

Zeitschrift: Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Luzern
Band: 30 (1988)

Artikel: Flechten der Rigi
Autor: Ruoss, Engelbert / Keller, Christine / Scheidegger, Christoph
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-523613>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 01.11.2024

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Flechten der Rigi

ENGELBERT RUOSS, CHRISTINE KELLER, CHRISTOPH SCHEIDEGGER

Zusammenfassung

Die Flechtenvegetation des Rigigebietes wurde erstmals detailliert untersucht. Die Flechtengemeinschaften auf Nagelfluh, Granit der Findlinge und Boden, sowie ihre wichtigsten Vorkommen an der Rigi werden diskutiert. Die gut ausgebildeten epiphytischen Flechtengesellschaften der flechtenreichsten Baumarten befinden sich in der Nebelzone, zwischen 1100 und 1500 m ü. M. Schädigungen an Flechten und das Fehlen vieler empfindlicher Arten deuten auf zunehmende anthropogene Einwirkungen hin. Das frühere Flechtenvorkommen konnte anhand spärlicher Einzelfunde nur mangelhaft rekonstruiert werden. Alte Funde aus den Gattungen *Usnea*, *Sticta* und *Cladonia* sind Hinweise auf reiche Flechtenvorkommen im 19. Jahrhundert. Eine Verarmung der Flechtenflora wurde festgestellt. Sie wird auf die Intensivierung von Forst- und Landwirtschaft, die rege Bautätigkeit und die Einwirkung von Luftschadstoffen zurückgeführt. Eine erste floristische Liste umfasst 261 Arten aus 78 Gattungen.

Résumé

La végétation de lichens de la région du Rigi est analysée pour la première fois d'une façon détaillée. Les ensembles de lichens sur conglomérat, granit de blocs erratiques et du sol ainsi que les

habitats les plus importants de la végétation du Rigi sont expliqués. Les ensembles de lichens épiphytiques bien développés des espèces d'arbres les plus riches en lichens se trouvent dans la zone de brouillard à une altitude de 1100 à 1500 mètres. Des dommages découverts dans la végétation de lichens et l'absence d'un bon nombre d'espèces sensibles s'expliquent par l'intervention de plus en plus importante de l'homme. On n'a pu reconstruire qu'insuffisamment les habitats de lichens dans le passé à partir de quelques découvertes rares. Des découvertes d'autrefois des genres *Usnea*, *Sticta* et *Cladonia* permettent l'hypothèse qu'il y avait une végétation de lichens très variée au XIX^e siècle. On constate que la flore des lichens est devenue de moins en moins variés. Ce fait s'explique par l'exploitation agricole et forestière plus intense, par les nombreuses constructions de maisons et chalets et par l'effet des impuretés de l'air. Une première liste floristique avec 261 espèces de 78 genres est ajoutée.

Abstract

The lichen vegetation of the Rigi area has, for the first time, been studied in detail. Lichen colonies on nagelfluh, granite erratic blocks and soil, as well as their most important occurrences on the Rigi are dealt with here. Well-formed epiphytic lichen communities of tree species richest in lichen are found in the fog areas between 1100 and

1500 m above sea level. Damage to lichens and the absence of many sensitive species both reveal growing anthropogenic interference. Former lichen occurrence could only be incompletely reconstructed by means of single herbarium specimens. Old finds of the genera *Usnea*, *Sticta* and *Cladonia* are indications of rich occurrence in the

19th century. A depletion of lichen vegetation has been clearly ascertainable. The causes can be traced to increase in forestry management and agriculture, lively building activity, and the effects of pollutants. A preliminary floristic list of 261 species of 78 genus is added.

Einleitung

Flechten (Lichenes) sind allgemein wenig beachtete, von ihrer Biologie her aber sehr interessante Lebewesen. Systematisch gehören sie zu den Pilzen, ernährungsbiologisch sind sie aber weder Parasiten noch Saprophyten, sondern sie leben in dauernder Symbiose mit Grün- oder Blaualgen (Abb. 1). Eine von den übrigen Pilzen gesonderte Diskussion ist gerechtfertigt, treten doch an typischen Flechtenstandorten oft nur wenige nicht lichenisierte (flechtenbildende) Pilze

auf. Symbiosen sind im Pilzreich nicht selten (z. B. Mykorrhiza), doch entstehen nur bei den Flechten morphologisch hochdifferenzierte Organismen.

Bedingt durch die sich kleinräumig ändernden klimatischen und geologischen Verhältnisse, ist das Rigi Gebiet ein besonders vielgestaltiger Naturraum. Dank ökologisch sehr verschiedener Landschaftsräume ist die Flora der Rigi sehr reich (WOLFF 1979) und setzt sich aus sehr verschiedenartigen Elementen zusammen. Das insubrische Flo-



Abb. 1: Schnitt durch den Thallus der Strauchflechte Isländisch Moos (*Cetraria islandica*). Zwischen der oberen und der unteren Rinde sind die Algengruppen von Pilzhypen umgeben (Vergrößerung 25mal).



Abb. 2: Für den «Tschämeler» (von 1950) der Küssnacher Sennenkilbi wurde «Tannenbart» (Bartflechten) auf Rigi Kaltbad gesammelt. Er dient als Dokument für inzwischen dezimierte Flechtenarten.

renelement mit vielen wärmeliebenden Pflanzen dominiert die Sonnenseite des Berges, die durch die Südhanglage, die Seenähe und den warmen und trockenen Föhn geprägt ist. Demgegenüber erhalten die Nordwest- und Nordostabhänge reichlich Niederschlag. Infolge des Schatteneffekts ist dort die relative Luftfeuchtigkeit grösser, und der Nebel steigt höher als auf der südexponierten Seite. Entsprechend dem Höhengradienten von 435–1789 m ü. M. sind alle Übergänge vom insubrischen bis zu den subalpinen Vegetationstypen anzutreffen.

Die Kastanienselva in der «Chestenenweid» bei Weggis repräsentiert den insubrischen Vegetationstyp. Eichenmischwälder, an trockenen Standorten mit Waldföhren

und Trauben-Eichen in der collinen und Buchenmischwälder mit Eibe, Weisstanne, Esche, Bergulme und Bergahorn in der montanen Stufe, prägen das Bild des Laubwaldgürtels (vgl. SCHWAB 1971). In der subalpinen Stufe dominiert der Fichtenwald, der früher bis auf die Kreten reichte. Heute bilden die Fichtenwälder die Waldgrenze, Bergföhren die Baumgrenze unterhalb der Kreten. Daneben bestimmen Alpweiden (Nardetum alpinum, Caricetum ferrugineae), artenreiche Hochstauden- und Gebüschfluren (Alnetum viridis), Riedwiesen, Quellfluren und schroffe Felsen mit ihrer typischen Vegetation das Landschaftsbild der montanen und subalpinen Stufe (vgl. WOLFF 1971). Eigentliche alpine Vege-

tationstypen fehlen, obwohl im Gebiet des Rigi Kulm alpine Pflanzenarten teilweise häufig vorkommen.

Durch die zentrale Lage und die gute Begehbarkeit der Rigi wurden die Flora und die Vegetation dieses Gebietes bereits früh untersucht. Schon bevor die ersten Bergbahnen die höher gelegenen Gebiete erschlossen (Vitznau–Rigi-Bahn 1871), lagen die ersten Floren von KRAUER (1824) und STEIGER (1860) und ein «Taschenbuch für reisende Botaniker» von SCHOBINGER (1866) vor, die das Rigigebiet berücksichtigten. In der Folge wurden die Blütenpflanzen und Farne von WOLFF (1971, 1979), im Rahmen der Erhebungen für die Flora des Kantons Luzern (Naturforschende Gesellschaft Luzern, 1985) und die schweizerische Kartierung der Farn- und Blütenpflanzen (WELTEN & SUTTER 1982) detailliert erfasst. Demgegenüber wurden die Kryptogamen, im besonderen die Flechten, bisher nie umfassend untersucht. Auch die Pilze der Rigi wurden in der Pilzflora des Kantons Luzern (IMBACH 1946) nicht berücksichtigt.

Einzelne Angaben zur Flechtenflora der Rigi aus dem letzten Jahrhundert stammen vom Konstanzer Arzt ERNST STIZENBERGER (1827–1895), vom in Zürich wohnenden Arzt PHILIPPE HEPP (1797–1867), vom Berner Pfarrer LUDWIG E. SCHAERER (1785–1853) und vom Rifferswieler Arzt JOHANN HEGETSCHWEILER (1838–1901). Notizen jüngerer Datums über die Flechtenvegetation stammen vom Berner Seminarlehrer EDUARD FREY (1888–1978), dem bedeutendsten Schweizer Flechtenforscher dieses Jahrhunderts. Weitere Einzelproben wurden zudem vom Bryologen Pater FINTAN GRETER (1899–1984, Engelberg), vom Luzerner Kantonsschullehrer HERMANN GAMMA (1901–1955) und vom Altdorfer Professor ANTON GISLER (1820–1888) beigesteuert. Flechtenuntersuchungen in angrenzenden Gebieten der Zentralschweiz liegen von GISLER (vgl. FREY 1961) für Uri und von FREY (1966) für den Kanton Zug vor.

Die Kryptogamenabteilung des Systematisch-Geobotanischen Instituts der Universi-

tät Bern führte im Auftrag der PRO RIGI, der Vereinigung zum Schutze des Rigigebietes, in den Jahren 1983–1985 eine erste floristische Erhebung der Flechten, Moose und einiger Pilzen durch (BISANG & SENN siehe Seite 225). Im Rahmen des Projektes zur Erfassung der lufthygienischen Situation im Kanton Luzern, wurden zudem im Auftrag des Amtes für Umweltschutz die Flechten als Bioindikatoren erfasst. Diese Untersuchungen bezweckten, neben der floristischen und vegetationskundlichen Erhebung, auch den Vergleich der heutigen mit der früheren Flechtenflora und -vegetation. Die vorliegende Arbeit über Vegetation und Flora der Flechten des Rigigebietes fasst die Resultate dieser Untersuchungen zusammen.

Material und Methoden

Die Flechtenproben wurden in den Jahren 1983–1988 gesammelt und im «Lichenes Herbarium Lucernense» des Natur-Museums Luzern (NMLU) hinterlegt. Während 13 ganztägigen Flechtenexkursionen und weiteren botanischen Exkursionen wurden die Flechten gesammelt und im Labor unter dem Mikroskop bestimmt. Proben der Herbarien BERN, NMLU, ZÜRICH (Z), STRASSBURG (STR), ST. GALLEN, F. GRETER (Engelberg) wurden überprüft.

Erhoben wurden 40 pflanzensoziologische Aufnahmen von 7 verschiedenen Baumarten (*Abies alba*, *Picea abies*, *Acer pseudoplatanus*, *Betula pendula*, *Fagus sylvatica*, *Fraxinus excelsior*, *Prunus cult.*). Von weiteren Baumarten wurden lediglich floristische Listen erstellt. Für die Untersuchungen wurden nur flechtenreiche Bäume ausgewählt. Die Gesteinsflechten wurden nur floristisch erfasst. Der Mindestdurchmesser der erfassten Bäume betrug 30 cm; berücksichtigt wurde die Seite mit dem am besten ausgebildeten Flechtenbewuchs. Sofern zwei Seiten unterschiedliche Flechtengemeinschaften aufwiesen, wurden zwei Aufnahmen gemacht. Bei guten Flechtenbäumen wurde die Aufnahme unterteilt in a) Stammbasis bis 1 m Höhe; b) 1–2 m Höhe; c) über 2 m und Stammverästelung (Subkronenteil), ähnlich den Aufnahmen der epiphytischen Gesellschaften von OCHSNER (1928) und KLEMENT (1955). Einteilung und Benennung der Gesell-

schaften richteten sich nach denjenigen von WIRTH (1980) und KUPFER-WESELY & TÜRK (1987).

Die Deckung des Flechtenbewuchses und der einzelnen Arten an den Bäumen wurden nach der Methode von WIRTH (1972) wie folgt erhoben:

- r einzelne Exemplare
- + weniger 1% Deckung
- 1 1–5%
- 2a 5–12,5%
- 2b 12,5–25%
- 3 25–50%
- 4 50–75%
- 5 75–100%

Die Frequenzklassen der einzelnen Flechtenarten wurden nach folgender Skala berechnet:

- I in 0–20% der Aufnahmen
- II 21–40%
- III 41–60%
- IV 61–80%
- V 81–100%

Die Nomenklatur richtet sich nach WIRTH (1987) und vereinzelt nach SANTESSON (1984) oder CLAUZADE & ROUX (1985). Als Bestimmungsliteratur wurden WIRTH (1980), POELT (1969), POELT & VĚZDA (1977, 1981) und CLAUZADE & ROUX (1985) verwendet.

