

**Zeitschrift:** Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Luzern

**Herausgeber:** Naturforschende Gesellschaft Luzern

**Band:** 32 (1991)

**Artikel:** Flechtenreichtum : ein Spiegelbild des Naturraumpotentials

**Autor:** Ruoss, Engelbert

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-523789>

### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. 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. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### 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. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### 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. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 17.02.2026

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

# Flechtenreichtum – ein Spiegelbild des Naturraumpotentials

ENGELBERT RUOSS

## Zusammenfassung

Das Eigental wurde im Rahmen des Luzerner Flechtenprojekts sowie anlässlich mehrerer Exkursionen floristisch erfasst. Das Ziel der Flechtenuntersuchungen im Kanton Luzern war die Charakterisierung der heutigen Flechtenflora sowie die Interpretation ihres ökologischen Zeigerwerts. Bisher wurden im Eigental und in den angrenzenden Gebieten 153 Flechten, vor allem epiphytische Arten, registriert. Aufgrund der Resultate der Flechtenerhebungen wurde ein Erwartungswert errechnet und mit jenem anderer Regionen des Voralpengebietes verglichen. Das Flechtenvorkommen widerspiegelt das Naturraumpotential des Gebietes. Der Flechtenreichtum im Eigental ist vor allem auf die für Flechten optimalen ökologischen Bedingungen in der montanen Stufe, geringe Schadstoffwirkung, extensive Landwirtschaft sowie die schonende Waldbewirtschaftung zurückzuführen. Das Eigental gehört aufgrund seltener ozeanischer Flechtenarten wie *Usnea madeirensis*, *U. ceratina*, *Parmelia arnoldii*, *P. laevigata*, *P. revoluta*, *P. sinuosa*, *P. taylorensis*, *Menegazzia terebrata*, *Cetraria oakesiana* zu den schützenswerten Gebieten der Schweiz.

## Résumé

En relation avec le projet sur les lichens mené dans le canton de Lucerne, la flore des lichens de

l'Eigental à été étudiée. Le but de ces recherches était de caractériser la flore lichénique actuelle ainsi que d'interpréter les données écologiques fournies par ces organismes. A ce jour, on a relevé 153 espèces d'ascomycètes lichénisés dans l'Eigental, la majeure partie étant des espèces épiphytiques. Sur la base de ces relevés, une valeur potentielle a été calculée et comparée avec les résultats obtenus dans d'autres régions des Préalpes. La présence des lichens reflète le potentiel naturel d'une région. La richesse de la végétation lichénique de l'Eigental résulte avant tout des conditions écologiques optimales de l'étage montagnard, de la concentration peu élevée des polluants atmosphériques ainsi que d'une agriculture et d'une exploitation forestière extensives. En raison de la présence de lichens à caractère océanique très rares (*Usnea madeirensis*, *U. ceratina*, *Parmelia arnoldii*, *P. laevigata*, *P. revoluta*, *P. sinuosa*, *P. taylorensis*, *Menegazzia terebrata*, *Cetraria oakesiana*), l'Eigental est en Suisse une région qu'il faudrait absolument protéger.

## Abstract

Within the scope of the Lucerne lichen project and several excursions a survey of the lichen flora in a local valley called Eigental was conducted. The main aim of the lichen project was to characterize the present lichen flora in the Canton of Lucerne and to establish its ecological leading value. In the valley Eigental and its vicinity 153

species of – mostly epiphytic – lichens have been recorded so far. As a result of this lichen project an expectation factor was established and compared with similar situations in other Alpine areas. The lichen population enables a judgment of the natural habitat potential of a given area. The abundant occurrence of lichens in the Eigenthal can be explained with the favorable ecological conditions for lichens at this altitude, small air

pollution effects, extensive agricultural exploitation and considerate forest management methods. On account of the occurrence of the rare oceanical lichen species, such as *Usnea madeirensis*, *U. ceratina*, *Parmelia arnoldii*, *P. laevigata*, *P. revoluta*, *P. sinuosa*, *P. taylorensis*, *Menegazzia terebrata*, *Cetraria oakesiana* the Eigenthal can be considered as an area worth protecting at national level.

### Einleitung

Das Eigenthal und der Pilatus waren seit dem Mittelalter Anziehungspunkt vieler Botaniker, die in mehreren Werken Flora und Vegetation des Luzerner Hausbergs beschrieben (AREGGER 1972). Auch Moose und Flechten wurden in den vergangenen hundert Jahren mehrmals studiert. Im Gegensatz zu den Gefäßpflanzen wurde jedoch wenig veröffentlicht, auch floristische Listen sind nicht greifbar.

MORITZ ANTON KAPPELER erwähnte bereits 1767 in der Naturgeschichte des Pilatusberges vierzehn Moos- und vier Flechtenarten. Die Artbezeichnungen wurden in der damals üblichen Schreibweise mittels Kurzdiagnose gegeben (AREGGER 1960). So beschrieb er beispielsweise eine *Lichen pyxidatus major et minor* und nannte gleichzeitig den Referenznamen nach ALBRECHT HALLER 3. *Lichen tubulosus pyxidatus cinereus*. Der Berner Flechtenforscher EDUARD FREY identifizierte diese Flechte als *Cladonia chlorophaea* (in KAPPELER 1960). Eine in älteren Herbarien häufig vertretene Art ist *Cladonia rangiferina*, die von KAPPELER *Coralloides corniculis candissimus* genannt wurde und bei HALLER 38. *Lichen coralloides tubulosus major ramosissimus, receptaculis florum peregrinis rufescensibus* entsprach. Bei den zwei anderen scheint es sich um *Cladonia pleurota* zu handeln.

Rund 70 Flechtenarten erwähnte der Konstanzer Arzt ERNST STIZENBERGER (1882) namentlich vom Pilatus. Nach Stizenberger hatten im 19. Jahrhundert der Arzt J. A. P. HEPP (1797–1867), der Deutsche J. F. LAUERER, Professor der Medizin (1798–1873), der

Berner Pfarrer L. E. SCHÄFER (1785–1853) und SICKENBERGER-SOLMS im Pilatusgebiet gesammelt. Besonders intensiv hatten sich der Rifferswiler Arzt K. HEGETSCHWEILER (1838–1901) und sein Sohn J. J. HEGETSCHWEILER zwischen 1858 und 1872 mit den Kalkflechten des Pilatus, vor allem im Gebiet des Chriesilochs beschäftigt. Der Flechtenreichtum des Pilatus war den Flechtenforschern bekannt. Nach STIZENBERGER (1883) lenkte L. E. SCHÄFER die Aufmerksamkeit HEGETSCHWEILERS «auf die Kalkflechten des Pilatusberges, welche in höchstem Masse Aufmerksamkeit und wissenschaftliches Studium» verdienten. Aufgrund der vielen Proben, die in den Herbarien lagern, sammelten die Lichenologen auch im Eigenthal (Abb.1), das allerdings in der Literatur selten namentlich erwähnt wurde.

Abb.1: Die Lungenflechte (*Lobaria pulmonaria*) war früher – aufgrund von grossen Herbarbelegen – eine im Eigenthal häufige Grossflechte. Sie gehört zur Lungenflechtengesellschaft, die an alten Laubbäumen gedeiht. Die meisten Flechten dieser Gesellschaft gelten als empfindlich gegenüber ökologischen Veränderungen und Schadstoffeinwirkungen. Verantwortlich für das Verschwinden dieser Gesellschaft dürfte vor allem die Intensivierung der Waldbewirtschaftung und die damit verbundene Änderung der Waldökologie und Artenzusammensetzung sein. Obwohl die Luftschatstoffe diese Flechten schädigen, muss angenommen werden, dass die empfindlichen Flechtengemeinschaften im Gebiet des Kantons Luzern bereits zurückgingen, bevor eine hohe Schadstoffbelastung existierte; bisher sind zwei neue Funde aus dem Gebiet Salwideli (Flühli) und Rigi Staffel (Küssnacht) bekannt.



Verschiedene Sammelexkursionen in die Umgebung des Eigentals fanden unter dem Berner Lehrer und Flechtenforscher EDUARD FREY statt, meist gemeinsam mit den Mitgliedern der Schweizerischen Vereinigung für Bryologie und Lichenologie (SVBL). Erstmals besuchte FREY 1938 den NW-Hang des Pilatus gegen das Klimsenhorn und beim Chriesiloch, 1956 das Gebiet Holderchäppeli–Stösswald, 1957 die Krienseregg und den Fürenmooswald. Zum 10-Jahr-Jubiläum der SVBL fand schliesslich 1966 eine Exkursion ins Blattenloch statt. Aufsammlungen dieser Exkursionen wiesen bereits auf den Flechtenreichtum des Gebietes hin. Funde von *Parmelia arnoldii*, *P. sinuosa*, *Cetraria oakesiana*, *Usnea ceratina* und *Pertusaria hemisphaerica* gehören zu den selteneren Arten, die bereits FREY (1959) erwähnte – *Parmelia revoluta* sogar abbildete – oder im Herbar aufbewahrte. Detaillierte Flechtenuntersuchungen im Eigental blieben aber bisher aus.

