

Tabelle: Übersicht der relevanten Arten mit vorläufigen Zeigerwertzahlen

	L	T	K	F	R	N	To	Su
<i>Amandinea punctata</i>	7	5	6	3	5	5	9	RG
<i>Buellia badia</i>	8	5	5	x	4	3	-	G
<i>Caloplaca aurantia</i>	9	9	5	1	9	6	-	G
<i>C. citrina</i>	7	x		x		9	-	G
<i>C. decipiens</i>	8	8	5	3	9	8	-	G
<i>C. flavescens</i>	6	8	5	x	9	7	-	G
<i>C. teicholyta</i>	9	9	5	2	8	7	-	G
<i>Candelariella coralliza</i>	9	5	3	5	5	8	-	G
<i>Can. reflexa</i>	6	6	3	5	5	5	4	R
<i>Can. vitellina</i>	8	x	x	x	5	5	-	G
<i>Can. xanthostigma</i>	7	5	6	3	5	4	6	R
<i>Hypogymnia physodes</i>	7	x	6	3	3	2	8	RG
<i>Lecanora conizaeoides</i>	7	3	3	3	2	x	9	RG
<i>L. dispersa</i>	8	x	x	x	8	6	-	G
<i>L. muralis</i>	9	x	x	x	8	8	-	G
<i>L. sulphurea</i>	7	5	4	5	6	5	-	G
<i>Lecidella carpathica</i>	9	5	x	3	7	7	-	G
<i>Phaeophyscia orbicularis</i>	7	x	6	x	7	7	7	RG
<i>Physcia adscendens</i>	7	5	6	3	7	6	8	R
<i>Ph. tenella</i>	7	x	6	3	6	6	8	R
<i>Physconia grisea</i>	7	7	6	2	7	7	7	R
<i>Verucaria nigrescens</i>	8	x	x	x	9	4	-	G
<i>Xanthoria elegans</i>	9	x	x	x	8	7	-	G
<i>X. parietina</i>	7	5	6	3	7	6	7	RG
<i>X. polycarpa</i>	7	5	4	3	6	6	7	R

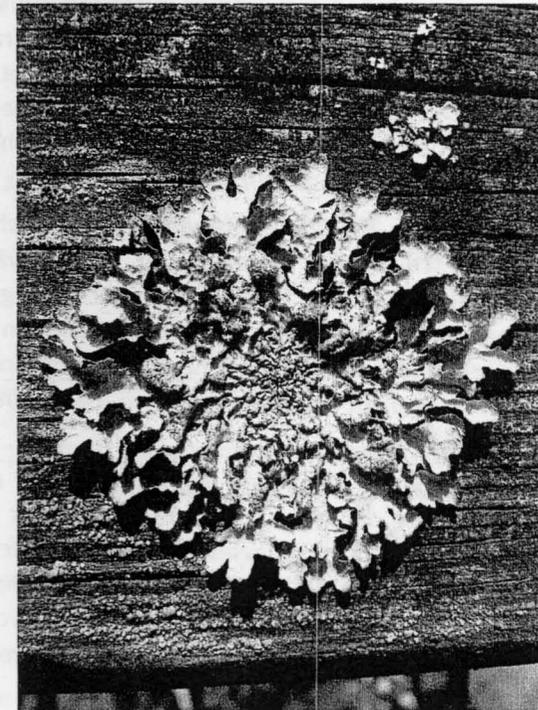
Erklärung der Zeichen in der letzten Spalte: Su = Substrat, R = Rinde, G = Gestein

Nassauischer Verein für Naturkunde



Exkursionshefte

Nr. 51



Flechten erkennen – Luftqualität bestimmen

ULRICH DYMANSKI

Wiesbaden, 12. Juni 2010

Flechten erkennen – Luftqualität bestimmen

ULRICH DYMANSKI

Motivation zur Flechtenkunde: Wahrheitsfindung - Flechten lügen nicht!

Ob der künftige Wohnsitz von Abgasen belastet wird, der angebotene Obstgarten in einer Kaltluftschneise liegt, die Luft Schwefeldioxid oder Stickoxide enthält oder Schwermetalle und welche, ob der Untergrund Schwermetalle enthält, wie hoch die Schadstoffeinträge in Mikrogramm pro m³ Luft sind, wie alt die Mauern der interessanten Ruine sind – solche Fragen können Flechten fein abgestuft beantworten. Dazu müssen wir nur etwa 140 relativ leicht bestimmbare Flechtenarten, ihre ökologischen Ansprüche und Vitalitätszustände kennen. Ihr Aussehen ändert sich nämlich bedingt durch Trockenheit, Feuchte, Schadstoffbelastung oder Fortpflanzungsperiode.