Nachweis früherer Flechtenvorkommen

Aus dem Rigigebiet liegen, im Gegensatz zum benachbarten Pilatus, nur wenige floristische Sammlungen und Erhebungen der Flechtenvegetation vor. Damit konnten die früheren Flechtenvorkommen des Rigigebietes nur sehr lückenhaft rekonstruiert werden. Durch die alle sechs Jahre stattfindende Küssnachter Sennenkilbi wurde es möglich, zusätzliche Flechtenproben der Rigi zu untersuchen. Die von den Sennen während der Kilbi traditionsgemäss getragenen Masken («Tschämeler») wurden jeweils mit «Tannenbart» (Bartflechten) dekoriert, den sie früher mehrheitlich an der Rigi sammelten. Die Flechten für den abgebildeten «Tschämeler» (Abb. 2) wurden am Weg zwischen Chänzeli und Kaltbad um 1950 gesammelt. Es handelt sich dabei um *Bryoria fuscescens*, *Evernia divaricata*, *Hypogymnia physodes*, *Pseudevernia furfuracea*, *Usnea carpatica*, *U. lapponica*, *U. maxima*, *U. rigida*. Nach Angaben der Maskenhersteller wurden die

Flechten jedoch später, infolge des abnehmenden Flechtenbestandes auf der Rigi, in anderen Gebieten gesammelt.

In den von 1881–1883 herausgegebenen «Lichenes Helvetici» von STIZENBERGER, wurden folgende Arten erwähnt: *Chaenotheca brunneola* (leg. SCHAERER), *Cladonia caespiticia*, *Collema dichotomum*, *Thamnomia vermicularis* (leg. STIZENBERGER), *Physconia muscigena* (leg. HARZ). *Catapyrenium cinereum*, *Heppia lutosa*, *Toninia aromatica*, *Trapelia gelatinosa* (leg. HEPP), *Collema auriforme*, *Micarea cinerea*, *Polyblastia theleodes* (leg. HEGETSCHWEILER). Im Herbarium HEGETSCHWEILER (Z) liegen aus derselben Zeit Aufsammlungen von *Sticta fuliginosa*, *S. sylvatica*, sowie *Usnea longissima* (Kt. Schwyz) in einer grösseren Probe zusammen mit verschiedenen *Usnea*-Arten (leg. J. VETTER). Im Herbarium GISLER (Z) konnte zudem *Cetraria laureri* gefunden werden.

Mit den Exsiccaten «Flechten Europas» wurden von HEPP (1853–1867) folgende Proben verteilt: *Megaspora verrucosa*: Nr. 193; Rigi Kulm, auf Moosen. – *Aspicilia calcaria*: Nr. 147; Rigi Kulm, auf Nagelfluh. – *Rinodina turfacea*: Nr. 85, in Moospolstern an Nagelfluh. – *Lecanora hageni*: Nr. 66; Rigi Kulm, auf abgestorbenen Alpenpflanzen. – *Polysporina urceolata*: Nr. 49; Weggis, Rigi Staffel. – «*Sagedia borrieri*»: Nr. 441; an Nagelfluh auf Rigi Kulm. – *Cetraria islandica*: Nr. 361; auf Erde zwischen Moosen. – *Cetraria pinastri*: Nr. 841–842; an Rinde alter Tannen. – *Usnea plicata*: Nr. 829; Rigi K. – *Cladonia arbuscula* subsp. *mitis*: Nr. 818; zwischen Moosen auf Rigi Kulm. – *Pertusaria glomerata*: Nr. 681; auf Moospolstern an Nagelfluh. – *Ochrolechia pallescens*: Nr. 623; abgestorbene Moospolster.

Der Berner Flechtenforscher EDUARD FREY weilte am 13. Oktober 1961 auf der Rigi. Bei der Wanderung von Rigi Kulm zu Klösterli beschrieb er in seinem Tagebuch die Flechtenvegetation folgendermassen: «... oberste Fichten bei 1670/80 m ü. M. fast nur mit *Pseudevernia furfuracea*, nur in den

äussersten Ästen *Parmelia exasperatula*... An der heutigen oberen Nebelgrenze beginnt die *Evernia divaricata* häufig zu werden... Insgesamt scheint die Rigi nicht viel Besonderes zu bieten. In der Bergfahrt zeigt sich bis 1300 m ein sehr geringer Flechtenbewuchs. Erst auf 1350 m und mehr erscheinen Usneen, aber lange nicht so üppig und formenreich wie im Gebiet der Ibergeregge (SZ). Das wichtigste Ergebnis ist für mich die Übereinstimmung der Bartflechtenhäufigkeit mit der Nebelzone und die Nebelwirkung. Obschon wir nun eine ganze Woche trockenes Wetter hinter uns hatten, sind die Bartflechten durchdrungen vom Nass, besonders die Ästchen der Alectorien verschlingen sich zu wassertropfenden Schwänzchen, wie wenn sie ein längerer Sprühregen genässt hätte. Unten bis Klösterli auf 1300 m: in diesem ziemlich engen

Tälchen stehen die Bergahorn üppig bedeckt mit Usneen.» Folgende Proben werden im Tagebuch erwähnt: An Nadel- und Laubbäumen: *Bryoria fuscescens*, *B. implexa*, *Chaenotheca chrysocephala*, *Ramalina farinacea*, *Platismatia glauca*, *Parmeliopsis ambigua*, *Imshaugia aleurites*, *Parmelia saxatilis*, *Evernia divaricata*, *Cladonia chlorophaea*, *Psora lurida*, *Acarospora cervina*, an Nagelfluhblöcken: *Toninia coeruleonigricans*, *T. candida*, *Peltigera rufescens*, *Caloplaca cirrochroa* und an Bergahorn und Vogelbeerbaum beim Klösterli: *Parmelia verruculifera*, *P. quercina*, *Physcia aipolia*, *Hypogymnia physodes*, *Physconia distorta*, *Physcia stellaris*, *Ramalina fraxinea*, *Caloplaca cerina*, *Usnea rigida* s.l.

Folgende Flechtenproben konnten im Herbarium FREY (Bern) aufgefunden werden: Südhang zwischen Rigi Kulm und Klö-



Abb. 3: Die Nagelfluhblöcke in den Bergsturzarealen gehören zu den verbreitetsten Gesteinsflechtenstandorten im Rigigebiet. Die Flechtenvegetation der Bunten Nagelfluh unterscheidet sich von derjenigen der Kalknagelfluh durch die Präsenz acidophiler Arten.

sterli, Fichtenwald bei 1660 m, nahe der Stammbasis in E/W-Exposition, leg. E. FREY, Oktober 1961: *Chaenotheca chrysocephala*, *Hypogymnia physodes*, *Ochrolechia alboflavescens*, *Usnea* spec. – Rigi Staffel, 1600 m, an Bergahorn, leg. T. ERB, März 1963: *Lecanora* spec., *Phaeophyscia ciliata*, *P. orbicularis*, *Physcia stellaris*. – Rigi Klösterli, Riedboden, 1400 m, am Weg, Vogelbeerbaum und Bergahorn, leg. E. FREY, Oktober 1961: *Hypogymnia tubulosa*, *Parmelia exasperata*, *P. exasperatula*, *P. quercina*, *Ramalina fraxinea*.

Unter den neueren Funden ist *Cladonia arbuscula* subsp. *squarrosa* aus dem Hochmoor auf Seebodenalp (leg. GAMMA, 1938; Herb. GRETER, Engelberg) hervorzuheben.

Flechtenstandorte im Rigigebiet

Die Zone mit den auffälligsten und häufigsten Flechtenvorkommen im Rigigebiet ist stark vom Nebel abhängig. Sie liegt auf einer Höhe zwischen 1100 m und 1600 m ü. M. An freistehenden Laubbäumen, insbesondere im Kronenbereich, kann noch ein reicher Flechtenbewuchs beobachtet werden. Auch an freistehenden Fichten in dieser Höhe ist zwar ein artenarmer, aber üppiger Flechtenbewuchs feststellbar. Die Fichtenwälder an der Rigi, insbesondere an der West- und Nordseite, sind flechtenarm, ebenso die Grünerlenbestände oberhalb der Waldgrenze. In der kollinen und montanen Stufe sind Bodenflechten lediglich an Sonderstandorten, über Nagelfluhblöcken oder an Wegarissen vorhanden. In der subalpinen Zone findet man Strauchflechten zwischen Zwergsträuchern in Weiden und in Felsnischen. Die flechtenärmste Region ist die südexponierte, für Flechten zu trockene Flanke der Rigi, zwischen 500 m und 1000 m. Im Uferbereich des Vierwaldstättersees hingegen sind in den moosreichen Wäldern Schildflechten (*Peltigera*) recht häufig. Die reichsten Gesteinsflechtenvorkommen befinden sich oberhalb etwa 1000 m, in der Zone mit der höchsten relativen Luftfeuchtigkeit. Un-

terhalb sind oft ausschliesslich nitrophile Flechten vorhanden, die durch Düngung oder Beweidung gefördert werden.

Der Einfluss des Grossklimas auf die Kryptogamenvegetation zeigt sich in der Höhenverbreitung der Flechten. Arten mit subalpin-alpinem Verbreitungsschwerpunkt sind an der Rigi: *Cetraria cucullata*, *C. pinastri*, *Cladonia macroceras*, *Hypogymnia austeroles*, *H. bitteri*, *Caloplaca tirolensis*, *Lecanora circumborealis*, *L. mughicola*, *Lecidoma demissum*, *Phaeocalicium compressulum*, *Thamnolia vermicularis*, *Thelomma ocellatum*. Arten der hochmontanen Stufe sind: *Evernia divaricata*, *Hypogymnia farinacea*, *Leptogium saturninum*, *Lecanora praesistens*, *L. impudens*, *Parmelia contorta*, *P. glabra*, *P. pastillifera*, *Parmeliopsis ambigua*, *P. hyperopta*, *Imshaugia aleurites*, *Phaeophyscia ciliata*, *Platismatia glauca*. Als Flechte mit submediterranean Verbreitungsschwerpunkt ist *Cladonia rangiformis* zu erwähnen, deren Vorkommen durch das Lokalklima an der Rigisüdseite bedingt ist.

Für die lokale Verbreitung der Arten ist die Ökologie der Mikrostandorte entscheidend. Zu den für Flechten besonders wichtigen Standortsfaktoren gehören: Wasserversorgung, Wärme, Licht sowie Beschaffenheit und chemische Eigenschaften des Substrats. Zudem sind die langsam wachsenden Flechten stark der Konkurrenz der höheren Pflanzen und der Moose sowie dem anthropogen verursachten Stress infolge Belastung durch Tritt, Luftschadstoffe und Düngung ausgesetzt.

