

Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz	N.F. 22	3	443-467	2019	Freiburg im Breisgau 03. März 2019
--	---------	---	---------	------	---------------------------------------

Basi- und subneutrophytische Flechten im Grundgebirge des Schwarzwaldes

VON
VOLKMAR WIRTH*

Zusammenfassung: Die Vorkommen von kalkliebenden bzw. basi- und (sub-)neutrophytischen Gefäßpflanzen und Moosen im Bereich des Grundgebirges des Schwarzwaldes haben Botaniker seit über 100 Jahren beschäftigt. In Bezug auf Flechten ist das Phänomen bisher nicht eigens behandelt worden. In Habitaten mit kalkspatführenden oder basischen magmatischen und chemisch entsprechenden metamorphen Gesteinen kommen auch zahlreiche spezifische Flechtenarten vor, die ausgeprägt saure Substrate meiden. Umgekehrt sind diese Arten – nicht anders als die entsprechenden Moose – hervorragende Indikatoren basischer und subneutraler Substratbedingungen und weisen auf mineralogische Besonderheiten hin. Die petrographischen Bedingungen sind zwar sehr unterschiedlich, doch sind häufig Gesteine mit Plagioklas und Hornblende beteiligt, oft Amphibolite. Anders als die meisten betroffenen Moose, die eher feucht-schattige Konditionen bevorzugen, sind die meisten Flechten eher auf xerische Mikrohabitate spezialisiert. Die mäßig basi-phytischen und subneutrophytischen Arten werden aufgelistet.

Schlüsselwörter: Flechten auf basischem Silikatgestein, Kalkspat, Basiphyten, Subneutrophyten, Schwarzwald.

Basi- and subneutrophytic lichens in the bedrock area of the Black Forest.

Abstract: For more than 100 years, botanists have devoted particular attention to the occurrence of calcicolous or basi- and subneutrophytic bryophytes and vascular plants in the area of bedrock in the Black Forest, which is characterized by acidophilous vegetation. This phenomenon was not specifically dealt with in respect to lichens. In habitats with calcite-containing or SiO₂-poor siliceous rock as basic silicates, many lichen species occur that avoid more acidic substrates. Lichens are excellent indicators of basic or subneutral substrate conditions and special mineralogical characteristics. The petrographic conditions vary widely, yet rocks with plagioklas or hornblende, such as amphibolites, occur frequently. Different

* Prof. Dr. habil. Volkmar Wirth, Friedrich-Ebert-Str. 68, D-71711 Murr.
volkmar.wirth@online.de

from most bryophytes which prefer moister and more shadowy habitats, most lichen species are specialised in xeric microhabitats. The slightly basiphytic and subneutrophytic lichen species are listed.

Key words: lichens, basic rock, calcite, basiphytes, subneutrophytes, Black Forest.

1. Einleitung

Das Phänomen des Vorkommens von Kalkpflanzen im Schwarzwald, einem aus Silikatgesteinen aufgebauten und folglich von einer acidophilen Vegetation geprägten Gebirge, fand vielfach Beachtung, weil es nicht nur floristisch und ökologisch bemerkenswert ist, sondern oft auch mit pflanzengeographischen und florensgeschichtlichen Aspekten verknüpft ist. Beispiele sind Vorkommen von Aurikel, Trauben-Steinbrech, Niedrigem Habichtskraut, Alpen-Distel, Alpen-Maßlieb und Grünem Streifenfarn am Feldberg bzw. im Höllental. Der kausal-ökologische Bezug dieser lange bekannten Pflanzenfunde ist von Phanerogamenbotanikern wohl relativ spät formuliert worden. Nicht einmal bei OLTMANN (1922) findet sich dazu eine Bemerkung. Dass die Populationen von Gefäßpflanzen, die gewöhnlich auf kalkhaltigen Substraten leben, im Schwarzwald tatsächlich mit Kalkspuren im Untergrund zusammenhängen, wurde von OBERDORFER (1927) in einem Nachtrag zu seinem Fund von *Cotoneaster integerrima* am Feldberg in Worte gefasst: „Bei einer ... Begehung des Feldseekars konnten wir feststellen, dass die Felsen, an denen die oben genannten kalkholden Pflanzen wachsen, sehr häufig von feinen Calcithäuten überzogen sind und daß in dem dort anstehenden Schapbachgneis zuweilen Klüfte von mehreren Millimeter Dicke ganz mit Kalkspat ausgefüllt sind.“

Der Zusammenhang zwischen Kalk und Pflanzenvorkommen war allerdings schon früher, und zwar von Bryologenseite mehrfach formuliert worden, so von HERZOG (1898) für *Plagiopus oederi* („Höllental an kalkhaltigen Felsen“) und *Orthothecium rufescens* („an kalkhaltigen, nassen Felsen, Hirschsprung“), von Karl MÜLLER (1898) z.B. für *Pedinophyllum interruptum* („kommt nur auf Kalkgrund vor“) und für *Moerckia hibernica* („auf sogenanntem Kalkgrus“) – beidemal am Fundort Hirschsprung – sowie (MÜLLER 1899) für *Pellia calycina*. HERZOG (1904–06, S. 278 ff.) widmete in seinem Werk „Die Laubmoose Badens“ dem Kalkmoos-Phänomen mehrere Seiten. MÜLLER (1935, 1938a, 1938b, 1942) zeigte, dass der pH im Bodensubstrat bzw. des herabrieselnden Wassers in den Habitaten der normalerweise calcicolen Moose und Gefäßpflanzen, wie *Asplenium viride*, *Campanula cochleariifolia*, *Carduus defloratus*, *Sedum dasyphyllum*, *Aster bellidiastrum*, *Primula auricula* und *Carex brachystachys*, gemessen am

Feldberg, Hirschsprung, Räuberschlössle/Wutach und im Wehratal, tatsächlich den neutralen bis mäßig basischen Bereich (pH 7,0 bis 8,0) erreicht. Alle Lokalitäten, an denen gemessen wurde, wiesen auch Kalkspuren in unmittelbarer Nähe auf.

Während bei Gefäßpflanzen der Fokus auf relativ wenigen Fundorten mit floristischen Besonderheiten lag, so vor allem auf den schon genannten Lokalitäten Feldberg und Hirschsprung (OBERDORFER 1927, 1934, MÜLLER 1948, BOGENRIEDER 1982) sowie Wehratal (MÜLLER 1942) oder Alpersbach (WIMMENAUER & WIRTH 1963), war die Sicht der Moosforscher räumlich umfassender. Gewöhnlich auf Kalk wachsende Moose wurden an zahlreichen Orten nachgewiesen (z.B. HERZOG 1898, 1905, 1939, SCHMIDT 1927, MÜLLER 1935, 1938a, 1938b, 1942, PHILIPPI & PHILIPPI 1956). MÜLLER (1935, 1938a) und schließlich PHILIPPI (1972) gingen dem Phänomen von Moosseite sehr gründlich nach.

Die Konzentration auf Moose bei der Untersuchung des „Kalkpflanzen-Phänomens“ hatte seinen Grund. „Besonders zahlreiche Leber- und Laubmoose haben sich als fein abgestimmte Zeigerpflanzen für Kalkgehalt in sonst kalkfreiem Gebirge erwiesen“ befand MÜLLER (1935), und „zur Ansprache kalkhaltiger Felsstellen im Schwarzwald eignen sich Moose weit besser als Gefäßpflanzen“ (PHILIPPI 1972). PHILIPPI (1972) legte eine Verbreitungskarte der Fundstellen dieser Moose vor, aus der deutlich wird, dass die besonders reichen Moosbasiphyten-Fundstellen mit den klassischen der Kalk-Gefäßpflanzen zusammenfallen. PHILIPPI bediente sich zur Kennzeichnung der Substratpräferenz der Arten der Begriffe „basiphil“ und „neutrophil“, da zwar an den „reichen“ Stellen Kalkspat nachzuweisen sei, jedoch „die meisten Wuchsstellen dieser anspruchsvollen Arten kalkfrei (jedoch basenreich)“ seien. Damit erweiterte Philippi die Sichtweise auf das Phänomen und trug somit den Fakten Rechnung, dass viele der an Kalkstellen lebenden Arten auch in Mikrohabitaten gefunden werden, wo „oberflächlich“ keine Kalkspuren entdeckt werden können, und dass ohne aufwendige Untersuchungen im Grunde genommen nicht entschieden werden kann, ob Kalk unverzichtbarer ökologischer Faktor ist.

