

Flechten der Hochgebirge

WALTER OBERMAYER

Geschichtlicher Abriss zur Hochgebirgs-Lichenologie in den Alpen und im Himalaya

Als „die wohl einzige Pflanze der Alpen, die nie unter die Schneegrenze herabsteigt“ bezeichnete GAMS (1935: 166) eine unterseits rosa gefärbte Nabelflechte, die von SCHAEERER 1842- nach ihrem Fundort auf einem der höchsten Gipfel der Berner Alpen – als Jungfrau-Flechte (*Umbilicaria virginis*) beschrieben worden war. SCHAEERER berichtet dort auch über zwei schon im Jahre 1787 von SAUSSURE auf dem Gipfel des Mt. Blanc (4807 m) gesammelte Flechtenbelege (*Lecanora polytropa*, *Lecidea confluens*). Dieser ersten umfangreicheren Notiz über alpin-nivale Flechten folgte wenig später ein Beitrag der Brüder SCHLAGINTWEIT (1850), die unter anderem erstmals Flechten vom höchsten Gipfel Österreichs, dem Großglockner (3798 m) angaben. Zahlreiche „Lichenologische Ausflüge in Tirol“ brachten FERDINAND ARNOLD (1828-1901) im dritten und vierten Quartal des vorigen Jahrhunderts auch in die Gipfelregionen des damaligen Tirols. Bei ausgedehnten Streifzügen sammelte der Großmeister der mitteleuropäischen Lichenologie sowohl in den Nördlichen Kalkalpen als auch in den Kalkgebieten der Südalpen in Höhen über 2500 m und überschritt in den überwiegend silikatischen Zentralalpen mehrmals die 3000er Grenze (ARNOLD 1897: 671-677). Etwa zur selben Zeit faßte MÜLLER ARGOVIENSIS (1881) Flechten in einer Liste zusammen, die in den Walliser Alpen in Höhen über 3000 m gesammelt worden waren. Was ARNOLD für Tirol und Südtirol war, das war (50 Jahre später) EDUARD FREY für die Schweiz. Auch er besammelte zahlreiche Gipfel und Grate zwischen 2800 und 3200 m

(z.B. im Unterengadiner Nationalpark, FREY 1952). Seine Arbeiten waren aber nicht rein floristisch, sondern zusätzlich soziologisch-ökologisch ausgerichtet, wobei er versuchte, anhand von Dauerflächen die Flechten-Sukzession über viele Jahre hinweg zu erfassen (FREY 1959).

Trotz der relativ frühen Anfänge der Hochgebirgslichenologie und der klassischen Arbeiten einiger herausragender Pioniere ist bis heute, wohl bedingt durch die mühsame Zugänglichkeit, über die Alpin- und Nivalflechten der Alpen vergleichsweise wenig geschrieben worden. Einige weitere wichtige Arbeiten zu Flora oder Vegetation von Hochgebirgsflechten sind „Gipfel flechten“ (PISEK 1941), „Die Gipfelvegetation und -flora des Wettersteingebirges“ (POELT 1955), „Beiträge zur nivalen Flechtenflora der Oetztaler und Ortleralpen“ (PITSCHMANN & REISIGL 1955), „Die Herkunft der hochalpinen Moose und Flechten“ (GAMS 1960) und „An den Grenzen des Pflanzenlebens im Hochgebirge“ (PISEK 1963). **[wichtiger Nachtrag: Frey 1969]**

Erste umfangreichere Angaben über Flechten aus den Hochlagen des Himalaya stammen von PAULSON (1925), der für das Mt. Everest-Gebiet aus Höhen zwischen 4600-5500 m etwa 30 Flechtenarten nachgewiesen hat, die von T.H. SOMERVILLE bei einer Mount Everest Expedition im Jahre 1924 gesammelt worden waren. In der Reihe „Flechten des Himalaya“ erschienen eine Reihe von Gebiets-Monographien über Flechten, die der große Flechtenkenner Josef POELT (1924-1995) im Jahre 1962 aus dem Khumbu-Gebiet (Nepal) mitgebracht hatte (s. POELT 1977: 447). Unter seiner maßgeblichen Beteiligung kam es erstmals zu einer eingehenderen systematischen Bearbeitung von Flechten(-gattungen aus Höhen um 5000 m vom Fuß der Mt. Everest-Regi-



Abb. 92: In den Gipfelregionen der Hochgebirge sind meist nur noch Flechten den Unbilden der Witterung, insbesondere der hohen UV-Strahlung, gewachsen. Osttiroler Alpen.

on. Außerhalb dieser Publikationsreihe, jedoch unter Einarbeitung zahlloser Belege aus dem Khumbu-Himal sowie aus vielen anderen asiatischen Gebirgsmassiven, legte HERTEL (1977) eine bisher beispiellose Gesamtschau über *Lecidea*-artige Flechten aus dem zentral-, ost- und südasiatischen Raum vor. Die bisher wohl umfangreichste Flechtenliste aus himalayischen Hochlagen (Langtang-Gebiet, Nepal) lieferte POELT (1990), wobei zahlreiche Fundorte der über 280 angegebenen Sippen zwischen 4000 und 5200 m liegen.