Flechten auf Nagelfluh

Die Nagelfluh ist für Flechten bezüglich des Chemismus und der Härte ein sehr uneinheitliches Substrat. Der Nagelfluhfels und besonders die Nagelfluhblöcke in den Bergsturzarealen (Abb. 3), die in weiten Teilen des Rigigebietes das Landschaftsbild mitprägen, sind wichtige Substrate für Flechten. Je nach Komponenten des Konglomerats werden Kalknagelfluh und Bunte Nagelfluh unterschieden (VOGEL & HANTKE 1989), die wegen ihres unterschiedlichen

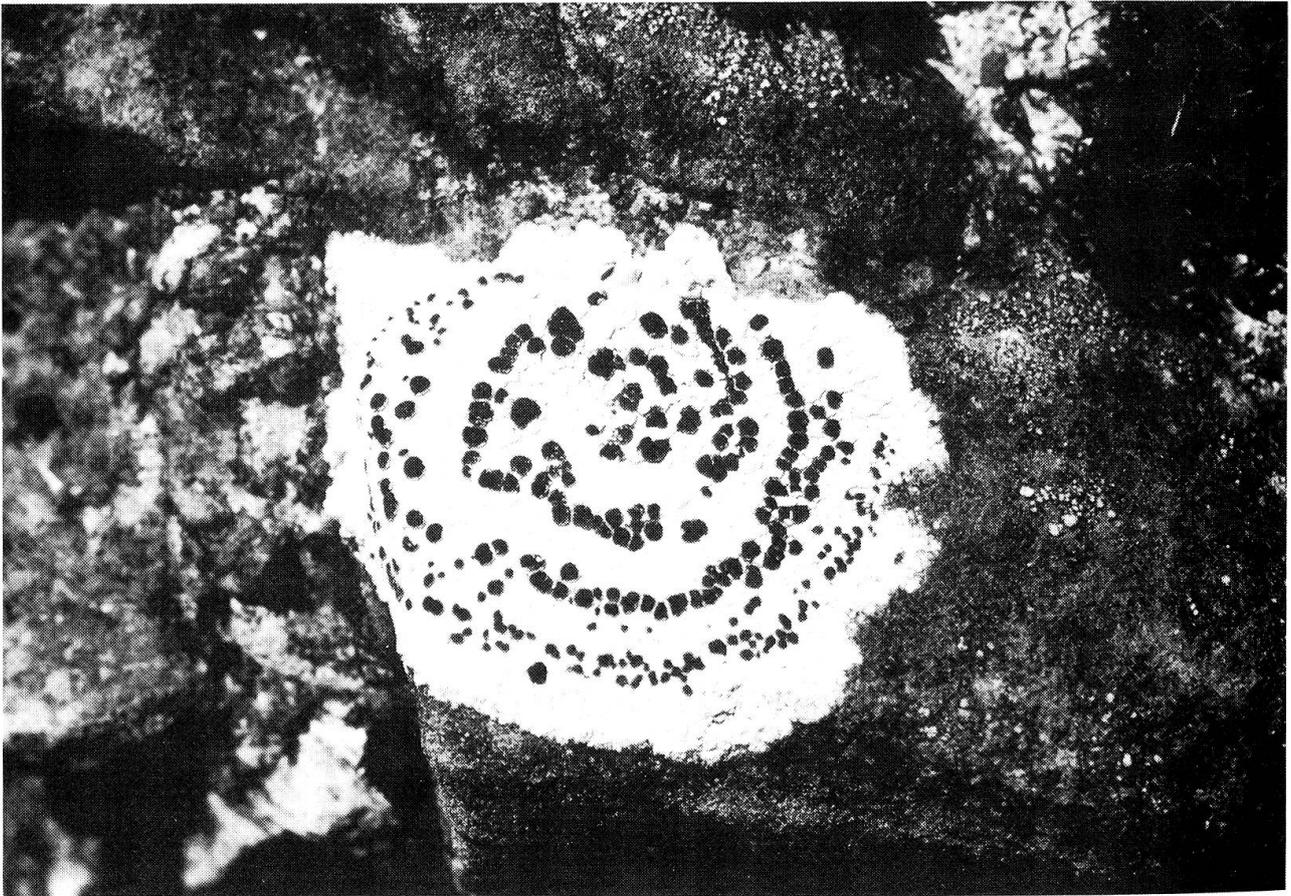


Abb. 4: Ein typischer Indikator für kalhaltiges Gestein ist die Krustenflechte *Rhizocarpon petraeum* aus der Gattung der Landkartenflechten.

Säuregrades punkto Flechtenbewuchs sehr verschieden sind. Da das Nagelfluhgestein einer schnellen Verwitterung ausgesetzt ist und rasch abbröckelt, können sich die sehr langsam wachsenden Flechten kaum etablieren und bilden daher meist nur kleine Lager oder Blattrosetten aus. In den vielen kleinen Fugen zwischen den einzelnen Komponenten der Nagelfluh ist bereits auf geringen Humusansammlungen eine Vielzahl von Bodenflechten anzutreffen. In beweideten Gebieten oder an Vogelsitzplätzen treten neben den calciphilen (kalkliebenden) Arten auch nitrophile (stickstoffliebende) Flechtenarten auf. Es handelt sich dabei um Arten, deren Wachstum durch Jauche, Vieh- und Vogeldung gefördert wird. Typische stickstoffliebende Flechten auf Nagelfluh sind *Physcia caesia* und *Xanthoria elegans*.

Die Kalknagelfluh besteht aus Kalkgerölen der penninischen und ostalpinen Decken sowie aus Flysch und Kreidekalken. Sie ist daher für Flechten ein mineralreiches, eher basisches Substrat. Die typischen Kalkflechtengemeinschaften sind vor allem oberhalb der Seebodenalp bis Chänzeli, am Tannenberg, an der Rigilehne bis Oberarth und an der Scheidegg anzutreffen. Unter den Krustenflechten dominieren hier die calciphilen Arten *Rhizocarpon petraeum* (Abb.4), *Aspicilia calcarea* und die Nabelflechte *Dermatocarpon miniatum* und *Protoblastenia rupestris*.

Die Bunte Nagelfluh, ein Konglomerat aus saurem Urgestein (u. a. roter Granit, Augengneis und Glimmerschiefer), sowie kalkhaltigen Gesteinen (u. a. Malmkalk, Spatkalk, Dolomit und Brekzien), ist vor allem im zentralen Teil der Rigi, zwischen

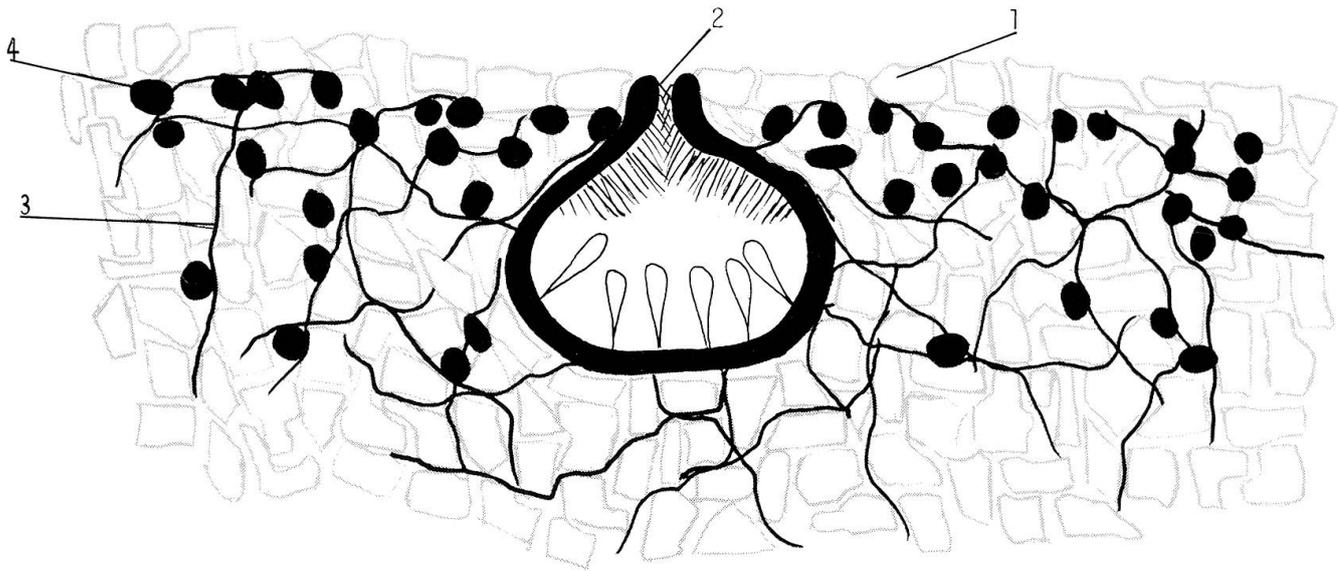


Abb. 5: Bau einer für Kalkgestein typischen, endolithischen Krustenflechte mit perithecienförmigem (geschlossenem) Fruchtkörper. 1: Gesteinspartikel, 2: Perithecium, 3: Pilzhyphen, 4: Algen. (ca. 70× vergrössert)

Kaltbad und Scheidegg häufig. Entsprechend der Geologie ist die Flechtenvegetation sehr heterogen; acidophile und calciphile Flechtenarten wachsen nahe beisammen. Die granitischen Gesteine sind dagegen von acidophilen Arten wie der Nabelflechte *Umbilicaria cylindrica*, der Landkartenflechte *Rhizocarpon geographicum* und *Candelariella vitellina* bewachsen. Daneben sind calciphile Arten der Kalknagelfluh wie *Rhizocarpon petraeum*, *Aspicilia calcarea*, *Dermatocarpon miniatum* auch auf der Bunten Nagelfluh auffällig und häufig.

Flechten kalkhaltiger Komponenten der Nagelfluh: *Acarospora murorum*, *Aspicilia badiofusca*, *A. calcarea*, *A. contorta*, *A. radiosa*, *Buellia epipolia*, *B. subdispersa*, *Caloplaca cirrochroa*, *C. flavovirescens*, *C. lactea*, *C. teicholyta*, *Candelariella aurella*, *Catillaria lenticularis*, *Clauzadea monticola*, *Collema undulatum*, *Dermatocarpon miniatum*, *Diploschistes cretaceus*, *Farnoldia jurana*, *Hymenelia coerulea*, *Ionaspis epulotica*, *Lecanora campestris*, *L. dispersa*, *L. muralis*, *Physcia caesia*, *Placynthium nigrum*, *Polyblastia abscondita*, *P. verrucosa*, *Protoblastenia calva*, *P. incrustans*, *P. rupestris*, *P. siebenhaariana*, *Rhizocarpon petraeum*, *R. umbilicatum*, *Rinodina bischoffii*, *Thelidium papulare*, *T. pyrenophorum*, *Xanthoria elegans*, *Verrucaria adelminienii*, *V. hochstetteri*, *V. nigrescens*.

Flechten saurer Komponenten der Nagelfluh: *Brodoa intestiniformis*, *Candelariella vitellina*, *Diploschistes scruposus*, *Lecidea fuscoatra*, *Lecidella stigmataea*, *Lecanora polytropa*, *Physcia dubia*, *Protoparmelia badia*, *Rhizocarpon geminatum*, *R. geographicum*, *R. obscuratum*, *Sarcogyne pruinosa*, *S. privigna*.

Flechten auf Schrattenkalk

Für Flechten unterscheidet sich der kompakte Schrattenkalk der helvetischen Decke im Chemismus kaum von demjenigen der Kalknagelfluh. Da der Fels aber bedeutend massiver ist, können sich die Flechten dort besser entwickeln als auf den lockeren Konglomeraten. Die Hochflue besteht im wesentlichen aus Schrattenkalk. Endolithische Flechten, also solche, die ihr Lager im Innern des Gesteins haben, sind dort besonders grossflächig vorhanden. Das Lager dieser Flechten ist unter der Gesteinsoberfläche und lässt sich höchstens an einer leichten Farbveränderung des Gesteins erkennen. Ritzt man das Gestein an solchen Stellen an, werden die Algen als grüne Schicht sichtbar. Die Fruchtkörper können sowohl eingesenkt als auch der Gesteinsoberfläche eng aufsitzend sein. Bei diesen Fruchtkörpern handelt es sich um (Abb. 5,



Abb. 6: Der Albert-Heim-Stein auf Seebodenalp, der bekannteste Granitfindling im Rigigebiet, beherbergt charakteristische Silikatflechtengemeinschaften.

geschlossene) Perithezien oder um Apothecien (scheibenförmige). Nach dem Absterben werden die Perithezien zersetzt und fallen aus, im Gestein bleiben kleine Löcher zurück. Arten mit Perithezien sind: *Polyblastia deminuta*, *P. sepulta*, *Thelidium decipiens*, *T. incavatum*, *T. pyrenophorum*, *Verrucaria hochstetteri*. Arten mit Apothecien sind *Protoblastenia incrustans* und *P. calva*, mit orangen, oder *Hymenelia coerulea* mit dunklen Scheiben und bläulich durchs Gestein schimmerndem Lager. Weitere typische epilithische Krustenflechten sind *Ionaspis epulotica*, *Porpidia cinereoatra*, *Aspicilia contorta*, *Lecidella alaiensis*.

Gesteinsflechten der Hochflue: *Aspicilia contorta*, *Caloplaca flavovirescens*, *Candelariella aurella*, *Catillaria lenticularis*, *Hymenelia coerulea*, *Ionaspis epulotica*, *Lecanora dispersa*, *L. meolanisii*, *Lecidella alaiensis* v. *alaiensis*, *Polyblastia de-*

minuta, *P. sepulta*, *P. verrucosa*, *Porpidia cinereoatra*, *Protoblastenia calva*, *P. incrustans*, *Rinodina immersa*, *Rhizocarpon umbilicatum*, *Thelidium incavatum*.