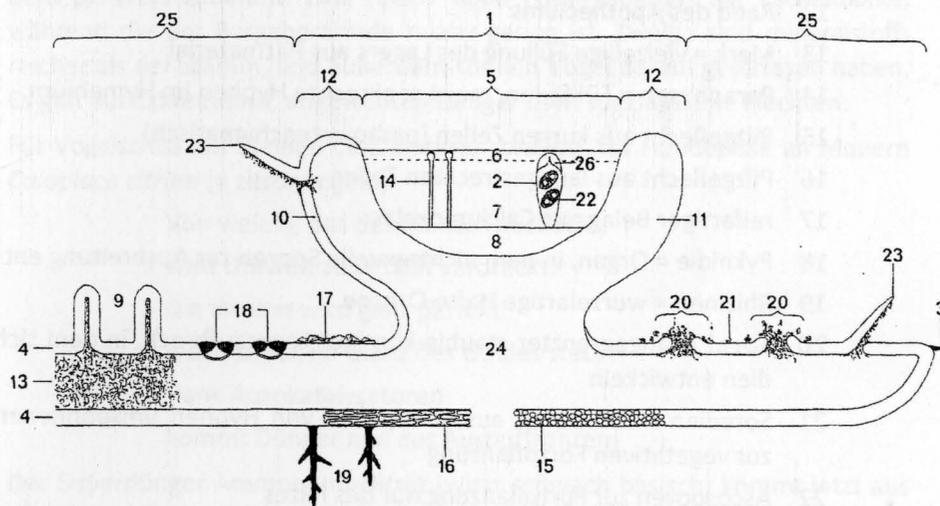
Weltweit gibt es etwa 18.000 Flechtenarten, in Deutschland etwa 1.700, von denen viele nur schwer mit teurem Gerät und aufwändig mit chemischen Reagenzien bestimmbar sind. Für unsere Bedürfnisse genügen etwa 140, die ich Ihnen gerne auf dieser und späteren Exkursionen vorstellen werde. So viele müssen schon sein, denn im Tal und auf der Höh', im Schatten und im Sonnenlicht, im Moor und auf der Heide gedeihen jeweils andere den Biotopen angepasste Arten.

Flechten sind Symbiosen aus Pilzen und Algen, wobei der Pilz dominiert, der von der Fotosynthese der Algen profitiert, diese dafür vor rauem Klima, Austrocknung etc. schützt und mit Wasser und Mineralstoffen versorgt. Sowohl aus der äußeren Struktur, die für die Intensität des Gasaustauschs mit der Umgebung maßgebend ist, als auch aus der jeweiligen Art der Symbiose-Partner ergibt sich die fein abgestufte Sensibilität, aus der wir die Luftqualität und anderes exakt ablesen können.

Von der äußeren Form her unterscheidet man Krusten-, Blatt- und Strauchflechten. Physikalisch sind Flechten mitunter an extremste Ökonischen angepasst: unter Wasser, im Gesteinsinneren, in Wüsten, Hochgebirgen, Regenwäldern, Savannen, ja sogar in der Antarktis gibt es Flechten. Sie können sogar bei 20 Grad Kälte noch Fotosynthese machen, Jahrhunderte ausgetrocknet tiefgefroren überdauern und bei verbesserten Bedingungen wieder aufle-

ben. Blatt- und Strauchflechten werden von allen Seiten von Luft umweht und teilweise auch durchdrungen und wachsen schneller als dem Untergrund eng angeschmiegte Krustenflechten, die jedoch für Altersbestimmungen wichtig sind, z.B. für die Ermittlung der Rückzugsgeschwindigkeit von Gletschern, des Alters von Mauern oder von historischen Steinbruchbetrieben.

Zur Identifizierung der uns nützlichen Flechtenarten müssen wir anhand der folgenden Skizze die Organe und Formen der Flechten kennen lernen. Bei den meisten Flechten ist der Pilzpartner (Mycobiont) ein Schlauchpilz (Ascomycet). Wenn ein Ständerpilz (Basidiomycet) der Mycobiont ist, sehen die Fruchtkörper wie kleine Ständerpilze aus.