In den vergangenen Jahren fanden kleinere Exkursionen verschiedener Lichenologen statt, so auch eine Moos- und Flechtenexkursion der SVBL 1989. Eine gründliche Bearbeitung wurde im Rahmen der Flechtenuntersuchungen im Kanton Luzern 1986 begonnen; ein Projekt, das die Auswirkungen der Luftschaadstoffe auf Flechten beinhaltete. Erste Ergebnisse der Erhebungen epiphytischer Flechten liegen vor und erlauben eine grobe Beurteilung der potentiellen Flechtenflora sowie des Naturraumpotentials im Vergleich zu anderen Gebieten des Kantons und der Innerschweizer Voralpengebiete. Die Liste der anlässlich der Exkursionen der SVBL und während des Flechtenprojekts bestimmten Flechtenarten (vgl. Anhang) bildet eine erste Grundlage für weitere, detaillierte Erhebungen in den nebelfeuchten Tälern der Luzerner Voralpen.

#### Flechtenuntersuchungen im Kanton Luzern

Die Untersuchungsergebnisse des Flechtenprojekts, das zwischen 1986 und 1990 im Auftrag des Amtes für Umweltschutz des

Kantons Luzern realisiert wurde, geben Auskunft über den Zustand der epiphytischen Flechtenvegetation, über die gegenwärtige lufthygienische Situation hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf Flechten und deren Standorte und dienen zur Charakterisierung eines Gebietes bezüglich seines «Naturraumpotentials» (Ruoss & Mitarbeiter 1991).

Im Rahmen des Projekts wurden ein Inventar der Flechten im Kanton Luzern und Listen der Flechten ausgewählter Trägerbäume erstellt, frühere Aufsammlungen aufgearbeitet und die Flechtenvegetation entlang von ausgewählten Transsektten beurteilt. Die Flechten, besonders sensible Organismen bezüglich Veränderungen in der Umwelt, dienten dabei als Indikatoren verschiedenster Standortfaktoren. Da die Flechtenvorkommen vom Nährstoffangebot stark beeinflusst werden, viele Flechten also ausgezeichnete Zeiger für hohe Stickstoff-Immissionen sind, eignen sie sich für die Charakterisierung der Naturräume bezüglich ihrer landwirtschaftlichen Nutzung. Ausgewertet wurden die Daten zudem im Hinblick auf aktuelle Probleme wie Ozonbelastung, Waldsterben und Nährstoffanreicherung im Regen.

Die Untersuchungen wurden in typischen Landschaftsräumen des Kantons durchgeführt: Mittelland-Transsekt von Huttwil/Zell bis Hämikon, Agglomerations-Transsekt innerhalb der Agglomeration Luzern, Voralpen-Transsekt von Schangnau bis Rigi sowie im Napfbergland. Aufgrund von Standortfaktoren (u. a. Seenähe, Höhenlage, Exposition) und Nutzung (Siedlung, Erholung, Intensiv-Landwirtschaft, Alpwirtschaft) wurden die Flechtendaten neun Naturräumen zugeordnet und die Gebiete miteinander verglichen. Gemeinsam mit floristischen Daten erlaubte dies schliesslich die Charakterisierung und Bewertung eines Gebietes anhand der Flechtenvorkommen. Da eine reiche Flechtenflora von einer geringen anthropogenen Belastung und von ökologisch optimalen Bedingungen abhängig ist, wurde versucht, aufgrund der Ergebnisse

das «Naturraumpotential» eines Gebietes zu beschreiben.

Das Eigental lässt sich mit Hilfe der Ergebnisse des Luzerner Flechtenprojekts charakterisieren und mit unterschiedlichen Landschaftsräumen sowie anderen Voralpengebieten vergleichend bewerten.

### *Material und Methoden*

Die floristische Liste (Anhang) fasst die Flechtenarten des Eigentals zusammen. Als Bestimmungsliteratur diente: WIRTH (1984), CLAUZADE & ROUX (1985), POELT (1974), POELT & VĚZDA (1977, 1981); die Nomenklatur richtet sich nach WIRTH (1987) und SANTESSON (1984), jene der lichenicolen Pilze nach DIEDERICH (1989) sowie CLAUZADE, DIEDERICH & ROUX (1989). Überprüft wurden auch ältere Proben und Aufnahmen, die E. FREY (Bern) und J. AREGGER (Luzern) v. a. in den Jahren 1950–1970 sammelten. Ferner wurden weitere Belege des Herbariums des Natur-Museums Luzern (NMLU) und von F. MÜLLER (U. GRONER, Zürich) gesichtet.

Für die Flechtenerhebungen wurde eine Aufnahmetechnik gewählt, die auf der bewährten, botanischen Standardmethode von BRAUN-BLANQUET (1928) aufbaut. Diese Schätzmethode, von WIRTH (1972) modifiziert, fand bereits verschiedentlich im Voralpengebiet Anwendung (vgl. RUOSS et al. 1989).

Im Voralpengebiet wurden die Flechten an insgesamt 142 Laubbäumen ausgewertet. In der Region des Eigentals wurden bei Fuchsbüel (5 Aufnahmen), Schwarzenberg–Lehn (8), im Giessbach-Tal (11) und auf der Krienseregg (3) detaillierte Bestandesaufnahmen gemacht. Weitere Aufnahmen an Nadelbäumen stammen aus den Wäldern an der Rengg zwischen Dornegg und Höchberg, sowie vom Meienstosschäppeli im Bannwald entlang des Rümligs.

Um den ökologischen Reichtum des Gebietes aufzuzeigen, wurden für die Erhebungen jeweils die besten Flechtenbäume ausgewählt. Der prozentuale Deckungsgrad wurde in der Regel am Baumstamm zwischen 100 cm und 200 cm Höhe an homogenen, flechtenreichen Flächen geschätzt. Da die Rinden verschiedener Baumarten chemisch stark variieren, wurden für die Beurteilung der Naturräume nur Laubbäume berücksichtigt. Im Eigental waren dies Buchen, Bergahorn, Esche und Winterlinde, in den Wäldern

wurden zusätzlich Fichte und Weisstanne erfasst. Vergleichsproben der Flechten und die Protokolle sind im Natur-Museum (NMLU) hinterlegt.

### *Zeigerwerte von Flechten*

Die ökologischen Zeigerwerte richten sich nach jenen, die WIRTH (1984) für den süddeutschen Raum erarbeitete. Die für die Charakterisierung der verschiedenen Naturräume benutzten Werte waren:

*Acidität:* Die rindenbewohnenden Flechten zeigen eine Standortabhängigkeit, die durch den Säuregrad (pH) charakterisiert ist.

*Eutrophierungstoleranz:* Da die Bestimmung von Nährstoff- oder Mineralreichtum schwierig ist, wird bei Flechten das Mass der Eutrophierung am Standort als Zeigerwert benutzt. Der Nährstoffgehalt wird durch tierische Düngung (Vogelsitzplätze, Viehstandplätze), Staubanflug (z. B. an Naturstrassen) oder Mineraldüngung beeinflusst.

*Toxitoleranz:* Diese Angaben richten sich nach der Resistenz der Flechtenarten gegenüber «saurer» Luftverschmutzung. Die Bewertung stützt sich auf Untersuchungen in der Schweiz und auf Erfahrungswerte aus übrigen Gebieten Europas (vgl. VONARBURG et al. 1989, WIRTH 1984, HERZIG & URECH 1988).

### *Flechtenindex*

Um den ökologischen Zustand eines Gebietes mit Hilfe von Bioindikatoren zu beurteilen, galt es, die floristischen Resultate zu quantifizieren und die Zeigerwerte zu interpretieren. Die Flechtenvielfalt ist einerseits abhängig von der Artenvielfalt, andererseits von der Deckung. Da einzelne toxitolerante Arten mit grosser, oder viele juvenile Exemplare verschiedener Arten mit geringer Deckung auftreten können, hat sich eine Kombination dieser beiden Faktoren als geeignet erwiesen. Für die Berechnung eines Flechtenindex (FI) für optimal entwickelte Flechtenvegetation ergibt sich somit das Produkt aus geschätzter Deckung (D %) und Artenzahl (AZ).

$$FI = \frac{(D) \times (AZ)}{100}$$

Der Flechtenindex ist also ein Mass für die Reichhaltigkeit der Flechtenvegetation. Er ist umso höher, je grösser Artenzahl und Deckungsgrad



Abb. 2: Einzel- und Alleeäume sind in wenig belasteten Gebieten gute Flechtensubstrate. Die Flechten der fünf besten Trägeräume bei Fuchsbüel im Eigelten wurden im Rahmen des Luzerner Flechtenprojekts erfasst.

sind. Ein hoher Index wird als Hinweis auf optimale ökologische Bedingungen und geringe Belastung für Flechten interpretiert.

#### Bewertung der Flechtenparameter

Für die Bewertung wurden die Mittelwerte (Standardabweichung) der Flechtenparameter Dekkung, Artenzahl und Flechtenindex vergleichbarer Naturräume berechnet. Der Mittelwert eines Naturraumes wurde dabei als Erwartungswert betrachtet. Die einzelnen Naturräume wurden folgendermassen definiert:

**Zentrum:** Siedlungs- oder Industriegebiet, seefern, dicht bebaut, ohne grössere Grünflächen; Umgebung der Bäume versiegelt, höchstens von Baumscheibe umgeben.