Flechten der Findlinge

Der Flechtenbestand der Findlinge unterscheidet sich grundlegend von demjenigen der Nagelfluh und der Kalkgesteine. Die Findlinge des Rigigebietes wurden während den Eiszeiten vom Reussgletscher abgelagert. Es handelt sich vorwiegend um Granitfindlinge aus dem Gotthardmassiv (vgl. KOPP 1971). Der bekannteste, der Albert-Heim-Stein auf der Seebodenalp (Abb. 6), wird von einer für diesen harten, sauren Granit typischen Flechtengemeinschaft besiedelt. Im Vergleich zum Molassegestein erreichen die Rosetten eine beachtliche Grösse, bis 20 cm Durchmesser, so beispiels-



Abb. 7: Die Blattflechte *Parmelia taractica* (mit Fruchtkörpern, den Apothecien) bildet auf Silikatgestein grosse Rosetten.

weise diejenigen der Schüsselflechten *Parmelia taractica* (Abb. 7), *P. conspersa*, *P. saxatilis* oder *P. disjuncta*. Weitere typische Vertreter auf granitischem Gestein sind die Nabelflechten *Umbilicaria deusta* und *U. cylindrica*, sowie *Rhizocarpon geographicum*. Da viele Findlinge geschützt sind, ist das Sammeln der Flechten für die Bestimmung nicht möglich; die Flechtenliste der Findlinge bleibt daher unvollständig.

Flechten des Albert-Heim-Steines: *Candelariella vitellina*, *Lecidea fuscoatra*, *Parmelia conspersa*, *P. disjuncta*, *P. omphalodes*, *P. saxatilis*, *P. taractica*, *Pseudevernia furfuracea*, *Rhizocarpon geographicum*, *Umbilicaria cylindrica*, *U. deusta*.

Flechtengemeinschaften auf Erde oder Moosen

In wenig belasteten Gebieten der Rigi sind noch öfters Erdflechten zu finden. So vor

allem in mit Humus gefüllten Fugen und Ritzen der Nagelfluh sowie in Bünten der extensiv bewirtschafteten Weiden. Augenfällig sind die mit Moos und Humus bedeckten Nagelfluhblöcke in den Bergsturzarealen. Auf der ausgewaschenen, schnell austrocknenden Feinerde in den Ritzen der Nagelfluh kommen oft wärmeliebende Flechten, die an nährstoffarme Substrate angepasst sind, vor. Besonders häufige Becherflechten sind *Cladonia pocillum* und *C. symphylicarpa* oder *C. furcata*, typische Blattflechten die Arten der Schildflechten (Gattung *Peltigera*). Die häufigsten Arten sind *Peltigera elisabethae*, *P. neckeri*, *P. polydactyla*. Diese Schildflechten enthalten Blaualgen der Gattung *Nostoc*, können daher – im Gegensatz zu Flechten mit Grünalgen – Luftstickstoff binden und dadurch an nährstoffarmen Standorten überleben. In



Abb. 8: Die Holzzäune und -kreuze sind ideale Flechtenstandorte für Besiedler von zähmorschem Holz.

Nischen der Nagelfluh wachsen auf Moosen oder Pflanzenresten *Leptogium lichenoides*, *Lecanora epibryon*, *Mycobilimbia sabuletorum* oder in den Ritzen *Toninia caeruleonigricans*, *T. candida*, *Squamarina gypsacea*, *Psora lurida* und die Sackflechte *Solorina bispora*. In der Lützelau kommen einige besonders wärmebedürftige Bodenflechten auf humusreichen Nagelfluhblöcken vor. So die strauchige Becherflechte *Cladonia rangiformis* oder das Lager von *C. symphyrcarpa*.

Weitere Arten der Nagelfluhblöcke an der südexponierten Rigiseite sind die Schildflechten *Peltigera canina*, *P. praetextata*, *P. rufescens* und die Becherflechten *C. fimbriata*, *C. furcata* und *C. coniocraea*.

Auf dem Boden wachsen hauptsächlich calciphile Flechten, die karbonatreiche, nährstoffarme Böden bevorzugen. In den Weiden, vor allem in den Borstgrasweiden (*Nardetum alpigenum*), auf nährstoffarmen, neutralen Böden, sind daher an den

Baumart Aufnahmenummer	Fichte / <i>Picea abies</i>			Tanne / <i>Abies alba</i>			F
	87/139	87/145	87/146	87/154	88/30	88/31	
Fundort	Hinter- bergen	First	First	Kaltbad	Seebodenalp		
Höhe (m ü. M.)	1200	1450	1450	1450	1190	1180	
Aufnahmehöhe (m)	1 - 2	1 - 2	1,5-2,5	0,5 - 2	1 - 2	1 - 2	
Deckung	10	30	40	50	70	50	
Hauptexposition	W	W	W	W	N	W	
Charakteristische Artengruppe des <u>Pseudevernetum furfuraceae</u>							
<i>Hypogymnia physodes</i>	+	1	1	1	2a	2b	6
<i>Hypogymnia farinacea</i>		1	1	+	1	1	5
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	1	1	2b		1	2b	5
<i>Platismatia glauca</i>		2a	2a		3	1	4
<i>Bryoria fuscescens</i>				+		+	2
<i>Hypogymnia tubulosa</i>						+	1
Begleitarten							
<i>Cladonia coniocraea</i>		1	+		+		3
<i>Imshaugia aleurites</i>		+	1		1		3
<i>Lecanora chlarotera</i>	+		+			+	3
<i>Parmelia sulcata</i>	1			1		1	3
<i>Pertusaria amara</i>		+		1		+	3
<i>Cladonia fimbriata</i>			+	1			2
<i>Evernia prunastri</i>				1		+	2
<i>Lepraria incana</i>					+	+	2
<i>Parmelia saxatilis</i>				2b		2a	2
<i>Pertusaria albescens</i>					1	+	2
<i>Usnea sp.</i>			+	+			2
<i>Bryoria implexa</i>			+				1
<i>Buellia punctata</i>	+						1
<i>Buellia schaeereri</i>				+			1
<i>Candelariella xanthostigma</i>	1						1
<i>Cetraria pinastri</i>			+				1
<i>Cladonia digitata</i>		+					1
<i>Lecanora impudens</i>		+					1
<i>Parmelia exasperatula</i>	+						1
<i>Parmelia subaurifera</i>	1						1
<i>Parmelia subrudecta</i>	1						1
<i>Parmeliopsis ambigua</i>						+	1
<i>Parmeliopsis hyperopta</i>		+					1
<i>Phlyctis argena</i>						+	1
<i>Ramalina farinacea</i>				+			1
<i>Usnea filipendula</i>				+			1
<i>Xanthoria candelaria</i>	+						1
<i>Xanthoria fallax</i>	+						1
Artenzahl	11	10	11	12	8	15	

Tabelle 1. Die Flechtenvegetation der Nadelbäume (F: Frequenz).



Abb. 9: Das Pseudevernetium furfuraceae ist eine artenarme, aber meist üppige Flechtengesellschaft an exponierten Fichten. Eine Schädigung der Bäume infolge des Flechtenbewuchses konnte bisher nicht nachgewiesen werden.

Bülden zwischen kleineren Zwergsträuchern wie Besenheide (*Calluna vulgaris*) oder Heidelbeere (*Vaccinium myrtillus*) einige Bodenflechten zu beobachten. Die häufigsten sind das Isländisch Moos *Cetraria islandica* und die Rentierflechten *Cladonia rangiferina*, *C. arbuscula* oder die Becherflechte *C. macroceras*. An Grasnarben auf der bloßen Erde wachsen die Becherflechten *Cladonia pocillum* und *C. furcata* sowie die Schildflechte *Peltigera canina*. Oberhalb 1700 m

wächst an Erdanrissen die weisse Wurmflechte *Thamnolia vermicularis*, zudem *Cetraria cucullata*, *C. tilesii*, *Aspicilia verrucosa* und *Lecidoma demissum* zwischen Moosen und Polsterpflanzen. Diese Flechtengemeinschaft ist in den Alpen typisch für extreme, windexponierte Standorte. Die Flechten dieser Standorte sind empfindlich bezüglich Tritt und Düngung und daher im Rigigebiet besonders gefährdet.

Daneben sind auf saurerem, humosem

Boden der Fichtenwälder, an der Basis von Bäumen und auf vermodernden Pflanzenresten auch acidophile Arten zu finden. Besonders häufig sind da die Becherflechten *Cladonia digitata*, *C. chlorophaea*, *C. furcata*, *C. fimbriata*, die Schildflechten *Peltigera horizontalis*, *P. praetextata*, *P. rufescens* und die Hundsflechte *P. canina*, an feuchten Standorten zudem die grünen Schildflechten *Peltigera aptosa*, *P. leucophlebia*.

Bodenflechten der Rigi: *Cetraria cucullata*, *C. islandica*, *C. tilesii*, *Cladonia arbuscula*, *C. chlorophaea*, *C. fimbriata*, *C. furcata*, *C. macilenta*, *C. macroceras*, *C. rangiferina*, *C. rangiformis*, *C. symphycarpa*, *Diploschistes scruposus*, *Lecidoma demissum*, *Peltigera aptosa*, *P. canina*, *P. elisabethae*, *P. horizontalis*, *P. leucophlebia*, *P. neckeri*, *P. polydactyla*, *P. ponojensis*, *P. praetextata*, *P. rufescens*, *Psora lurida*, *Solorina bispora*, *S. saccata*, *Thamnolia vermicularis*, *Thelocarpon laureri*, *Toninia candida*, *T. caeruleonigricans*.

Flechten auf Moosen oder Pflanzenresten: *Aspicilia verrucosa*, *Caloplaca cinnamomea*, *C. stillicidiorum*, *C. tirolensis*, *Collema auriforme*, *Lecanora epibryon*, *Leptogium lichenoides*, *Mycobilimbia sabuletorum*, *Normandina pulchella*.

Flechtengemeinschaften auf Holz

Die Flechtenflora von entrindeten Bäumen und bearbeitetem Holz unterscheidet sich deutlich von derjenigen auf der Borke lebender Bäume. Die Holzsubstrate lassen sich nach ihrer Wasserspeicherkapazität in die beiden Gruppen Faulholz und zähmorsches Holz aufteilen. Im Rigigebiet sind die Holzflechten auf vermodernden Baumstrünken, an Viehgattern, an Holzkreuzen oder an alten Holzhütten zu finden (Abb. 8). Solche Substrate sind im ganzen Gebiet oberhalb etwa 1100 m vereinzelt vorhanden. Flechtenreiche Holzzäune befinden sich u. a. auf der Seebodenalp und auf dem Tannenbergr. Typische Vertreter auf schnell austrocknenden, meist künstlich errichteten Holzstandorten sind *Lecanora varia* und *Thelomma ocellatum*. Auf Faulholz, das langfristig feucht ist, dominieren stiftförmige Becherflechten wie *Cladonia bacilliformis*, *C. ceno-tea*, *C. coniocraea*, *C. digitata* oder die Kru-

stenflechte *Trapelia flexuosa*. Andere Flechten sind sowohl auf Holz als auch auf Rinde anzutreffen: die häufigsten sind *Candelariella xanthostigma*, *Parmelia exasperatula*, *Phaeophyscia orbicularis*, *Xanthoria candelaria*, *Imshaugia aleurites* und *Parmeliopsis ambigua*. Selten kommen im Rigigebiet auch kleinwüchsige Exemplare von Bartflechten aus den Gattungen *Usnea* und *Bryoria* vor.

Holzflechten der Rigi: *Bryoria fuscescens*, *Caloplaca ferruginea*, *Cladonia bacilliformis*, *C. ceno-tea*, *C. chlorophaea*, *C. coniocraea*, *C. digitata*, *C. fimbriata*, *C. subulata*, *C. sulphurina*, *C. squamosa*, *Hypogymnia physodes*, *Lecanora circum-borealis*, *L. mughicola*, *L. symmicta*, *L. varia*, *Parmelia sulcata*, *Parmeliopsis ambigua*, *P. hypetropta*, *Pseudevernia furfuracea*, *Thelomma ocellatum*, *Trapelia flexuosa*, *Usnea substerilis*.