Schnitt durch eine Flechte mit Schlauchpilz.- Graphik aus: APTROOT & VAN HERK 1994

Die Zahlen haben nachstehende Bedeutung:

- 1 Apothecium = Fruchtkörper von Schlauchpilz von scheiben-, becher- oder halbkugelige Gestalt, in dem die Sporen gebildet werden
- 2 Ascus = Schlauch mit Sporen
- 3 Zilien = haarförmige Anhängsel
- 4, 10, 15, 16 = Rinde aus Pilzhyphen
- 5 Innenteil des Apotheciums, worin die Sporen gebildet werden

- 6 Epihymenium, Schicht mit Paraphysen; oberster gefärbter Teil des Hymeniums
- 7 Hymenium, Schicht aus Paraphysen und Schläuchen
- 8 Hypothecium = Schicht unter Hymenium
- 9 Isidien = Ausstülpungen des Lagers (Thallus) mit Sollbruchstellen zur Verbreitung fertiger Pilz-Algen-Komplexe (vegetative Vermehrung)
- 10 Lager-Rinde um Apothecium
- 11 Excipulum proprium umgibt die Fruchtschicht schalenförmig unten und an den Seiten oder umschließt das Hymenium nur seitlich wie ein Ring
- 12 Rand des Apotheciums
- 13 Mark = vielzellige Füllung des Lagers aus Pilzmaterial
- 14 Paraphysen = Füllfäden, meist senkrechte Hyphen im Hymenium
- 15 Pilzgeflecht aus kurzen Zellen (paraplectenchymatisch)
- 16 Pilzgeflecht aus langgestreckten Zellen
- 17 reifartiger Belag aus Calciumoxalat
- 18 Pyknidie = Organ, in dem nichtsexuelle Sporen zur Ausbreitung entstehen
- 19 Rhizinen = wurzelartige Halte-Organen
- 20 Soral = abgegrenzter staubig-körniger Lageraufbruch, in dem sich Soredien entwickeln
- 21 Soredien = Diasporen aus Klümpchen von Hyphen umspinnener Algen zur vegetativen Fortpflanzung
- 22 Ascosporen zur Fortpflanzung nur des Pilzes
- 23 lippenförmige Soralen
- 24 Stiel des Apotheciums
- 25 Thallus = Flechtenlager
- 26 Tholus = Verdickung an der Spitze des Sporenschlauches

Welche Flechten bevorzugen welche Unterlagen?

Bei der Ermittlung der Luftqualität müssen wir als relativierenden Faktor die Substratvorlieben der Flechten mit berücksichtigen: Rinde, Holz, Silikatgestein, Kalkstein oder Erdboden. Auch bei Baumrinden spielen die pH-Werte eine wichtige Rolle. Die schwerpunktmäßig besiedelten pH-Bereiche sind: extrem sauer

bis pH 3,3; sehr sauer pH 3,4 - 4,0; ziemlich sauer pH 4,1 - 4,8; mäßig sauer pH 4,9 - 5,6; subneutral pH 5,7 - 7,0; neutral pH 7; mäßig basisch pH 7,1 - 8,5; basisch über pH 7; einen weiten pH-Bereich umfassend = euryion.

Die nicht beeinträchtigte Rinde von Nadelbäumen und Birken ist am Stamm meist sehr sauer (Flechte: *Lecanora conizaeoides*, bis 150 Mikrogramm SO_2/m^3 Luft), die von Eiche und Schwarzerle ziemlich sauer (bitte merken für praktische Übung an Exoten!), die von Buche, Esche, Apfelbaum, Linde und Ulme mäßig sauer, die der meisten Pappeln, von Spitzahorn und Bergahorn mäßig sauer bis subneutral, bei Schwarzholunder subneutral. Bei sauren Luftverschmutzungen ist die Pufferkapazität sehr wichtig, die meistens parallel mit dem pH-Wert zunimmt. Eine relativ hohe Pufferkapazität hat Eschenborke, während die der Bergahornrinde relativ gering ist. Zweige sind mineralstoffreicher als der Stamm, und außerdem können Vögel darauf geschissen haben. Es gibt auf Exkremete, angewehnten Dünger usw. spezialisierte Flechten:

Für Vogelschiss auf Steinen *Candelariella coralliza*, für Hundepisse an Mauern *Caloplaca citrina* (= zitronengelb).

