

Christoph Scheidegger
Christine Keller
Silvia Stofer

Flechten

der Schweiz

Vielfalt, Biologie, Naturschutz

Mit 52 Exkursionen

 Haupt

**Christoph Scheidegger
Christine Keller
Silvia Stofer**

Flechten der Schweiz

Vielfalt, Biologie, Naturschutz

Mit 52 Exkursionen

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|-----------|
| Vorwort | 7 |
| Biologie, Ökologie und Naturschutz der Flechten | 11 |
| 1 Über dieses Buch | 12 |
| 2 Biologie einer Symbiose | 14 |
| 2.1 Flechten als ernährungsbiologische Gruppe der Pilze | 15 |
| 2.2 Flechtenstoffe: Schutzstrategien vor Fressfeinden und Konkurrenten | 21 |
| 3 Wuchsformen des Lagers | 22 |
| 3.1 Krustenflechten | 23 |
| 3.2 Blattflechten | 27 |
| 3.3 Strauchflechten | 33 |
| 4 Vermehrungsstrategien und Ausbreitungsbiologie der Flechten | 34 |
| 4.1 Geschlechtliche Vermehrung des Pilzpartners | 36 |
| 4.2 Formen der Fruchtkörper, Asci und Sporen | 38 |
| 4.3 Vegetative Ausbreitungseinheiten | 43 |
| 5 Wechselfeuchte Lebensweise: Bei Stress abschalten | 52 |
| 5.1 Anatomie des Lagers | 53 |
| 5.2 Ökologischer Vorteil der wechselfeuchten Lebensweise | 56 |
| 5.3 Vorteil der Poikilohydrie in arktisch-alpiner Umgebung | 57 |
| 6.1 Stellung der Flechten im Pilzsystem | 60 |
| 6.2 Seit wann in der Erdgeschichte gibt es Flechten? | 67 |
| 7 Flechtenstandorte und Lebensraumtypologie | 68 |
| 7.1 Gestein | 69 |
| 7.2 Erde | 71 |
| 7.3 Borke | 72 |
| 7.4 Totholz | 74 |
| 7.5 Moose und Pflanzenreste | 75 |
| 7.6 Mehrjährige Blätter und Nadeln | 76 |
| 7.7 Spezielle Substrate: Metall, Glas | 77 |

| | |
|---|----|
| 8 Ökosystemfunktionen und -dienstleistungen von Flechten | 78 |
| 8.1 Gesteinsverwitterung | 79 |
| 8.2 Erosionsschutz, Keimung von Samen | 79 |
| 8.3 Primärproduktion und Stickstoffassimilation | 80 |
| 8.4 Nahrungsnetz | 80 |
| 8.5 Lebensraum, Unterschlupf, Tarnung und Nistmaterial | 81 |
| 8.6 Nahrungsmittel | 84 |
| 8.7 Medizinische Verwendung | 84 |
| 8.8 Kultur | 85 |

| | |
|---|-----|
| 9 Artenreichtum, Gefährdung und Naturschutz | 86 |
| 9.1 Anzahl Arten weltweit, in den Alpen und in der Schweiz | 87 |
| 9.2 Rote Liste der gefährdeten Arten | 87 |
| 9.3 Schutz der Lebensräume und Kleinstandorte, Pflegemassnahmen und Artenförderung | 87 |
| 9.4 Luftverschmutzung, Eutrophierung | 100 |
| 9.5 Aussterbeschuld und Aussterbeketten | 101 |

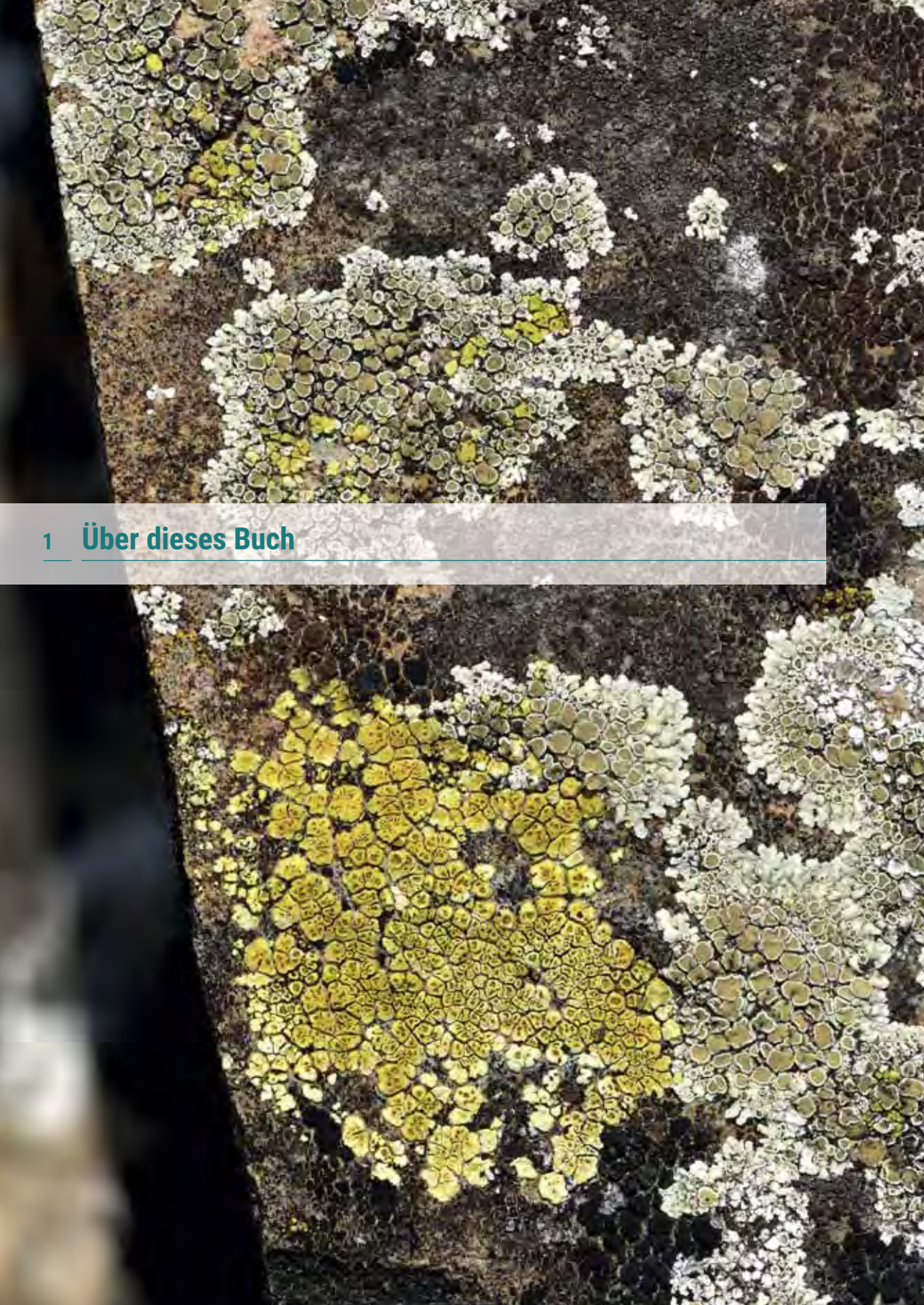
| | |
|--------------------------|-----|
| Artporträts | 103 |
| Hinweise zu den Porträts | 105 |

| | |
|--|-----|
| Begegnungen mit Flechten auf 52 Exkursionen | 473 |
| Hinweise zu den Exkursionen | 474 |
| Exkursionsausrüstung | 475 |
| Beobachten oder Sammeln? | 475 |
| Bestimmen | 477 |
| Datenzentrum Flechten | 479 |

| | |
|---------------------------------------|-----|
| Anhang | 573 |
| Literatur | 574 |
| Dank | 575 |
| Glossar | 577 |
| Bildnachweis | 579 |
| Die Autor*innen | 579 |
| Sachregister | 580 |
| Register der deutschen Artnamen | 582 |
| Register der wissenschaftlichen Namen | 587 |

The image shows a close-up of a lichen growing on a dark, textured rock surface. The lichen consists of numerous small, rounded, orange-colored lobes with white or light-colored centers, arranged in a somewhat regular pattern. The background is a dark, rough rock surface.