Epiphytische Flechtenvegetation

Für Flechten spielt der Rinden-pH-Wert, sowie die Struktur und Beständigkeit der Rinde eine bedeutende Rolle. Der Säuregrad der Rinden ist bei den verschiedenen Baumarten sehr unterschiedlich. Doch auch innerhalb einer Baumart variiert der pH meist sehr stark (vgl. WATSON et al. 1988), was vor allem auf anthropogene Einflüsse wie Düngung oder Luftschadstoffeintrag zurückzuführen ist. Die Borke von Nadelbäumen unterscheidet sich in Beschaffenheit und Säuregrad deutlich von derjenigen der Laubbäume. Auf der sauren Borke dominieren acidophile Flechtenarten, die zur Gesellschaft des *Pseudevernetum furfuraceae* Hirtz gehören. Bei den Fichten des Rigigebiets kommen durchschnittlich 10–12 Flechtenarten, bei der Tanne 8–15 Arten vor. Die typischen Flechten der Nadelbäume an der Rigi sind *Hypogymnia physodes*, *H. farinacea*, *Pseudevernia furfuracea* und *Platismatia glauca*, alles weitverbreitete, häufige Flechten. Zwischen Fichte und Tanne konnten anhand der Aufnahmen keine bedeutenden Unterschiede festgestellt werden (Tab.1). Weitere Arten, die an anderen Nadelbäumen vorkämen, sind *Bryoria nadvornikiana*, *Chaenotheca chrysocephala* und *Evernia divaricata*. An der moosbewachsenen Basis

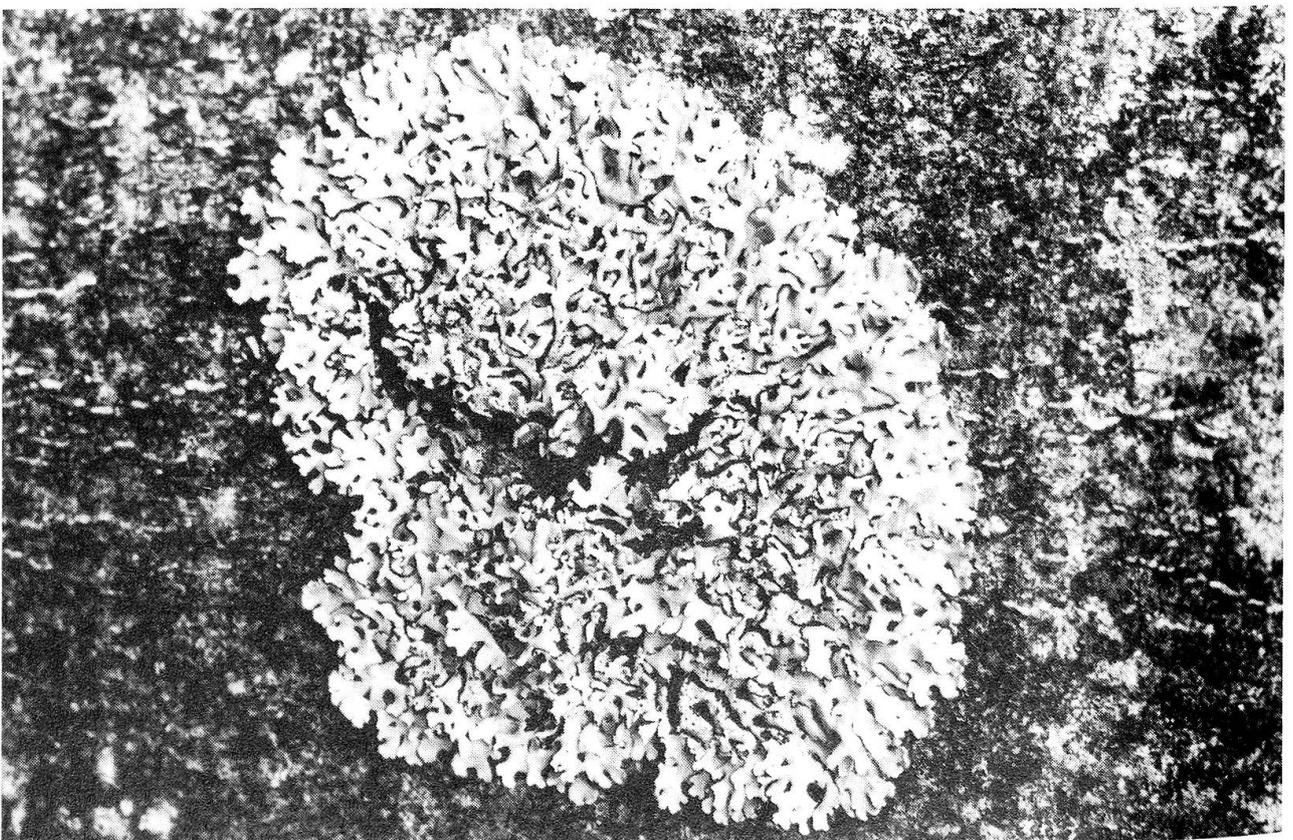


Abb.10: Zwei der dominierenden Flechtenarten auf Laubbäumen im Rigigebiet: *Parmelia tiliacea* (oben) und *Hypogymnia physodes* (unten).

Baumart	Esche	Esche	Buche	Buche	Buche	Birke	Kirschbaum	
Aufnahmenummer	87/134	87/140	88/24	88/25N	88/25S	87/135	87/136	F
Fundort	Hinterbergen		Seebodenalp			Hinterbergen		
Höhe (ü. M.)	1180	1130	1030	1030	1030	1210	1205	
Deckung (%)	50	60	30	50	65	40	40	
Hauptexposition		E	NW	N	S	N	N	
<i>Parmelia sulcata</i>	2b	+	1	2a	1	1	2a	7
<i>Candelariella xanthostigma</i>	1	+	1	+	1		+	6
<i>Hypogymnia physodes</i>	1	(+)		1	1	1	1	6
<i>Parmelia tiliacea</i>	1	2b	1	1	2b		1	6
<i>Lecidella elaeochroma</i>	1	+	+	+	+			5
<i>Parmelia subaurifera</i>			1	1	1	+	+	5
<i>Parmelia subrudecta</i>	(+)		1	3	2a		1	5
<i>Pseudevernia furfuracea</i>		(+)	1	1	1	1		5
<i>Evernia prunastri</i>		+		3	+	+		4
<i>Lecanora chlarotera</i>	1	+		+	+			4
<i>Phlyctis argena</i>		1	2a	2a	+			4
<i>Lecanora argentata</i>					1	+	+	3
<i>Lecanora carpinea</i>	+	1					1	3
<i>Parmelia pastillifera</i>	1		1	1				3
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	+	1	1					3
<i>Hypogymnia farinacea</i>	(+)					+		2
<i>Lecanora impudens</i>						+	+	2
<i>Parmelia caperata</i>		1				+		2
<i>Parmelia saxatilis</i>						2b	1	2
<i>Pertusaria albescens</i>			1				1	2
<i>Physcia tenella</i>			1		+			2
<i>Physconia distorta</i>	(+)	+						2
<i>Usnea sp.</i>						+	+	2
<i>Xanthoria candelaria</i>	+			+				2
<i>Xanthoria parietina</i>	1	1						2
Artenzahl	17	21	17	13	15	15	14	

Einzelne Arten zu den Aufnahmen:

Esche / *Fraxinus excelsior*: 87/134: *Caloplaca cerina* (+), *Caloplaca holocarpa* (+), *Parmelia exasperatula* (1), *Physcia stellaris* (1); 87/140: *Arthonia radiata* (+), *Lecanora allophana* (+), *Leptogium saturninum* (+), *Normandina pulchella* (+), *Physcia aipolia* (+), *Rinodina exigua* (+).

Buche / *Fagus sylvatica*: 88/24: *Lecanora leptyroides* (1), *Parmelia acetabulum* (1), *P. glabra* (1), *Phaeophyscia ciliata* (+), *Physcia adscendens* (+); 88/25S: *Graphis scripta* (+), *Rinodina corticola* (+).

Birke / *Betula pendula*: *Cladonia coniocraea* (+), *Lecanora coilocarpa* (+), *Parmeliopsis ambigua* (+), *Platismatia glauca* (1).

Kirschbaum / *Prunus cult.*: *Bryoria sp.* (+), *Parmelia flaventior* (1).

Tabelle 2: Die Flechtenvegetation der Laubbäume (F: Frequenz, Klammer: unmittelbar ausserhalb der Aufnahmefläche).

und in Borkenritzen bilden Loben der Becherflechten *Cladonia coniocraea*, *C. fimbriata* und *C. digitata* dichte Polster. Vor allem an Ästen der Fichten wuchert *Pseudevernia furfuracea*, auffallend vor allem an Bäumen, die durch Frosttrocknis geschädigt

sind. Eine Schädigung der Bäume aufgrund des Flechtenbewuchses konnte jedoch bisher nicht nachgewiesen werden.

Auffallend ist die Armut an Bart- und Fadenflechten (*Usnea* und *Bryoria*) und auch an *Evernia divaricata* und *Parmelia*



Abb. 11: Alleinstehende Laubbäume bilden ein ideales Substrat für viele Flechtenarten. Diese Epiphyten werden als Bioindikatoren benutzt, um Aussagen über ökologische Veränderungen und Schadstoffeinwirkungen zu machen.

alter Bergahorne zum Teil vollständig mit Blatt- und Strauchflechten bedeckt; in den Kronen hängen oft noch einige Bartflechten (*Usnea substerilis*, *U. rigida* und *U. lapponica*). Die flechtenreichsten Vogelbeerbäume sind auf den Kreten auf 1300–1500 m zu finden.

Die häufigsten Blattflechten auf Bergahorn sind die Schüsselflechten *Parmelia sulcata*, *P. subaurifera*, *Parmelia glabra*, die Lindenflechte *P. tiliacea* sowie die weitver-

breitete *Hypogymnia physodes* oder *H. tubulosa*. Auf der staubimprägnierten Rinde der Ahornbäume sind zudem die nitrophilen Arten *Phaeophyscia orbicularis*, *Physcia tenella*, *P. adscendens*, *Physconia distorta* häufig. Die Krustenflechten *Candelariella xanthostigma*, *Lecanora chlorotera*, *L. carpinea* oder *Lecidella elaeochroma* haben eine sehr breite ökologische Amplitude und kommen meistens an allen Laubbaumarten vor. Von den strauchigen Epiphyten sind im Untersu-

chungsgebiet einzig *Evernia prunastri* und *Pseudevernia furfuracea* auch auf Bergahorn konstant vorhanden. Die Artenzahl schwankt sehr stark zwischen 13 und 32 Arten. Die durchschnittliche Deckung der 16 ausgewählten Bäume ist mit 72%, bei einer Streuung zwischen 40 und 90% Flechten sehr hoch. Der Flechtenindex (Abb. 12) ist ein Wert für den Flechtenbewuchs an Bäumen und weist im Diagramm, entlang einem Transsekt von NW nach SE, markante Einschnitte bei Staffel, Ober-Äbnet und Hinterbergen auf.

Die Flechtengesellschaften der Laubbäume (Tab. 2, 3) gehören zu den Gesellschaften *Parmelietum acetabuli* OCHS. und *Physcietum adscendentis* FREY & OCHS. Übergänge zwischen diesen beiden Gesellschaften und zu anderen Gesellschaften, vor allem aus dem Verband des *Xanthorion parietinae* OCHS., sind häufig, und dadurch ist die genaue Zuordnung oft schwierig (KUPFERWESELY & TÜRK 1987: 94). Beim *Physcietum adscendentis* handelt es sich nach KUPFERWESELY & TÜRK (1987) um eine Gesellschaft, die durch Stickstoff-Düngung gefördert wird, toxitolerant und daher auch in Agglomerationen verbreitet ist. Diese Gemeinschaft kommt im Untersuchungsgebiet vor allem im unteren oder dem der Düngung ausgesetzten Teil des Baumstammes vor. Die natürliche Flechtengemeinschaft an wenig durch Düngung beeinflussten Baumstämmen, ist das *Parmelietum acetabuli*. Diese Gesellschaft dominiert auch in den übrigen Gebieten der Luzerner Voralpen an den Stämmen der Laubbäume auf einer Höhe von 800–1500 m ü. M. (RUOSS & KELLER, unpubl.). Auffälligerweise kommen die als empfindlich geltenden Charakterarten *Parmelia acetabulum* und *Anaptychia ciliaris* an der Rigi nur selten vor.

Viele Flechten im Rigigebiet weisen bereits deutliche Nekrosen auf. An den Bäumen der Seebodenalp zeigen *Evernia prunastri*, *Parmelia acetabulum*, *P. subrudecta*, *P. sulcata* und *P. tiliacea* deutliche Schädigungen, einzelne Exemplare waren bereits am Absterben. Aber auch im Gebiet Staffel

und Kaltbad konnten an *Parmelia sulcata* Verfärbungen oder absterbende Teile festgestellt werden.

Besondere Arten

Acarospora murorum MASSAL.