Von vielem, das der Mensch ausheckt,
wird Umwelt zusätzlich verdreckt.

Die Illusion wird ganz perfekt,
wenn Dreck im Glanz des Goldes steckt! -

Dank Autokatalysatoren
kommt Dünger nun aus Auspuffrohren!

Der Superdünger Ammonium-Nitrat (wirkt schwach basisch) kommt jetzt aus dem Auspuff von Kraftfahrzeugen. Seitdem sieht es im Hinblick auf Flechten selbst in Großstädten so aus wie früher nur rings um Misthaufen und Güllegruben von Viehhaltungsbetrieben: goldgelb! Auch am Biebricher Rheinufer werdet ihr solch' goldene Mauern sehen, die keines Malers Pinsel je berührt. Die meisten Stickstoffzeigerflechten sind goldgelb mit Ausnahme der *Amandinea punctata*, einer hellgrauen Krustenflechte mit kleinen schwarzen Apothecien. Sie wächst am Stamm von Laub- und Nadelbäumen, auf morschem Holz (Zäune, Pfosten), selten auf Silikatgestein.

Mineralstoffreich sind die Borke von Holunder, Espe, Spitzahorn und Nussbaum. Wenn Obstbäume auf mineralgedüngten Feldern stehen, findet man

auf deren Rinde oft die *Parmelia acetabulum* mit auffallend großen Apothecien (das "Schüsselchen"). Saure Silikatgesteine (Quarzit, Sandstein) tragen anderen und weniger Flechtenbewuchs als basische Gesteine wie Basalt, Melaphyr, Serpentin, Kalkstein und Dolomit. Sickerfeuchte Felsflächen sind typische Flechtenstandorte.

Die Nährstoffe wie Ammonium-Nitrat etc., welche vor allem durch goldgelbe Flechten an den südlichen Mauern des Infraser-Geländes (Kalle-Albert und Zollamt) angezeigt werden, kommen vorwiegend von der anderen Rheinseite aus den Gewerbegebieten von Mainz bis Bingen. Einige bewaldete Inseln im Rhein lenken die Luftströme um, verwirbeln sie und deren Bewuchs filtert Immissionen aus der Luft, so dass das Gauß'sche Fahnenmodell zur Emissionsausbreitung nicht mehr zutrifft und modifiziert werden müsste. Rein rechnerisch ist das nicht machbar, sondern nur messtechnisch. Diese Arbeit haben Flechten und andere Zeigerorganismen bereits erledigt: Wenn wir nach Westen gehen zur Südseite der Häuser Rheingastr. 179 und 177, sehen wir an den silikatischen Bruchsteinmauern zunächst keine Flechten. Auf dem unbefestigten Randstreifen am Fuß der Mauern blühte noch im April - Mai massenhaft das Hungerblümchen *Erophila verna*, ein Stickstoffmangelzeiger! Gehen wir nach dem Haus Rheingaustraße 175 die Verbindungstreppen zur Rheingaustraße hoch, dann können wir auf den nur wenige Jahre alten Beton-Mauern reichlich junge Nährstoffzeigerflechten sehen. Beneidenswert, wer genau in dieser Immissionslücke wohnen kann, welche uns die Zeigerorganismen exakt anzeigen!

An der Außenmauer des HLUg in der Wilhelm-Kalle-Straße haben Hunde ihre Botschaften hinterlassen, was durch die Krustenflechten *Candelariella vitellina* (grünlich-gelb) und *Caloplaca citrina* (zitronengelb) angezeigt wird. Auf einer roten Klinkermauer schräg gegenüber können wir schöne Exemplare der Mauereflechte *Lecanora muralis* sehen, welche bis 110 Mikrogramm SO_2/m^3 in der Luft ertragen kann und in 15 Jahren etwa 100 cm^2 abdeckt, also auch Altersbestimmungen ermöglicht. Sie verträgt gelegentliche Überflutungen, ist trittfest und wächst sogar auf Asphalt. Die Wachstumsgeschwindigkeiten von Flechten werden auch von Klima und Nährstoffversorgung beeinflusst, so dass für genaue Altersbestimmungen genaue Messungen vor Ort erforderlich sind.