Anpassungsstrategien an die Unbilden hochalpiner Extrembedingungen

Temperaturextreme, UV-Strahlungshöchstwerte, Schneebedeckung sowie eine damit verbundene kurze Vegetationsperiode und Windschliff durch Sand und Schnee sind Faktoren, die den Flechten in alpinen und nivalen Bereichen am meisten zusetzen. Die Lichenen haben einige bemerkenswerte Strategien entwickelt, so daß sie gerade diesen Lebensraum mit besonderem Erfolg erobert haben. Flechten sind ungleich stärker als alle anderen pflanzlichen oder rein pilzlichen Organismen gegen extreme Temperaturbelastungen unempfindlich (s.S. 58, S. 155). Gerade bodenferne Gesteinsbewohner oder Siedler an \pm dauernd schneefreien Windkanten müssen tiefsten Temperaturen trotzen, wobei physiologische

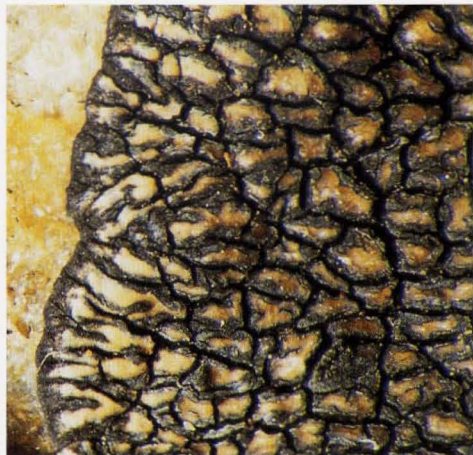


Abb. 93: Die Schildkrötenflechte, *Sporostatia testudinea*, ist mit einer Epinekralschicht, der dunklen Färbung und dem schwarzen Vorlager gut an Hochgebirgsbedingungen wie hohe UV-Strahlung und niedrige Temperaturen angepaßt. Osttiroler Alpen.

wie morphologisch-anatomische Anpassungen eine bedeutende Rolle spielen.

Physiologische Kälteanpassungen

Temperaturen bis unter -20°C scheinen für die Algenschicht mancher Flechten kein besonderes Problem darzustellen, um immer noch mit Gewinn zu assimilieren (s.S. 155). Noch erstaunlicher ist aber das Überdauern tiefster Temperaturen im Zustand latenten Lebens. Selbst mehrtägige Lagerung in flüssigem Stickstoff (-196°C) oder dreieinhalbjähriges Einfrieren bei -60°C können Flechten ohne Schaden überstehen.

Morphologisch-anatomische Kälteanpassungen

Dunkel gefärbte Körper erwärmen sich bei Sonneneinstrahlung viel rascher als helle. Daher vergrößern manche Flechten wie die Schildkrötenflechte, *Sporostatia testudinea*, ihren Vor-

lager-Anteil, was den Thalli insgesamt ein deutlich dunkleres Aussehen verleiht und es ihnen ermöglicht, auch noch bei extrem niedrigen Außentemperaturen bei Sonnenbestrahlung zu einer für die Photosynthese zuträglichen Temperatur zu gelangen (Abb.93).

Strahlungsschutz

Mit zunehmender Meereshöhe entwickeln viele Flechtensippen, deren Thalli die gelblichgrüne Usninsäure enthalten, dunkler gefärbte, oft sogar blau-grün-schwärzliche Lageroberflächen. Diese amorphe Pigmentierung scheint, vergleichbar einer Einlagerung von Melanin in die menschliche Haut, gemeinsam mit der Usninsäure-Kristallschicht einer zu starken UV-Strahlung entgegenzuwirken. Bei einer Reihe von Flechten aller Höhenlagen ist außerdem eine bei stärkerer Lichtexposition zunehmend dunkler gefärbte Epihymeniumschicht zu beobachten, die das empfindliche Hymenium in den Fruchtkörpern überlagert. *Lecanora somervellii* aus den Gebirgsregionen des Südost-Himalaya baut neben Usninsäure noch einen weiteren kristallisierten Flechtenstoff, das Calycin, in Thallusrinde und Fruchtkörperschicht ein (OBERMAYER & POELT 1992).