Biologie, Ökologie und Naturschutz der Flechten



1 Über dieses Buch

Flechten begegnet man überall: direkt vor der Haustüre, an Bäumen, auf dem Erdboden und an Gestein. Während einige mit ihren intensiven Farben von Weitem sichtbar sind und die Landschaft prägen können, sind andere sehr diskret und zeigen ihre Schönheit erst beim Blick durch die Lupe. Mit diesem Buch möchten wir die Flechten als attraktive Lebewesen in ihrer natürlichen Umgebung zeigen und interessante Aspekte ihrer Biologie vorstellen: Flechten als Überlebenskünstler an unwirtlichen Standorten und Flechten als Teamplayer. Ihre ökologischen Strategien, um Extremstandorte auf Berggipfeln oder in Borkenrissen alter Bäume zu besiedeln, regen zum Staunen an, oft auch etwas zum Kopfschütteln. Leider gibt es auch bei den Flechten in der Schweiz viele bedrohte Arten. Dabei könnten sie an ihren Standorten oft mit einfachen Massnahmen gefördert werden. Wir hoffen deshalb auch, dass Kenntnisse über die Biologie und Lebensraumansprüche von Flechten dazu beitragen, dass sie bei der Planung von Naturschutzprojekten, bei der Pflege von Lebensräumen, und generell in der Landschaft als farbliche Komponente des Alltags und wichtigen Teil der Biodiversität in Zukunft vermehrt berücksichtigt werden. Und selbstverständlich müssen dazu Flechten zuerst überhaupt wahrgenommen und ihre Artenvielfalt erahnt werden.

In einem ersten Teil wird die Biologie und Ökologie der Flechten vorgestellt. Wir geben Einblick in ausgewählte Aspekte der Morphologie und Biologie und hoffen damit, die Neugier für diese bisher wenig beachtete Gruppe von Lebewesen zu wecken. «Flechten der Schweiz» stellt deshalb eine persönliche Auswahl von Themen vor, um den Einstieg in die Welt der Flechten zu erleichtern und zu einer vertieften Beschäftigung mit dieser Organismengruppe anzuregen.

Im zweiten und umfangreichsten Teil des Buches werden 366 einheimische Arten mit Fotos, Verbreitungskarten und typischen Erkennungsmerkmalen, bevorzugten Lebensräumen, Gefährdung sowie Förderungs- und möglichen Schutzmassnahmen vorgestellt. Die Artporträts laden ein, sich jeden Tag mit einer ausgewählten Art zu beschäftigen. Wir empfehlen, zuerst Arten auszuwählen, welche auf den ersten Exkursionen vorgestellt werden, und nicht unbedingt dem Alphabet zu

folgen. → *Pleurosticta acetabulum* oder → *Xanthoria parietina* sind geeignetere Ausgangspunkte in die Formenvielfalt als die unter dem Buchstaben «A» porträtierten Kleinflechten.

Im dritten Teil schliesslich laden 52 Exkursionsvorschläge dazu ein, Flechten in der Schweiz selbst zu entdecken. Flechten können, im Gegensatz zu Blütenpflanzen beispielsweise, rund um das Jahr beobachtet werden. Die Jahreszeit schränkt einzig die Zugänglichkeit zu den Flechtenlebensräumen ein. Zunächst können ein paar einführende Exkursionen gemacht werden, an welchen einfach zu beobachtende Standorte und Arten vorgestellt werden. Die weiteren Exkursionen richten sich dann ungefähr nach der Kalenderwoche und der Erreichbarkeit und Zugänglichkeit der vorgeschlagenen Exkursionsorte. Verschiedene Exkursionsziele können auch aus Gründen des Naturschutzes nicht ganzjährig besucht werden.

Im Buch werden bewusst nur Arten und Merkmale vorgestellt, welche mit einer guten Lupe, aber ohne Mikroskop untersucht werden können. Das hat den Vorteil, dass man einfach mit den Beobachtungen beginnen kann. Mit einer gewissen Erfahrung können die vorgestellten Arten auch tatsächlich im Feld erkannt werden, für eine sichere Bestimmung müssen aber in vielen Fällen trotzdem noch mikroskopische Merkmale herangezogen und manchmal Flechtenstoffe mit aufwendigen Methoden bestimmt werden. Damit auch die weiteren in der Schweiz vorkommenden über 2000 Flechtenarten bestimmt werden können, muss in der Regel auf diese zusätzlichen Merkmale zurückgegriffen werden.

Wir verweisen deshalb im Literaturverzeichnis auf weiterführende Literatur, insbesondere auf Bestimmungsliteratur, aber auch auf Lehrbücher zur Flechtenbiologie und (wenn möglich) frei verfügbare Originalliteratur. In Teil 3 sind Hinweise auf die schweizerische Fachgesellschaft Bryolith und auf SwissLichens, das nationale Daten- und Informationszentrums zur Dokumentation, Förderung und Erforschung der Schweizer Flechtenflora aufgeführt, auf deren Webseiten auch Einführungsveranstaltungen und Kurse für Interessierte ausgeschrieben werden.

Vorhergehende Doppelseite:
Caloplaca pseudofulgensia
wächst an einer Überhangs-
fläche einer Felswand.

< Die seltene *Acarospora*
heufleuriana wächst als
parasitische Flechte auf
der gelappten *Lecanora*
valesiaca.



2 Biologie einer Symbiose

2.1 Flechten als ernährungsbiologische Gruppe der Pilze

Die Strauchflechte → *Evernia prunastri* erscheint auf den ersten Blick als einheitliches Gewächs. Erst bei genauerer Untersuchung mit einem Mikroskop entpuppen sich Flechten als ein zusammengesetztes Lebewesen (Abbildung 1). Flechten bestehen nämlich aus einer dauerhaften Verbindung eines Pilzes mit einer Alge oder einem Cyanobakterium. Dabei bildet der Pilzpartner, auch Mykobiont genannt, als sogenannter Exhantant die «Architektur» des Flechtenlagers und die als Fotobionten bezeichneten Algen oder Cyanobakterien (Box 2) bewohnen bestimmte Bereiche im Inneren dieses Lagers. Die beiden Partner oder Symbionten sind dabei durch dauernden Kontakt miteinander verbunden. In hoch entwickelten Blatt- und Strauchflechten bildet der Pilzpartner sogenannte Appressorien, kleine Flächen, mit welchen sich die Zellwand der Pilzhypen an die Algenzellwand anheftet. Der gesamte Austausch von Wasser und Nährstoffen zwischen Pilz- und Algenpartner beschränkt sich auf diese punktförmigen Kontaktstellen (Honegger 1984).

Abbildung 1 zeigt links die Strauchflechte *Evernia prunastri* mit einem grau- bis grüngelblichen, bandförmigen Lager. Das Bild rechts zeigt dieselbe Flechtenart, allerdings wurde das Lager in wassergesättigtem, gefrorenem Zustand in einem Rasterelektronenmikroskop (REM) untersucht. Im oberen Bildteil ist die dichte Oberrinde zu sehen, welche aus verklebten Pilzhypen besteht. Darunter sind einzelne, kugelförmige Algenzellen an kurzen Fortsätzen der Pilzhypen, den Appressorien, zu sehen. Die Algen werden von den Pilzhypen unterhalb der Rinde in einer schmalen Schicht positioniert, in welcher genügend Licht

Abbildung 1 | Die Strauchflechte *Evernia prunastri* erscheint als einheitlicher Organismus (links). Die «Doppelnatur» als Symbioseorganismus ist erst bei mikroskopischer Vergrößerung zu sehen (rechts). Der fädige Pilzpartner bildet die Oberrinde, darunter bildet der Pilz punktförmige Kontaktstellen mit den einzelligen, kugeligen Grünalgen. Auf den Pilzhypen im lockeren Mark unterhalb der Algenschicht sind feine Kristallnadeln der Flechtenstoffe zu sehen, welche Pilzhypen und Algen überziehen (REM-Aufnahme).

15



< *Caloplaca cerina*, eine häufige Krustenflechte auf glatten Borken.

für die Fotosynthese der Algen durch die Rinde dringen kann.

Die Ausbildung der genannten Algenschicht ist nur möglich, weil die Vermehrung der Algen im Flechtenlager vom Pilz reguliert wird und neu entstehende Algenzellen vom Pilz im Flechtenlager präzise positioniert werden. Im linken Teil des REM-Bildes ist eine Gruppe von drei Algen sichtbar. Diese Gruppe ist dadurch entstanden, dass sich eine Zelle in vier Tochterzellen geteilt hat (eine Tochterzelle ist nicht sichtbar). Die Zellwand der Mutterzelle klebt noch stellenweise an der linken oberen Tochterzelle, ist aber durch das Wachstum der Tochter-

zellen aufgerissen worden. Eine Hyphe des Flechtenpilzes ist inzwischen zwischen die Tochterzellen gewachsen und wird diese nun in der Algenschicht korrekt positionieren, sodass sie Teil der Algenschicht werden und nicht einen ungeordneten Haufen innerhalb des Flechtenlagers bilden.