Wir verwenden hier anstelle von -phil das Suffix -phytisch. Mit letzterem wird bekanntlich der unter natürlichen Wuchsbedingungen festgestellte Standortsschwerpunkt charakterisiert, nicht der experimentell ermittelte. Zur Beschreibung der Substratverhältnisse ziehen wir eine Unterscheidung zwischen „mäßig (oder schwach) basiphytischen“ und „subneutrophytischen“ Arten vor, da der Begriff neutrophytisch eng interpretiert zu sehr punktuell auf den Neutralpunkt fixiert ist, weit interpretiert Bereiche im mäßig sauren und im mäßig basischen umschließt, also mit „basiphytisch“ interferiert. VĚZDA (1959) verwendete für den pH-Bereich knapp unter dem Neutralpunkt (pH 5,5 bis 7) in Anlehnung an WALDMANN (1944), der

möglicherweise diesen Begriff erstmals verwendete, den Terminus „circumneutrophil“, was allerdings wortwörtlich genommen die Bevorzugung eines pH-Bereichs „um“ den Neutralpunkt bedeutet, also vom schwach sauren bis schwach basischen reicht, was laut pH-Zuordnung dieses Autors aber nicht gemeint sein kann. Im wortwörtlichen Sinn ist der Terminus allerdings gut geeignet, pauschal die Gesamtheit der subneutrophytischen und schwach basiphytischen Arten zu charakterisieren.

In diesem Beitrag wird lediglich auf Vorkommen auf autochthonen Gesteinen (inkl. mit Erde gefüllte Felsspalten) eingegangen, nicht auf weitere von MÜLLER (1935, 1938a) und PHILIPPI (1972) genannte Habitate von Kalk- bzw. basiphytischen Pflanzen, wie 1. basenreiche Borken (v.a. Berg-, Feldahorn; vgl. z.B. MATZKE 2008, LÜTH 2010), 2. Substrate, die ihren Kalkgehalt dem Einsickern von Wässern aus dem Deckgebirge (Muschelkalk) verdanken, also keinen autogenen Ursprung haben, wie das z.B. im östlichen Südschwarzwald (unteres Schwarza-/Schlüchttal) der Fall ist (schon von HERZOG (1905) erwähnt), und 3. der für Flechten nicht relevante Lebensraum Flachmoor. Unberücksichtigt bleiben ferner alte Burgstellen, an denen man auch auf „gewachsenem“ Fels Basiphyten finden kann, und amphibische Habitate auf Felsen in Fließgewässern, die von subneutral bis mäßig alkalisch reagierendem Wasser umspült werden; diese Wasserflechten-Gesellschaften im Grundgebirge des Schwarzwaldes kann man zum großen Teil als circumneutrophytisch ansehen; in der Dreisam im Zartener Becken schwankt der pH um den Mittelwert von 7,4 (5,5–9), somit herrschen circumneutrale, d.h. zeitweise auch basische Bedingungen, obwohl das Einzugsgebiet silikatisch ist (THÜS & WIRTH 2009).

2. Circumneutrophytische Flechten im Schwarzwald

Das Auftreten von Kalkarten bzw. basiphytischen und diese oft begleitenden subneutrophytischen Sippen im Grundgebirge des Schwarzwaldes ist nicht auf Gefäßpflanzen und Moose beschränkt, sondern ist auch ausgeprägt bei Flechten zu beobachten – anders als bei ersteren ist dieses eigenartige Phänomen bei Flechten jedoch nicht in entsprechenden Darstellungen gewürdigt worden. Lediglich WIRTH (1972) geht etwas ausführlicher auf basiphytische Flechten im geologisch sauren Untergrund ein. Der vor allem im Schwarzwald arbeitende Lichenologe LETTAU (1948) erwähnt nur eine einzige Kalkflechte, und zwar *Gyalecta jenensis* im Höllental – Vorkommen von Kalkflechten an anderen klassischen Kalkpflanzenfundorten seien nicht bekannt geworden, aber wahrscheinlich. Offensichtlich hatte Lettau keine Gelegenheit, diese Wuchsorte aufzusuchen.



Abb. 1: *Caloplaca cirrochroa* lebt gewöhnlich auf kalkreichem Gestein; selten geht sie auf kalkhaltiges Silikatgestein über. Hochschwarzwald (Ausschnitt 1 cm breit).

Theoretisch kann das Spektrum subneutrophytischer und basiphytischer Gesteinsflechten Arten umfassen, die

1. nur auf \pm reinem Kalkstein und Dolomit vorkommen, somit mit der löslichen Unterlage „zurechtkommen“ bzw. sie benötigen, weil der Thallus im Gestein (endo- oder semiendolithisch) lebt und die Fruchtkörper in den Stein hineingelöst erscheinen (calcicole und ausgeprägt basiphytische Arten; calcicol im Sinne „auf Calciumcarbonat-reichem Substrat“): Flechten \pm reiner Kalke und Dolomite.
2. ganz überwiegend auf Kalkgesteinen leben, aber auf Silikatgesteine übergehen können, wenn ein Kalkeinfluss besteht (gewöhnlich über Sickerwässer): Flechten sehr bis mäßig kalkreicher Gesteine (Abb. 1–3).
3. auf Silikatgesteinen bei zeitweise mäßig alkalischen Verhältnissen leben, die gewöhnlich durch Kalkspuren bedingt sind. Kalkreiche Gesteine bzw. reine Kalke werden nicht besiedelt: Flechten kalkarmer Gesteine (anderenorts z.B. Kalksilikate, kalkhaltige Schiefer) (Abb. 4).
4. auf Silikatgesteinen auch ohne Anwesenheit von Kalk leben, also im Allgemeinen auf Gesteinen wachsen, deren Oberfläche subneutral (hier etwa pH (5,5–7,0) reagiert und damit andere Bedingungen bietet als die im Grundgebirge des Schwarzwaldes verbreiteten Gesteine mit deutlich saurer Oberfläche: subneutrophytische Arten (Abb. 5).



Abb. 2: Die extrem seltene calciphile Art *Caloplaca arnoldiiconfusa* auf kalkhaltigem Silikatgestein im Hochschwarzwald (Ausschnitt 2,5 cm breit).



Abb. 3: *Rusavskia (Xanthoria) elegans*, die Zierliche Gelbflechte, lebt gewöhnlich auf Kalkgestein und kalkhaltigem Kunststein. Selten ist sie auf kalkbeeinflussten Silikatgesteinen zu finden, hier in Nachbarschaft zu einer Landkartenflechte. Hochschwarzwald (Ausschnitt ca. 3 cm breit).



Abb. 4: *Diploicia canescens* (“Graue Burgenflechte”) lebt auf kalkhaltigen und basischen Silikatgesteinen. Im Schwarzwald sind nur zwei natürliche Vorkommen der subatlantischen Art bekannt. Wiesental (Ausschnitt 1 cm breit).



Abb. 5: *Opegrapha lithyrga*. Beispiel für eine subneutrophytische Flechte, die auf kalkfreien Silikaten wächst, aber auch an leicht kalkbeeinflussten sauren Silikatgesteinen vorkommen kann. Albtal/Südschwarzwald. (Ausschnitt 1,2 cm breit).

Im Schwarzwald wurden infolge des völligen Fehlens von anstehenden Kalkfelsen oder von Kalkblöcken nur basiphytische bzw. subneutrophytische Flechten der Typen 2, 3 und 4 gefunden bzw. calciphytische nur der Typen 2 und 3; ein Auftreten eines Vertreters des Typs 1 ist unwahrscheinlich, aber in einem Mikrohabitat nicht ausgeschlossen. Die unten vorgenommene Aufteilung auf Basiphyten und Subneutrophyten bzw. auf unterschiedliche Typen greift tendenzielle Schwerpunkte, wie sie im Gelände beobachtet werden konnten, heraus. Insbesondere bei sehr seltenen Arten ist diese Zuordnung nicht unproblematisch. In der Liste haben wir einige Beispiele für Arten, die in den mäßig sauren Bereich übergehen, berücksichtigt und mit Typ 5 bezeichnet. Punktverbreitungskarten der aufgeführten Arten finden sich in WIRTH (1995).