Schneebedeckung

Obschon eine Schneedecke bei extrem kalten Außentemperaturen einen idealen Isolator darstellt, ist sie doch bei entsprechender Dicke durch die Lichtabschwächung ein für das Gedeihen von Pflanzen limitierender Faktor. Schneetälchen-Flechten müssen also in der Lage sein, nach dem hochsommerlichen Ausapern ihrer Schneemulden mit einer äußerst kurzen und häufig durch jederzeit mögliche Schneefälle „klein zerhackten Vegetationszeit“ (PISEK 1963: 127) zu recht zu kommen. Einige Spezialisten sind *Solorina crocea* (Abb.94), *Lecidea limosa*, *Lecidoma demissum*, *Caloplaca nivalis*, *Mycobilia lobulata*, *Stereocaulon alpinum*.



Abb. 94: Die Safranflechte (*Solorina crocea*) ist in den Alpen eine Charakterflechte der Schneetälchen. Sie ist an der leuchtend orangefarbenen Unterseite und den eingesenkten Apothecien leicht zu erkennen.



Abb. 95: *Pleosidium chlorophanum*, dessen Thallus durch Rhizocarpsäure leuchtend gelb gefärbt ist, siedelt in alpinen Lagen an Steil- und Überhangsflächen kalkfreier Silikate. Österr. Alpen.

Windschliff

Vom Wind mitgetragene Gesteinskörnchen oder Eiskristalle gleichen in ihrer Wirkung in exponierten Lagen durchaus einem Sandstrahlgebläse. Krustenflechten reagieren gegen einen möglichen Abrieb zum Beispiel mit der Ausbildung einer mächtigen Epinekralschicht (abgestorbene Pilzhyphen, die sich hornhautartig an der Lagersoberfläche ansammeln; z.B. *Sporastatia testudinea*, Abb. 93), wodurch die sensible Algenschicht geschützt bleibt. Dicke Deckschichten haben allerdings den Nachteil, weniger Licht durchzulassen. Daher sind Epinekralschichten häufig glasklar und quellen bei Befeuchtung - und nur dann ist es sinnvoll - regelrecht zu optischen Linsen auf, die das Licht für die darunterliegenden Photobionten zu bündeln vermögen, ein Vorgang, der sich gut bei der erwähnten Schildkrötenflechte verfolgen läßt. Auch die „Verkohlung“ des gesamten Apothecienrandes, z.B. bei *Tremolecia*- oder *Porpidia*-Arten, kann als Schutzstrategie gegen mechanische Verletzungen angesehen werden (HERTEL 1977).

Substrattreue

Mit Ausnahme „ornithokoprophytischer Vagabunden“, z.B. *Rhizoplaca chrysoleuca* (s.S. 23, Abb. 15), *Rh. melanophthalma* oder *Ramalina capitata* (s.S. 115, Abb. 88), also Flechten, die vielerorts auf Vogelkot-gedüngten Felsen hocken, ist die überwiegende Anzahl der Gebirgsflechten streng an bestimmte Substrate gebunden. So unterscheidet sich der Flechtenbewuchs Calcium-freier Silikatblöcke völlig von demjenigen mesozoischer Kalke oder paläozoischer Marmore. Diese Unterscheidung gilt nicht nur für die saxicolen Flechten, sondern in etwas abgeschwächter Form auch für den Lichenenbestand auf Erde, Sand, Detritus oder Pflanzen.

Silikatfels-Flechten

Neben Vertretern der krustigen Flechtengattungen *Aspicilia* (*A. myrinii*), *Lecanora* (*L. polytropa*, *L. intricata*, *L. cenisia*, *L. rupicola*), *Lecidea* (*L. confluens*, *L. lapicida*), *Ophioparma*



Abb. 96: Rot gefärbte Lager, wie hier bei *Lecidea silacea* (rechts, mit großen schwarzen Fruchtkörpern) und *Tremolecia atrata* (links und unten), findet man bei einer Reihe von Flechten, die auf eisenschüssigem Gestein wachsen. Alpen.

(*O. ventosa*), *Pertusaria* (*P. corallina*), *Protoparmelia* (*P. badia*), *Schaereria* (*Sch. fuscocinerea*), *Sporastatia* (*Sp. testudinea*, *Sp. polyspora*), *Tephromela* (*T. aglaea*, *T. armeniaca*, *T. atra*) sind besonders Arten aus der Verwandtschaft der gelben Landkartenflechten (*Rhizocarpon geographicum*, *Rh. alpicola* u.a.; s.S. 23, Abb. 13 & S. 114, Abb. 86) die klassischen Besiedler kalkfreier Hochlagen-Silikate, wobei *Rh. alpicola* als verlässlicher Zeiger für lange Zeit schneebedeckte Blöcke und Felsenfußflächen gilt. Über sauren Gesteinen im Gebirge, „herrscht das düstere Geschlecht der Nabelflechten“ (PISEK 1941: 65) an Kulmflächen wie an Überhängen als eine aspektbestimmende, epilithische Blattflechtengattung. Überhangsflächen von Gneisen oder Glimmerschiefern beherbergen neben den Umbilicarien bisweilen schwefelgelbe, weithin sichtbare Krusten (*Pleopsidium flavum*, *Pl. chlorophanum*; Abb. 95) sowie zahlreiche andere Sippen unterschiedlichster Gattungen (*Lecanora swartzii*, *L. bicincta*, *L. cavicola*, *Lecanactis dilleniana*, *Psorinia conglomerata*, *Rhizocarpon carpathicum*, *Rh. ridescens*). Rötlich-braun verfärbte