Eine solche dauerhafte Verbindung zwischen unterschiedlichen Organismen wird als Symbiose bezeichnet. Weil im Falle der Flechten die beiden Symbionten voneinander profitieren, spricht man von einer mutualistischen Symbiose (siehe Box 1: Lifestyles der Pilze).

Box 1: Lifestyles der Pilze

Pilze sind heterotrophe Organismen, sind also wie Tiere auf die Aufnahme von organischer Nahrung angewiesen. Organische Nahrung dient Pilzen sowohl als Energielieferant als auch zum Aufbau des vegetativen Pilzlagers und der Fruchtkörper. Pilze haben die unterschiedlichsten Lifestyles entwickelt, wie sie sich diese Nährstoffe beschaffen: Saprophytisch lebende Pilze leben vom Abbau von totem organischem Material und gedeihen beispielsweise auf abgestorbenen Pflanzenteilen. Parasitische Pilze leben auf der Oberfläche oder häufiger im Gewebe von lebenden Wirtsorganismen in langwährenden, evtl. langwierigen Beziehungen. Die Vitalität des Wirtes wird durch den parasitischen Pilz in unterschiedlichem Ausmass reduziert, oft auf Kosten des Reproduktionserfolges der Wirtspflanze. In komplexen Ökosystemen kommt es aber auch vor, dass ein parasitischer Pilz nicht nur den Samenansatz seiner Wirtspflanze reduziert, sondern ebenfalls die Attraktivität der Pflanze gegenüber seiner Fressfeinde negativ beeinflusst, sodass schliesslich parasitierte Pflanzen sogar einen höheren Samenansatz aufweisen als nicht-parasitierte. Der Pilzbefall hat in solchen Fällen eine Schutzwirkung gegenüber Fressfeinden, die sich natürlich nur dann auswirken kann, wenn Fressfeinde in der Umgebung auch effektiv vorhanden sind. In solchen Situationen verschiebt sich die negative, parasitische Auswirkung des Pilzbefalls zu einer positiven, sogenannt mutualistischen Wirkung, bei welcher sowohl Wirtspflanze als auch der darauf wachsende Pilz gefördert werden. Der berühmte Mykologe Anton De Bary hat unter dem Begriff Symbiose sowohl den Parasitismus als auch den Mutualismus zusammengefasst. In einer bestimmten Umgebung profitiert in einer parasitischen Interaktion der Parasit auf Kosten des Wirtes. In einer mutualistischen Interaktion profitieren beide Partner voneinander, indem sie unterschiedliche Leistungen für das gemeinsame Wohl erbringen.

Die mutualistische Symbiose macht es möglich, dass der heterotroph lebende Pilzpartner dank des Fotobionten mit organischer Nahrung versorgt wird und das Flechtenlager dadurch zu einem autotrophen Lebewesen respektive zu einem Primärproduzenten wird, so wie es auch grüne Pflanzen sind.

Ist der Flechtenpilz zudem mit einem Cyanobakterium vergesellschaftet, kann die Flechte nicht nur bezüglich C-Stoffwechsel autotroph werden, sondern sie ist dank der Fähigkeit der Cyanobakterien, Luftstickstoff zu assimilieren, auch bezüglich ihrer Stickstoff-Versorgung autotroph.

Soweit das «Grobkonzept» der Flechten. In den letzten Jahrzehnten wurden aber zahlreiche weitere Mikroorganismen in Flechtenlagern nachgewiesen, die unter anderem eine wichtige Rolle in der Versorgung mit Stickstoff und Vitaminen spielen (Grimm et al. 2021). Flechten verbindet mit den anderen Lifestyles eine gemeinsame stammesgeschichtliche Abstammung. Flechten gehören systematisch nicht etwa zu den Pflanzen, sondern ins Pilzreich und können vollständig in das System der Pilze integriert werden (Kapitel 6). Im Gegensatz zu den anderen Lifestyles spielt bei den Flechten wegen ihrer mutualistischen Symbiose das Flechtenlager eine zentrale Bedeutung. Währenddem das vegetative Geflecht der Pilze bei den anderen Lifestyles im Substrat verborgen lebt und meist nur die Fruchtkörper der Pilze sichtbar sind, bildet das Flechtenlager an der Oberfläche von Gestein, Erde, Holz oder Borke gut sichtbare Überzüge. Das vegetative Flechtenlager ist nämlich das Organ, in welchem Fotosynthese ermöglicht wird, das Wasser und Nährstoffe aufnehmen muss und auf welchem die Organe zur Vermehrung und Ausbreitung der Symbionten gebildet werden. Zum Lifestyle der Flechten gehört aber auch, dass sich das Lager an eine mehrjährige Entwicklung angepasst hat. Sonnenlicht als Energiequelle ist über Jahre bis Jahrhunderte an den typischen Flechtenstandorten gleichbleibend vorhanden und begünstigt die Investition in mehrjährige Strukturen. Tatsächlich können Flechtenlager viele Jahrhunderte alt werden, vor allem an Felsflächen. Die damit verbundenen ökologischen Strategien kompetitiver und stresstoleranter Arten führt dazu, dass vor allem auch Investitionen in die Abwehr von Fressfeinden zielführend sind und Flechten als Überlebenskünstler ermöglichen, einmal besiedelte Standorte langfristig zu halten.

Im Folgenden stellen wir die Biologie der Flechten und ihre ökologischen Strategien vor allem unter dem Blickwinkel vor, dass Massnahmen im Naturschutz und zur Förderung der Flechten verstanden werden können. Aus dem gesamten Fachgebiet der Flechtenkunde, der sogenannten Lichenologie, stellen wir deshalb nur ausgewählte, unten aufgelistete Aspekte vor. Ein umfassender Überblick ist in Nash (2008) und Upreti et al. (2015) zu finden. In dieser Einleitung wird etwas eingehender auf die folgenden Punkte eingegangen werden:

- Flechtenstoffe: Schutzstrategien des Flechtenlagers vor Fressfeinden und Konkurrenten.
- Wuchsformen des Lagers: Dem Flechtenlager kommt die Aufgabe zu, Strukturen auszubilden, in welchen die einzelligen Fotobionten optimal Fotosynthese betreiben können. Dazu gehören Lichtexposition und Gasaustausch im Flechtenlager. Nach der Wuchsform lassen sich grob Krustenflechten, Blatt- und Strauchflechten unterscheiden, wobei sich alle Formen noch weiter unterteilen lassen. Die Wuchsformen sind im Laufe der Evolution der Flechten mehrfach unabhängig voneinander entstanden – Arten mit vergleichbarer Wuchsform sind deshalb nicht zwingend nahe miteinander verwandt. Flechten mit gleicher Wuchsform teilen aber oft ähnliche Standortansprüche.
- Wechselfeuchte Lebensweise: Flechten verfügen weder über einen Verdunstungsschutz noch über Wurzeln, um ihren Wasserhaushalt während Trockenzeiten konstant zu halten. Weil Flechten wechselfeuchte Lebewesen sind, unterliegen sie deshalb stark wechselnden Wassergehalten. Wenn sie genügend durchfeuchtet sind, sind Flechten physiologisch aktiv. Trocknen sie aus, verfallen sie aber in einen scheinbaren Zustand. In diesem «Dornröschenschlaf» können sie aber extreme Temperaturen überdauern. Bei Wiederbefeuchtung erwachen sie innerhalb von Sekunden aus der Trockenstarre und setzen ihre physiologischen Aktivitäten fort. Der anatomische Aufbau des Flechtenlagers muss an diesen raschen Wechsel des Wassergehaltes angepasst sein und das Flechtenlager muss in der Lage sein, Wasser und mineralische Nährstoffe aus der Umgebung aufzunehmen und in geeigneter Form auch an die Symbionten weiterzugeben.
- Vermehrungs- und Ausbreitungsstrategien bei Flechten: Bei der Vermehrung von mutualistischen Symbiosen müssen die Partner koordiniert ausgebreitet werden. Flechten haben dafür erstaunliche und sehr erfolgreiche Strategien entwickelt.

