätzbar ist.

Es steht die Möglichkeit im Raum, dass es großflächig zu einer tiefgreifenden Dezimierung des derzeitigen Artenspektrums, wenn nicht gar zu einem großflächigen Zusammenbruch von großen Teilen der Flechtenvegetation, zumindest außerhalb der Alpen kommen wird. Der Zenit der erfassten Artenzahl dürfte in Oberösterreich – unbeabsichtigt – mit dem Flechtenatlas von BERGER u. a. (2009) erreicht worden sein, die Artenverluste werden etwaige Zugänge zahlenmäßig bei weitem überschreiten. Ob das der einst überhaupt wahrgenommen werden wird, ist eine andere Geschichte, da auch die Lichenologen, also die Flechtenkundler, in Österreich einem Rückgang unterliegen und sich bald in der Rubrik CE (= critical endangered) der Roten Liste wiederfinden werden.

Dank

Norbert Stapper (Monheim) hat uns auf *Klebsormidium* hingewiesen und uns mit weiterführender Literatur versorgt, Georg Gärtner (Sofia) einen Beleg revidiert und uns mit zusätzlichen Informationen zu *Klebsormidium* versorgt. Fotos stellten uns in dankenswerter Weise Michael Hohla (Oberberg), Ulrich Kirschbaum (Gießen) und Erich Zimmermann (Wengi/CH) zur Verfügung.

Literatur

BERGER F. (2000): Die Flechtenflora der Schlägener Schlinge, Donautal. Beiträge zur Naturkunde Oberösterreichs 8: 369–451.

BERGER F. (2020, in prep): Ergänzungen zur Flechtenflora des Kobernaußerwaldes (Oberösterreich, Österreich). Stapfia 111.

BERGER F., PRIEMETZHOFFER F., TÜRK R. (2010): Atlas der Verbreitung der Flechten in Oberösterreich. Stapfia 90: 1–320.

BERGER F., BREUSS O., MALICEK J., TÜRK R. (2018): Lichens in the primevale forest area „Großer Urwald“ and „Kleiner Urwald“ (Rothwald, Lower Austria, Austria). Herzogia 31(1) Teil 2: 716–731.

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.

DIRNBÖCK T. (2012): Stickstoffeffekte in Waldökosystemen – Kopplung von Stoffflüssen und Biodiversität. Umweltbundesamt.

FRAHM J.-P. (1999): Epiphytische Massenvorkommen der fädigen Grünalge *Klebsormidium crenulatum* (Kützing) Lokhorst im Rheinland. Decheniana 152: 117–119.

FRAHM J.-P. (2008). Überdüngung und Versalzung durch Katalysatoren? Nitrophile Moose und Flechten nehmen zu. Biologie in unserer Zeit 38(2): 94–10.

GRÖNER U. (2016). Flechten und assoziierte nicht lichenisierte Pilze des Bödmerebald-Silberer Gebiets im Muotatal, Kanton Schwyz (Schweiz). Cryptogamica Helvetica 22: 5–156.

KIENESBERGER A., PFLEGER H. S., THAN B., TÜRK R. (2007): Epiphytische Flechten an Probeflächen für immissionsökologische Untersuchungen nach der VDI-Methode 2005 und Untersuchungen über die Artenzusammensetzung in industriefernen Flächen – ein Hinweis für zunehmenden Einfluss von Stickstoff-Verbindungen. In: Stickstoff und die Wirkungen auf die Vegetation. KRd2. Expertenforum 12. und 13. Februar 2007, FAL Braunschweig. KRdL-Schriftenreihe 37: 119–127.

LITERSKI B., SCHIEFELBEIN U., WIRTH V. (2019): Vorkommen und Gefährdung der Flechten Deutschlands. Herzogia 32: 19–40.

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(4): 13–18.

STAPPER N. J. (2013): Stadtklima, Klimawandel und Immissionen: epiphytische Flechten als Bioindikatoren geeigneter denn je. Gefahrstoffe Reinhaltung der Luft 73: 167–168.

STAPPER N. J., FRANZEN-REUTER I. (2018): Wirkung lokaler Klimaveränderungen auf baumbewohnende Flechten in Nordrhein-Westfalen zwischen 2001 und 2017. Immissionschutz 3/2018: 128–136.

TÜRK R., PFLEGER H. S. (2007): Das stumme Siechtum der Flechten. NATUR & Land 93(6): 22–26.

VONDRÁK J., MALÍČEK J., ŠOUN J., POUŠKA V. (2015): Epiphytic lichens of Stuzica (E Slovakia) in the context of Central-European old-growth forests. Herzogia 28: 104–126.

VONDRÁK J., MALÍČEK J., PALICE Z., BOUDA F., BERGER F., SANDERSON N., ACTON A., POUŠKA V., KISH R. (2018): Exploring hot spots; effective determination of lichen diversity in a Carpathian virgin forest. PLoS ONE 13(9): e0203540. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0203540>

WINDISCH U., VORBECK A., EICHLER M., CEZANNE R. (2011): Untersuchung der Wirkung des Klimawandels auf biotische Systeme in Bayern mittels Flechtenkartierung. Augsburg, Bayerisches Landesamt für Umwelt.

WINDISCH U., CEZANNE R., EICHLER M. (2014): Dauerbeobachtung von Flechten in Hessen 2012. Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (Hrsg.).

WIRTH V. (2002). Indikator Flechte. – Naturschutz aus der Flechtenperspektive. Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde – Serie C 50: 1–96.

BUCHTIPPS

KULTURLANDSCHAFT

Werner GAMERITH: **Wienerwald. Naturjuwel zwischen Stadt und Gebirge**

216 Seiten, 364 farb. Abb., Schutzumschlag, Preis: € 34,95; Innsbruck: Tyrolia-Verlag, 2019; ISBN 978-3-7022-3729-5

Der Wienerwald erstreckt sich zwischen dem Tullner und dem Wiener Becken und reicht bis ins Stadtgebiet von Wien. Seinen zahlreichen, durchwegs bewaldeten Bergen verdankt er seinen Namen. In Talböden und auf flacheren Hängen breiten sich auch ausgedehnte Wiesen und Weiden, in tieferen Lagen Äcker, und zu seinen Füßen im Osten und Norden Weingärten aus. Trotz großer Verkehrsachsen und dem Siedlungsdruck der nahen Großstadt ist dem Wienerwald eine vielfältige Kulturlandschaft erhalten geblieben, die nicht umsonst auch Generationen von Dichtern, Malern und Musikern inspiriert hat. Werner Gamerith hat sich über viele Jahre den Schönheiten dieser Landschaft genähert und sie in Wort und Bild gebannt.

(Verlags-Info)



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [ÖKO.L Zeitschrift für Ökologie, Natur- und Umweltschutz](#)

Jahr/Year: 2019

Band/Volume: [2019_03-04](#)

Autor(en)/Author(s): Berger Franz, Türk Roman

Artikel/Article: [Artenschwund bei den Flechten 81-98](#)