2.1 Flechten, die auf kalkhaltigen Substraten leben

Im Grundgebirge des Schwarzwaldes wurden folgende generell von kalkbeeinflussten Habitaten bekannte Arten (calciphytische Flechten) gefunden, stets an Standorten mit Kalkeinfluss. Berücksichtigt sind nur Vorkommen an natürlichen Felshabitaten (ohne Kontakt zu Mörtel, Beton etc.). Nomenklatur der Arten nach WIRTH et al. (2013).

- Anema tumidulum (Typ 2)
- Caloplaca (Calogaya) arnoldii (Typ 2)
- Caloplaca (Calogaya) arnoldiiconfusa (Typ 2)
- Caloplaca (Calogaya) biatorina (Typ 2)
- Caloplaca (Leproplaca) cirrochroa (Typ 2)
- Caloplaca (Flavoplaca) citrina-Aggregat (Typ 2)
- Caloplaca conversa (Typ 2)
- Caloplaca demissa (Typ 3(-4))
- Caloplaca (Gyalolechia) flavovirescens (Typ 3)
- Caloplaca (Leproplaca) obliterans (Typ 3)
- Caloplaca (Calogaya) pusilla (Typ 2)
- Caloplaca (Athallia) vitellinula (Typ 3)
- Candelariella aurella (Typ 2)
- Collema auriforme (Typ 2)
- Collema glebulentum (Typ 3)
- Dermatocarpon intestiniforme (Typ 2)
- Diploicia canescens (Typ 3)
- Dirina fallax (Typ 3)
- Gyalecta jenensis (Typ 2)
- Gyalecta russula (Typ 3)
- Lecanora crenulata (Typ 2)
- Lecanora dispersa-Gruppe (Typ 2)

Lecanora dispersoareolata (Typ 3)
Lecidea speirea (Typ 3)
Lempholemma cladodes (Typ 2)
Leptogium plicatile (Typ 2)
Oxneria fallax (Typ 3)
Pertusaria amarescens (Typ 3)
Physcia dimidiata (Typ 3)
Physcia magnussonii (Typ 3)
Placidium rufescens (Typ 2)
Placynthium nigrum coll. (Typ 2)
Protoblastenia rupestris (Typ 2)
Rhizocarpon atroflavescens (Typ 3)
Rhizocarpon umbilicatum (Typ 2)
Rusavskia elegans (Typ 2)
Synalissa symphorea (Typ 2)
Verrucaria nigrescens-Gruppe (Typ 2/3)
Verrucaria polysticta-Gruppe (Typ 2/3)

Fast alle aufgeführten Arten sind ausschließlich südlich des Kinzigtals gefunden worden. Die Wuchsorte – nicht die Standorte – dieser Flechten sind oft die gleichen wie die der von HERZOG, MÜLLER und PHILIPPI erwähnten „Charakterarten“ der Kalkstellen unter den Moosen und Gefäßpflanzen. Während bei den etwa von PHILIPPI (1972) genannten Moosen solche überwiegen, die auf frischen bis langfristig überrieselten, oft auch schattigen bis mäßig lichtreichen Habitaten leben, sind es bei den Flechten in der Mehrzahl tendenziell xerophytische Arten, die meist nicht voll bzw. ungehindert durch Niederschläge benetzt werden, deren Standorte rasch abtrocknen oder nur recht kurzzeitig Sickerwasser erhalten, so die meisten *Caloplaca*-Arten (Abb. 1 und 2), während Flechten längerzeitig feuchter Habitats in der Unterzahl sind (so *Lempholemma cladodes*, *Collema glebulentum*). Man wird eher die Mauerraute (*Asplenium ruta-muraria*) als den hygrophytischen Grünen Streifenfarn (*Asplenium viride*) als Begleiter der Kalkflechten finden.

Gewöhnlich treten mehrere basi- bis neutrophytische Arten vergesellschaftet auf, wie folgende Vegetationsaufnahme zeigt (Fläche 40 x 25 cm, 30°, unter Überhang, 90% Deckung, Exp. Süd):

Caloplaca arnoldii 3, *Caloplaca demissa* 3, *Caloplaca* sp. 1, *Caloplaca biatorima* 1, *Candelariella aurella* +, *Diploicia canescens* +, *Lecanora dispersa* s.l. r, *Lecanora crenulata* s.l. r,

Unter den erwähnten Basiphyten sind auch einige, die generell recht häufig sind, so mehrere Arten, die auch auf anthropogene Substrate (v.a. Mauern) übergehen, wie *Caloplaca citrina*, *Candelariella aurella* und *Lecanora*

dispersa. Im Schwarzwald sind an natürlichen Habitaten *alle* diese Flechten selten, mehrere (*) nur von einer Lokalität bekannt, oft nur in wenigen, daher sehr gefährdeten Exemplaren. *Anema tumidulum**, *Caloplaca arnoldiiconfusa**, *C. biatorina*, *C. conversa**, *Collema glebulentum*, *Dermatocarpon intestiniforme**, *Lecanora dispersoareolata**, *Lecidea speirea**, *Lempholemma cladodes**, *Pertusaria amarescens**, *Physcia magnussonii* und *Rhizocarpon atroflavescens* sind deutschlandweit sehr selten.

Im Substratbereich weichen die Habitate der Flechten-Basiphyten gewöhnlich von denen der Gefäßpflanzen und Moose ab. Während diese in mehr oder weniger erdgefüllten Spalten oder auf übererdeten Flächen siedeln, in welche die Calciumcarbonat-Lösungen einsickern, wachsen die meisten betroffenen Flechten in innigstem Kontakt mit dem Fels. Für sie ist die chemische und chemisch-physikalische Qualität der Gesteinsoberfläche und der Verwitterungsschicht, in die die Pilzhypen eindringen, maßgebend, und zwar in erster Linie dann, wenn die Thalli physiologisch aktiv sind, wenn also feuchte Bedingungen herrschen.

An den meisten Fundorten der normalerweise auf Kalk vorkommenden Flechten wurden Kalkhäute bzw. Kalkkrusten neben und in Klüften von Silikatgestein, wie von OBERDORFER (1927) und WIRTH (1972) beschrieben, am gewachsenen Fels beobachtet, in dem aus tiefer reichenden Klüften Calcit als unmittelbare Kalkquelle gelöst und an anderer Stelle wieder abgelagert wird (Abb. 6, 7, 8). Für das Vorkommen der Basiphyten ist sicher auch eine stete „Nachlieferung“ gelösten Kalkes wesentlich. PHILIPPI (1972) hat beobachtet, dass die basiphytischen Moose gewöhnlich an Felsen auftreten, deren Klüftung gegen den Hang einfällt (Abb. 6), während sie fehlen, wenn die Klüftung *mit* dem Hang einfällt, weil hier mit Freilegung von Felsflächen etwa durch Felsabbrüche Kalkspuren oft rasch ausgewaschen werden, wenn sie voll den Niederschlägen ausgesetzt sind.

Dieses Phänomen des *bevorzugten* Auftretens der Basiphyten an Felsen mit Klüftung gegen den Hang findet man bei Flechten nicht so deutlich. Zwar kommen an diesem Standortstyp auch basiphytische Flechten vor, besonders Arten, die Sickerwasserstandorte bevorzugen, die also länger als Normalstandorte mit Wasser versorgt werden. Aber zahlreiche Kalkflechten finden sich auch an *mit dem Hang einfallenden* Flächen, wo Kalkhäute/-krusten mitunter sogar in der Ausdehnung von Quadratmetern entwickelt sein können, und zwar an und unter Überhängen. Dieser relativ trockene Standort ist, anders als bei Moosen, eines der wichtigsten Habitate basiphytischer Flechten auf Silikatgestein. Diese Kalkkrusten können wohl als flächige ehemalige Kluffüllungen interpretiert werden, die nach Abbruch größerer Felsteile an eben dieser calcitgefüllten Schwächezone freigelegt wurden, so oberhalb von Geschwend im Wiesental (Abb. 7). Die Kalkkrusten zeigen an



Abb. 6: Aus Klüften gegen den Hang tritt kalkhaltiges Wasser aus und scheidet den Kalk an der Oberfläche der kluftnahen Felspartien ab. Wiesental. (Ausschnitt ca. 60 cm). Aus WIRTH (1972).