Box 2: Fotobionten

Weil die meisten Fotobionten nur mikroskopisch untersucht werden können, stellen wir die einzelnen Gruppen lediglich kurz vor und verweisen auf die zitierte Literatur und auf das Übersichtswerk von Ettl und Gärtner (1995).

Prokaryotische Cyanobakterien (Rikkinen 2017) können als alleinige Fotobionten in den sogenannten Blaualgenflechten vorkommen. Weil Cyanobakterien für die physiologische Reaktivierung aus der Trockenstarre auf flüssiges Wasser angewiesen sind, kommen Blaualgenflechten bevorzugt an Stellen mit verlängerter Wasserverfügbarkeit vor. Dazu gehören moosbedeckte Fels- und Stammseiten sowie Tinstrieche und Abflussrinnen auf Felsflächen. Die Gruppe der tripartiten Flechte ist zwar hauptsächlich mit einer Grünalge vergesellschaftet, der Flechtenpilz ist aber in speziellen Warzen, den Cephalodien, zusätzlich mit Cyanobakterien vergesellschaftet. Zu diesen tripartiten Flechten gehören zum Beispiel die Flechtengattungen *Amygdalaria*, → *Lobaria*, → *Nephroma*, → *Placopsis*, → *Peltigera*, → *Psoroma*, → *Solorina* und → *Stereocaulon*. Zu den wichtigsten flechtenbildenden Cyanobakterien zählen die zur Stickstoffassimilation befähigten Gattungen *Nostoc* (Abbildung 2), *Stigonema* und *Scytonema*. Weitere Gattungen, welche vor allem bei kleinen Blaualgenflechten vorkommen, unter anderem *Gloeocapsa*, *Chroococcus* und *Chroococcidiopsis*, werden in der Flechtenbestimmungsliteratur auch als chroococcoid bezeichnet (Ahti et al. 2007).

Einzellige und fädige Grünalgen sind als Fotobionten mit der überwiegenden Mehrheit der Flechtenpilze vergesellschaftet. Wir nennen hier nur ein paar ausgewählte Gattungen. Eine vollständige Übersicht der Fotobionten ist in Sanders und Masumoto (2021) zusammengefasst.

Asterochloris ist eine einzellige, kugelige Alge, von welcher sexuelle und ungeschlechtliche Vermehrung bekannt ist. Sie ist der Fotobiont in vielen Arten der Gattungen → *Cladonia* und → *Stereocaulon*, aber auch von Krustenflechten.

Myrmecia ist eine einzellige kugelige Grünalge, welche entweder freilebend oder als Fotobiont in erdbewohnenden Blatt- und Krustenflechten wie → *Lobaria linita* und → *Psora decipiens* vorkommt.

Trebouxia ist eine einzellige, kugelige Grünalge. Die Gattung gilt in vielen Flechtenhabitaten als wichtigster Fotobiont der Flechten. Trevor Goward fasst die Flechten als diejenige Gruppe der Pilze auf, welche Landwirtschaft betreiben (Goward 1994). Unter diesem Gesichtspunkt können die Arten der Gattung *Trebouxia* als wichtigste Nutzpflanzen der pilzlichen Landwirte angesehen werden. Die Arten der Gattung können in hoher Populationsdichte in den Flechtenlagern gefunden werden. Inwieweit *Trebouxia* aber auch ausserhalb der Flechten stabile Populationen bilden kann, ist weiterhin eine offene Forschungsfrage. Mit detaillierten mikroskopischen Untersuchungen und genetischen Nachweismethoden kann *Trebouxia* zwar auch ausserhalb von Flechten nachgewiesen werden. In diesem sogenannten aposymbiotischen Zustand scheinen aber immer nur wenige Zellen vorzukommen und es ist unklar, ob diese Vorkommen längerfristig überleben können oder ob sie z. B. aus vegetativen, symbiotischen Ausbreitungseinheiten von Flechten stammen, bei welchen der Pilzpartner nicht überlebt hat und auch die Alge nur vorübergehend ohne Pilzpartner überleben kann. Solche freilebenden Algenzellen wären dann eine mögliche Quelle als Fotobiont für keimende Sporen von Flechtenpilzen. Keimende Pilzsporen von Flechten können zwar für kurze Zeit entweder als Saprophyten oder als Parasiten wachsen, bevor sie aber mit der Bildung eines Flechtenlagers beginnen können, müssen sie mit einem kompatiblen Fotobionten eine mutualistische Symbiose eingehen. In intakten Flechtenlagern können sich Zellen von *Trebouxia* nur ungeschlechtlich vermehren. Die Frage, inwieweit sich Arten dieser Gattung in absterbenden Flechten oder vegetativen Ausbreitungseinheiten allenfalls geschlechtlich vermehren können, ist noch weitgehend offen. Jedenfalls scheint bei dieser Gattung das gesamte Leben viel stärker auf das Leben als Flechtensymbiont fokussiert

zu sein als bei den anderen wichtigen Gattungen *Asterochloris* und *Trentepohlia*. Die Gattung *Trebouxia* ist Fotobiont in vielen Krusten-, Blatt- und Strauchflechten auf Borke und Gestein. Dazu gehören die auffälligen Gattungen → *Anaptychia*, → *Bryoria*, → *Evernia*, → *Parmelia* und → *Xanthoria*, aber auch → *Acarospora*, → *Caloplaca*, → *Lecidella*, → *Lecanora* und → *Rhizocarpon*.

Coccomyxa sind kugelige bis ellipsoide, einzellige Grünalgen. Die Gattung kommt oft freilebend in terrestrischer und aquatischer Umgebung vor. Sie ist Fotobiont in erdbewohnenden Krusten- und Blattflechten und bevorzugt Gebiete mit kühlem Klima. Die Gattung kommt in → *Dibaeis baeomyces*, → *Immadophila ericetorum*, → *Nephroma expallidum* und → *Peltigera aphthosa*, aber auch in lichenisierten Basidiomyceten der Gattung *Lichenomphalia* vor.

Symbiochloris sind kugelige, einzellige Algen. Die Gattung ist Fotobiont von → *Lobaria pulmonaria*, → *Ricasolia amplissima* und der regional ausgestorbenen *R. virens*. Freilebende Vorkommen des Fotobionten der genannten Arten sind nicht bekannt.

Trentepohlia ist eine fädige Grünalge, die oft auffällige orange Kolonien auf Gestein und an Borke bildet (Abbildung 2). Sie ist Fotobiont in vielen, an lichtarme Lebensräume mit erhöhter Luftfeuchtigkeit angepassten Krustenflechten auf Erde, Borke und Gestein, beispielsweise in den Gattungen → *Arthonia*, → *Bactrospora*, → *Coniocarpon*, → *Graphis*, → *Gyalecta* und → *Ramonia*.



Abbildung 2 | Perlschnurartige Kolonie von *Nostoc* sp. im Lager der Gallertflechte *Collema nigrescens* (links, REM-Aufnahme). Freilebende Kolonie von *Trentepohlia* sp. an einer absonnigen Kalkfelswand in luftfeuchter Lage (rechts).

Das Leben im Flechtenlager hat für die Fotobionten wesentliche Auswirkungen. Der Pilzpartner reguliert in den meisten Flechten die Wasser- und Nährstoffversorgung der Fotobionten und bestimmt die Lage der Fotobionten im Flechtenlager. Zudem nimmt er auch Einfluss auf das Wachstum, das Aussehen und die Zellteilung der Fotobionten. Es ist deshalb oft schwierig, die Fotobionten im Flechtenlager mikroskopisch systematischen Gruppen zuzuordnen. Eine Bestimmung auf Gattungs- oder sogar Art-Ebene ist darum mikroskopisch nur an Kulturen von isolierten Algen möglich. Heutzutage können die Algen mithilfe von genetischen Markern oft einfacher bestimmt werden.

Fotobionten können aber auch eindeutig vom Leben im Flechtenlager profitieren. Die Versorgung mit Wasser und mineralischen Nährstoffen wird weitgehend vom Pilzpartner übernommen. Auch die Versorgung mit CO_2 für die Fotosynthese wird durch den komplexen Aufbau des Flechtenlagers unterstützt, weil der CO_2 -Transport zu den Algen durch hohen Diffusionswiderstand in wassergesättigter Umgebung stark beeinträchtigt ist. Hier ermöglicht der geschichtete Aufbau des Flechtenlagers eine optimale CO_2 -Versorgung bei gleichzeitiger Versorgung mit Wasser, Licht und Nährstoffen (Abbildung 1). Zudem werden die Fotobionten im Flechtenlager durch die vom Pilz gebildeten Flechtenstoffe vor Fressfeinden geschützt. Weiter stellt die symbiotische Lebensweise einen wesentlichen Vorteil für die Ausbreitung der Algen dar. Durch die vegetativen Ausbreitungseinheiten von Flechten wie Isidien und Soredien werden auch die Algen im Raum ausgebreitet. Einerseits können sich aus diesen Ausbreitungseinheiten wieder Flechtenlager bilden, andererseits können die so ausgebreiteten Algen auch von keimenden Ascosporen anderer Flechtenpilze für die Lichenisierung verwendet werden.