**Agglomeration:** Gebiete mit lockerer Bauweise, grösseren Grünzonen; Umgebung der Bäume meist Wiese oder Kieswege. Die Einheit wurde zusätzlich unterteilt in seenahe Gebiete (Agg-

Seeufer), reine Siedlungsgebiete (Agg-Siedlung) und landwirtschaftliche genutzte (Agg-Agrargebiet).

**Niederes Mittelland:** Intensiv-Landwirtschaftsgebiet zwischen 400 und 650 m ü. M., eigentliches Ackeraugebiet.

**Höheres Mittelland:** Intensiv-Landwirtschaftsgebiet zwischen 650 m und 950 m ü. M., vor allem Viehzucht und Obstaugebiet.

**Berggebiet:** Landwirtschaftsgebiete in der montanen Stufe zwischen 950–1100 m ü. M. Die Landwirtschaft wird ganzjährig betrieben, mässig intensive Viehzucht dominiert.

**Voralpengebiet:** Gebiete mit Berglandwirtschaft, Alpgebiete, extensiv bewirtschaftete Zonen zwischen 1100 und 1400 m ü. M. und Erholungsgebiete (Tourismus) zwischen 1100 und 1400 m ü. M.

**Napfbergland:** Dieses Bergland wurde aufgrund seiner geographischen Isolation separat bewertet. Es umfasst extensiv landwirtschaftlich genutzte Regionen zwischen 980 und 1400 m ü. M.

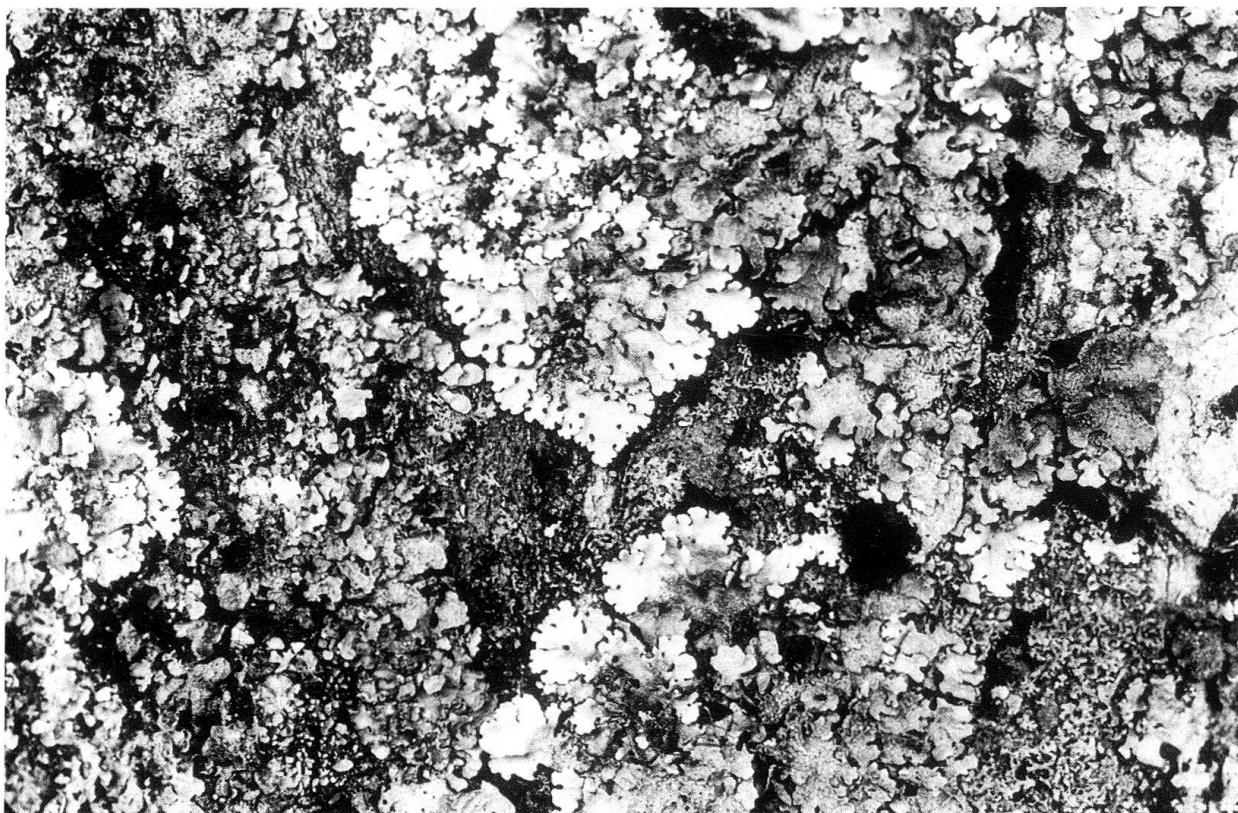


Abb. 3: Die Baumstämme im Eigental waren zu 70% von 17 bis 29 Flechtenarten bedeckt; zu den häufigsten gehörten *Parmelia tiliacea* (Mitte), *P. subrudecta* (rechts), *P. sulcata* (links) und *Physcia tenella* (kleine dazwischen).

### Resultate

Im Rahmen des Flechtenprojekts wurden im Kantonsgebiet rund 400 Flechtenarten bestimmt. Diese Flechtenliste umfasst vorzugsweise rindenbesiedelnde Arten. Im Voralpengebiet konnten an freistehenden Laubbäumen insgesamt 140 epiphytische Arten registriert werden, wovon nur 31 auf mehr als 20% der Bäume vorkamen. Die

meisten waren also nicht regelmässig anzutreffen. Im Voralpengebiet betragen die maximalen Werte pro Baum 34 Flechtenarten und die Deckung 95%.

Im Eigental war die Flechtenvegetation freistehender Laubbäume an den Alleen bei Fuchsbüel, entlang des Rümligs, beispielsweise bei Gantersei, sowie an den Lärchen beim Chräigütsch besonders reich ausgebildet. An den Alleebäumen bei Fuchsbüel

Tab.1: Die Mittelwerte und Standardabweichungen der Flechtenparameter in der Region des Eigentals.

Gebiet	Deckung %	Artenzahl	Flechtenindex
Giessbach-Tal	$60 \pm 15,0$	$19 \pm 5,6$	$10,7 \pm 3,4$
Schwarzenberg	$69 \pm 14,7$	$19 \pm 2,9$	$13,2 \pm 3,2$
Eigental	$70 \pm 8,9$	$22 \pm 4,5$	$15,4 \pm 2,8$
Krienseregg	$77 \pm 4,7$	$19 \pm 5,4$	$17,6 \pm 3,1$

(1020–1080 m ü. M.) wurden insgesamt 50 Flechtenarten festgestellt (Abb. 2). Der überwiegende Teil dieser Flechten waren Arten, die mässig saure bis neutrale Substrate bevorzugen. Rund zwei Drittel aller Arten meiden eutrophierte Standorte. Die Unterschiede zwischen landwirtschaftlich verschiedenen intensiv genutzten Gebieten waren offensichtlich. Im ganzjährig landwirtschaftlich genutzten Gebiet von Schwarzenberg wuchsen die nitrophytischen Arten mit einer durchschnittlichen Deckung von rund 22%, während der Anteil im Eigental und auf der Krienseregg lediglich 7% betrug. Die Strauchflechten *Evernia prunastri*, *Ramalina* sp. und auch die Bartflechten *Usnea* sp., zumindest juvenile Exemplare, waren regelmässig vorhanden, während sie in der Gegend von Schwarzenberg, wie auch im landwirtschaftlich intensiv genutzten Luzerner Mittelland, zumeist fehlten. Es handelt sich dabei um empfindliche Flechten nebelfeuchter Standorte. Die im Eigental erfassten Alleeäume wiesen eine Deckung zwischen 60 und 80% und 17 bis 29 Arten auf (Tab. 1, Abb. 3). Die durchschnittlichen Werte lagen damit höher als jene der umliegenden Gebiete zwischen Schwarzenberg und Lehn (880–1370 m) sowie im Tal des Giessbachs (Stäfeli, 920–1370 m). Im Vergleich zur Krienseregg (1010–1280 m) war die Deckung niedriger, die Artenzahlen jedoch höher.

#### Vergleich mit Voralpengebiet

Ein Vergleich der Werte der Region Eigental – zusammengefasst in Eigental/Krienseregg und Giessbachtal/Schwarzenberg – mit anderen des Voralpengebiets zeigt deutliche, regionale Unterschiede (Abb. 4). Zu den flechtenreichen Regionen ( $FI > 15$ ) gehören neben Eigental/Krienseregg auch Schallenberg, Glichenberg, Sörenberg, Menzberg/Napf und Heiligkreuz. Als durchschnittliche Regionen ( $FI < 15$ ) verbleiben Hilferenpass und Rigi. Schwarzenberg weist, wie die Regionen Entlebuch (Tal), Rengg, Bürgenstock und Hinterbergen deutlich niedrigere Flechtenindizes ( $FI \pm 10$ )

auf. Eine markante Zunahme ist, wie im übrigen Luzerner Berggebiet, oberhalb 900 bis 1000 m ü. M. festzustellen.