Acarospora murorum ist eine hell- bis mittelbraune Krustenflechte mit schuppig areoliertem Lager. Die Apothecien sind eingesenkt bis eng aufsitzend und haben eine Scheibe, die sich deutlich dunkler braun vom Lager abhebt. Diese Art wurde bisher in der Schweiz erst einmal, in Bern, nachgewiesen. An der Rigi wurden zwei Proben (Herb. SCHEIDEGGER, NMLU) an einem Nagelfluhblock auf 1000 m ü. M., beim Kreuz auf der Müseralp, gesammelt. Sie wächst an einer SW-exponierten, unbeschatteten, etwa 1 m hohen Vertikalfläche.

Cladonia rangiformis HOFFM.

Cladonia rangiformis ist eine den Rentierflechten ähnliche, strauchige Becherflechte mit aufrechten, oft polsterbildenden Podetien. Die Endzweige sind regelmässig, zweifach gegabelt, die Spitzen gebräunt; die Rinde ist graubraun gefeldert und weist im unteren Teil des Podetiums vereinzelt kleine Schuppen auf. Von der nah verwandten *C. furcata* unterscheidet sie sich aufgrund ihrer Inhaltsstoffe und durch die dünnere Rinde und Algenschicht. Im Gegensatz zur *C. furcata*, die vor allem frische, saure, moosbewachsene Böden besiedelt, bevorzugt *C. rangiformis* warme, trockene und besonnte Standorte auf kalkhaltigem Boden in flachgründigen Magerrasen oder maritimen Heiden. Das schweizerische Hauptverbreitungsgebiet von *Cladonia rangiformis* liegt im Tessin, Wallis und am Jurasüdfuss. Die Art bevorzugt die besonderen Standortverhältnisse der Rigi-Südseite; im übrigen Mittelland- und Voralpengebiet ist sie äusserst selten (Herb. NMLU).

Lecanora praesistens NYL.

Habituell ist *Lecanora praesistens* sofort als Art der *Lecanora subfuscata*-Gruppe

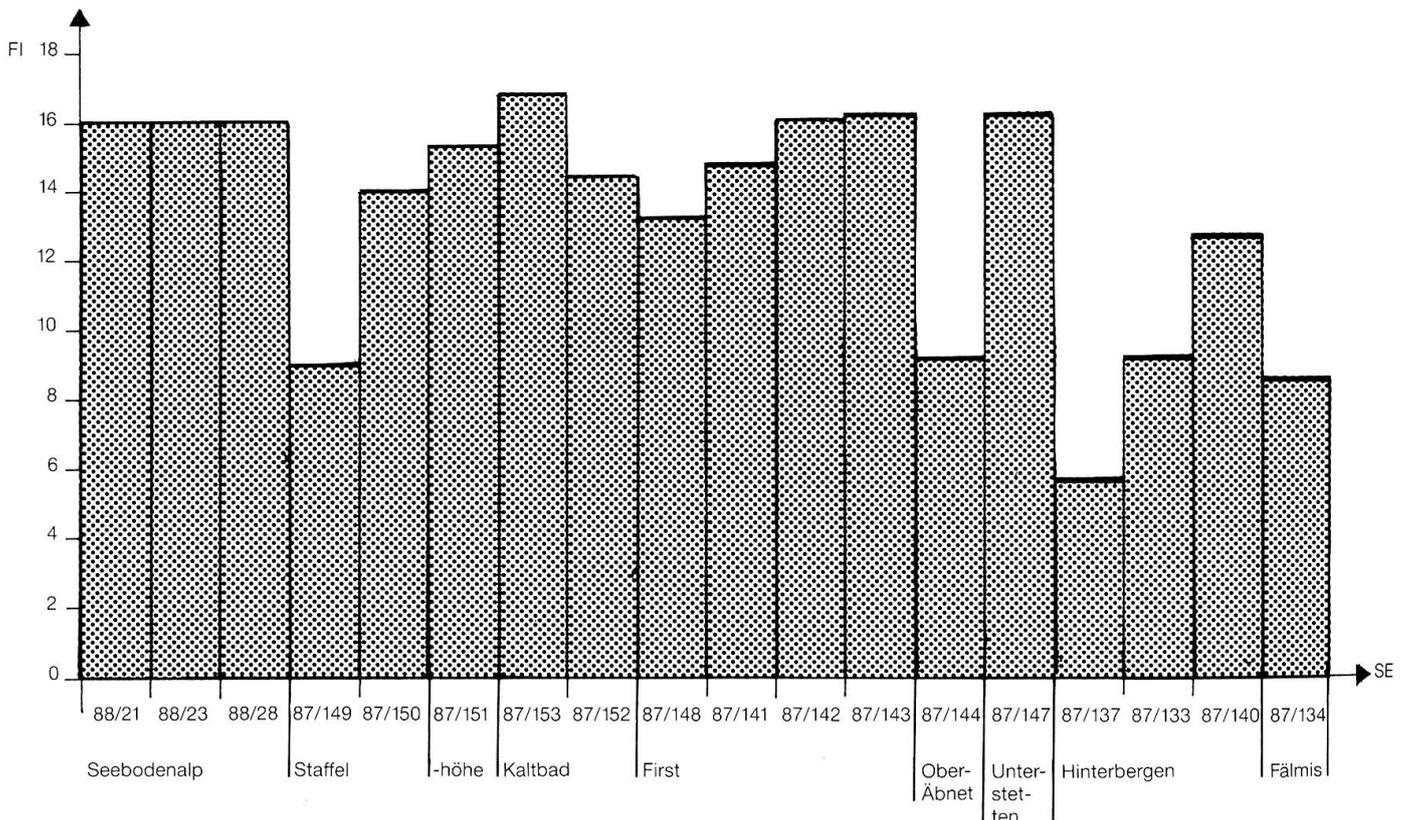


Abb. 12: Die Flechtenvegetation der Laubbäume, dargestellt mit einem Flechtenindex (FI = Deckung \times Artenzahl: 100), entlang eines Transekts von NW nach SE.

erkennbar. Diese zeichnet sich durch ein helles Lager und braune Apothecien mit hellem Rand aus. *Lecanora praesistens* ist eine der wenigen Arten der Gattung, die mehr als acht Sporen pro Schlauch (Ascus) ausbilden. Sie wächst auf der Rinde von Laubbäumen und kommt oft nur in kleinen Thalli vor. In der Literatur wird *Lecanora praesistens* als selten bezeichnet. Sie wurde aber im Rahmen des Luzerner Flechtenprojekts mehrere Male gefunden (RUOSS & KELLER, unpubl.). Die Vermutung liegt nahe, dass sie in der hochmontanen Stufe nicht selten ist. An der Rigi wurde sie an mehreren Fundorten in einer Höhe zwischen 1420–1560 m ü. M. nachgewiesen (Herb. NMLU).

Pachyphiale fagicola (HEPP ex ARNOLD)

ZWACKH

Die fünf Arten der Gattung *Pachyphiale* sind habituell kaum voneinander zu unterscheiden. Sie haben alle ein dünnes, krustiges Lager, braunrote Apothecien und Algen

aus der Gattung *Trentepohlia* als Partner. Die verschiedenen Arten sind vor allem durch die Sporenmerkmale getrennt (VĚZDA & POELT 1974). *Pachyphiale fagicola* ist die Art der Gattung mit den kürzesten Sporen ($15-35 \times 3-5 \mu\text{m}$). Sie hat ein weites Verbreitungsgebiet durch Mittel- und Nordeuropa, Nordsibirien und Nordamerika, ist aber selten. In der Schweiz wurde sie bisher nur einmal bei Mettmenstetten im Knauernamt von HEGETSCHWEILER (STIZENBERGER 1883) gefunden. An der Rigi wurde die Art auf Bergahorn am Weg von First gegen Ober-Äbnet (1400 m ü. M.), gesammelt (Herb. NMLU).

Parmelia contorta BORY

Parmelia contorta ist eine grau-grüne Blattflechte mit verlängerten Loben. Im Gegensatz zu *Parmelia sulcata*, die nur Sorale aufweist, ist *P. contorta* durch Sorale und Isidien charakterisiert. Die Art wächst mit der ihr habituell ähnlichen *P. sulcata* meist

an Bergahorn oder Buche. *Parmelia contorta* ist aber auf die hochmontane Stufe beschränkt, während *P. sulcata* bis in die subalpine Stufe häufig ist. Im Jura und in den Vor- und Nordalpen ist die Art weit verbreitet und gebietsweise ziemlich häufig. An der Rigi wurde sie bei Staffel, First und Unterstetten an Bergahorn auf einer Höhe von 1400–1600 m ü. M. gesammelt (Herb. NMLU).

Diskussion

Die Gesteinsflechtenvegetation der Rigi ist auf den Blöcken der Bergsturzareale und auch an Nagelfluh- oder Schrattekalkfelsen als vielfältig zu bezeichnen. Dies ist vor allem bedingt durch die sehr heterogene und kleinstrukturierte Nagelfluh. Aufgrund der Durchmischung von chemisch sehr verschiedenen Geröllen sind sowohl Flechtengemeinschaften der sauren, granitischen Gesteine, mit der charakteristischen Landkartenflechte *Rhizocarpon geographicum*, als auch der basischeren Kalkgesteine, mit den Indikatorarten *Rhizocarpon petraeum* und *Aspicilia calcarea* nahe beisammen oder sogar vermischt. Gestört sind diese Flechtengemeinschaften lediglich in Gebieten mit landwirtschaftlicher Nutzung, wo nitrophile Arten wie *Physcia caesia* oder *Xanthoria elegans* auf Düngungseinfluss hinweisen.

Wenig bedroht sind die Becherflechtengemeinschaften auf vermodernden Baumstrünken und die von Krustenflechten und kleinlobigen Blattflechten dominierten Gesellschaften an Zäunen und Holzkreuzen, welche über Jahrzehnte der Witterung ausgesetzt waren. Auch die auf Erde wachsenden Flechten in den Nischen und Ritzen der Nagelfluh scheinen kaum Veränderungen ausgesetzt zu sein.

Gefährdete Bodenflechtengemeinschaften

Die Bodenflechtengemeinschaften der subalpinen Weiden sind mit den charakteristischen Rentierflechten (*Cladonia arbuscula*, *C. rangiferina*) und den Arten von Islandflechten (*Cetraria islandica*, *Cetraria cucul-*

lata) durch übermässige Trittbelastung und Intensivierung der Landwirtschaft stark bedroht. Schön ausgebildete Exemplare dieser Arten wurden im letzten Jahrhundert noch in grösseren Mengen auf Kulm gesammelt und in mehreren Dutzend Exsiccatsproben weltweit verteilt (EXSICCAT HEPP). Heute sind sie nur noch in wenig erschlossenen Gebieten in den Borstgrasweiden der Scheidegg und Staffel, sowie in den Bändern am Kulm vereinzelt zu finden. Die rege Bautätigkeit und der intensive Tourismus haben diese Standorte, vor allem auf dem Kulm und entlang den Wanderstrassen, beträchtlich beeinträchtigt.

Die Trockenlegung des Hochmoores auf der Seebodenalp, dem einzigen grösseren Hochmoor des Rigigebietes, führte zudem zum Erlöschen eines typischen Fundorts der Rentierflechte *Cladonia arbuscula*. Die 1938 in diesem Moor nachgewiesene Rentierflechte gilt, gemeinsam mit anderen *Cladonia*-Arten, als Indikatorart für ursprüngliche, naturnahe, oligotrophe Standorte (RUOSS & CLERC 1987, WITTMANN & TÜRK 1986). Diese Bodenflechtengemeinschaften sind infolge der Eutrophierung durch nährstoffreiche Niederschläge und Düngung und damit verbundener Konkurrenz der Phanerogamen sowie Neutralisierung des Bodens, stark gefährdet. Um diese schnelle Veränderung der natürlichen Pflanzengesellschaften und ihre Ursache zu verstehen, sind weitere vegetationskundliche Untersuchungen und lufthygienische Messungen dringend notwendig.

Verarmte Baumflechtengesellschaften

Die Flechtenarmut, hauptsächlich in den tieferen Lagen und an der Nordseite der Rigi, die FREY bereits 1961 erstaunte, ist sicherlich teilweise klimatisch bedingt, vor allem an der trockenen Südseite. Wenn FREY noch vor 27 Jahren beim Klösterli im Bereich der Nebelzone eine üppige Bartflechtenvegetation beobachtete, so mutet die heutige Flechtenvegetation wie ein Relikt der früheren an. Berücksichtigt man die Belege aus dem vergangenen Jahrhundert,

z. B. der empfindlichen Bartflechte *Usnea longissima*, die heute in der Schweiz nur noch von zwei Fundorten bekannt ist (RUOSS & CLERC 1987, GRONER & CLERC 1988), so müssen tiefgreifende Veränderungen der gesamten Naturlandschaft und damit auch der Flechtenflora seit dieser Zeit stattgefunden haben. Durch die gute Zugänglichkeit und die frühe Erschliessung des Berges wurde die Vegetation schon früh nachhaltig anthropogen beeinflusst.