Fotobionten knüpfen deshalb Beziehungsnetze zwischen Arten in Flechtengemeinschaften. Solche von Fotobionten geschaffene Gilden sind von verschiedenen Algengruppen bekannt. Dabei stehen die sich vegetativ ausbreitenden Flechten im Zentrum der Gilde, weil sie die Fotobionten auch für Flechtenarten ausbreiten, bei welchen sich nur die Pilzpartner durch Sporen vermehren können. Innerhalb der Gattung *Trebouxia* gibt es mehrere Arten, welche komplexe Gilden entweder an nährstoffbeeinflussten oder sehr sauren Borken bilden. Weiter sind Gilden von mehreren Gruppen der Cyanobakterien bekannt. Von der einzelligen Grünalge *Symbiochloris reticulata* ist die Gildenstruktur zwischen → *Lobaria pulmonaria*, → *Riccasolia amplissima* und → *R. virens* bekannt und spielt eine wichtige Rolle in der Naturschutzbiologie dieser Arten (siehe Kapitel 9.5).

2.2 Flechtenstoffe: Schutzstrategien vor Fressfeinden und Konkurrenten

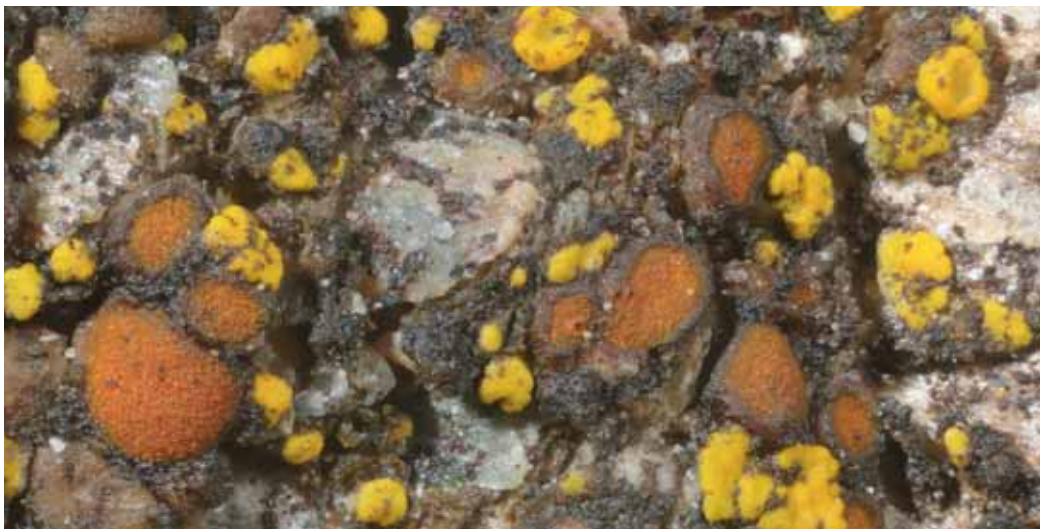
Die meist mehrjährigen, oft weit über 100 Jahre alt werdenden Flechtenlager gehören als Primärproduzenten an ihren meist unwirtlichen Lebensräumen mengenmäßig oft zu den üppigsten Nahrungsquellen für Herbivoren. Um sich wenigstens teilweise vor Fressfeinden zu schützen, haben Flechten deshalb sehr unterschiedliche Strategien entwickelt. Die Ausbildung von schützenden Rinden und dicken Schichten aus abgestorbenen Lager teilen stellen einen wirksamen mechanischen Schutz vor Herbivoren dar, schützen das Flechtenlager aber auch vor Witterungseinflüssen an Extremstandorten, wie etwa Windschliff. Viel spezifischer wirken aber sekundäre Stoffwechselprodukte, welche oft an zu schützenden Strukturen im Flechtenlager angelagert werden. Solche antiherbivoren Substanzen werden selten von Fotobionten gebildet, beispielsweise Cyanotoxine in Flechten, welche mit Cyanobakterien vergesellschaftet sind. Bei den meisten Flechten sind es aber die Pilzpartner, die eine grosse Vielfalt an aktiven Substanzen produzieren, die als Flechtenstoffe bezeichnet werden. Bislang sind mehr als 1000 Flechtenstoffe bekannt (Huneck und Yoshimura 1996). Sie gehören zu verschiedenen Gruppen wie Anthrachinone, Dibenzofurane, Depside, Depsidone, Depsone, γ -Lactone und Pulvinsäurederivate.

Viele Flechtenstoffe sind farblos, andere sind aber oft charakteristisch gefärbt und geben Flechten ihre unverkennbare Färbung. So kann an der grüngelblichen bis gelblichgrünen Farbe oft der Flechtenstoff Usninsäure

vermutet werden, oder orange Farben sind oft auf Anthrachinone zurückzuführen. Leuchtend gelbe Färbung können von Anthrachinonen oder Pulvinsäurederivaten stammen (Abbildung 3). Weil Flechtenarten häufig konstante Kombinationen von Flechtenstoffen aufweisen, können sie auch zur Bestimmung beigezogen werden. Angaben zur Identifikation von Flechtenstoffen sind in der Bestimmungsliteratur aufgeführt.

Flechtenstoffe üben eine Vielzahl biologischer Aktivitäten aus, darunter antibiotische, antimykobakterielle, antivirale, entzündungshemmende, schmerzstillende, fiebersenkende, antiproliferative und zytotoxische Wirkungen. Damit sich Flechten gegenüber ihren Konkurrenten am Standort durchsetzen können, verfügen 50 % aller Flechten dank ihrer Flechtenstoffe über antibiotische Eigenschaften. So wurde beispielsweise eine antimykotische Aktivität für das Anthrachinon Parietin bei *Xanthoria parietina* nachgewiesen. Schliesslich haben zahlreiche Flechtenstoffe eine ausgewiesene anti-herbivore-Aktivität. In den meisten Flechtenarten kommen mehrere Flechtenstoffe gleichzeitig vor, allerdings nicht alle am selben Ort. Einzelne sind in der Rinde und andere im Inneren des Lagers an Markhyphen lokalisiert.

Abbildung 3 | Die parasitische Flechte *Caloplaca grimmiae* bildet orange Anthrachinone auf den Fruchtkörpern. Die parasitierten, dottergelben Lager von *Candelariella vitellina* produzieren Pulvinsäurederivate im Flechtenlager.







Artporträts



Vorhergehende Doppelseite:
Peltula patellata, eine sehr
seltene Erdflechte

Hinweise zu den Porträts

Die Porträts sind alphabetisch nach dem wissenschaftlichen Namen geordnet. Das mag erstaunen, sind doch die meisten Naturführer nach groben systematischen Einteilungskriterien geordnet. Bei Flechten hat sich jedoch die alphabetische Reihenfolge eingebürgert. Wir empfehlen trotzdem, nicht strikt dem Alphabet zu folgen, sondern beispielsweise mit ein paar Blattflechten unter dem Buchstaben «P» zu beginnen, oder sich von den Exkursionsbeschreibungen zur Lektüre von Porträts leiten zu lassen. Für die Abbildungen bei den Porträts wurden Fundortangaben von SwissLichens (Auszug aus der Datenbank vom 13. 12. 2021) und vereinzelte private Funde sowie Angaben aus der Literatur verwendet. Für → *Thelocarpon epibolum* wurden zusätzlich auch Daten von SwissFungi zur Verfügung gestellt (Auszug aus der Datenbank vom 31. 10. 2022). Insgesamt konnten so über 70 000 Beobachtungen ausgewertet werden.