Generell war im Luzerner Voralpengebiet eine Abnahme des Flechtenreichtums von Westen gegen Osten zu beobachten. Die durchschnittlichen Werte von Deckung, Artenzahl und Flechtenindex nehmen vom Schallenberg (Kt. Bern) bis zur Rigi deutlich

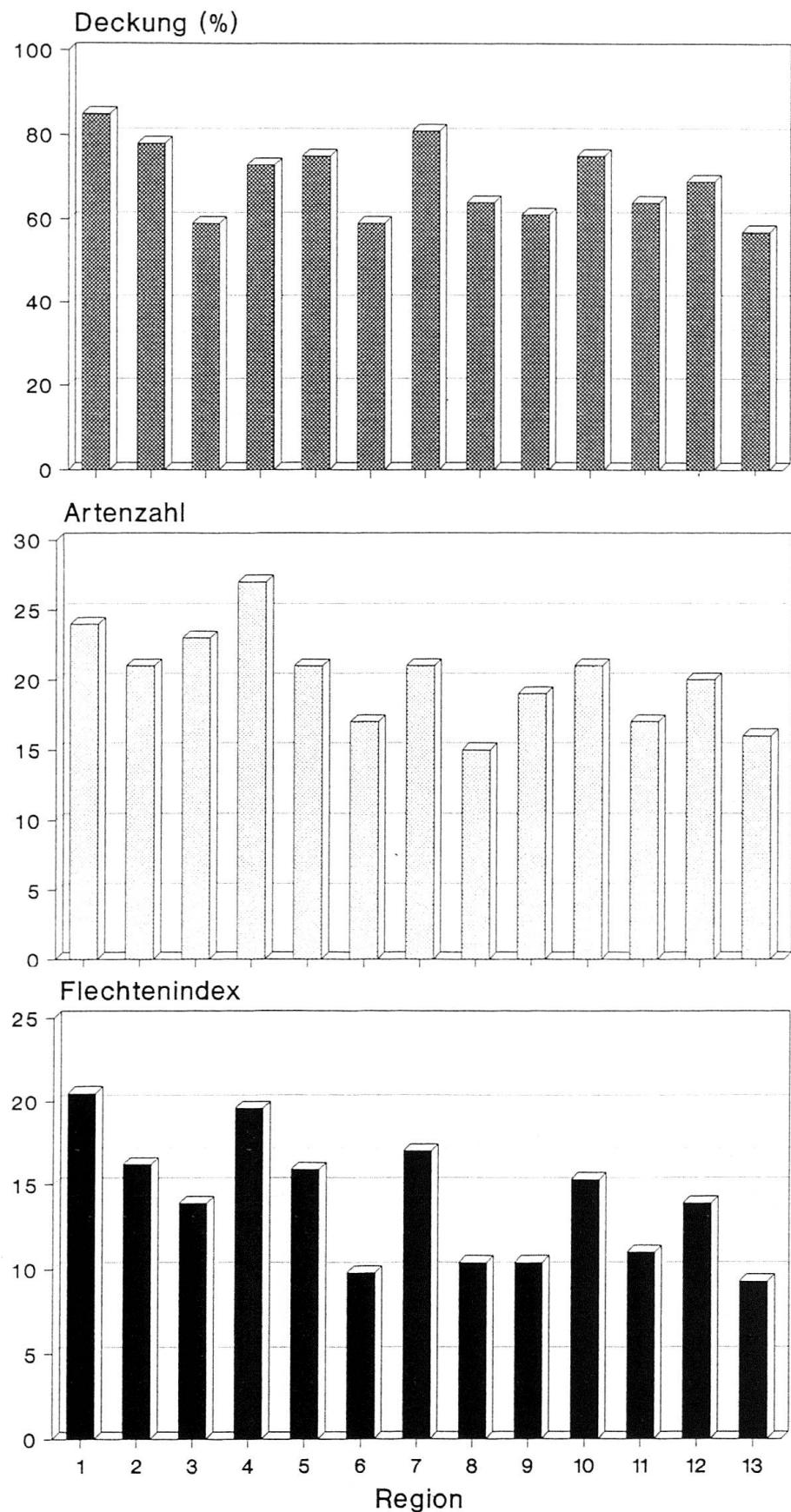


Abb. 4: Unterscheidung verschiedener Gebiete der Region Eigental aufgrund der Mittelwerte von Deckung, Flechtenartenzahl und Flechtenindex.

Abb. 5: Mittelwerte von Flechtenartenzahl, Deckung und Flechtenindex entlang eines Transsekt im Luzerner Voralpengebiet, vom Schallenberg bis zur Rigi.

Regionen:

- 1: Schallenberg
- 2: Glichenberg
- 3: Hilferenpass
- 4: Mariantal/Sörenberg
- 5: Menzberg/Napf
- 6: Entlebuch (Tal)
- 7: Heiligkreuz
- 8: Rengg
- 9: Schwarzenberg
- 10: Eigenthal/Krienser-egg
- 11: Bürgenstock
- 12: Rigi
- 13: Hinterbergen



ab. Die durchschnittlichen Deckungswerte variieren allerdings nicht sehr stark und liegen zwischen 60% und 80%. Auffallende Unterschiede bestehen bezüglich Artenzahl. Im westlichen Berggebiet, zwischen Schallenberg und Heiligkreuz, sind durchschnittlich 20 bis 27 Arten pro Baum zu finden, zwischen Rengg und Rigi nur noch 15 bis 22 Flechtenarten.

### Bewertung

Der Vergleich der Ergebnisse aus dem Eigelatal mit den Mittelwerten und den Standardabweichungen der Flechtenparameter der jeweiligen Naturräume des Kantons Luzern (Abb. 5) erlaubte eine Bewertung der Flechtentvorkommen. Der Mittelwert wurde dabei als Erwartungswert eines Naturraumes im Kanton Luzern betrachtet. Demnach liegen die Werte des Flechtenindexes des Eigelitals und der Krienseregg deutlich im oberen Bereich der Standardabweichung des Erwartungswertes für das Voralpengebiet. Die Werte von Schwarzenberg sind höher als der Erwartungswert für das Berggebiet, während jene des Giessbach-Tales leicht darunter liegen.

Deutlich ersichtlich ist die Verarmung der Flechtenvegetation vom Napfbergland zum Zentrum. Zwischen Siedlungsgebieten und Landwirtschaftsgebieten sowie zwischen Landwirtschaftsgebieten und Voralpengebieten sind kleine Sprünge erkennbar. Der erste Sprung dürfte auf geringere Schadstoffbelastung (v.a. saure Luftschaadstoffe) und bessere ökologische Bedingungen, der zweite auf geringere Düngewirkung und zu-

sätzlich auf den Höheneffekt (Zunahme zwischen 900 und 1000 m ü. M.) zurückzuführen sein.

Die Flechtenparameter zeigen ebenso deutliche Unterschiede bei der Einteilung in nutzungsbezogene Zonen (Tab. 2). Artenzahlen, Deckung und Flechtenindex nehmen im Kanton Luzern vom Stadtzentrum zur Agglomeration zum Landwirtschaftsgebiet deutlich zu. Diese Unterschiede sind nutzungsabhängig und somit durch Immisionen verursacht. Die Immissionen sind allerdings unterschiedlich, in der Stadt überwiegen die sauren, im Landwirtschaftsgebiet die basischen, stickstoffreichen Luftfremdstoffe. Überlagert wird dieser Trend durch klimatische Unterschiede, die für Flechten in Seenähe und im Berg- und Voralpengebiet oberhalb rund 900 m optimaler sind. Einer der wichtigsten Faktoren dürfte dabei die höhere Luftfeuchtigkeit sein.

### Seltene Flechten im Eigelatal

Die epiphytische Flechtenvegetation freistehender Laubbäume des Eigelitals entspricht jener des übrigen Voralpengebietes (vgl. RUOSS et al. 1989). Als besonders reich hat sich die Flechtenvegetation der Wälder erwiesen. Im Stösswald an der Rengg und im Bannwald am Rümlig wurden Waldbestände mit alten Weisstannen und Buchen gefunden, die von seltenen, «ozeanischen» Flechten bewachsen sind. Hinweise auf die Vorkommen seltener Flechten im Eigelatal gab bereits FREY (1963). Anlässlich der Flechtenuntersuchungen und mehrerer Exkursionen konnten bisher 19 Arten nachgewiesen wer-

Tab. 2: Vergleich der Erwartungsbereiche (Mittelwert  $\pm$  Standardabweichungen der Flechtenparameter der vier verschiedenen Zonen im Kanton Luzern: Stadtzentrum (dichte Siedlungsgebiete), Agglomeration (lockere Siedlungsgebiete und seenahe Standorte), Landwirtschaftsgebiete des Mittellandes sowie Voralpengebiet (mit Napfbergland)).