Abb. 7: Kalkkrusten über Silikatgestein unter Überhang.



Abb. 8: Flächige Calcitkrusten auf Silikatgestein in der Randgranit-Zone des oberen Wiesentals; im Bereich der Krustenflechte ist der Kalkbelag ausgedünnt (Ausschnitt 2 cm breit).



Abb. 9: Die Kalkflechten (*Caloplaca* sp.) wachsen gewöhnlich unterhalb/außerhalb der Kalkhäute, was auf ständige oberflächliche Lösung bzw. Abscheidung von Kalk in Bereich der Kalkhäute hinweisen kann. Wiesental. (Ausschnitt 1,6 cm breit).

vielen Stellen hellere, weiche, gerundete Ränder, vergleichbar einer ausgelaufenen zähen Flüssigkeit, ein Hinweis auf relativ rezente Lösungs- und Abscheidungsvorgänge. In anderen Fällen spielt auch Tropfwasser eine Rolle. Es konnten, ebenfalls unter Überhängen, deutliche Anfangsstadien tropfsteinartiger Gebilde in Napfform gefunden werden. Die calciphytischen Arten wachsen in diesen Fällen gewöhnlich unterhalb der kalkverkrusteten Stellen, nur selten direkt auf den Kalkkrusten (Abb. 8, 9). Auf stärker beregneten Flächen in unmittelbarer Nähe fehlen die Calcitabscheidungen und auch gewöhnlich die calciphytischen Arten; Subneutrophyten sind aber oft vorhanden.

2.2 Subneutrophytische Flechten

Lange Zeit hat man bei auf (kalkfreiem) Silikatgestein wachsenden Flechten kaum Differenzierungen bezüglich Substratpräferenzen oder -schwerpunkten gemacht. Dabei ist es empirisch möglich, flechtenfloristisch zwischen ausgeprägt acidophilen Arten und solchen zu unterscheiden, die saure, SiO₂- oder gar quarzreiche Gesteine ausgesprochen meiden. Vergleicht man den Flechtenbewuchs von Silikatgesteinen sehr unterschiedlicher SiO₂-Gehalte, etwa von Quarziten mit Basalten oder Serpentin, so gibt es fast keine gemeinsamen Arten im Artenbestand (WIRTH 1972). Nur sehr vereinzelt ist auf die floristischen Eigenheiten von verschiedenen Gesteinen, SiO₂-reichen bzw. SiO₂-armen, hingewiesen worden. SUZA (1931) bezeichnete Arten der ersteren Gruppe als „sehr silikatisch“ und hebt die andersartige Flechtenvegetation auf Amphibolit und insbesondere Serpentin hervor und belegt sie mit Artenlisten (SUZA 1925, 1928). Die Serpentinflora ist oft so eigenartig, dass sie mehrfach spezielle Bearbeitungen erfahren hat (Literatur s. WIRTH 1972, HAFELLNER 1991, VON BRACKEL 2007). VĚZDA (1959) nannte die auf leicht kalkhaltigen oder SiO₂-armen Silikaten vorkommenden Arten „circumneutrophil“ (s.o.) und führte als Paradebeispiel *Gyalecta (Belonia) russula* an, ferner *Lecanactis dilleniana*, den auf *Porpidia rugosa* lebenden Pilz *Sagediopsis barbara* sowie die von uns zu den mäßig basiphytischen Arten gerechneten *Lecidea speirea* und *Rhizocarpon umbilicatum*.

In den letzten Jahrzehnten ist die Kenntnis der Subneutrophyten auf dem Weg der gegenseitigen Erhellung stark erweitert worden (z.B. WIRTH 1972, 1980). Folgende Arten gehören im Schwarzwald zu dieser Gruppe und sind teilweise erst durch Studien im Schwarzwald dieser Gruppe zugeordnet worden. Die Zuordnung erfolgt auf Basis von pH-Messungen von relativ wenigen Arten sowie auf Analogieschlüssen über Vergesellschaftungen und Analyse der Gesteinssubstrate:

Acarospora peliscypha (Typ 4)

Acarospora praeurptorum (Typ 4)

Acarospora versicolor (Typ 3–4)
Amygdalaria panaeola (Typ 4–5)
Bacidia trachona (Typ 3–4)
Caloplaca atroflava (Typ 4)
Caloplaca chlorina (Typ 3–4)
Caloplaca lithophila (Typ 4)
Caloplaca saxicola (Typ 3–4)
Caloplaca squamuloisidiata (Typ 3–4)
Caloplaca (Squamulea) subsoluta (Typ 3–4)
Carbonea assimilis (Typ 3–4)
Catillaria chalybeia (Typ 4–5)
Collema flaccidum (Typ 3–4)
Dermatocarpon miniatum (Typ 2–4)
Dimelaena oreina (Typ 4)
Diplotomma porphyricum (Typ 3–4)
Enterographa hutchinsiae (Typ 4)
Gyalecta russula (Typ 4)
Hymenelia lacustris (Typ 4)
Koerberiella wimmerina (Typ 3–4)
Lecanactis dilleniana (Typ 4)
Lecanora campestris (Typ 4)
Lecanora frustulosa (Typ 3–4)
Lecanora muralis (Typ 2–4)
Lecanora reagens (Typ 3–4)
Lecidea viridiatra (Typ 4)
Lecidella anomaloides (Typ 4–5)
Lecidella carpathica (Typ 4)
Lecidella scabra (Typ 4)
Leptogium cyanescens (Typ 3–4)
Leptogium lichenoides (Typ 3–4)
Leptogium magnussonii (Typ 4)
Lithographa tesserata (Typ 4)
Metamelanea umbonata (Typ 3–4)
Miriquidica schaeferi (Typ 4)
Myriospora smaragdula (Typ 4)
Nephroma parile (Typ 4–5)
Opegrapha lithyrga (Typ 4–5)
Peltigera leucophlebia (Typ 3–5)
Peltula euploca (Typ 3–4)
Pertusaria chiodectionoides (Typ 4)
Phylliscum demangeonii (Typ 3–4)
Physcia dubia f. teretiuscula (Typ 3–4)

Placopyrenium fuscillum (Typ 3–4)
Placopyrenium tatrense (Typ 3–4)
Placynthium flabellosum (Typ 4)
Porina lectissima (Typ 4)
Porpidia cinereoatra (Typ 4–5)
Porpidia ochrolemma (Typ 3–4)
Porpidia rugosa (Typ 4)
Porocyphus coccodes (Typ 3–4)
Pyrenopsis sanguinea (Typ 4)
Rhizocarpon geminatum (Typ 4)
Rinodina confragosa (Typ 4)
Rinodina oxydata (Typ 4)
Rinodina teichophila (Typ 4)
Sarcogyne clavus (Typ 4)
Schaereria cinereorufa (Typ 4–5)
Toninia squalida (Typ 4)
Vahliella leucophaea (Typ 4)
Verrucaria praetermissa (Typ 4)

3. Die geologisch-petrographischen Gegebenheiten der Vorkommen circumneutrophytischer Arten im Schwarzwald

Die innige Verbindung von Organismus und Gestein bei Flechten, zumindest bei Krustenflechten, bedingt die Einbeziehung der Gesteinsart, ihrer mineralogischen und chemischen Zusammensetzung und eventuell auch physikalischen Eigenschaften in die kausalen Überlegungen.

3.1 Basiphytische Flechten/calciphytische Flechten

Bei Arten, die man nur von kalkhaltigen Substraten kennt und an deren Vorkommen im Schwarzwald auch Calcitadern oder Kalkkrusten belegt sind, liegen die folgenden Fragen nahe (siehe auch MÜLLER 1938a): Wo kommt der Kalk her? Ist die unmittelbare Kalkquelle stets Kalkspat? Ist die Kalkquelle mit bestimmten Gesteinen oder mit einer bestimmten Mineralzusammensetzung der Gesteine verknüpft? Zur Beantwortung dieser Fragen können angesichts ihrer engen Verbindung mit dem Gesteinssubstrat auch Flechten beitragen.