Für die Darstellung der Höhenverbreitung wurden alle verfügbaren Funde ausgewertet. Für die Ökogramme zu den Niederschlags- und Temperaturbedürfnissen der Arten wurden nur Daten mit präzisen Koordinatenangaben verwendet (Präzision ≤ 60 m). Als Hintergrund wurden die in der Schweiz realisierten Kombinationen von jährlicher Niederschlagssumme und jährlichen Temperaturmittelwerten zwischen 1961 und 1990 von 10 000 Zufallskordinaten aus der Schweiz verwendet. Zusätzlich wurden 17 Koordinaten von klimatisch extremen Geländepunkten wie Bergspitzen und ausgewählten tiefliegenden Orten hinzugefügt. Häufige Kombinationen von Niederschlags- und Temperaturwerten wurden mit dunkleren Farbtönen hervorgehoben. Weite Teile des Mittellandes liegen deshalb im Bereich der dunkleren Flächen.

Für die Angaben zur Verbreitung der Arten wurden ebenfalls nur Funde mit präzisen Koordinatenangaben verwendet. Für selten gefundene Arten wurden die Vorkommen in 5x5 km-Flächen zusammengefasst und auf einer Reliefkarte dargestellt. Für häufiger gefundene Arten erfolgte die Modellierung der Artverbreitung mit der Software Maxent (Phillips et al. 2006) im R-Paket Biomod2 (Thuiller et al. 2023). Als Prädiktoren (Umweltparameter) wurden Grundlagen mit einer Auflösung von 100x100 m verwendet: Kalkgehalt des Bodens, Anzahl Niederschlagstage im Sommer, jährlicher Niederschlag, Sonneneinstrahlung,

Frosttage während der Vegetationszeit, mittlere Jahrestemperatur und Bodenfeuchtigkeit (Fink und Scheidegger 2021). Die modellierte Verbreitung der Art und die bekannten Vorkommen mit präzisen Koordinatenangaben in 5x5 km-Flächen wurden in den Karten dargestellt.

Die wissenschaftlichen Namen folgen meist Nimis et al. (2018). Weil sich Laien und interessierte Personen deutsche Artnamen in der Regel einfacher merken können, werden auch die sogenannten Trivialnamen aufgeführt. Trivialnamen sind nicht in jedem Fall eindeutig und viele sind von wissenschaftlichen Namen abgeleitet worden, die heute nicht mehr gebräuchlich sind. Als Quelle für die deutschen Namen wurden das SwissLichens und Cézanne et al. (2016, 2017) verwendet.



Ausgehöhlte Kleinsporflechte

Acarospora moenium (Vain.) Räsänen

NE

Anzahl Fundorte 11

Substrat Gestein

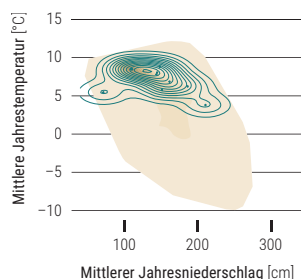
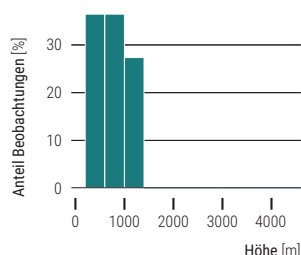
110

Feldmerkmale: Die meist ausgedehnten, über 10 cm grossen Lager bestehen aus zerstreut bis gedrängt stehenden, schildförmigen Schuppen. Die jung bräunlichen, später weisslich bereiften Schuppen sind am unteren Rand meist aufgewölbt. Dort werden an der Unterseite schwarze, vegetative Ausbreitungseinheiten gebildet. Fruchtkörper sind sehr selten.

Wissenswertes: Die Ausgehöhlte Kleinsporflechte besiedelt ziemlich bis stark besonnte, leicht bergfeuchte Vertikal- und Überhangsflächen an kalkhaltigen Felsen und Mauern. Sie wächst meist in lückiger Flechtenvegetation ohne weitere Konkurrenten. Die meisten Vorkommen stammen von Betonmauern. Naturnahe Vorkommen sind von brüchigen Kalkfelswänden bekannt. Unter den aufgewölbten Schuppen können oft Hornmilben gefunden werden. Diese spielen vermutlich bei der Ausbreitung der vegetativen Ausbreitungseinheiten eine wesentliche Rolle.

Gefährdung und Schutz: Die Ausgehöhlte Kleinsporflechte ist häufig, ihre Verbreitung in der Schweiz in der Datenbank von SwissLichens jedoch noch nicht gut dokumentiert.

Verwechslung: Im Feld an den einseitig aufgewölbten Schuppen mit schwarzen Körnchen leicht zu erkennen. Kümmerformen sind nicht bestimmbar.





Rostrote Kleinsporflechte

Acarospora sinopica (Wahlenb.) Körb.

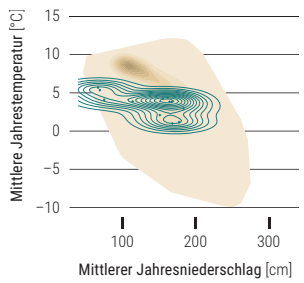
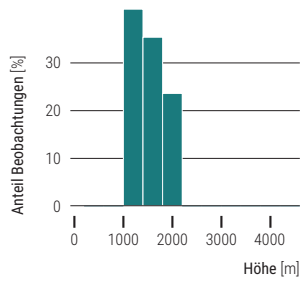
| | | |
|----|-----------------|---------|
| NE | Anzahl Fundorte | 12 |
| | Substrat | Gestein |

Feldmerkmale: Rostrote, meist wenige Zentimeter grosse Krustenflechte mit randlich meist undeutlich ausgeprägten, flachen Lappen, im Zentrum Kruste gefeldert. Wächst die Art eng mit anderen Arten zusammen, ist auch der Rand des Lagers gefeldert. Sie bildet meist mehrere Fruchtkörper pro Areole, erkennbar an kleinen, punktförmigen Öffnungen.

Wissenswertes: Die Rostrote Kleinsporflechte ist eine typische Besiedlerin von schwermetallhaltigen, kalkfreien Gesteinen. Sie wächst an berechneten Flächen an sehr lichtreichen Standorten oft auf Geröll und Bergsturzböcken in der hochmontanen bis alpinen Stufe.

Gefährdung und Schutz: Die Vorkommen sind wegen der beschränkten Verfügbarkeit von schwermetallreichen Gesteinen zerstreut, an geeigneten Stellen ist die Art aber regelmässig anzutreffen und ziemlich häufig. Die Rostrote Kleinsporflechte kommt oft auf alten Lesesteinhaufen in Alpweiden vor. Solche Steinhaufen sind auch wegen der artenreichen Flechtenvegetation zu schonen. Weitere Lesesteine sollten eher randlich an bestehende Steinhaufen angefügt werden, damit sie die bestehende Flechtenvegetation nicht überdecken.

Verwechslung: Die Art ist an der Färbung und den punktförmigen Fruchtkörpern leicht zu kennen. Am gleichen Standort kommen weitere Arten mit rostroten Lagern wie *Lecidea silacea*, *Bellemeria diamarta* und *Rhizocarpon oederi* vor.





Korallen-Fingerflechte

LC

Anzahl Fundorte 8

Substrat Erde

Allocetraria madreporiformis (Ach.) Kärnefelt & A. Thell

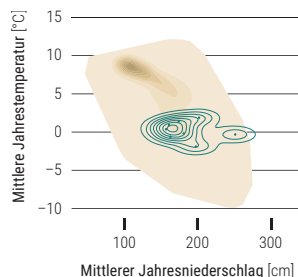
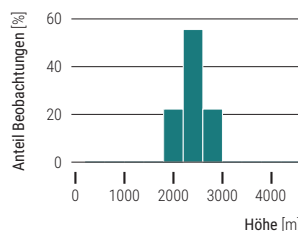
118

Feldmerkmale: Blassgelbliche Strauchflechte mit oft polsterförmigem Lager, aus aufrechtstehenden, fingerförmigen, sich in spitzem Winkel gabelartig verzweigenden Ästchen bestehend. Diese sind über die ganze Länge gleich dick, am Ende breit abgerundet und haben eine braune, punktförmige Verfärbung. Das Mark des Lagers ist sehr locker und weiss. Fruchtkörper und vegetative Ausbreitungseinheiten sind nicht vorhanden.

Wissenswertes: Die Korallen-Fingerflechte ist eine lokal häufige, aber sehr zerstreut vorkommende Art von alpinen Windheiden und wenig geneigten Kiesflächen in Sattellagen auf kalkreichem Gestein. Sie kann sich nur an Lagen mit sehr hohem Skelettanteil und wenig Feinerde an der Bodenoberfläche gegen stärkere Konkurrenten durchsetzen. Frostkriechen der oberen Bodenschichten gibt der Art ebenfalls einen Konkurrenzvorteil gegenüber Blütenpflanzen, weil die Korallen-Fingerflechte auf beweglichem Untergrund «mitschwimmen» kann.