	<i>Stadtzentrum</i>	<i>Agglomeration</i>	<i>Landwirtschaftsgebiet</i>	<i>Voralpengebiet</i>
Flechtenzahl	1–6	6–13	11–19	15–24
Deckung(%)	0–20	15–50	40–75	55–85
Flechtenindex	0–1,2	1–1,2	5–13	9–18

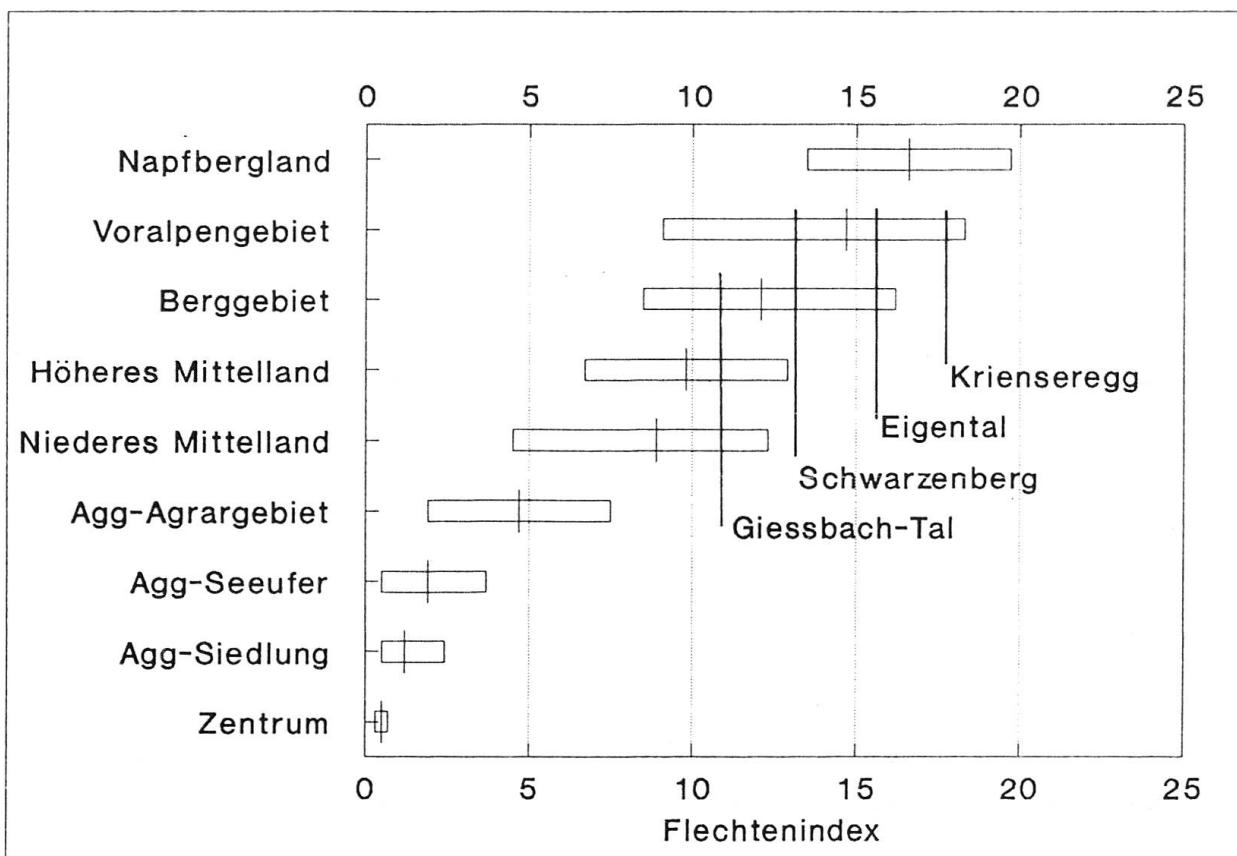


Abb. 6: Vergleich der Flechtenparameter verschiedener Naturräume des Kantons Luzern. Die Charakterisierung des Flechtenreichtums solcher Räume mit Hilfe von Mittelwerten und Standardabweichungen eignet sich zur Bestimmung von Erwartungswerten und zur Abgrenzung verschiedener Flechtenzonen.

den, die, analog der Zusammenstellung von SCHAUER (1965) und DIETRICH (1990) für den Merliwald bei Giswil, zu den ozeanischen Flechten gezählt werden können.

In die Gruppe der «ozeanischen» Flechten – inklusive subozeanische – gehören Arten, die in Europa ihre Hauptverbreitung in Gebieten mit einem vom Meer beeinflussten Klima haben. DEGELIUS (1935) zählte diese Flechtengruppe daher klimaökologisch zum ozeanischen Florenelement. In Mitteleuropa hängt allerdings deren Vorkommen nicht von der Meeresnähe, sondern von lokalen Klimabedingungen ab, insbesondere von einer hohen Luftfeuchtigkeit. Hohe Niederschläge, häufige Nebel und ausgewogene Temperaturen sind die wichtigsten klimatischen Voraussetzungen dazu. Besonders wichtig sind intakte ökologische Bedingun-

gen im Wald. Diese sind von der Struktur des Waldes (Aufbau, Artenzusammensetzung, Waldrand, Unterwuchs), dem Vorkommen alter Bäume sowie von einer schonenden Waldbewirtschaftung abhängig (RUOSS & CLERC 1987). Die intensive Forstwirtschaft hat nach FREY (1958) und ESSEEN et al. (1981) fatale Folgen für die Artenvielfalt der Flechtenflora der Wälder. Dies zeigt sich in einer Abnahme der Artenzahl und einer Zunahme der Deckung einzelner, üppig gedeihender Arten, die durch vermehrte Sonneneinstrahlung und geringere Luftfeuchtigkeit gefördert werden.

Durch die Lage des Eigentals am schattigen Nordfuß des Pilatus auf rund 1000–1200 m ü. M. sind die klimatischen Bedingungen für diese ozeanischen Flechten optimal: eine hohe Luftfeuchtigkeit als Fol-

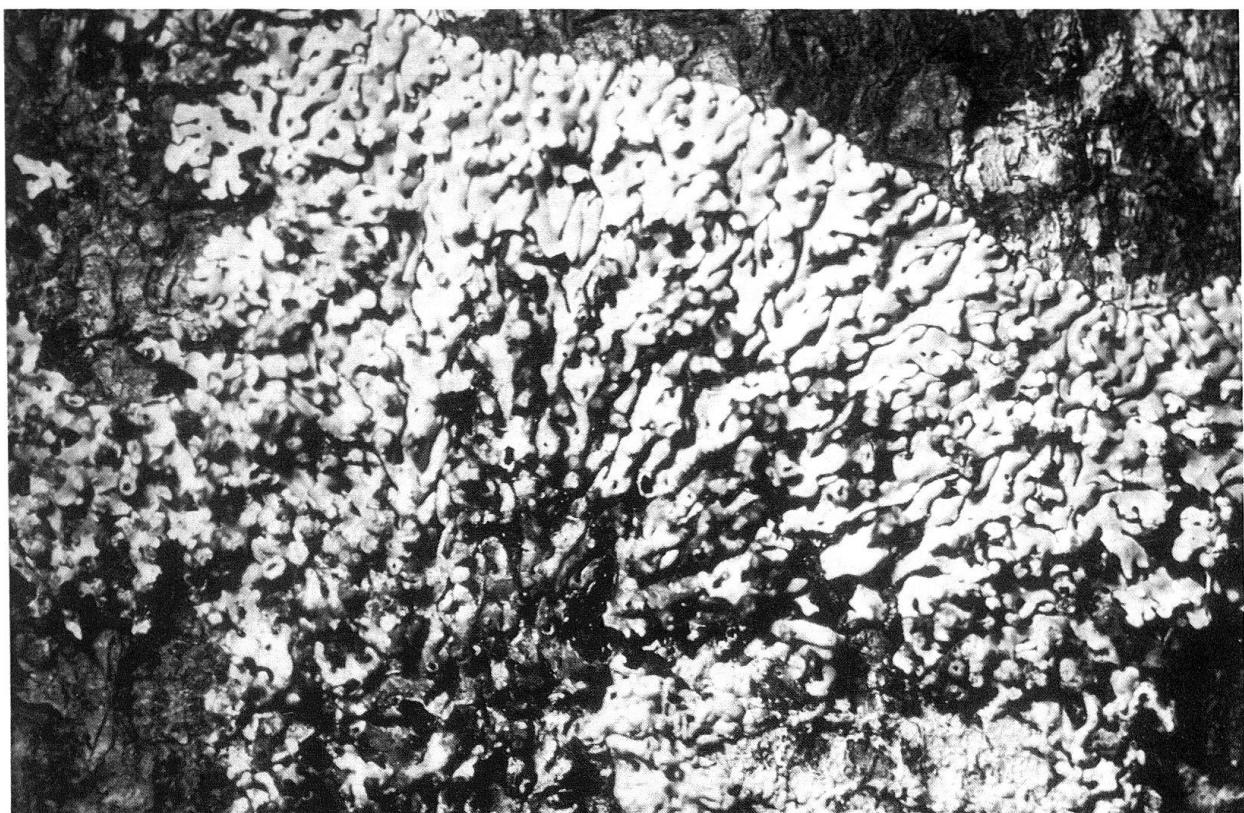


Abb. 7: *Menegazzia terebrata* ist eine ozeanische Flechte, die im Eigental besonders häufig vorkommt. Sie ist aufgrund der kleinen Löcher in den Loben leicht zu erkennen.

ge der häufigen Nebel sowie naturnahe Wälder mit alten Baumbeständen.