Ein Blick auf die geologischen Karten belegt, dass die im Schwarzwald festgestellten Vorkommen von Kalkflechten/Kalkpflanzen bzw. subneutrophytischen Arten verschiedenste geologisch-petrographische Gege-

benheiten aufweisen, dass es also keine offensichtliche Beziehung zwischen Gesteinsart und basiphytischen Pflanzen/Flechten gibt. Naturgemäß muss Calcium im Ausgangsgestein vorhanden sein. Calcium als Carbonat kommt an zu Tage tretenden Gesteinen im Schwarzwald nur selten vor.

Die Gesteine an den klassischen Fundorten von Kalkpflanzen am Feldberg werden von Wimmenauer als Orthogneise bzw. mäßig anatektisch überprägte Gneise bezeichnet, in denen sich v.a. an größeren Felsmassiven Kalkkrusten und Kluffüllungen mit Kalk bilden, der als Zersetzungsprodukt aus Hornblende und Plagioklas entsteht (WIMMENAUER 1982, MÜLLER 1935). Die Gesteine im Höllen-, Zastler- und St. Wilhelmetal (Vorkommen z.B. von *Saxifraga paniculata*) sind nur graduell verschieden, werden teils als Gneis-Anatexite (METZ 1958), teils als streifig-schlierige Migmatite (LGRB, geologische Karte 1:25.000 im Internet) bezeichnet, also Mischgesteine mit metamorphen und magmatischen Anteilen. Bei der Bildung von Kalkspat können Ruschelzonen eine „begünstigende“ Rolle spielen, also Zerrüttungszonen, die durch tektonische Vorgänge entstehen, so am Hirschsprung (MÜLLER 1898 spricht hier von Kalkgrus in der Ruschelzone) und am Fundort von *Carex brachystachys* im Wehratal (MÜLLER 1942).

Im oberen Wiesental im Süden des Feldbergs sind es andersartige Gesteine. Sie stehen im Grenzgebiet von Randgranit und oberdevonischen Schiefen und Grauwacken an. Aber auch hier sind Plagioklas und Hornblende maßgeblich vorhanden: „Der aufdringende Randgranit hat (dort) die oberdevonische Schieferserie kontaktmetamorph verändert. Die Grauwackenschiefer wurden in Plagioklas-Biotit-Hornfelssschiefer umgewandelt. Diese bestehen aus Plagioklas, Quarz, Biotit, wenig Kalifeldspat, Hornblende.... In dolomitisch-mergeligen Lagen bilden sich Kalksilikatfelse...“ (zit. aus METZ 1958). Auch an Kalkflechtenvorkommen im Belchen-Gebiet spielt die Kontaktzone des Randgranits eine Rolle; an den dortigen Felsen aus Mischgesteinen unterschiedlich starker Aufschmelzung sind Amphibolite weit verbreitet, wenn auch nicht in geologischen Karten darstellbar (MAUS 1989); in dieser Zone kommen z.B. Aurikel und Trauben-Steinbrech vor, etliche Basiphyten und zahlreiche Subneutrophyten bei Moosen und Flechten. An den Fundorten von Kalkflechten und -moosen bzw. von Kalkausscheidungen im oberen Albtal (bei Dachsberg) enthalten die Rand-Granite ebenfalls zahlreiche Amphibolitlinsen und hornblendereiche Assimilationsreste (METZ 1958, 1980). Amphibolite bestehen bis zu 50% aus Vertretern der Amphibolgruppe, u. a. aus Hornblende, weiter aus erheblichen Anteilen von Plagioklas, gegebenenfalls Pyroxenen (Augit). An den Fundorten von *Hieracium amplexicaule* im Schlücht-/Schwarzatal steht hornblendehaltiger Granodiorit in Kontakt zum Granit von St. Blasien an oder haben Granitporphyrgänge den Granit von St. Blasien durchbrochen. Auch an diesen Stellen, an denen *Rusavskia elegans*, *Caloplaca arnoldii*,

Lecanora dispersa etc. gefunden wurden, existieren Kalkhäute an regen- geschützten Überhängen. Im Nordschwarzwald sind Basiphyten-Vorkom- men sehr selten, eines (isolierter Fundort von *Caloplaca demissa*) liegt im Murgtal bei Huzenbach; hier stehen Gneisanatexite mit Amphibolitlinsen an (METZ 1977).

Die Beispiele zeigen, dass die petrographische Ausgangssituation an den Kalkpflanzenfundorten des Schwarzwaldes sehr verschieden ist, dass aber offensichtlich häufig die leicht verwitternden Mineralien Hornblende und Plagioklas (siehe auch MÜLLER 1935) in erheblichen Anteilen, seltener auch Augit in den Gesteinen vorliegen. Bei der hydrolytischen Zersetzung von Plagioklas, Hornblende, Augit und Olivin werden erhebliche Mengen unter anderem von Ca-Ionen freigesetzt (DACHROTH 2017).

Es ist umgekehrt festzustellen, dass im Bereich größerer einheitlicher Granitkörper, wie im Triberger Granit, im Forbacher Granit und in den Graniten am Westabfall des Nordschwarzwaldes (z.B. Bühlertaler Granit) – Granite, die durch ihre Wollsackbildungen auffallen – kaum Basi- und Subneutrophytenvorkommen von Flechten existieren, wie entsprechend PHILIPPI (1972) schon für die Moose feststellt. Ausnahmen finden sich an Stellen, an denen die Granite von Granitporphyren durchdrungen sind. Es zeigt sich auch, dass quarzitisches Gesteine naturgemäß keine Rolle spielen, da sie Calcium nur in Spuren enthalten. Andererseits gibt es Gesteine, die trotz einer im Prinzip geeigneten mineralogischen Zusammensetzung und einer nicht unerheblichen Verbreitung keine Rolle spielen. So bemerkt DEECKE (1916), dass „kein Renchgneißareal unseres Landes ganz frei von Kalksilikatfelsen“ ist. Paragneise (Renchgneise) stehen aber infolge ihrer leichten Verwitterbarkeit selten an (DEECKE 1916, ULLMANN 1960). Bevor sie von den langsamwüchsigen Flechten besiedelt werden, sind sie schon scherbzig zerfallen. Sedimentgesteine mit carbonatischen Bindemitteln fehlen im Schwarzwald.

3.2 Subneutrophytische Flechten

Es ist empirisch ermittelt, dass die zur Diskussion stehenden Flechten im pH-Bereich zwischen 5 und 7 vorzukommen pflegen. Im Schwarzwald ist die Ökologie dieser Subneutrophyten bezüglich der chemischen Zusammen- setzung der besiedelten Gesteine bzw. deren Oberfläche/Verwitterungs- schicht (auch unter Einfluss der biogenen Verwitterung) vor Ort wegen der Vielfalt der Gesteine oft schwer zu beurteilen. Es zeigt sich, dass die Wuchsorte subneutrophytischer Flechten einesteils zusammenfallen mit denen der „Kalkpflanzen“, anderenteils auf einem Untergrund mit augenscheinlich kalkfreien Gesteinen liegen.

Die Subneutrophyten leben generell gewöhnlich auf kalkfreien Gesteinen (unter der Nachweisgrenze mit HCl), andererseits meiden sie saure,

quarzreiche Silikatgesteine wie viele Granite, Quarzite, Sandsteine des Buntsandsteins. Beim Blick über den Schwarzwald hinaus zeichnet sich ab, dass die Subneutrophyten oft auf basischen (v.a. auf Basalt, Gabbro, Diabas) und auch auf intermediären Gesteinen (z.B. Andesit, Phonolithe) gefunden werden, die im Schwarzwald keine Rolle spielen oder allenfalls sehr lokal auftreten (z.B. Lamprophyre im unteren Albtal), aber etwa in der Rhön, im Nordpfälzer Bergland, Siebengebirge und im Hegau, in Mähren oder im Slowakischen Mittelgebirge charakteristisch sind. Unter basischen und intermediären Gesteinen werden im allgemeinen *magmatische* Gesteine verstanden, unter basischen (basisch nicht im Sinne des pH-Wertes) solche mit SiO_2 -Gehalten zwischen 45 und 52%, unter intermediären solche mit Gehalten zwischen 53 und 63%. Diese Gesteine enthalten in der Regel SiO_2 -arme Feldspäte, wie Plagioklas, und weniger als 10% Quarz. Hier, unter dem kausal-ökologischen Aspekt, schließen wir unter diesen Begriffen chemisch entsprechende metamorphe Gesteine (Anatexite, Syntexite, Metatexite) mit ein, sogenannte Metabasite. Gerade diese metamorphen Gesteine spielen im Schwarzwald eine Rolle, während die chemisch äquivalenten basischen und intermediären Silikate im engen Sinn fast nicht vertreten sind. Die im Schwarzwald immer wieder an den Fundorten der Basiphyten und Subneutrophyten zu findenden Amphibolite oder Amphibolitlinsen zeigen SiO_2 -Gehalte von 48–51% und CaO-Gehalte von 8–12% (DEECKE 1916, METZ 1980), entsprechen somit basischen magmatischen Silikaten.