Gefährdung und Schutz: Die Vorkommen der Korallen-Fingerflechte sind sehr zerstreut, und die Art ist viel seltener als ihre steten Begleitarten alpiner Windheiden.

Verwechslung: Die sehr ähnliche *Dactylina ramulosa* ist grünlichbraun und an den Enden bereift. *Flavocetraria nivalis* (im Bild rechts im Vordergrund) und *Vulpicida juniperina* haben bandförmige Lagerabschnitte.





Gewöhnliche Schwarzpunktflechte

Amandinea punctata (Hoffm.) Coppins & Scheid.

LC

Anzahl Fundorte 584

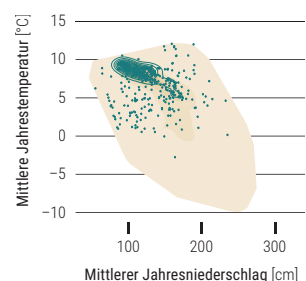
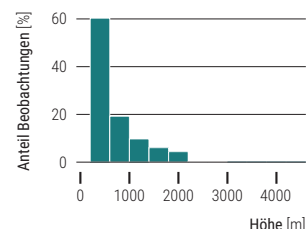
Substrat Borke

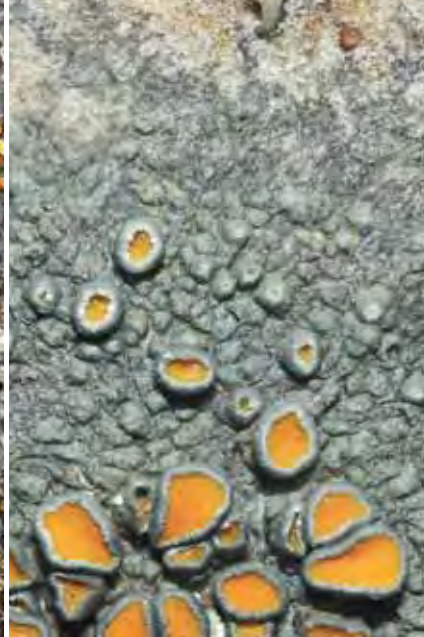
Feldmerkmale: Undeutliche, in der Borke eingesenkte oder grünlichgraue Lager bis >10 cm gross, der Borke aufsitzende Lager aus flachen bis körnigen Warzen bestehend. Die Fruchtkörper mit einem um 0,5 mm grossen Durchmesser sitzen mit breiter Basis dem Lager auf. Sie sind schwarz, mit flacher bis später leicht gewölbter Scheibe und einem schmal vorstehenden Rand.

Wissenswertes: Die Gewöhnliche Schwarzpunktflechte wächst an Stämmen und Ästen von Bäumen mit mässig bis stark saurer Borke in der kollinen und montanen Stufe. In Gebieten mit erhöhtem Nährstoffeintrag ist sie oft sehr häufig und dominant. An Baumarten mit häufig geringem Flechtenbewuchs, wie beispielsweise Platane oder Rosskastanie, kommt sie regelmässig vor. Sie besiedelt aber auch Holz, Silikatgestein und Moose in höheren Lagen.

Gefährdung und Schutz: In der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts wurde die Gewöhnliche Schwarzpunktflechte durch saure Luftschadstoffe gefördert. Auch heute ist sie im Siedlungsgebiet noch sehr häufig.

Verwechslung: Die Gewöhnliche Schwarzpunktflechte kann mit *Buellia schaeeri* mit meist eingesenktem Lager auf sehr sauren Borken der subalpinen Stufe oder mit *Catillaria nigroclavata* auf Ästen von Laubbäumen verwechselt werden. Eine sichere Ansprache ist nur mit mikroskopischen Merkmalen (Sporenform und -grösse) möglich.





Wachs-Schönfleck

Caloplaca cerina (Hedw.) Th. Fr.

LC

Anzahl Fundorte 56

Substrat Borke

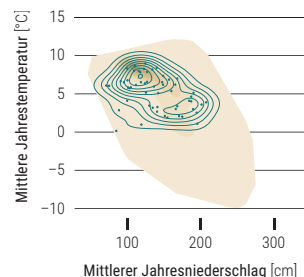
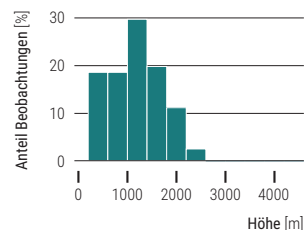
152

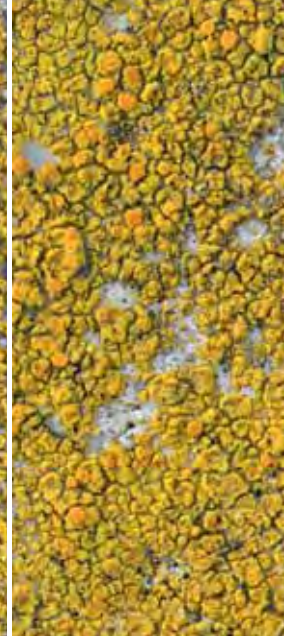
Feldmerkmale: Graue bis blaugraue, bis 5 cm grosse, flachwarzige Lager. Die Fruchtkörper sind immer vorhanden. Sie werden um 1,5 mm gross und sitzen mit verengter Basis dem Lager auf. Die Scheibe ist zuerst konkav, später flach, orange und von einem bleibenden, deutlich vorstehenden, lagerfarbenen Rand umgeben. Vegetative Ausbreitungseinheiten fehlen.

Wissenswertes: Der Wachs-Schönfleck bevorzugt glatte, nährstoffreiche Borke von Bäumen und Sträuchern im Offenland, in Wäldern und in Zwergstrauchheiden. Er wächst in artenreichen, durch Nährstoffe geförderte Flechtengesellschaften, ist aber in landwirtschaftlich intensiv bewirtschafteten Gebieten seltener und auch im Siedlungsraum nicht häufig.

Gefährdung und Schutz: Bei Einzelvorkommen sollte eine Schonung in Erwägung gezogen werden, weil zusammen mit dieser auffälligen Art häufig auch seltenere Arten vorkommen.

Verwechslung: *Caloplaca stilicidiorum* wächst hauptsächlich auf Moosen und Pflanzenresten. *C. haematites* hat braunrote Scheiben und ist in der Schweiz selten in warmen Gebieten nachgewiesen worden. Vegetative Ausbreitungseinheiten werden bei den ähnlich aussehenden *C. monacensis*, *C. turkuensis* und *C. ulcerosa* gebildet, sind aber im Feld nicht immer einfach zu sehen. Die Gattung ist artenreich und die Feldansprachen sollten anhand mikroskopischer Sporenenuntersuchungen überprüft werden.





Zitronen-Schönfleck

Caloplaca citrina (Hoffm.) Th. Fr.

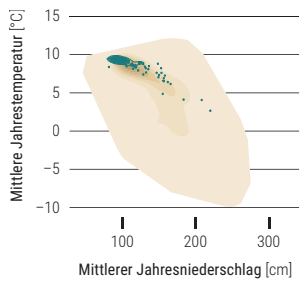
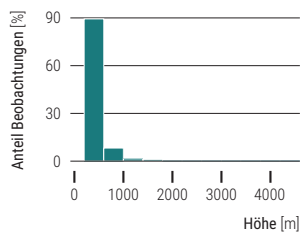
| | | |
|----|-----------------|---------|
| NE | Anzahl Fundorte | 151 |
| | Substrat | Gestein |

Feldmerkmale: Gelbe, bis >30 cm grosse, körnige oder gefelderte Lager. Die einzelnen Lagerteile bilden unregelmässige, manchmal randlich entstehende Aufbrüche, in welchen vegetative Ausbreitungseinheiten gebildet werden. Fruchtkörper werden nicht immer entwickelt.

Wissenswertes: Der Zitronen-Schönfleck ist eine der häufigsten und auffälligsten Flechten auf kalkhaltigem Gestein im Siedlungsgebiet. Die Art besiedelt stark nährstoffbeeinflusste und beregnete, aber rasch abtrocknende Flächen auf Beton- und Bruchsteinmauern, aber auch Felsflächen.