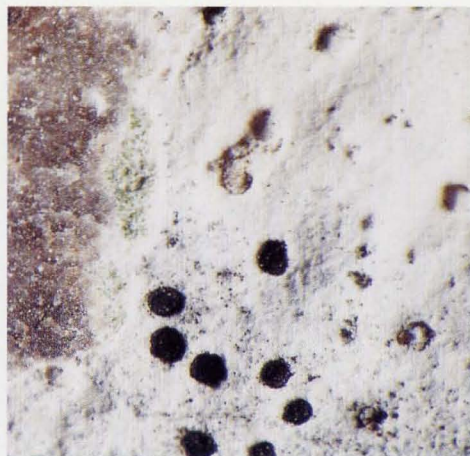


Abb. 97: Im Kalkgestein eingesenkte Fruchtkörper endolithischer Flechten hinterlassen nach dem Ausfallen deutliche, kleine Grübchen. *Clauzadea immersa*, Alpen.

Krustenflechten deuten vielfach auf eisenhaltige Gesteine hin, wobei einige Spezialisten Eisenionen offenbar selektiv in der Thallusrinde anzusammeln vermögen. *Tremolecia atrata*, *Lecidea silacea* oder *Acarospora sinopica* sind Beispiele solcher typischen „Eisensammler“ (Abb. 96).

Kalkfels-Flechten

So dicht silikatische Gesteine mit epilithischen Krustenflechten bedeckt sein können, so gering ist deren Anteil auf alpinem Kalkgestein. Hier herrschen nicht selten endolithische Flechten vor, bei denen in vielen Fällen lediglich die Fruchtkörper auf dem Gestein aufsitzen oder wenigstens etwas hervorragen (s.S. 24, S. 137, Abb. 108 & S. 154, Abb. 124). Neben Arten der Gattungen *Clauzadea*, *Lecidella*, *Protoplastenia*, *Sagolechia*, *Thelidium* oder *Verrucaria* sticht besonders *Hymenelia coerulea* den oben beschriebenen Wuchstyp repräsentierend mit ihren großflächigen, bläulichen, im Gestein befindlichen Lagern ins Auge. Natürlich kommen auch Flech-



Abb. 98: Eine typische Vertreterin der Flechtenwindheide in den europäischen Hochgebirgen ist die gelbgrüne *Alectoria ochroleuca* (Bartflechte, rechts). Zusammen mit Rentierflechten (*Cladonia*) und *Cetraria*-Arten wie dem Isländisch Moos (dunkelbraun) wächst sie vor allem an Windkanten in engem Kontakt mit Heidekrautgewächsen (*Ericaceae*). Öztaler Alpen.

ten mit deutlich epilithischem Lager vor, so an Steil- und Überhangsflächen harter Kalkgesteine, wo *Lecanora reuteri*, *Caloplaca scrobiculata*, *Xanthoria soređiata* oder die oft viele Dezimeter überdeckende *Squamarina lamarckii* ihr Leben fristen.

Bodenflechten

Nicht ganz so streng substratgebunden wie Gesteinsflechten ist die große Zahl der alpinen Bodenbewohner, doch lassen sich auch hier typisch kalkholde und kalkfeindliche Sippen unterscheiden. Die über der Waldgrenze sehr ins Auge tretende Leidensgemeinschaft der Windkanten-Besiedler umfaßt u.a.: *Alectoria ochroleuca*, *A.*

nigricans, *Cladonia stellaris*, *Cl. uncialis*, *Cetraria islandica*, *C. cucullata*, *C. ericetorum*, *C. muricata*, *C. nivalis*, *Thamnolia vermicularis* (Abb. 98). Bisweilen finden sich an windexponierten Geländekanten auch epiphytische Blattflechten, die aus der Waldstufe „heraufgeweht“ wurden (*Pseudevernia furfuracea*, *Hypogymnia physodes*, *Vulpicida pinastri* etc.). Etwas kleiner ist die Zahl der Großflechten, die als ausgesprochen bodenbewohnende Kalkspezialisten gelten (z. B. die Wolfstöter-Flechte *Vulpicida tubulosus*, *Physconia muscigena*, *Alloctetraria madreporiformis*). Deutlicher als bei den vorgenannten Blatt- und Strauchflechten zeigt sich eine ökologische Zäsur bei krustigen Bodenbewohnern. Neben den oben bereits angeführten Schneetälchen-Flechten, mit ihrer wohn-