In ökologischer Hinsicht ist die Genese, ob magmatisch oder metamorph, ob Tiefen- oder Ergussgestein, zwar nicht ganz (wegen der Textur, Rauigkeit), aber weitgehend belanglos. Unter diesem Aspekt verallgemeinernd kann man sagen, dass (bei Fehlen eines Kalkeinflusses) Subneutrophyten auf relativ SiO_2 -armen Gesteinen vorkommen, also auf basischen und intermediären Silikatgesteinen in weitem Sinn. Auf eher sauren Gesteinen treten sie nur bei Einfluss von Kalk auf, der dafür sorgt, dass das Milieu in den subneutralen oder gar basischen Bereich wechselt. Dies ist die Erklärung dafür, dass auf relativ engem Raum, je nach Sickerwassereinfluss und Verdünnungseffekten, basiphytische, subneutrophytische und acidophytische Flechten zwar gewöhnlich nicht durcheinander, aber nebeneinander angetroffen werden können, eine Beobachtung, die HERZOG (1948) auch für die Moose gemacht hat: „..... finden wir im Tropfwasser der Wände *scheinbar* regellos mit Silikatmoosen vermischt etliche echte Kalkmoose ... So kommen denn ... Mosaikzustände, wie ich sie sonst nirgends getroffen habe.“

Die Beobachtung, dass die oben genannten Basiphyten und Subneutrophyten mit Ausnahme des Typs 4–5 nahezu ausschließlich an anstehendem Fels und nicht auf Blöcken in Schutthalden und Blockmeeren zu finden sind, kann so interpretiert werden, dass sich an Blöcken – sozusagen in geschlossenen Systemen – die „Nachlieferung“ von löslichen, pH-erhöhenden Agentien

erschöpft bzw. im Verwitterungsbereich unter den Flechtenthalli durch ständige Durchfeuchtung nicht schnell genug funktioniert. Beobachtungen außerhalb des Schwarzwaldes zeigen, dass an anstehenden Basaltfelsen Arten der oben genannten Kategorien 2 und 3 recht oft, in Basaltblockmeeren jedoch sehr selten gefunden werden; dort kommen eher Arten der Typen 4 und 4–5 vor.

In manchen Fällen ist ein substratbürtiger Kalkeinfluss auszuschließen. Auf Gneis- und Granitblöcken, auch auf sauren Gesteinen, wächst in Bächen in nur selten überschwemmten Habitaten eine Flechtengesellschaft, die von subneutrophytischen (bis mäßig basiphytischen) Arten geprägt ist, mit *Lecanora muralis*, *Phaeophyscia sciastra*, *Physcia caesia*, *Lecidella stigmatea*, *Lecanora dispersa* (WIRTH 1972). Die hier auftretenden Arten sind auch als Besiedler nährstoffreicher Habitate bekannt, so dass an diesem Standort durch Vögel (Sitzplätze) eingetragene Stickstoffverbindungen als Faktor interferieren, zudem reagiert das Bachwasser in der Regel subneutral/neutral.

4. Resumé

Die Stand- und Wuchsorte circumneutrophytischer Pflanzen des Schwarzwaldes wurden bislang fast ausschließlich in Bezug auf Moose und Gefäßpflanzen beachtet. Die Diversität dieser Habitate wird jedoch in erheblichem Maße auch von Flechten bestimmt, wie die umfangreichen Artenlisten zeigen. Viele Fundstellen von Circumneutrophyten sind bei Moosen und Flechten identisch, aber oft standörtlich differenziert. Flechten können Habitate unter mehr oder weniger regengeschützten Überhängen, wo Kalkhäute oder Kalkreste eher Bestand haben, besser nutzen als Moose. Daher sind viele Kleinhabitate und auch eine Reihe von Fundorten von basi- und neutrophytischen Flechten ohne entsprechendes bryologisches Pendant. Andererseits weisen an schattig-feuchten Habitaten reiche Vorkommen von circumneutrophytischen Moosen oft nur wenige oder gar keine Flechten auf. Da im Schwarzwald Silikatgesteine mit deutlich saurer Verwitterungsrinde (unter pH 5) überwiegen und Vorkommen von Kalkspat bzw. basischen und intermediären Gesteinen selten sind, sind auch Fundstellen mit subneutrophytischen Flechten selten. Die obigen Artenlisten umfassen zahlreiche sehr seltene Sippen, deren Vorkommen hochgradig schützenswert sind. Sie tragen erheblich zur hohen Biodiversität im Schwarzwald bei, nicht anders als die basi- und subneutrophytischen Moose. Die Flechtenflora des Schwarzwaldes umfasst trotz des mehr oder weniger rein silikatischen Untergrundes über 1000 Arten – das ist die zweithöchste Zahl unter den Naturräumen Deutschlands, nach den Alpen (WIRTH et al. 2018).

Subneutrophytische und basiphytische Silikatbewohner sind in Mitteleuropa zwar selten, aber insgesamt durchaus weit verbreitet. Ihre Vorkommen fallen eben dann stark auf, wenn sie als „Besonderheiten“ in flächig andersartiger Flora und Vegetation auftreten, wie im Schwarzwald. Das Phänomen basiphiler Arten in „saurer Umgebung“ ist auch anderenorts zu finden, so in den Vogesen auf Grauwacken, Amphibolit, Diabas und Porphyren mit Kalkspateinschlüssen (ISSLER 1938, 1942, PARENT 2011), wobei die pH-Verhältnisse, wie ISSLER (1942) zeigt, im Substrat von *Asplenium viride*, *Campanula cochleariifolia*, *Carduus defloratus* und *Sedum dasyphyllum* völlig den Verhältnissen im Schwarzwald entsprechen (pH 7,2 bis 7,8, s.o.) – an bemerkenswerten circumneutrophytischen Flechtenarten kommen dort auch im Schwarzwald nicht nachgewiesene Arten vor, z.B. *Acarospora badiofusca*, *Caloplaca congregiens*, *Endocarpon pusillum*, *Physconia muscigena*, *Toninia sedifolia*-Aggr. (vgl. WIRTH 1974, WIRTH et al. 2013). Beinahe legendär ist die Exzellenz der Flechtenbiota am Basaltgang der Kleinen Schneegrube – „dem Eldorado der Lichenologie“ (STEIN 1879, p. 10), wo etliche Arten nur dort im Bereich des Riesengebirges leben und von dort beschrieben wurden.

In Gebieten mit vielfältiger Geologie und häufigem oder dominantem Vorkommen basischer und ultrabasischer magmatischer Gesteine (einschließlich geringfügig metamorph überprägter Ganggesteine) ist der Nachweis basiphytischer und subneutrophytischer Silikatbewohner weniger spektakulär, so im Nahe-Bergland, in der Eifel, im Siebengebirge, im Vogtland, wo auch weitere basiphytische und subneutrophytische Arten gefunden wurden, die im Schwarzwald bisher nicht bekannt sind.

Die Gegebenheiten der Vorkommen der Circumneutrophyten im Schwarzwald können einigermaßen befriedigend beschrieben werden, sind aber kausal nicht detailliert untersucht. An den Wuchsorten der Subneutrophyten, an denen Kalkarten fehlen und mit Feldmethoden kein Kalknachweis gelingt, finden sich im Schwarzwald z.B. Amphibolite, Orthogneise, devonische Schiefer und Grauwacken, also Gesteine, die oft auch an den Kalkpflanzen-Lokalitäten anstehen. Diese Gesteine haben geringe Quarzgehalte und gewöhnlich SiO₂-Gehalte von unter 65%, oft unter 60%, was sich auf den pH der Verwitterungsschicht auswirkt. Andererseits sind es eben auch die Gesteine, bei denen bei der Verwitterung z.B. der Plagioklas- und Amphibolanteile Ca-Ionen freigesetzt werden und Kalkspuren entstehen können.