Wenn ein Gletscher langsam abschmilzt, die Gletscherzunge sich also zurückzieht, wird der freigelegte Fels sofort von sehr langsam wachsenden Krustenflechten wie der auffälligen, leuchtend gelb und mit schwarzen Apothecien und Zwischenlinien gemusterten, schwarz umsäumten Landkartenflechte (*Rhizocarpon geographicum*) besiedelt, welche innerhalb von 65 Jahren etwa 1 cm^2 abdeckt und mehr als 1.000 Jahre alt werden kann. Sie ist meistens vergesellschaftet mit grauen, ebenfalls schwarzgemusterten Lecidea-Arten, was den Eindruck einer Landkarte vervollständigt.

Zur richtigen Einschätzung der Luftqualität muss auch der Vitalitätszustand der Flechten berücksichtigt werden. Wenn die Sulcatflechte *Parmelia sulcata* zwar vorhanden, aber rostrot angelaufen ist, ist NO_x im Spiel.

Die recht empfindliche *Physcia stellaris* kommt bei Eppstein-Bremthal an Straßenbäumen zwar vor, fruchtet aber nicht, während sie bei Bad Schwalbach-Hettenhain Apothecien ausbildet, da dort die Luftqualität entschieden besser ist. Durch Luftschadstoffe geschädigte und dadurch abwehrgeschwächte Flechten werden oft von einem parasitären Pilz angegriffen und einverleibt: der Spinwebigen Rindenhaut (*Athelia arachnoidea*), so geschehen bei Hohenstein-Breithard mit einer *Parmelia acetabulum*. Am oberen Ende der Wilhelm-Kalle-Straße können wir auf der Außenmauer des Marienkirchen-Geländes sehen, dass dort, wo der verzinkte Gitterzaun in die Mauer eingelassen ist, Lücken im Flechtenbewuchs auftreten. Das zeigt, dass durch saure Niederschläge Schwermetalle gelöst werden und auf die Mauer fließen.

Zu den Bäumen am Rheinufer und auf den Infraser-Parkplätzen sei noch angemerkt, dass, obwohl der vom Vorfluter ausgehende Aufwind Luftschadstoffe nach oben mit- und wegnimmt, viele Reinluftzeigerflechten fehlen, z. B. die besonders auf Linden wachsende Lindenflechte *Parmelia tiliacea*. Ich vermisse bestimmten Flechtenbewuchs an der Lärche. Auf deren saurer Rinde könnten *Hypogymnia physodes* und/oder *Lecanora conizaeoides* gedeihen, wären da nicht die durch goldgelbe Flechten ausgewiesenen basisch wirkenden Ammonium-Nitrat-Einträge. *Lecanora conizaeoides* verkraftet etwa 150 Mikrogramm SO_2/m^3 und profitierte von den sauren Immissionseinträgen im vergangenen Jahrhundert.

Am Rheinufer sind auf Baumrinden häufig – auch auf den Zweigen der Lärche – die ziemlich robusten Arten Goldene Wandflechte (*Xanthoria parietina*) – beach-

ten Sie, dass sie sowohl auf Rinde als auch auf Stein, aber nur im Halbschatten vorkommt – die Helmschwienflechte *Physcia adscendens* und die zarte Schwienflechte *Physcia tenella*. Auf den unteren Zweigen der Lärche entdeckte ich auch die grau Stickstoffzeigerflechte *Amandinea punctata*.

An den zahlreichen botanischen Schön- und Besonderheiten des Rheinufers können wir nicht blind vorübergehen: Geschützt sind hier Akelei und Rippenfarn; Bäume: *Ginkgo biloba*, *Ailanthus altissima* (chinesischer Götterbaum), Sommer- und Winterlinde, Schwarz- und Grauerle (letztere kümmert, da montane Art), Goldregen, Flieder, diverse Apfel- und Prunus-Arten, eine *Paulownia tomentosa* (Glockenbaum). An der Außenmauer des HLUg zur Glarusstraße steht ein Ulmen-Wildwuchs, dessen „dünne“ Zweige sehenswert sind. Auf den Parkplätzen der Fa. Infraserb: Linden (Flechten!), Zierkirschen, Tulpenbäume (*Liriodendron tulipifera*) und Christusdorn (*Gleditsia triacanthos*). Letzterer schützt die auf ihm nistenden Vögel durch bis 40 cm lange verzweigte Dornen vor Katzen und Mardern.