raumlichen Beschränkung auf die alpine und nivale Stufe, sollen noch einige typische „Säurezeiger“ wie *Arthrorhaphis citrinella*, *Pycnothelia papillaria*, *Baeomyces rufus* oder *Dibaeis baeomyces* Erwähnung finden, die aber auch in deutlich tieferen Lagen, und hier nicht selten im Entwicklungsoptimum, gedeihen. *Catolechia wahlenbergii* wächst dagegen fast ausschließlich in alpinem Gelände in humösen Felsspalten saurer Silikate. Pflanzenreste und Moose tragen über Kalk eine sehr charakteristische und über weite Strecken identische Lichenenflora (*Caloplaca ammiospila*, *C. cerina* var. *muscorum*, *C. cerina* var. *chloroleuca*, *Lecanora epibryon*, *L. hageni* s.l., *Lecidella wulfenii*, *Fulgensia schistidii*, *Megaspora verrucosa*, *Ochrolechia upsaliensis*, *Pertusaria glomerata*, *Phaeorhizza nimbosea*, *Rinodina mmiaraea*, *R. roscida*, *Thelopsis melathelia*). Erdig-sandige Kalkfelsspalten bieten Unterlage für eine Reihe von *Toninia*-Arten (z.B. *T. candida*, *T. sedifolia*), für *Psora decipiens* oder für *Endocarpon pusillum*, alles Flechten, die ebensogut im Montanbereich vorkommen können, also auch in unseren Mittelgebirgen anzutreffen sind.

Ein wenig sauer, ein wenig basisch

Neben den oben genannten Siedlern auf „stocksauren“ bzw. stark kalkhaltigen Unterlagen scheinen manche Flechten über der Baumgrenze Spezialisten für „intermediäre“ Bedingungen zu sein, wie man sie auf kalkhaltigen Phylliten und Kieselkalke (*Lecanora disperso-areolata*, *L. diaboli*) sowie über Kalkstaub-beeinflußten Bodenflächen (*Arthrorhaphis vacillans*, *Dactylina ramulosa*, *Naptychia bryorum*) und Moosauf-lagen (*Bryonora castanea*, *Lecanora leptacinnella*) vorfindet.

Parasitische Flechten

Die Zahl von parasitischen Flechten nimmt über der Baumgrenze stark zu. Bisweilen gewinnt man den Eindruck eines allorts stattfindenden,

zumindest für den Pilz der Wirtsflechte nicht selten tödlichen Kampfes um das geeignete Substrat oder den geeigneten Algenpartner. Eine durch die Wirtsflechte schon „vorgekaute“ Gesteinsunterlage ist ebenso von Vorteil, wie eine durch „Algenklau“ extrem beschleunigte und erleichterte „Partnerbeschaffung“ (s.S. 95, Abb. 72). Schließlich wird durch das Übereinandervachsen auch das Platzproblem auf den nur beschränkt zur Verfügung stehenden, passenden Unterlagen gelöst. Das Spektrum der parasitischen Flechten reicht von unspezifischen Jugendparasiten (z.B. *Protoparmelia badia* auf verschiedenen Flechten) bis hin zu streng an einen bestimmten Wirt gebundene Spezialisten (z.B. *Protoparmelia phaeonesos* auf *Aspicilia myrinii*). Ähnlich den oben beschriebenen parasitischen Flechten können auch Flechtenparasiten ohne Eigenlager ihren Kostgebern bis in alle Höhen nacheilen.

Höhenrekorde

Bei Vorliegen eines geeigneten Substrates scheint es für die Lebensgemeinschaft Flechte kaum ein Höhenlimit zu geben. Den absoluten Höhen-Weltrekord dürften bis dato die bräunlich-gelb gefärbte Krustenflechte *Lecanora polytropha* (zusammen mit dem sie attackierenden Flechtenparasiten *Cercidospora epipolytropha*) eine euryöke, allgegenwärtige Art silikatischer Gesteine und die schwarzfrüchtige, lagerlose *Carbonea vorticosa* halten (HAFELLNER 1987b: 359; HERTEL 1977: 317). Die im Flechtenherbar des Institutes für Botanik der Universität Graz (GZU) liegenden Belege wurden von ALESCH KUNAVER anlässlich der Jugoslawischen Himalaya-Expedition im Jahre 1972 in der Makalu-Südwand (Nepal) bei 7400 m(!) gesammelt. Diese extremen Höhen sind offenbar nicht Refugien absoluter Spezialisten, sondern eher azonale einigermaßen nitrophytischer Flechten, was auch durch aus dem Karakorum stammende Funde von *Xanthoria elegans* bei 6400 m (leg. HASENHÜTTL, GZU) bzw. bei 7000 m (GAMS 1960: 85) bestätigt wird.