Gefährdung und Schutz: Der Zitronen-Schönfleck hat sich im Siedlungsgebiet stark ausgebreitet. Früher war die Art typisch für bodennahe Markierstellen von Hunden an Betonmauern. Inzwischen erreicht genügend Dünger aus Vorgärten über das Abflusswasser die gesamte Fläche von Stützmauern, sodass der Zitronen-Schönfleck sich flächig ausbreiten kann.

Verwechslung: Der Zitronen-Schönfleck ist eine von mehreren, im Feld nur mit viel Erfahrung erkennbaren Arten. Gut entwickelte Vorkommen lassen sich im Labor mit der Stereolupe und mikroskopischen Merkmalen von *C. austrocitrina*, *C. dichroa*, *C. flavocitrina* und weiteren Arten unterscheiden. In vielen Fällen ist jedoch die Bestimmung anhand genetischer Merkmale (DNA-Barcoding) nötig.







Begegnungen mit Flechten auf 52 Exkursionen





Siedlungsraum

Exkursionen

T1

Aargauerstalden in Bern (BE); Bürkliterrasse in Zürich (ZH)

01 Wo bitte geht's zu den Flechten?

480

Flechten lassen sich zu jeder Jahreszeit und überall beobachten. Im Siedlungsgebiet sind die baumbewohnenden Flechten am auffälligsten. Das ist nicht selbstverständlich. In der zweiten Hälfte des letzten Jahrhunderts haben sie sich nämlich wegen der hohen Luftschadstoff-Konzentrationen aus Städten zurückgezogen. Dank Massnahmen zur Verbesserung der Luftqualität können heute an den stattlichen Linden am Aargauerstalden glücklicherweise wieder zahlreiche Blatt- und sogar einige Strauchflechten beobachtet werden. Beispielsweise die bis handtellergrosse, bläulich-graue → *Pleurosticta acetabulum* (rechts, unten). Sie ist hier gut an den grossen, schüsselförmigen Fruchtkörpern zu erkennen, in welchen der Pilzpartner sich durch Sporen geschlechtlich vermehren kann. Die hellgraue → *Parmelina tiliacea* (unten links) bildet stiftförmige, vegetative Ausbreitungseinheiten, die beide Symbiosepartner gleichzeitig ausbreiten. Am Aargauerstalden bildet auch diese Art regelmässig schüsselförmige Fruchtkörper. Die auffälligen → *Parmelia sulcata*

(unten rechts) und → *Xanthoria parietina* (rechts, oben) können ebenfalls einfach gefunden werden. Weil die Trägerbäume der national gefährdeten Krustenflechte → *Candelariella viae-lacteeae* in der Stadt Bern einem Bauprojekt weichen mussten, wurde die Art hierhin übersiedelt. Damit Sie auch solche unscheinbaren Flechten entdecken können, versuchen wir auf den weiteren Exkursionen den entsprechenden «Blick» dafür zu entwickeln.

Aufwertung Lebensraum: Ältere Stadtbäume entwickeln eine Vielzahl von besonderen Kleinstrukturen, die von spezialisierten Flechten und anderen Organismen besiedelt werden. Ältere Stadtbäume sollten deshalb geschont werden.

Exkursionen: 1: Bushaltestelle Bern, Bärenpark. Fussweg W Aargauerstalden bis Kreuzung Laubeggstrasse/Viktoriastrasse zur Bushaltestelle Bern, Schönburg. 42 Höhenmeter, 800 m Gehdistanz.

2: Tramhaltestelle Zürich, Bürkliplatz. Baumbestand auf der Bürkliterrasse und bei der Stadthausanlage.







Gesteinsflechten im Siedlungsraum

Ungefähr 60 % der Flechtenarten wachsen auf Gestein. Den grössten Anteil stellen die Krustenflechten, die mit ihrer gesamten Unterseite mit der Unterlage verwachsen sind. Sie entwickeln sich über Jahrzehnte an Mauern, auf Dächern oder Statuen und überziehen das Gestein mit der Zeit mit einer Patina, welche durch die Gesteinszusammensetzung sowie die Versorgung durch Nährstoffe und Feuchtigkeit bestimmt ist. Besonders auffällig sind intensiv gelb und orange gefärbte Arten wie → *Candelariella medians*, → *Candelariella aurella* oder → *Caloplaca citrina* und → *Caloplaca decipiens*. Die am Rand deutlich gelappte, gelblich-grüne → *Protoparmeliopsis muralis* sticht vor allem wegen ihrer Grösse ins Auge. Die Schönheit und Formenvielfalt von Gesteinsflechten offenbart sich erst beim genaueren Hinschauen durch eine Lupe: Scheibenförmige Fruchtkörper mit weisslichem, vorstehendem Rand gehören oft zur Gattung *Myriolecis*, z.B. *M. albescens* mit deutlich entwickeltem Lager (rechts, oben) oder *M. crenulata*, mit deutlich gekerbtem Frucht-

Siedlungsraum

Exkursionen

T1

Bürkliterrasse in Zürich (ZH); Beaulieustrasse in Bern (BE)

körperwand, bereiften Scheiben und stark reduziertem Lager (rechts, unten).

Aufwertung Lebensraum: Die Flechtenvegetation an Mauern kann mit über 50 Arten zu einer hohen Artenvielfalt im Siedlungsraum beitragen und ist eine Nahrungsquelle für viele Kleinlebewesen. Eine raue Gesteinsoberfläche begünstigt das Wachstum von Flechten. Flechtenbewuchs führt nicht zu einem vorzeitigen Altern von Mauern oder Ziegeln. Nur wenige Arten wie *M. albescens* können die Gesteinsoberfläche im Verlauf der Jahrzehnte leicht angreifen. Andere Arten wie → *Caloplaca decipiens* oder → *Protoparmeliopsis muralis* scheinen die Gesteinsoberfläche eher zu schützen.

Exkursionen: 1: Tramhaltestelle Zürich, Bürkliplatz (oben).

2: Jede andere Ortschaft in der Schweiz, z. B. Bern, Beaulieustrasse (unten).







Sie möchten nichts mehr verpassen?

Folgen Sie uns auf unseren Social-Media-Kanälen und
bleiben Sie via Newsletter auf dem neuesten Stand

www.haupt.ch/informier



1. Auflage: 2023

ISBN 978-3-258-08309-4

Umschlag , Gestaltung und Satz: pooldesign.ch

Alle Rechte vorbehalten.

Copyright © 2023 Haupt Verlag, Bern

Jede Art der Vervielfältigung ohne Genehmigung des Verlags ist unzulässig.

Wir verwenden FSC®-zertifiziertes Papier. FSC® sichert die Nutzung der Wälder gemäß sozialen, ökonomischen und ökologischen Kriterien.

Gedruckt in Slowenien



Diese Publikation ist in der Deutschen Nationalbibliografie verzeichnet. Mehr Informationen dazu finden Sie unter <http://dnb.dnb.de>.

Der Haupt Verlag wird vom Bundesamt für Kultur für die Jahre 2021–2024 unterstützt.

Wir verlegen mit Freude und großem Engagement unsere Bücher. Daher freuen wir uns immer über Anregungen zum Programm und schätzen Hinweise auf Fehler im Buch, sollten uns welche unterlaufen sein. Falls Sie regelmäßig Informationen über die aktuellen Titel im Bereich Natur & Garten erhalten möchten, folgen Sie uns über Social Media oder bleiben Sie via Newsletter auf dem neuesten Stand.

www.haupt.ch



Flechten findet man überall: direkt vor der Haustüre, an Bäumen, auf dem Erdboden und an Gestein. Während einige mit ihren intensiven Farben von Weitem sichtbar sind und die Landschaft prägen, sind andere sehr diskret und zeigen ihre Schönheit nur bei der Betrachtung durch die Lupe. Ihnen allen ist gemeinsam, dass sie äusserst interessante Lebewesen sind: lebenslange Verbindungen eines Pilzes mit einer Alge oder einem Cyanobakterium.

«Flechten der Schweiz» porträtiert über 360 einheimische Arten mit Fotos, Verbreitungskarten und leicht verständlichen Texten zu ihren typischen Merkmalen, bevorzugten Lebensräumen, ihrer Gefährdung sowie Förderungs- und möglichen Schutzmassnahmen.

52 Exkursionsvorschläge laden dazu ein, die Schönheit der einheimischen Flechten rund ums Jahr selber zu entdecken.



ISBN 978-3-258-08309-4



9 783258 083094

Haupt
NATUR