Weitere Hinweise auf Veränderungen der Flechtenvegetation sind auch die Flechten des «Tschämeler» von 1950 (Abb. 1), sowie weitere umfangreiche Belege der Bartflechten (*Usnea*), sowie *Sticta fuliginosa* und *S. sylvatica* aus dem 19. Jahrhundert. Diese Flechten gehören zum Lobarietum pulmonariae HITZ, der Lungenflechtengesellschaft feuchter, alter Laubmischwälder, die heute in der Schweiz bis auf wenige Vorkommen verschwunden ist. Die meisten Flechten des Lobarietum pulmonariae gelten als empfindlich gegenüber ökologischen Veränderungen und Schadstoffeinwirkungen (WIRTH 1980). Diese Gesellschaft wird von WIRTH (1988: 103) als empfindlichste Flechtengesellschaft Deutschlands bezeichnet. Für das Verschwinden dieser Flechtengesellschaft dürfte somit die Intensivierung der Waldwirtschaft, die damit verbundene Änderung der Waldökologie und die zunehmende Einwirkung von Luftschadstoffen verantwortlich sein (FREY 1958, BARKMAN 1958).

Vergleichbare Untersuchungen aus anderen Gebieten der Schweizer Voralpen liegen noch wenige vor. FREY (1958) zeigte anhand von Studien an Tannen (*Abies alba*) am Napf im Emmental (BE), im Toppwald bei Konolfingen (BE), im Tösstal (ZH) und am Rickenpass (SG) den Einfluss der Waldwirtschaft auf die Flechtenvegetation. Er fand im Toppwald (an 6 Bäumen) und am Napf (1 Baum) 40 bis 50 Flechtenarten, im intensiv durchforsteten Tösstal noch 18 und am Rickenpass 32 Arten. Anhand von drei Vegetationsaufnahmen am Farnli im Emmental stellte er fest, dass die Flechtenflora an

Fichten mit 16 Arten bedeutend ärmer ist als an Tannen (25 Arten) und Buchen (28 Arten). Aufgrund dieser Zahlen muss die heutige vergleichbare Flechtenvegetation im Rigigebiet als verarmt bezeichnet werden.

Die Flechtengesellschaften der Laubbäume weisen in den Gebieten zwischen 1100 und 1500 m ü. M. eine grosse mittlere Deckung (72%) auf. Die mittlere Artenzahl beträgt 17, die maximale 32 pro Baum. Diese Werte sind höher, verglichen mit denjenigen des Luzerner Mittellands (94 Aufnahmen, RUOSS & KELLER, unpubl.) mit einer mittleren Deckung von 50% und einer mittleren Artenzahl von 14 (maximal 24). Auffallend sind aber die regional sehr unterschiedlichen Werte im Rigigebiet. Vergleicht man den Flechtenindex, das Produkt aus Deckung und Artenzahl, so fallen die niedrigen Werte für die Gebiete Staffel und Hinterbergen auf, die sich bereits bei Feldbeobachtungen abzeichneten. Bei vergleichbaren Aufnahmen aus dem Luzerner Mittelland schwankt der Indexwert zwischen 5 und 11 (RUOSS & KELLER unpubl.), gegenüber 6 bis 16 im Rigigebiet. Insbesondere bei Staffel und Kaltbad wiesen zudem Exemplare von *Parmelia sulcata* offensichtliche Schädigungen auf. Hinweise für anthropogene Einflüsse dürfte der Rückgang der Arten der Gattungen *Usnea* und *Bryoria* und die Abwesenheit von *Parmelia acetabulum* und *Anaptychia ciliaris* sein.

Die genauen Ursachen für diese Verarmung der Flechtenvegetation sind noch unklar. Insbesondere die Wirkung des Ozons auf Flechten ist noch weitgehend unbekannt. Aufgrund von ersten Begasungsversuchen konnte aber an *Parmelia sulcata* eine Schädigung durch Ozon nachgewiesen werden (NASH & SIGAL 1979). Neuere Untersuchungen im bayerischen Waldschadengebiet (KÖSTNER & LANGE 1986) haben gezeigt, dass eine Korrelation von Flechtenbewuchs und Waldschäden und damit indirekt auch mit Luftschadstoffen, in Berggebieten sehr schwierig ist. Im Rigigebiet scheint ein Zusammenhang zwischen dem Gesundheitszustand des Waldes und dem Flechtenrück-

gang zu bestehen. Aussagen über die Ursachen des Waldsterbens im Untersuchungsgebiet sind aber mit Hilfe der Flechten noch nicht möglich. Hingegen muss aufgrund der vorliegenden Resultate gesagt werden, dass neben den Luftschadstoffen die Intensivierung der Forst- und Landwirtschaft, die Bautätigkeit und der Tourismus gross- und kleinräumig zum Rückgang und zur Schädigung der Flechtenvegetation im Rigigebiet beigetragen haben.

Dank

Danken möchten wir für die Bestimmung zahlreicher Proben: Dr. C. Roux, Marseille,

Dr. P. Clerc, Bern (*Usnea*), O. Vitikainen, Helsinki (*Peltigera*). Für die Ausleihe älterer Proben sind wir den Kuratoren der Herbarien, für die kritische Durchsicht des Manuskripts E. Ruoss-Schär und Prof. R. Türk, für Hinweise zur Geologie A. Vogel (Emmenbrücke) dankbar. Hinweise über interessante, ältere Proben verdanken wir P. Meile (Untereggen), den «Tschämeler» hat uns J. Schnyder (Gelterkinden) zur Verfügung gestellt. Dank der Unterstützung durch die PRO RIGI, das Amt für Umweltschutz des Kantons Luzern und Dr. K. Ammann, Systematisch-Geobotanisches Institut der Universität Bern, konnten die vorliegenden Untersuchungen im Rahmen des Luzerner Flechtenprojektes durchgeführt werden.

ARTENLISTE

* vor 1965 nachgewiesen

- Acarospora badiofusca* (Nyl.) Th. Fr., *A. cervinia* Massal. *, *A. murorum* Massal.
Anaptychia ciliaris (L.) Koerber
Arthonia radiata (Pers.) Ach.
Aspicilia calcarea (L.) Mudd, *A. contorta* (Hoffm.) Krempelh., *A. radiosa* (Hoffm.) Poelt & Leuckert
Bacidia subincompta (Nyl.) Arnold
Brodoa intestiniformis (Vill.) Goward
Bryoria capillaris (Ach.) Brodo & Hawksw., *B. fuscescens* (Gylenik) Brodo & Hawksw., *B. implexa* (Hoffm.) Brodo & Hawksw., *B. nadvornikiana* (Gylenik) Brodo & Hawksw.
Buellia disciformis (Fr.) Mudd, *B. epipolia* (Ach.) Mong., *B. erubescens* Arnold, *B. griseovirens* (Turner & Borrer ex Sm.) Almb., *B. punctata* (Hoffm.) Massal., *B. schaereri* De Not., *B. subdispersa* Migula
Calopalca cerina (Ehrh. ex Hedwig) Th. Fr., *C. cerinelloides* (Erichsen), *C. cinnamomea* (Th. Fr.) Oliv., *C. cirrochroa* (Ach.) Th. Fr., *C. ferruginea* (Hudson) Th. Fr., *C. flavovirescens* (Wulfen) DT. & Sarnth., *C. herbidella* (Hue) H. Magn., *C. holocarpa* (Hoffm.) Wade, *C. lactea* (Massal.) Zahlbr., *C. obscurella* (Lahm) Th. Fr., *C. stillicidiorum* (Vahl) Lynge, *C. teicholyta* (Ach.) J. Steiner, *C. tirolensis* Zahlbr.
Candelaria concolor (Dickson) Stein
Candelariella aurella (Hoffm.) Zahlbr., *C. reflexa* (Nyl.) Lettau, *C. vitellina* (Hoffm.) Müll. Arg., *C. xanthostigma* (Ach.) Lettau
Catapyrenium cinereum (Pers.) Koerber*
Catillaria lenticularis (Ach.) Th. Fr.
Cetraria cucullata (Bell.) Ach., *C. islandica* (L.) Ach., *C. laureri* Krempelh. *, *C. pinastri* (Scop.) S. F. Gray, *C. tilesii* Ach.
Chaenotheca brunneola (Ach.) Müll. Arg. *, *C. chrysocephala* (Turner ex Ach.) Th. Fr., *C. ferruginea* (Turner ex Sm.) Migula
Cladonia (Cladina) arbuscula (Wallr.) Flotow, *C. rangiferina* (L.) Web. ex Wigg.
Cladonia (Cladonia) bacilliformis (Nyl.) Glück, *C. caespiticia* (Pers.) Flörke *, *C. cenotea* (Ach.) Schaerer, *C. chlorophaea* (Flk. ex Sommerf.) Spreng., *C. coniocraea* auct., *C. digitata* (L.) Hoffm., *C. fimbriata* (L.) Fr., *C. furcata* (Hudson) Schrader, *C. macilenta* Hoffm., *C. macroceras* (Flörke) Ahti, *C. pocillum* (Ach.) O. J. Rich., *C. pyxidata* (L.) Hoffm., *C. rangiformis* Hoffm., *C. squamosa* (Scop.) Hoffm., *C. subulata* (L.) Weber, *C. sulphurina* (Michx.) Fr., *C. symphycarpa* (Ach.) Fr.
Clauzadea monticola (Ach. ex Schaerer) Hafellner & Bellem.