Abb. 99: Im Tibetischen Hochland übernehmen Arten der Gattung *Lethariella* (hier *L. flexuosa* mit *Androsace* spec.) die Rolle der bei uns heimischen *Alectoria ochroleuca* als charakteristische Bewohner der rasch schneefreien Flechtenwindheide an offenen Geländekanten. Die Flechte wird auch in der Heilkunde genutzt. Tibet.

Wenngleich Deckungsgrad und Artenzahl von Flechten schon etwa 300 Höhenmeter über der jeweiligen Waldgrenze – in den Alpen bei 1800-2100 m, im Tibetischen Hochgebirgsplateau bei 4700 m – wieder stark abnehmen, sind auf zumindest periodisch schneefreien, nitratedüngten Gesteinen in windgeschützteren, möglichst südexponierten Steil- und Überhangsflächen einige Flechtenarten auch durchaus noch in Regionen über 8000 m zu erwarten. Der offenbar lebensnotwendige Stickstoffdünger mag von in diesen Höhen häufig beobachteten Zugvögeln bereitgestellt werden.

Neben Fundmeldungen aus den beiden weltweit höchsten Gebirgsmassiven sind Flechtenaufsammlungen auch aus zahlreichen anderen

Hochgebirgen der Erde, nicht selten sogar von den Gipfelregionen, bekannt geworden. Hier eine kleine Auswahl: Kaukasus, bis 4700 m (POELT 1968), Großer Pamir, bis 5630 m (HUSS 1978: 186), Kleiner Pamir, bis 5400 m (POELT & WIRTH 1968), Hindukush, bis 4500 m (RIEHMER 1938), Fuji-Gipfelregion, 3776 m (HERTEL 1977), Kinabalu-Gipfelregion, 4094 m (SIPMAN 1993), Mt. Kenya-Gipfelregion, 5200 m (SWINSCOW & KROG 1988: 8), Kilimanjaro, bis 5400 m (KROG & SWINSCOW 1986), Rocky Mountains, Longs Peak-Gipfelregion, 4340 m (ANDERSON 1964), Sierra Nevada, Mt. Whitney-Gipfelregion, 4420 m (IMSHAUG 1957), Chimborazo, bis 5300 m (HERTEL 1977: 317).

Herkunft und Verbreitungsmuster alpin-nivaler Flechten

Einer vergleichsweise geringen Artenzahl bei Flechten in den Waldzonen der Gebirge Mitteleuropas steht eine erstaunliche Artenvielfalt in den alpinen Bereichen gegenüber. Die letzten Eiszeiten haben wohl viele montane Arten ausgeradiert oder weit in damals gletscherfreie, südliche Niederungsgebiete zurückgedrängt. Weniger empfindliche Sippen der Baumstufe oder bereits an Hochgebirgsbedingungen angepasste Flechten nutzen jedoch über das Inlandeis aufragende, partiell unvergletscherte Berggipfel (sog. Nunataks) als kleinräumige Überdauerungsinseln (POELT 1963). Kommen wir noch einmal zur Jungfrau-Flechte *Umbilicaria virginis* zurück, deren Verbreitungsmuster wertvolle Hinweise für die geschilderten Vorgänge gibt. Wie eingangs erwähnt, kann sie als „Nivalflechte par excellence“ bezeichnet werden und bewohnt neben einigen Gipfeln der Alpen und der Pyrenäen ökologisch ähnliche Habitate in Skandinavien und Nordamerika sowie im Karakorum und im Himalaya. Disjunkte Areale mit einem arktisch-oreophytischen Muster sind relativ häufig und finden sich auch bei kalkholden Gesteinsflechten (z. B. *Caloplaca scrobiculata*, *Cephalophysia leucospila*), bei Bodenbewohnern (z.B. *Flavocetraria madreporiformis* über basischem Substrat bzw. *Solorina crocea* über „versauerten“ Stellen) oder bei parasitischen Lichenen (z.B. *Caloplaca epithallina*).

Viele der hier nicht weiter angeführten Flechten zeigen eine fast weltweite Verbreitung, wobei die vorwiegend asexuell bewerkstelligte Ausbreitung durch Starkwinde oder Vögel (oft über tausende Kilometer hinweg) sicherlich eine entscheidende Rolle spielt. Wenngleich aus den Hochgebirgen noch zahlreiche Arten neu zu beschreiben sind, kann die Zahl der auf äußerst kleinräumige Gebiete beschränkten Arten (Endemiten) relativ niedrig angesetzt werden. *Protomarmelia loricata* oder *Caloplaca paulii* mögen als Beispiel dafür dienen, daß vorerst als endemisch angesehene Sippen weitab ihres „heimatlichen“ Gebirgszuges (unter vergleichbaren

Standortbedingungen) wiedergefunden werden können. Die parasitische *Protomarmelia loricata* war nur aus den Hohen Tauern bekannt, konnte aber vor kurzem im Karakorum aufgespürt werden (POELT & GRUBE 1992); *Caloplaca paulii*, die aus den Lechtaler Alpen beschrieben wurde, tauchte 11 Jahre später im Kleinen Pamir (POELT 1965: 591), weitere 22 Jahre danach in Grönland (HANSEN & al. 1987: 37) und schließlich jüngst im Karakorum (POELT & HINTEREGGER 1993: 170) wieder auf.