Diese Ambivalenz bei der ökologischen Beurteilung des Standorts von Circumneutrophyten, die sich in der Frage widerspiegelt, ob Calciumcarbonat die Ursache der floristischen Besonderheiten ist oder das Vorkommen kalkfreier basischer Silikate genügt – ist in Gebieten mit basischen magmatischen Gesteinen oft gegeben. Nicht wenige Vorkommen

von basischen und intermediären Silikatgesteinen enthalten Calcitdrusen, so etwa die Diabase im Vogtland, Phonolith im Hegau oder basische Silikate in den Südvogesen, so dass der Einfluss geringer SiO_2 -Gehalte von der Wirkung des Calciumcarbonats überlagert wird; so finden sich auf den Diabasen des Vogtlandes bzw. den dortigen Kalkablagerungen auch typische Basiphyten (SCHINDLER 1935), unter ihnen sogar endolithische Kalkflechten (*Bagliettoa calciseda*, Typ 1 der obigen Differenzierung) (BACHMANN 1909). Die Flechtengesellschaften der Diabasfelsen von Prag (ČERNOHORSKY 1940) dagegen enthalten praktisch keine Basiphyten (Typ 2), sondern werden von Subneutrophyten und vielen Arten aufgebaut, deren pH-Amplitude bis in den mäßig sauren Bereich (unter pH 5) reicht. Auch die Flechtenflora des ultrabasischen Serpentinits, der von Amphibolgesteinen oder von Calciteinschlüssen begleitet sein kann, ist oft auffallend divers bezüglich der pH-Präferenzen seiner Flechten.

Bemerkenswert ist, dass im Schwarzwald Fundorte von Circumneutrophyten sehr häufig in Grenzbereichen zwischen Gesteinskörpern liegen, die selbst an und für sich aus eher sauren Gesteinen (s.u.) aufgebaut sind, Bereiche, in denen Gesteine syntektischen Veränderungen unterworfen waren. So finden sich geeignete Habitate an Granitporphyrgängen im Granit von St. Blasien (s.o.) und im syntektischen Randgranit von St. Blasien, wo Amphibolite, Lamprophyre etc. auftreten, die umgekehrt regelrecht von Circumneutrophyten angezeigt werden. In der tschechoslowakischen Literatur werden bei basiphytischen bzw. subneutrophytischen Arten vielfach Mylonite als Substrat genannt, Gesteine, die an tektonischen Störungszonen entstehen.

Solange keine Feinanalyse der Chemie der Verwitterungskruste der Gesteine vorliegt, muss eine saubere Standortbeschreibung auf die gemessenen pH-Verhältnisse abheben und die Arten mit pH-Schwerpunkten parallelisieren. Vermutlich lassen sich die Verhältnisse in den Grundzügen standortökologisch plausibel über den pH-Bereich definieren. Wie weit die bei WIRTH (1980, 1995) getroffene Differenzierung zwischen mäßig basiphytischen (pH 7,1–8,5), subneutrophytischen (pH 5,7–7,0) und mäßig acidophytischen Arten (unter pH 4,9–5,6) zur Beschreibung geeignet ist oder die Ausscheidung eines circumneutralen Bereichs sinnvoller ist (pH 6–8) können nur umfangreiche Messdaten zeigen. Bei Gesteinsflechten ist allerdings die pH-Messung schon technisch nicht einfach zu bewältigen. WIRTH (1972) führte für die Messung des pH am Wuchsort der Flechten eine Flachmembran-Elektrode mit tragbarem Messgerät ein. Bereits bei den Messungen auf und neben der Flechte und nach Entfernung des Thallus ergaben sich Differenzen.

Die Unterscheidung zwischen alkalischer und saurer Reaktion des Substrates, die in der Standortökologie so wichtig erscheint, wird bei den zur Debatte stehenden Pflanzen und Flechten vielleicht überstrapaziert. pH-

Messungen an den Substraten der Schwarzwälder „Kalkpflanzen“ ergeben auch Werte unter pH 7. Die Grenze pH 7, der Neutralpunkt der pH-Skala, ist willkürlich definiert und ist prinzipiell in keiner Weise vor anderen pH-Werten ausgezeichnet (MICHAELIS 1933), lediglich dadurch, dass OH- und H-Ionen-Konzentrationen gleich sind. OH-Ionen liegen natürlich auch unter pH 7 vor, wie auch H-Ionen über pH 7, und Calciumcarbonat kann auch bei konstant unter pH 7 liegenden Werten vorhanden sein und pH-erhöhend wirken. Carbonationen binden freie Protonen über und unter pH 7. Es ist wohl so, dass ein pH über 7, vielleicht auch schon über 6,5, kaum ohne Kalkeinfluss zustandekommt und daher Kalkspuren und neutrale bis schwach basische Reaktion (bei den Substratverhältnissen) im Schwarzwald zusammenfallen.

Die vorliegenden Ausführungen haben das Handicap, dass vermutlich auf keine differenzierten Untersuchungen zurückgegriffen werden kann, was bei einzelnen Gesteinen in der Verwitterungsschicht mit dem Calcium etwa der Plagioklase geschieht und wie weit Calciumionen pH-erhöhend im Hyphenbereich der Flechten wirken können. Letzten Endes könnte nur die Untersuchung der mineralogischen Zusammensetzung und des Chemismus direkt unter der Flechte verlässliche kausale Informationen liefern, was aber – auch unter dem Aspekt der Bedeutung von mikroklimatischen Einflüssen auf die Verwitterung – wohl sehr aufwendig wäre.

Dank

Prof. Dr. J. Matschullat (Universität Freiberg) sei herzlich für seine Kommentare gedankt. Dieter Knoch (Emmendingen) gab den Anstoß zu diesem kleinen Beitrag, den ich gerne den Autoren der Feldberg-Monographie des Badischen Landesvereins von 1948 widmen möchte. Ihnen gelang ein hervorragender Überblick über die Naturgeschichte des Feldberggebietes, in einem Buch, das trotz der aus heutiger Sicht bescheidenen Ausstattung selbst einen 15-jährigen Schüler zu fesseln vermochte. Es war die erste und zugleich wegweisende Begegnung des Autors mit vegetationskundlich-floristischen Abhandlungen.

Literatur

- BACHMANN, E. (1909). Die Flechten des Vogtlandes. Abhandl. naturwiss. Ges. Isis Dresden 1909: 23–42.
- BOGENRIEDER, A. (1982): Die Flora der Weidfelder, Moore, Felsen und Gewässer. S. 244–316 in: Landesanstalt für Umweltschutz (Hrsg.): Der Feldberg im Schwarzwald. Karlsruhe.