*Usnea madeirensis* ist eine der seltensten Bartflechten der Schweiz. Im Eigental wächst sie an alten Weisstannen (*Abies alba*) im Stösswald. Neben dem Vorkommen im Eigental sind noch zwei weitere Fundorte, im Merliwald bei Giswil OW und bei Vordemwald AG, bekannt (CLERC 1991). Bei der Probe aus dem Eigental handelt es sich allerdings um eine Kümmerform. Eine weitere ozeanische Bartflechte, *Usnea ceratina*, ist im Eigental häufiger anzutreffen. FREY fand sie im Furenmooswald auf der Krienseregg; neu konnte sie bei Guber, im Bannwald und im Stösswald an Tannen und Fichten (*Picea abies*) nachgewiesen werden. Andere Arten der Bartflechten sind im Voralpengebiet häufiger auffindbar.

Von den 22 bisher nachgewiesenen Arten der Gattung *Parmelia* werden sechs zu den

ozeanischen Flechten gezählt. *Parmelia laevigata*, *P. sinuosa*, *P. arnoldii*, *P. revoluta* und *P. taylorensis* gehören zu den in der Schweiz sehr seltenen Flechtenarten. Diese Funde sind für den Kanton Luzern einzigartig. Im Eigental sind mehrere Fundorte bekannt: beim Blattenloch, im Stösswald, im Bannwald, beim Holderchäppeli sowie im Furenmooswald auf der Krienseregg wachsen sie an Weisstannen und Buchen (*Fagus silvatica*). *P. arnoldii* ist zudem aus den Gebieten Salwideli–Husegg (Flühli) und Vitznau bekannt, die übrigen vier Arten konnten im Kanton Luzern ausser im Gebiet Krienseregg/Eigental noch nicht nachgewiesen werden. *P. contorta* ist dagegen im Voralpengebiet in der montanen Stufe häufiger anzutreffen (RUOSS et al. 1989).

Zwei weitere ozeanische Flechten konnten bisher im Kanton Luzern nur in der Region Eigental nachgewiesen werden; wei-



Abb. 8: *Parmelia laevigata*, eine typische Altwaldart, kommt im Eigental an alten Weisstannen vor. In der Schweiz ist sie noch vom Merliwald OW und von der Ibergeregg SZ bekannt.

tere Funde sind allerdings noch zu erwarten. *Cetraria oakesiana* ist in der Region Eigental selten, wurde von FREY (1959) aber auch von andern Gebieten der Zentralschweiz (Engelberg OW, Ibergeregg SZ) angegeben. Sie wächst an Weisstannen und Fichten am feuchten, im Winter schneebedeckten Stammfuss. *Menegazzia terebrata* tritt an optimalen Standorten gehäuft auf. Dieselbe Beobachtung konnte auch in den Gebieten Merliwald OW und Bödmerenwald SZ (DIETRICH 1990, GRONER & CLERC 1988) gemacht werden. Im Eigental ist sie an alten Weisstannen im Stösswald und im Bannwald häufig und gut entwickelt.

Zu den ozeanischen Flechten werden auch *Arthonia leucopellaea*, *Cetrelia cetrarioides*, *C. olivetorum*, *Loxospora elatina*, *Micarea cinerea*, *Pertusaria hemisphaerica* und *Thelotrema lepadinum* gezählt. Diese Arten sind in den Luzerner Voralpen auf die

luftfeuchten Gebiete beschränkt, einige wurden bereits in anderen Gebieten der montanen Stufe gefunden. Die Krustenflechten *Arthonia leucopellaea*, *Micarea cinerea* oder *Pertusaria hemisphaerica* wurden bisher oft übersehen und dürften künftig vermehrt nachgewiesen werden. *Normandina pulchella* und *Leptogium saturninum* sind vor allem vom standörtlichen Kleinklima abhängig. Sie kommen im Gebiet meist an bachnahen Bäumen vor und bevorzugen feuchte Stellen in Borkenrissen oder wachsen über Moosen.

Die Flechten im Eigental beherbergen eine Vielzahl von parasitischen oder parasymbiotischen Pilzen, die noch kaum erfasst wurden. Auf dem Thallus von *Lecanora chlarotera* konnten schwarze Pykniden als *Vouauxiella lichenicola* bestimmt werden, auf den Apothezien *Lichenoconium lecanorae* (beides Deuteromyceten) und *Stigmi-*

*dium schaeereri* (ein Ascomycet). Auf Arten der Gattung *Parmelia* wurde zudem der Ascomycet *Abrothallus parmeliacarum* nachgewiesen. Es handelt sich dabei um Pilzarten, die in ganz Europa häufig und weit verbreitet sind. Aufgrund des feuchten Lokalklimas im Eigental ist eine Vielzahl weiterer lichenicoler Pilze zu erwarten.

### Diskussion

Im Gebiet Eigental/Krienseregg konnten – wie im Napfgebiet und im höheren Voralpengebiet – bedeutend besser entwickelte Flechtengemeinschaften mit vielen empfindlichen und anitrophytischen Arten beobachtet werden als in den niedrigeren Berglagen, wie beispielsweise in Schwarzenberg. Die Mittelwerte des Eigentals und der Krienseregg liegen deutlich über den Erwartungswerten für das Voralpengebiet. Der Flechtenreichtum ist auf die für Flechten besseren ökologischen Bedingungen und auf die geringere Luftschatzstoffbelastung zurückzuführen. Auch die Depositionsuntersuchungen (Mitt. Amt für Umweltschutz) haben gezeigt, dass beispielsweise das Sörenberggebiet eine sehr geringe Luftschatzstoffbelastung aufweist. In den flechtenärmeren Gebieten dürfte die Lage rund um die lufthygienisch belastete Agglomeration Luzern und die intensivere landwirtschaftliche Nutzung ausschlaggebend sein für die kleineren Werte. Aufgrund von Vergleichen mit ähnlichen Flechtenzonierungen im Voralpengebiet (VONARBURG 1990, WITTMANN & TÜRK 1988) können das Gebiet Schwarzenberg in bezug auf saure Luftschatzstoffe als schwach belastet, die höher gelegenen Gebiete Eigental und Krienseregg als unbelastet bezeichnet werden.

Klare Indizien für stark saure Immissionen («saurer Regen») konnten im Eigental, wie auch im übrigen Voralpengebiet, nicht gefunden werden. Vermutlich sind die sauren Luftschatzstoffe nicht direkte Ursache der heutigen Waldschäden im Voralpengebiet. Die reichsten Flechtenvorkommen wa-

ren oft in Gebieten mit grossen Waldschäden zu beobachten. Solche gegensätzliche Verhältnisse konnten beispielsweise im Gebiet Rigi (RUOSS et al. 1989, BAUMANN 1989) und bei Heiligkreuz im Entlebuch beobachtet werden. Im Entlebuch, Pilatus/Rigi- und Napf-Gebiet waren nach Angaben des Kantonsforstamtes Luzern (1989) die Anteile an schwach und mittelstark geschädigten Bäumen und Wäldern grösser als im Luzerner Mittelland. Dasselbe Ergebnis zeigte die Auswertung nach Höhenlage. Die Zahl der mittelstark geschädigten Bäume nahm oberhalb von 1000 m ü. M. zu. Die Flechtenflora dagegen war im Voralpengebiet bedeutend reicher als im Luzerner Mittelland. Empfindliche Arten waren zudem häufig zu beobachten und wiesen meist keine Schädigungen auf.

Da die Flechten, bekannt als Indikatoren saurer Luftschatzstoffe, weitgehend intakt sind, kann angenommen werden, dass heute im Voralpengebiet der «saure Regen» nur indirekt an den Waldschäden beteiligt ist. Sonst hätten erhöhte «saurer» Immissionen zu einer deutlichen Schädigung und gar zum Verschwinden von empfindlichen Flechten geführt. Diese Ergebnisse stimmen mit jenen ähnlicher Erhebungen im Voralpengebiet Deutschlands und Österreichs überein. KÖSTNER & LANGE (1986) in Garmisch-Partenkirchen und WITTMANN & TÜRK (1988) im Bundesland Salzburg fanden ähnliche, entgegengesetzte Entwicklungen von Waldschäden und Flechtenvorkommen. Sie schlossen dabei ebenfalls sauer reagierende Komponenten der Luftschatzstoffe als Hauptursache für die neuartigen Waldschäden aus.

Um die Ursachen der Schädigungen von Pflanzen genauer zu kennen, müssen somit die Auswirkungen weiterer Luftfremdstoffe (u. a. Ozon, Nitrat, Ammonium) auf die verschiedenen Organismengruppen untersucht werden. Es hat sich beispielsweise gezeigt, dass in flechtenreichen Gebieten der Luzerner Voralpen im Sommer hohe Ozonkonzentrationen gemessen werden (JANACH & JOLLER 1989). Es ist anzunehmen,

dass der Sommersmog die Flechten – im Gegensatz zu den Bäumen – nicht wesentlich schädigt. Die Gründe für dieses gegensätzliche Verhalten sind allerdings noch kaum erforscht.