Die angeführten Beispiele zeigen, daß sich taxonomisch, wie floristisch und vegetationskundlich noch ein breites Betätigungsfeld für Gebirgslichenologen auftut. Ein in den letzten Jahrzehnten stark zunehmendes Interesse an Flechten, verbunden mit der Tendenz der Flechtenkundigen, sich „weiße Stellen“ auf den Atlanten – und das sind in bezug auf die lichenologische Erforschung heute immer noch viele Gebirgsregionen – zu neuen Arbeitsgebieten zu machen, läßt neben einem Ansteigen der Artenzahl auch eine Zunahme des ökologischen Wissens über Flechten als die heimlichen „Herrscher der Hochgebirge“ erwarten.

Literatur

- ANDERSON, R.A. (1964): The genus *Lecidea* (lichenized fungi) in the Rocky Mountain National Park, Colorado. - Ph.D.Thesis, University of Colorado, Boulder. (Nicht wirksam publiziert, aber fotomechanisch vervielfältigt und käuflich erhältlich.)
- ARNOLD, F. (1897): Lichenologische Ausflüge in Tirol. XXX. - Verhandlungen der kaiserlich-königlichen zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien XLVII: 671 - 677.
- BOOM, P.P.G. van den & SIPMAN, H.J.M. (1994): *Cetraria obtusata* comb. et stat. nov., an overlooked lichen species from the central Alps. - Lichenologist 26(2): 105 - 112.
- FREY, E. (1952): Die Flechtenflora und -vegetation des Nationalparks im Unterengadin. 1. Teil. Die diskokarpen Blatt- und Strauchflechten. - Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen des schweizerischen Nationalparks, Nr. 27, Band 3: 359 - 503.
- FREY, E. (1959): Die Flechtenflora und -vegetation des Nationalparks im Unterengadin. 2. Teil. Die Entwicklung der Flechtenvegetation auf photogrammetrisch kontrollierten Dauerflächen. - Ergebnisse der wissenschaftlichen Untersuchungen des schweizerischen Nationalparks, Nr. 41, Band 6: 237 - 319.
- FRIEDEL, H (1938): Die Pflanzenbesiedlung im Vorfeld des Hintereisferners. - Zeitschrift für Gletscherkunde 26(3).
- FRIEDEL, H (1956): Die alpine Vegetation des obersten Mölltales (Hohe Tauern). Erläuterung zur Vegetation der Umgebung der Pasterze (Gloßglockner). - Wissenschaftliche Alpenvereinshefte 16: 1 - 153.
- GAMS, H. (1960): Die Herkunft der hochalpinen Moose und Flechten. - Jahrbuch des Vereines zum Schutze der Alpenpflanzen und -Tiere 25: 85 - 95.
- GAMS, H. (1935): Das Pflanzenleben des Großglocknergebieten. Kurze Erläuterung der Vegetationskarte. - Zeitschrift des Deutschen und Österreichischen Alpenvereins: 157 - 176.
- HAFELLNER, J. (1987): Studien über lichenicole Pilze und Flechten VI. Ein verändertes Gattungskonzept für *Cercidospora*. - Herzogia 7: 353 - 365.
- HERTEL, H. (1977): Gesteinsbewohnende Arten der Sammelgattung *Lecidea* (Lichenes) aus Zentral-, Ost und Südasien. - Khumbu Himal 6(3): 145 - 378.
- HUSS, H. (1978): Über Flora und Vegetation des Wakhan und "Großen Pamir". - In: Senarclens de Grancy, R. & Kostka, R. [eds.]. Großer Pamir. Akademische Druck- und Verlagsanstalt, Graz: 167 - 192.
- IMSHAUG, H.A. (1957): Alpine lichens of Western United States and adjacent Canada. I. The Macrolichens. - The Bryologist 60: 177 - 272.
- KROG, H. & SWINSCOW, T.D.V. (1986): The lichen genera *Lasallia* and *Umbilicaria* in East Africa. - Nordic Journal of Botany 6: 75 - 85.
- MERXMÜLLER, H. & POELT, J. (1954): Beiträge zur Florengeschichte der Alpen. - Berichte der Bayerischen Botanischen Gesellschaft zur Erforschung der heimischen Flora 30: 91 - 101.
- MÜLLER ARGOVIENSIS, J. (1881): Enumération de quelques Lichens des hautes Alpes du Valais recueillis à plus de 10,000 pieds ou de 3,000 mètres d'altitude. - Bulletin de la Murithienne; société valaisanne des sciences naturelles xxx.
- OBERMAYER, W. & POELT, J. (1992): Contributions to the knowledge of the lichen flora of the Himalayas III. On *Lecanora somervellii* Paulson (lichenized Ascomycotina, Lecanoraceae). - Lichenologist 24(2): 111 - 117.