- VON BRACKEL, W. (2007): Zur Flechtenflora der Serpentinittfelsen. *Hoppea* 68: 253–268.
- ČERNOHORSKY, Z. (1940): Epilithische Flechtengesellschaften der Prager Diabasfelsen. *Preslia* 18/19: 37–52.
- DACHROTH, W. (2017): *Handbuch der Baugeologie und Geotechnik*. 749 S., Springer, Berlin.
- DEECKE, W. (1916): *Geologie von Baden*. Erster Teil. 406 S., Borntraeger, Berlin.
- HAFELLNER, J. (1991): Die Flechtenflora eines hochgelegenen Serpentinittstockes in den Ostalpen (Österreich, Steiermark). *Mitt. naturwiss. Ver. Steiermark* 121: 95–106.
- HERZOG, T. (1898): Standorte von Laubmoosen aus dem Florengebiet Freiburg. *Mitt. bad. botan. Vereins* 148–149: 427–436.
- HERZOG, T. (1904–06): Die Laubmoose Badens. Eine bryogeographische Skizze. *Bull. Herb. Boissier* 4–6, 402 S.
- HERZOG, T. (1939): Beiträge zur Laubmoosflora des Schwarzwaldes. *Mitt. Naturkunde u. Naturschutz*. N.F. 4: 1–3.
- HERZOG, T. (1948): Die Mooswelt des Feldberggebietes. S. 363–379 in: MÜLLER, K.: *Der Feldberg im Schwarzwald*. Bielefelds, Freiburg.
- ISSLER, E. (1938): Recherches sur la présance des plantes calciphiles dans les Vosges cristallines. *Bull. Assoc. Philomathique d'Alsace et de Lorraine* 8: 417–426; 475–493.
- ISSLER, E. (1942): Vegetationskunde der Vogesen. *Pflanzensoziologie* 5: 1–192. Fischer, Jena.
- LETTAU, G. (1948): Die Flechtenflora des Feldbergs. S. 380–386 in: MÜLLER, K.: *Der Feldberg im Schwarzwald*. Bielefelds, Freiburg.
- LÜTH, M. (2010): Ökologie und Vergesellschaftung von *Orthotrichum rogeri*. *Herzogia* 23: 121–149.
- MATZKE, W. (2008): pH-Wert an der Rindenoberfläche und Substratpräferenz epiphytischer Moose in alten Eichen-Hainbuchen-Beständen der Kinzig-Aue (Untermainebene, Hessen). *Archive for Bryology* 30: 1–27.
- MAUS, H. (1989): Geologie und Petrographie des Belchen und seiner Umgebung. S. 311–326 in: Landesanstalt für Umweltschutz (Hrsg.): *Der Belchen im Schwarzwald*. Karlsruhe.
- METZ, R. (1958): Erläuterungen zur geologisch-petrographischen Übersichtskarte des Südschwarzwaldes mit Erz- und Mineralgängen 1:50.000. 118 S. + Karte, Schauenburg, Lahr.
- METZ, R. (1977): *Mineralogisch-landeskundliche Wanderungen im Nordschwarzwald*. 2. Aufl., 632 S., Schauenburg, Lahr.
- METZ, R. (1980): *Geologische Landeskunde des Hotzenwaldes*. 1116 S. Schauenburg, Lahr.
- MICHAELIS, L. (1933): Oxydations-Reductionspotentiale. 2. Teil der „Wasserstoffionenkonzentration“. 2. Aufl., 259 S., Springer, New York.
- MÜLLER, K. (1898): Beiträge zur Lebermoosflora Badens. *Mitt. bad. botan. Vereins* 150: 443–458.
- MÜLLER, K. (1899): Übersicht der badischen Lebermoose. *Mitt. bad. botan. Vereins* 160–162: 81–104.

- MÜLLER, K. (1935): Über das Vorkommen von Kalkpflanzen im Urgesteinsgebiet des Schwarzwaldes. Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz. N.F. 3: 129–139, 164–176.
- MÜLLER, K. (1938a): Weiterer Beitrag zum Kalkpflanzenvorkommen im Schwarzwald. Mitt. des bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz. N.F. 3: 389–396.
- MÜLLER, K. (1938b): Beiträge zur Kenntnis der badischen Lebermoosflora. Mitt. des bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz. N.F. 3: 417–440.
- MÜLLER, K. (1942): Über eine interessante Kalkpflanzengesellschaft im Wehrtal im südlichen Schwarzwald. Mitt. Naturkunde u. Naturschutz. N.F. 4: 329–331.
- MÜLLER, K. (1948): Die Vegetationsverhältnisse im Feldberggebiet. S. 211–362 in: MÜLLER, K.: Der Feldberg im Schwarzwald. Bielefelds, Freiburg.
- OBERDORFER, E. (1927): *Cotoneaster integerrima* Med. am Feldberg im Schwarzwald. Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz in Freiburg i. Br. N.F. 2: 125–126.
- OBERDORFER, E. (1934): Die Felsspaltenflora des südlichen Schwarzwaldes. Neufunde von den Kaiserwachteln. Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz. N.F. 3: 1–14.
- OLTMANN, F. (1922): Pflanzenleben des Schwarzwaldes. I. Text. 2. Aufl., 708 S., Wagner Buchdruckerei, Freiburg.
- PARENT, G. (2011): La flore calcicole et basophile du Massif vosgien. Ferrantia 63: 1–50.
- PHILIPPI, G. & PHILIPPI, G. (1956): Ein interessanter Kalkpflanzenstandort im Höllental. Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz N.F. 6: 409–410.
- PHILIPPI, G. (1972): Die Verbreitung basi- und neutrophiler Moose im Schwarzwald. Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz N.F. 10: 729–754.
- SCHINDLER, H. (1935). Das Xanthorietum substellaris, eine ombrophobe Flechtengemeinschaft der vogtländischen Diabase. Bot. Jahrb. 48, 119–210.
- SCHMIDT, H. (1927): Beiträge zur Moosflora Badens. Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz in Freiburg i.Br. N.F. 2: 108–124.
- STEIN, B. (1879): Kryptogamen-Flora von Schlesien. Flechten. 400 S., J. U. Kern's Verlag, Breslau.
- SUZA, J. (1925): Nástin zeměpisného rozšíření lišejníku na Moravě vzhledem k poměru evropským (A sketch of the distribution of lichens in Moravia with regard to the conditions in Europe). Publications de la Faculté des Sciences de l'Université Masaryk 55: 1–152.
- SUZA, J. (1928): Geobotanický průvodce serpentínovou oblastí u Mohelna na jihozápadní Moravě (ČSR). Roz. II Třída Česke Akad. 37 (31): 1–116.
- SUZA, J. (1931): Srovnávací studie o lišejníkové floře serpentínu (Mohelno, Gurhof a Kraubath). Sborn. Přírod. Spol. Morav. Ostr. 1930/31: 231–256.
- THÜS, H. & WIRTH, V. (2009): *Verrucaria madida* in Zentraleuropa. Herzogia 22: 71–77.
- ULLMANN, R. (1960): Verwitterungsdecken im südlichen Schwarzwald. Ber. Naturf.

- Ges. Freiburg 50: 197–242.
- VĚZDA, A. (1959): K taxonomii, rozšíření a ekologii lišejníku *Belonia russula* Kbr. ve střední Evropě (Zur Systematik, Verbreitung und Ökologie der Flechte *Belonia russula* Kbr. in Mitteleuropa). Přírodovědný Časopis Slezský 20: 241–253.
- WALDHEIM, S. (1944): Mossvegetationen i Dalby-Söderskog Nationalpark. Kungl. Sv. Vetensk. Akad. Avhandl. Naturskyd. 4: 1–142.
- WIMMENAUER, W. (1982): Gesteine und Mineralien. S. 213–243 in: Landesanstalt für Umweltschutz (Hrsg.): Der Feldberg im Schwarzwald. Karlsruhe.
- WIMMENAUER, W. & WIRTH, V. (1963): Geologisch-botanische Exkursion ins Höllental am 22. Juli 1962. Mitt. bad. Landesver. Naturkunde u. Naturschutz N.F. 8: 507–508.
- WIRTH, V. (1972): Die Silikatflechten-Gemeinschaften im außeralpinen Zentral-europa. Dissertationes Botanici 17: 1–306.
- WIRTH, V. (1974): Zur Flechtenvegetation und -flora der westlichen Randgebirge der oberrheinischen Tiefebene. Nova Hedwigia 25: 349–406.
- WIRTH, V. (1980): Flechtenflora. UTB 1062, 552. S., Ulmer, Stuttgart.
- WIRTH, V. (1995): Die Flechten Baden-Württembergs. 2 Bände, 1006 S., Ulmer, Stuttgart.
- WIRTH, V., HAUCK, M. & SCHULTZ, M. (2013): Die Flechten Deutschlands. 2 Bde., 1244 S., Ulmer, Stuttgart
- WIRTH, V., SCHIEFELBEIN, U. & LITTERSKI, B. (2018): The lichen flora of Germany – regional differences and biogeographical aspects. Biosystematics and Ecology Series 34: 565–588.

Alle Fotos stammen vom Verfasser.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mitteilungen des Badischen Landesvereins für Naturkunde und Naturschutz e.V. Freiburg i. Br.](#)

Jahr/Year: 2019

Band/Volume: [NF_22](#)

Autor(en)/Author(s): Wirth Volkmar

Artikel/Article: [Basi- und subneutrophytische Flechten im Grundgebirge des Schwarzwaldes 443-467](#)