Die Flechenvorkommen des Eigentals können als Relikt einer früher in der montanen Stufe weitverbreiteten, vielfältigen Flechtenflora bezeichnet werden. Bisher konnten 19 als ozeanisch geltende Flechten nachgewiesen werden. Bereits FREY (1959) beobachtete auf seinen Exkursionen seltene ozeanische Flechten und vermutete, dass in der «luftfeuchten Innerschweiz» diese Arten gehäuft auftreten könnten. Er fand weitere solche Gebiete auf der Ibergeregg, im Alptal SZ, in Engelberg (Gerschnialp), Chli Schlierental und Merliwald OW. Neuere Erhebungen von DIETRICH (1990) und GRONER (1990) im Merliwald bei Giswil sowie im Bödmerenwald im Muotatal zeigen eindrücklich, dass die Vermutung von FREY zutreffend ist. Da im Rahmen des Luzerner Flechtenprojekts nur freistehende Laubbäume berücksichtigt wurden, sind im Kanton Luzern bisher keine weiteren Flechtenrefugien bekannt geworden. Es ist denkbar, dass Flechtenarten, die als sehr selten oder ausgestorben gelten, noch vermehrt zu finden sein werden. Dies stellten auch TÜRK & WITTMANN (1986) bei der Kartierung der Flechten Österreichs fest. Sie schrieben solche Neufunde – trotz dem Flechtenrückgang – dem unzureichenden floristischen Bearbeitungsstand, der leichteren Erreichbarkeit abgelegener Gebiete sowie den Fortschritten der systematischen Forschung zu. Die fortlaufenden Inventarisierungen werden zeigen, ob es in der Zentralschweiz weitere, für die Schweiz bedeutsame Gebiete mit Vorkommen ozeanischer Flechten gibt.

#### *Erhaltung flechtenreicher Standorte*

Der Schutz flechtenreicher Waldgebiete – wie jene des Eigentals – wird nicht durch «Naturschutz» im üblichen Sinn, sondern durch die heutige Plenterbewirtschaftung

gewährleistet. Eine schonende Waldbewirtschaftung ist Voraussetzung für die Erhaltung dieser naturnahen, ursprünglichen Waldökosysteme. Das Ausbringen von Kalk (als Massnahme gegen saure Niederschläge), Veränderungen des Feuchtigkeitsregimes, Düngung sowie das Schlagen von Schneisen für Bahn- oder Skilifterschlüsse oder Langlaufloipen führen zu Änderungen des Waldklimas und damit zum Verschwinden der letzten Bestände. Untersuchungen von DIETRICH (1990) im Merliwald bei Giswil OW und GRONER (1990) im Bödmerenwald SZ haben gezeigt, dass Veränderungen der Waldökologie verhindert werden müssen, um die selteneren ozeanischen Flechten zu erhalten. Wichtig ist zudem eine möglichst vielfältige Arten- und Altersstruktur der Wälder und die Erhaltung alter Baumbestände. Waldgebiete mit einer reichen Flechtenflora (z. B. im Dornegggebiet) sind detailliert zu erfassen. In Zusammenarbeit mit den zuständigen Förstern ist eine schonende Nutzung zu vereinbaren.

Die Erhaltung freistehender, einheimischer Einzelbäume ist im Eigental, wie auch im übrigen Voralpengebiet, besonders wichtig. Vielerorts herrscht ein deutlicher Mangel an solchen ökologisch bedeutsamen Einzelbäumen. Um eine reiche Flechtenflora zu bewahren, ist zudem die Beibehaltung einer extensiven Berglandwirtschaft notwendig. Für besonders wertvolle Gebiete wie das Eigental, gilt es künftig, detaillierte Aufnahmen der Flechtenflora zu erstellen und Massnahmen zu deren Erhaltung zu formulieren.

#### *Dank*

Das Luzerner Flechtenprojekt sowie eine Exkursion der SVBL wurden durch die finanzielle Unterstützung des Amts für Umweltschutz des Kantons Luzern (AFU), des Bundesamtes für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) sowie der Naturforschenden Gesellschaft Luzern (NGL) ermöglicht. Mein Dank gilt allen, die mit ihrer Teilnahme an Exkursionen, ihren Bestimmungen (vgl. Anhang) und Anregungen die vor-

liegende Publikation ermöglicht haben; namentlich erwähnen möchte ich Dr. Paul Diederich (LUX) für die Überprüfung resp. Bestimmung der lichenicolen Pilze, Dr. P. Clerc, Genf, für die

Bestimmung der Bartflechten, sowie Dr. Luc Schifferli, Schweizerische Vogelwarte Sempach, und Elsbeth Ruoss-Schär für die aufmerksame und kritische Durchsicht des Manuskripts.

## ANHANG

Liste der im Eigental während der Exkursionen seit 1956 und im Rahmen des Flechtenprojekts (1986–1990) nachgewiesenen Flechten. Leg. & det. E. Ruoss, M. Dietrich, C. Keller, E. Frey, P. Clerc, U. Groner, E. Frey, J. Aregger, K. Ammann.

<i>Arthonia leucopellaea*</i>	<i>Clauzadea immersa</i>	<i>Parmelia arnoldii*</i>
<i>Arthonia radiata</i>	<i>Collema cristatum</i>	<i>Parmelia caperata</i>
<i>Baeomyces roseus</i>	<i>Evernia divaricata</i>	<i>Parmelia contorta*</i>
<i>Baeomyces rufus</i>	<i>Evernia prunastri</i>	<i>Parmelia elegantula</i>
<i>Bryoria fuscescens</i>	<i>Graphis scripta</i>	<i>Parmelia exasperatula</i>
<i>Bryoria nadvornikiana</i>	<i>Hymenelia coerulea</i>	<i>Parmelia flaventior</i>
<i>Buellia erubescens</i>	<i>Hypocenomyce scalaris</i>	<i>Parmelia glabra</i>
<i>Buellia griseovirens</i>	<i>Hypogymnia farinacea</i>	<i>Parmelia glabratula</i>
<i>Buellia punctata</i>	<i>Hypogymnia physodes</i>	<i>Parmelia laevigata*</i>
<i>Buellia schaeereri</i>	<i>Hypogymnia tubulosa</i>	<i>Parmelia pastillifera</i>
<i>Calicium viride</i>	<i>Hypogymnia vittata</i>	<i>Parmelia quericina</i>
<i>Caloplaca biatorina</i>	<i>Icmadophila ericetorum</i>	<i>Parmelia revoluta*</i>
<i>Candelaria concolor</i>	<i>Imshaugia aleurites</i>	<i>Parmelia saxatilis</i>
<i>Candelariella reflexa</i>	<i>Lecanactis abietina</i>	<i>Parmelia sinuosa*</i>
<i>Candelariella vitellina</i>	<i>Lecanora allophana</i>	<i>Parmelia stuppea</i>
<i>Candelariella xanthostigma</i>	<i>Lecanora argentata</i>	<i>Parmelia subargentifera</i>
<i>Cetraria islandica</i>	<i>Lecanora carpinea</i>	<i>Parmelia subaurifera</i>
<i>Cetraria oakesiana*</i>	<i>Lecanora chlarotera</i>	<i>Parmelia subrudecta</i>
<i>Cetraria sepincola</i>	<i>Lecanora conizaeoides</i>	<i>Parmelia sulcata</i>
<i>Cetrelia cetrariooides*</i>	<i>Lecanora epibryon</i>	<i>Parmelia taylorensis*</i>
<i>Cetrelia olivetorum*</i>	<i>Lecanora subrugosa</i>	<i>Parmelia tiliacea</i>
<i>Chaenotheca chryscephala</i>	<i>Lecidella achristotera</i>	<i>Parmeliopsis ambigua</i>
<i>Chaenotheca ferruginea</i>	<i>Lecidella elaeochroma</i>	<i>Parmeliopsis hyperopta</i>
<i>Chaenotheca furfuracea</i>	<i>Lecidella euphorea</i>	<i>Peltigera canina</i>
<i>Chaenotheca trichialis</i>	<i>Lepraria crassissima</i>	<i>Peltigera horizontalis</i>
<i>Chrysothrix candelaris</i>	<i>Lepraria incana</i>	<i>Peltigera leucophlebia</i>
<i>Cladonia arbuscula ssp. <i>mitis</i></i>	<i>Leptogium lichenoides</i>	<i>Peltigera praetextata</i>
<i>Cladonia arbuscula ssp. <i>squarrosa</i></i>	<i>Leptogium plicatile</i>	<i>Peltigera rufescens</i>
<i>Cladonia cenotea</i>	<i>Leptogium saturninum*</i>	<i>Pertusaria albescens</i>
<i>Cladonia chlorophaea</i>	<i>Loxospora elatina*</i>	<i>Pertusaria amara</i>
<i>Cladonia coniocraea</i>	<i>Megaspora verrucosa</i>	<i>Pertusaria coccodes</i>
<i>Cladonia digitata</i>	<i>Menegazzia terebrata*</i>	<i>Pertusaria hemisphaerica*</i>
<i>Cladonia fimbriata</i>	<i>Micarea cinerea*</i>	<i>Phaeophyscia chloantha</i>
<i>Cladonia furcata</i>	<i>Mycoblastus sterilis</i>	<i>Phaeophyscia ciliata</i>
<i>Cladonia grayi</i>	<i>Normandina pulchella*</i>	<i>Phaeophyscia endophoenicea</i>
<i>Cladonia macroceras</i>	<i>Ochrolechia alboflavescens</i>	<i>Phaeophyscia orbicularis</i>
<i>Cladonia pocillum</i>	<i>Ochrolechia androgyna</i>	<i>Phlyctis argena</i>
<i>Cladonia rangiferina</i>	<i>Ochrolechia upsaliensis</i>	<i>Physcia adscendens</i>
<i>Cladonia squamosa</i>	<i>Opegrapha varia</i>	<i>Physcia aipolia</i>
<i>Cladonia stygia</i>	<i>Parmelia acetabulum</i>	<i>Physcia caesia</i>