- PAULSON, R. (1925): Lichens of Mount Everest. - *Journal of Botany* 63: 189 - 193.
- PISEK, A. (1941): Gipfflechten. - *Zeitschrift des Deutschen Alpenvereins* 72: 61 - 67.
- PISEK, A. (1963): An den Grenzen des Pflanzenlebens im Hochgebirge. - *Jahrbuch des Vereins zum Schutze der Alpenpflanzen und -Tiere* 28: 112 - 129.
- PITSCHMANN, H. & REISIGL, H. (1955): Beiträge zur nivalen Flechtenflora der Oetztaler und Ortleralpen. - *Revue Bryologique et Lichénologique* 24: 138 - 143.
- POELT, J. (1953a): Mitteleuropäische Flechten I. - *Mitteilungen der Botanischen Staatssammlung München* 1(6): 230 - 238.
- POELT, J. (1953b): Mitteleuropäische Flechten II. - *Mitteilungen der Botanischen Staatssammlung München* 1(8): 323 - 332.
- POELT, J. (1955): Die Gipfelvegetation und -flora des Wettersteingebirges. - *Feddes Repertorium specierum novarum regni vegetabilis* 58: 157 - 179.
- POELT, J. (1963): Flechtenflora und Eiszeit in Europa. - *Phyton (Austria)*: 206 - 215.
- POELT, J. (1965): Über einige Artengruppen der Flechtengattungen *Caloplaca* und *Fulgensia*. - *Mitteilungen der Botanischen Staatssammlung München* 5: 571 - 607.
- POELT, J. (1968): Über einige Flechten der hochnivalen Stufe des Elbrus (Kaukasus) gesammelt von E. Albertshofer. - *Mitteilungen der Botanischen Staatssammlung München* 7: 263 - 269.
- POELT, J. (1977): Flechten des Himalaya. Ergänzungen und Versuch einer Zusammenfassung. - *Khumbu Himal* 6: 447 - 458.
- POELT, J. (1990): Zur Liste der Flechten des Langtang-Gebietes. - In: Miehe, G. 1990. *Langtang Himal, Flora und Vegetation als Klimazeiger und -zeugen im Himalaya*. *Dissertationes Botanicae* 158: 434 - 438.
- POELT, J. & GRUBE, M. (1992): Beiträge zur Kenntnis der Flechtenflora des Himalaya V. Die Gattung *Protoparmelia* CHOISY. - *Nova Hedwigia* 55(3-4): 381 - 395.
- POELT, J. & HINTEREGGER, E. (1993): Beiträge zur Kenntnis der Flechtenflora des Himalaya. VII. Die Gattungen *Caloplaca*, *Fulgensia* und *Ioplaca* (mit englischem Bestimmungsschlüssel). - *Bibliotheca Lichenologica* 50: 1 - 247.
- POELT, J. & WIRTH, V. (1968): Flechten aus dem nordöstlichen Afghanistan, gesammelt von H. Roemer im Rahmen der Deutschen Wakhan-Expedition 1964. - *Mitteilungen der Botanischen Staatssammlung* 7: 219 - 261.
- RIEHMER, E. (1938): Botanische Ergebnisse der Deutschen Hindukusch-Expedition 1935. Lichenes. - *Feddes Repertorium specierum novarum regni vegetabilis*. Beiheft 108: 13 - 25.
- SCHAERER, L.E. (1842): Beitrag zur geographischen Verbreitung der Flechten. - *Linnaea* 16: 66 - 68.
- SCHLAGINTWEIT, H. & SCHLAGINTWEIT, A. (1850): Untersuchungen über die physikalische Geographie der Alpen in ihren Beziehungen zu den Phänomenen der Gletscher, zur Geologie, Meteorologie und Pflanzengeographie. - Barth, Leipzig.
- SIPMAN, H. (1993): Lichens from Mount Kinabalu. - *Tropical Bryology* 8: 281 - 314.
- SWINSCOW, T.D.V. & KROG, H. (1988): *Macrolichens of East Africa*. - British Museum (Natural History), London.
- SUZA, J. (1948): Das arktische Element als Glazialrelikt in der Flechtenflora der alpinen Vegetationsstufe der Westkarpathen (CSR) bzw. Mitteleuropas. - *Vestník královské české společnosti nauk. Trida matematicko-prirodovedecké* 8: 1 - 20.

Wichtiger Nachtrag (2022):

Frey, E. (1969): *Alpin-nivale Flechten der Tauernketten*. - *Verhandlungen der zoologisch-botanischen Gesellschaft Wien* 108/109: 75 - 98.