- Collema auriforme* (With.) Coppins & Leuckert, *C. dichotomum* (With.) Coppins & Laundon*, *C. tenax vulgare* Laurer ex Flotow¹
Dermatocarpon miniatum (With.) Laundon
Diploschistes cretaceus (Ach.) Lettau, *D. scruposus* (Schreber) Norm.
Evernia divaricata (L.) Ach., *E. prunastri* (L.) Ach.
Farnoldia jurana (Schaerer) Hertel
Graphis scripta (L.) Ach.
Gyalecta jenensis (Batsch) Zahlbr.
Heppia lutosa (Ach.) Nyl.*
Hymenelia coerulea (DC.) Massal.
Hypogymnia austerodes (Nyl.) Räs., *H. bitteri* (Lyngé) Ahti, *H. farinacea* Zopf, *H. physodes* (L.) Nyl., *H. tubulosa* (Schaerer) Havaas
Imshaugia aleurites (Ach.) Fricke Meyer
Ionaspis epulotica (Ach.) Blomb. & Forss.
Lecania fuscella (Schaerer) Koerb.
Lecanora allophana Nyl., *L. argentata* (Ach.) Malme, *L. campestris* (Schaerer) Hue, *L. carpinea* (L.) Vainio, *L. chlarotera*, Nyl., *L. circumborealis* Brodo & Vitik., *L. dispersa* (Pers.) Sommerf., *L. epibryon* (Ach.) Ach., *L. expallens* Ach., *L. hageni* (Ach.) Ach., *L. impudens* Degel., *L. intumescens* (Rebent.) Rabenh., *L. meolansii* B. de Lesd., *L. mughicola* Nyl., *L. muralis* (Schreber) Rabenh., *L. nemoralis* Makar., *L. polytropa* (Hoffm.) Rabenh., *L. praesistens* Nyl., *L. pulicaris* (Pers.) Ach., *L. saligna* (Schrader) Zahlbr., *L. sambuci* (Pers.) Ach., *L. subintricata* (Nyl.) Th. Fr., *L. symmicta* (Ach.) Ach., *L. umbrina* (Ach.) Massal., *L. varia* (Hoffm.) Ach.
Lecidea fuscoatra (L.) Ach.
Lecidella alaiensis (Vainio) Hertel, *L. elaeochroma* (Ach.) Choisy², *L. flavisorediata* (Vězda) Hertel & Leuckert, *L. stigmatea* (Ach.) Hertel & Leuckert
Lecidoma demissum (Rutstr.) G. Schneider & Hertel
Lepraria crassissima (Hue) Lettau, *L. incana* (L.) Ach.
Leptogium lichenoides (L.) Zahlbr., *L. saturninum* (Dickson) Nyl.
Micarea cinerea (Schaerer) Hedl.*
Megaspora verrucosa (Ach.) Hafellner & V. Wirth
Mycobilimbia sabuletorum (Schreber) Hafellner
Nephroma parile (Ach.) Ach.
Normandina pulchella (Borrer) Nyl.
Ochrolechia alboflavescens (Wulfen) Zahlbr.*, *O. pallescens* (L.) Massal.*
Opegrapha saxicola Ach.
Pachyphiale fagicola (Hepp ex Arnold) Zwackh
Parmelia acetabulum (Necker) Duby, *P. caperata* (L.) Ach., *P. carporrhizans* Taylor, *P. conspersa* (Ehrh. ex Ach.) Ach., *P. contorta* Bory, *P. disjuncta* Erichson, *P. elegantula* (Zahlbr.) Szat., *P. exasperata* De Not., *P. exasperatula* Nyl., *P. flaventior* Stirton, *P. glabra* (Schaerer) Nyl., *P. glabrata* (Lamy) Nyl. *P. omphalodes* (L.) Ach., *P. pastillifera* (Harm) Schubert & Klem., *P. perlata* (Huds.) Vainio, *P. quercina* (Willd.) Vainio, *P. revoluta* Flörke, *P. saxatilis* (L.) Ach., *P. subargentifera* Nyl., *P. subaurifera* Nyl., *P. subrudecta* Nyl., *P. sulcata* Taylor, *P. taractica* Krempelh., *P. tiliacea* (Hoffm.) Ach. *P. verruculifera* Nyl.*
Parmeliopsis ambigua (Wulfen) Nyl., *P. hypoptera* (Ach.) Ach.
Peltigera aptosa (L.) Willd., *P. canina* (L.) Willd., *P. elisabethae* Gylénik, *P. horizontalis* (Hudson) Baumg., *P. leucophlebia* (Nyl.) Gylénik, *P. neckeri* Müll. Arg., *P. polydactyla* (Necker) Hoffm., *P. ponojensis* Gylénik, *P. praetextata* (Flörke ex Sommerf.) Zopf, *P. rufescens* (Weiss) Humb.
Pertusaria albescens (Hudson) Choisy & Werner, *P. amara* (Ach.) Nyl., *P. glomerata* (Ach.) Schaerer*, *P. leioplaca* (L.) Arnold
Phaeocalicium compressulum (Nyl. ex Vainio) A. Schmidt
Phaeophyscia ciliata (Hoffm.) Moberg, *P. endophoenicea* (Harm.) Moberg, *P. orbicularis* (Necker) Moberg
Phaeospora parasitica Arnold
Phlyctis argena (Sprengel) Flotow
Physcia adscendens (Fr.) Oliv., *P. aipolia* (Ehrh. ex Humb.) Fürnr., *P. caesia* (Hoffm.) Fürnr., *P. dubia* (Hoffm.) Lettau, *P. stellaris* (L.) Nyl., *P. tenella* (Scop.) DC.
Physconia distorta (With.) Laundon, *P. muscigena* (Ach.) Poelt
Placynthium nigrum (Hudson) S. F. Gray
Platismatia glauca (L.) W. Culb. & C. Culb.
Polyblastia abscondita (Nyl.) Arnold, *P. albida* Arnold, *P. deminuta* Arnold, *P. sepulta* Massal., *P. theleodes* (Sommerf.) Th. Fr.*, *P. verrucosa* (Ach.) Lönnr.
Polysporina urceolata (Anzi)*
Porpidia cinereoatra (Ach.) Hertel & Knoph

1 untypischer Beleg, entspricht aber der Probe Nr. 13659 von E. Frey *C. undulatum* Laurer ex Flotow

2 inkl. *L. achrostotera* und *L. euphoraea*

- Protoblastenia calva* (Dickson) Zahlbr., *P. incrustans* (DC) J. Steiner, *P. rupestris* (Scop.) J. Steiner, *P. siebenhaariana* (Koerb.) J. Steiner
Protoparmelia badia (Hoffm.) Hafellner
Pseudevernia furfuracea (L.) Zopf
Psora decipiens (Hedwig) Hoffm., *P. lurida* (Ach.) DC.
Ramalina farinacea (L.) Ach., *R. fraxinea* (L.) Ach.
Rhizocarpon geminatum Koerb., *R. geographicum* (L.) DC., *R. obscuratum* (Ach.) Massal., *R. petraeum* (Wulfen) Massal., *R. umbilicatum* (Ram.) Flagey
Rinodiana bischoffii (Hepp) Massal., *R. exigua* (Ach.) S.F. Gray, *R. cf corticola* (Arnold) Arnold, *R. polyspora* Th. Fr., *R. turfacea* (Wahlenb.) Koerber*
Sarcogyne privigna (Ach.) Massal., *S. pruinosa* auct.
Solorina bispora Nyl., *S. saccata* (L.) Ach.
Squamarina gypsacea (Sm.) Poelt
Sticta fuliginosa (Dickson) Ach.*, *S. sylvatica* (Hudson) Ach.*
Thamnolia vermicularis (Sw.) Schaerer
Thelidium incavatum Nyl. ex Mudd, *T. papulare* (Fr.) Arnold, *T. pyrenophorum* (Ach.) Mudd
Thelocarpon laureri (Flot.) Nyl.
Thelomma ocellatum (Koerber) Tibell
Toninia aromatica (Sm.) Massal.*, *T. caeruleonigricans* (Lightf.) Th. Fr., *T. candida* (Weber) Th. Fr.
Trapelia flexuosa (Fr.), *T. gelatinosa* (Flörke)
Umbilicaria cylindrica (L.) Del. ex Duby, *U. deusta* (L.) Baumg.
Usnea carpatica Mot., *U. diplotypus* Vainio, *U. filipendula* Stirton, *U. lapponica* Vainio, *U. longissima* Ach.*³, *U. maxima* Mot., *U. plicata-Gr.*, *U. rigida* s.l. (Ach.) Mot, *U. scabrata* Nyl., *U. subfloridana* Stirton, *U. substerilis* Mot., *U. wasmuthii* Räs.
Verrucaria adelminienii Zsch., *V. hochstetteri* Fr., *V. cf muralis* Ach., *V. nigrescens* Pers.
Xanthoria candelaria (L.) Th. Fr., *X. elegans* (Link) Th. Fr., *X. fallax* (Hepp) Arnold, *X. parietina* (Hoffm.) Rieber

3 leg. Vetter im Herb. Hegetschwiler

LITERATURVERZEICHNIS

- BARKMAN, J. J. (1958): *Phytosociology and ecology of cryptogamic epiphytes*. – Assen. 628 S.
 BISANG, I. & SENN, B. (1989): Mitt. Naturf. Ges. Luzern 30, siehe vorliegenden Bd.
 CLAUZADE, G. & ROUX, C. (1985): *Likenoj de Okcidenta Europo. Ilustrita determinlibro*. – Bull. Soc. Bot. du Centre-Ouest, Série spécial: 7, 893 S.
 FREY E. (1958): *Die anthropogenen Einflüsse auf die Flechtenflora und -vegetation in verschiedenen Gebieten der Schweiz. Ein Beitrag zum Problem der Ausbreitung und Wanderung der Flechten*. – Veröff. Geobot. Inst. Rübel Zürich 33, 91–107.
 FREY, E. (1961): *Die Makrolichenen des Urnerlandes im Herbarium Anton Gisler in Altdorf*. – Ber. Geobot. Inst. ETH, Inst. Rübel Zürich 32, 146–167.
 FREY, E. (1966): *Die Flechtenflora und -vegetation des Kantons Zug*. Mitt. Naturf. Ges. Luzern 20, 349–368.
 GRONER, U. & CLERC, P. (1988): *Ausgewählte Beispiele zur Flechtenflora des Bödmerenwaldes, Schwyz (Zentralschweiz)*. Bot. Helv. 98, 15–26.
 IMBACH, E. J. (1946): *Pilzflora des Kantons Luzern und der angrenzenden Innerschweiz*. Mitt. Naturf. Ges. Luzern 15, 3–85.
 KLEMENT, O. (1955): *Prodromus der mitteleuropäischen Flechtengesellschaften* – Feddes Repertorium spec. nov., Beiheft 135, 195 S.
 KÖSTNER, B. & LANGE, O. L. (1986). *Epiphytische Flechten in bayerischen Waldschadensgebieten des nördlichen Alpenraumes*. Ber. ANL, 10, 185–210.
 KOPP, J. (1971): *Die Geologie*. In: Rigi, Königin der Berge. – Hallwag, Bern. 27–44.
 KRAUER, J. G. (1824): *Prodromus Florae Lucernensis*. – Luzern, 105 S.
 KUPFER-WESELY, E. & TÜRK, R. (1987): *Epiphytische Flechtengesellschaften im Traunviertel (Oberösterreich)*. Stapfia 15, 138 S.
 NASH, T. H. & SIGAL, L. L. (1979): *Gross photosynthetic response of lichens to short-time ozone fumigations*. – Bryologist 82/2, 280–285.
 Naturforschende Gesellschaft Luzern (1985): *Flora des Kantons Luzern*. – Luzern. 606 S.

- OCHSNER, F. (1928): *Studien über die Epiphytenvegetation der Schweiz*. – Separatdruck aus Jahrb. Naturwiss. Ges. St. Gallen. 63, 108 S.
- POELT, J. (1969): *Bestimmungsschlüssel europäischer Flechten*. – Cramer, Vaduz. 757 S.
- POELT, J. & VÉZDA, A. (1977): *Bestimmungsschlüssel europäischer Flechten*. Ergänzungsheft I. – Cramer, Vaduz. 258 S.
- POELT, J. & VÉZDA, A. (1981): *Bestimmungsschlüssel europäischer Flechten*. Ergänzungsheft II. – Cramer, Vaduz. 390 S.
- RUOSS, E. & CLERC, P. (1987): *Bedrohte Flechtenrefugien im Alpenraum*. – Verhandlungen der Gesellschaft für Ökologie. 15, 121–128.
- SANTESSON, R. (1984): *The lichens of Sweden and Norway*. – Stockholm und Uppsala. 333 S.
- SCHOBINGER, J. (1866): *Taschenbuch für reisende Botaniker im Kanton Luzern, auf Rigi, Pilatus und Umgegend*. – A. Bolzern'sche Buchdruckerei Luzern. 252 S.
- SCHWAB, A. (1971): *Der Wald*. In: *Rigi, Königin der Berge*. – Hallwag, Bern. 91–122.
- STEIGER, J. R. (1860): *Die Flora des Kantons Luzern, der Rigi und des Pilatus*. – Verlag von F. J. Schifflmann, Luzern. 635 S.
- STIZENBERGER, E. (1883): *Lichenes Helvetici*. – Jahresb. Naturwiss. Ges. St. Gallen 1880–1882.
- VOGEL, A. & HANTKE, R. (1989): *Mitt. Naturf. Ges. Luzern*, siehe vorliegenden Bd.
- WATSON, M. F., HAWKSWORTH, D. L. & ROSE, F. (1988): *Lichens on elms in the British Isles and the effect of Dutch Elm Disease on their status*. – *Lichenologist* 20: 327–352.
- WELTEN, M. & SUTTER, R. (1982): *Verbreitungsatlas der Farn- und Blütenpflanzen der Schweiz*. Birkhäuser, Basel.
- WIRTH, V. (1972): *Die Silikatflechten-Gemeinschaften im ausseralpinen Zentraleuropa*. – *Dissertationes Botanicae* 17. 304 S.
- WIRTH, V. (1980): *Flechtenflora*. Ulmer, Stuttgart. 552 S.
- WIRTH, V. (1987): *Die Flechten Baden-Württembergs*. – Ulmer, Stuttgart. 528 S.
- WIRTH, V. (1988): *Phytosociological approaches to air pollution monitoring with lichens*. In: *Lichens, Bryophytes and air quality*. *Bibl. Lichenol.* 30: 91–107.
- WITTMANN, H. & TÜRK, R. (1986): *Die Rentierflechte Cladonia stygia (Fr.) Ruoss neu für Salzburg*. *Ber. Bayer. Bot. Ges.* 57, 159–161.
- WOLFF, H. (1971): *Die Flora*. In: *Rigi, Königin der Berge*. – Hallwag, Bern. 55–72.
- WOLFF, H. (1979): *Rigi Flora*. – Edition Colibri, Bern. 394 S.

Dr. Engelbert Ruoss
Natur-Museum Luzern
Kasernenplatz 6
6003 Luzern

Christine Keller
Dr. Christoph Scheidegger
Systematisch-Geobotanisches Institut
Altenbergrain 21
3013 Bern