<i>Physcia stellaris</i>	<i>Rhizocarpon petraeum</i>	<i>Xanthoria candelaria</i>
<i>Physcia tenella</i>	<i>Rinodina trevisani</i>	<i>Xanthoria elegans</i>
<i>Physconia distorta</i>	<i>Solorina bispora</i>	<i>Xanthoria fallax</i>
<i>Physconia perisidiosa</i>	<i>Solorina saccata</i>	<i>Xanthoria parietina</i>
<i>Placynthium nigrum</i>	<i>Thelotrema lepadinum*</i>	<i>Xanthoria polycarpa</i>
<i>Platismatia glauca</i>	<i>Toninia aromatica</i>	Lichenicole Pilze:
<i>Protoparmelia badia</i>	<i>Toninia candida</i>	<i>Abrothallus parmeliarum</i>
<i>Pseudevernia furfuracea</i>	<i>Usnea ceratina*</i>	<i>Lichenocionium lecanorae</i>
<i>Psora decipiens</i>	<i>Usnea filipendula</i>	<i>Stigmidium schaeereri</i>
<i>Psora lurida</i>	<i>Usnea hirta</i>	<i>Vouauxiella lichenicola</i>
<i>Ramalina farinacea</i>	<i>Usnea madeirensis*</i>	* «ozeanische Arten»
<i>Ramalina fraxinea</i>	<i>Usnea rigida</i>	
<i>Ramalina pollinaria</i>	<i>Usnea subfloridana</i>	
<i>Rhizocarpon geographicum</i>	<i>Usnea substerilis</i>	

## LITERATURVERZEICHNIS

- AREGGER, J. (1960): *Die Vegetation des Pilatus* in KAPPELER, M. A. (1960): *Pilati Montis Historia*. – Mitt. Naturf. Ges. Luzern, 18, 22–24.
- AREGGER, J. (1972): *Der Pilatus. Geschichtliches – Naturwissenschaftliches*. – Verh. der Schweiz. Naturf. Ges., 9–27.
- BAUMANN, R. (1989): *Waldschadenerhebungen an der Rigi-Südseite*. – Mitt. Naturf. Ges. Luzern, 30, 291–307.
- BRAUN-BLANQUET, J. (1928): *Pflanzensoziologie. Grundzüge der Vegetationskunde I*. – Berlin.
- CLAUZADE, G. & ROUX, C. (1985): *Likenoj des Okcidenta Europa. Ilustrite determinlibro*. – Bull. Soc. Bot. du Centre-Ouest, numéro spécial 7, 893 S.
- CLAUZADE, G., DIEDERICH, P. & ROUX, C. (1989): *Nelkenigintaj fungoj likenologaj*. – Bull. Soc. linnéenne de Provence, numéro spéciale 1, 142 S.
- CLERC, P. (1991): *Usnea madeirensis Mot. (ascomycètes lichénisée): une espèce méconnue de l'Europe et de l'Amérique du Nord*. – Candollea 46.
- DEGELIUS, G. (1935): *Das ozeanische Element der Strauch- und Laubflechtenflora von Skandinavien*. – Acta Phytogeographica Suecica 7, 411 S.
- DIEDERICH, P. (1989): *Les Lichens épiphytiques et leurs champignons lichenicoles (macrolichens exceptés) du Luxembourg*. – Travaux scientifiques du Musée National d'Histoire naturelle de Luxembourg, 14, 268 S.
- DIETRICH, M. (1990): *Die epiphytische Flechtenflora und -vegetation des Merliwaldes, Giswil OW*. – Lizentiatarbeit am Syst.-Geobot. Institut Bern, 107 S.
- ESSEEN, P.-A., ERICSON, L., LINDSTROM, H. & ZACKRISSON, O. (1981): *Occurrence and ecology of Usnea longissima in central Sweden*. – Lichenologist 13, 177–190.
- 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. (1959): *Beiträge zu einer Lichenenflora der Schweiz I*. – Ber. Schweiz. Bot. Ges. 69, 155–245.
- FREY, E. (1963): *Beiträge zu einer Lichenenflora der Schweiz II. 3. Die Familie Physciaceae*. – Ber. Schweiz. Bot. Ges. 73, 389–503.
- GRONER, U. (1990): *Die epiphytischen Makroflechten im Bödmerenwaldgebiet, Muotatal SZ*. – Berichte der Schwyzerischen Naturf. Ges. 9, 77–93.
- GRONER, U. & CLERC, P. (1988): *Ausgewählte Beispiele zur Flechtenflora des Bödmerenwaldes, Schwyz (Zentralschweiz)*. – Bot. Helv. 98, 15–26.
- HERZIG, R. & URECH, M. (1988): *Flechten als Bioindikatoren: Integriertes biologisches Messsystem der Luftverschmutzung für das Schweizer Mittelland*. – Diss. Universität Bern, 279 S.
- JANACH, W. & JOLLER, T. (1989): *Ozon-Immissionen an der Rigi*. – Mitt. Naturf. Ges. Luzern, 30, 135–145.
- KANTONSFORSTAMT LUZERN (1989): *Ergebnisse der Waldschadeninventur 1988 im Kanton Luzern*. Ed. S. Covi, 26 S. und Beilagen.
- KAPPELER, M. A. (1960): *Pilati Montis Historia (Naturgeschichte des Pilatusberges)*. – Deutsche Übersetzung des 1767 erschienenen Werkes, Mitt. Naturf. Ges. Luzern, 18, 37–241.
- KÖSTNER, B. & LANGE, O. L. (1986): *Epiphytische Flechten in bayerischen Waldschadensgebieten des nördlichen Alpenraumes*. – Ber. ANL 10, 185–210.
- POELT, J. 1974 («1969»): *Bestimmungsschlüssel europäischer Flechten*. – Cramer, Vaduz.
- POELT, J. & VĚZDA, A. (1977, 1981): *Bestimmungsschlüssel europäischer Flechten. Ergänzungshefte I+II*. – Cramer, Vaduz.

- RUOSS, E. & CLERC, P. (1987): *Bedrohte Flechtenrefugien im Alpenraum*. – Verh. der GfÖ (Graz 1985) 15: 121–128.
- RUOSS, E., KELLER, C. & SCHEIDEDECKER, C. (1989): *Flechten der Rigi*. – Mitt. Naturf. Ges. Luzern, 33: 197–224.
- RUOSS, E. & Mitarbeiter (1991): *Flechtenuntersuchungen im Kanton Luzern. Teilprojekt A: Flechteninventar*. – Schlussbericht z. H. Amt für Umweltschutz des Kantons Luzern, Natur-Museum Luzern, 100 S. und Anhang.
- SANTESSON, R. (1984): *The Lichens of Sweden and Norway*. – Stockholm und Uppsala, 333 S.
- SCHAUER, T. (1965): *Ozeanische Flechten im Nordalpenraum*. – Portug. Acta Biol. 8, 17–229.
- STIZENBERGER, E. (1882/83): *Lichenes Helvetici. Eorumque stationes et distributio*. Fasc. I+II. – Jahressb. Naturw. Ges. St. Gallen, 1880/81, 255–522 und 1881/82, 201–327.
- TÜRK, R. & WITTMANN, H. (1986): *Rote Liste gefährdeter Flechten (Lichenes) Österreichs*. – In: NIKELFELDT, H.: *Rote Listen gefährdeter Pflanzen Österreichs*. – Grüne Reihe des Bundesministeriums für Gesundheit und Umweltschutz, Wien, 164–176.
- VONARBURG, C. (1990): *Die Flechten an Alleeäumen am Zürichsee*. – Diplomarbeit, Geogr. Institut der Universität Zürich, 72 S.
- VONARBURG, C., RUOSS, E. & BURGA, C. A. (1990): *Bio-indikation mit Flechten an Rosskastanien am Zürichsee*. – Viertelj. Schr. Naturf. Ges. Zürich 135/4, 239–258.
- WIRTH, V. (1972): *Die Silikatflechten-Gemeinschaften im ausseralpinen Zentraleuropa*. – Diss. Bot. 17, Cramer, Vaduz.
- WIRTH, V. (1984): *Flechtenflora*. – Ulmer UTB, Stuttgart, 552 S.
- WIRTH, V. (1987): *Die Flechten Baden-Württembergs*. – Ulmer Verlag, Stuttgart, 528 S.
- WITTMANN, H. & TÜRK, R. (1988): *Immissionsbedingte Flechtenzonen im Bundesland Salzburg (A) und ihre Beziehungen zum Problemkreis «Waldsterben»*. – Ber. ANL 12, 247–258.

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