Zeigerwertzahlen. Wie für Gefäßpflanzen (Ellenberg) und Moose (Düll) gibt es auch für Flechten nach WIRTH ein EDV-fähiges Zeigerwertzahlensystem, das zwar viele ökologische Bedingungen leichter recherchierbar macht, aber wie bei allem Lebendigen ist nicht absolut alles maschinell erfassbar. Hier sei das System vorgestellt. Da die umfangreichen Forschungsarbeiten noch andauern, weist WIRTH ausdrücklich auf die Vorläufigkeit der Zahlen hin. Auch spielen lokale klimatische Verhältnisse mit eine Rolle, so dass z.B. in Skandinavien in vollem Sonnenlicht stehende Flechtenarten im Mittelmeerraum nur im Halbschatten anzutreffen sind. Auch der Wasserhaushalt ist nicht mit dem der Blütenpflanzen vergleichbar, da Flechten selbst nur mäßig feuchter Luft noch die Restfeuchte direkt durch ihre Oberfläche entziehen können und als „feuchtigkeitsliebend“ an Standorten eingestuft werden, wo Blütenpflanzen verdorren würden. Im Folgenden fehlende Zahlen zwischen 1 und 9 sind als Zwischenstufen aufzufassen.

L = Lichtzahl: 1 = Tiefschatten; 3 = Schatten; 5 = Halbschatten; 7 = Halblicht; 8 = Licht; 9 = Volllicht.

T = Temperaturzahl: 1 = Kälteanzeiger, hohe Gebirge alpin - nival/arktisch bis boreal; 2 = alpin bis subalpin; 3 = Kühleanzeiger subalpin bis hochmontan; 4 = an kühlen Orten mit montanem Schwerpunkt; 5 = mäßig kühl bis mäßig warm;

6 = submontan bis kollin, kaum über Südschweden und Südfinnland hinaus (Verbreitungsgrenze der Stieleiche); 7 = Wärmezeiger in kollinen Lagen bis Norddeutschland und Dänemark; 8 = Wärmezeiger Schwerpunkt submediterran bis mediterran, oft bis in montane Lagen; 9 = extremer Wärmezeiger südliches bis mittleres Mitteleuropa.

K = Kontinentalitätszahl für Temperaturschwankungsgefälle von der Atlantikküste bis ins Innere Eurasiens: 1 = euozeanisch westl., südwestl. und nordwestl. Mitteleuropa; 2 = ozeanisch, Schwerpunkt Westeuropa bis westl. Mitteleuropa; 3 = zwischen 2 und 4 relativ milde Standorte; 4 = subozeanisch, Mitteleuropa, nach Osten ausdünnend; 5 = intermediär Westeuropa bis Sibirien; 6 = weit verbreitet West- bis Osteuropa und Asien, borealer Nadelwaldgürtel; 7 = subkontinental, im Westen fehlend oder selten; 8 = kontinental, besonders Osteuropa oder Sonderstandorte; 9 = kontinental, in Mitteleuropa fehlend; () = Art mit Schwerpunkt in Mitteleuropa.

F = Feuchtezahl (Niederschlagsverhältnisse können in Nebeltälern und bei Taufeuchte kompensiert werden): 1 = auf trockene Bereiche beschränkt; 2 = niederschlagsarme Standorte (unter 750 mm/Jahr) deutlich bevorzugend; 3 = niederschlagsarme Standorte tolerierend, aber oft in feuchteren Lagen; 4 = niederschlagsarme Standorte, aber nur bei hoher Luftfeuchte; 5 = Niederschläge meist über 700 mm/Jahr; 6 = Niederschläge meist über 800 mm/Jahr; 7 = beschränkt auf niederschlagsreiche Gebiete über 1000 mm/Jahr; 8 = meist über 1400 mm/Jahr Niederschlag, doch auch Austrocknung ertragend; 9 = niederschlagsreich, humid, meist über 1400 mm/Jahr, nicht austrocknungsgefährdet.

R = Reaktionszahl: 1 = pH unter 3,4; 2 = pH 3,4 - 4,0; 3 = pH 4,1 - 4,8; 4 = pH zwischen 3 und 5; 5 = pH 4,9 - 5,6; 6 = pH zwischen 5 und 7; 7 = pH 5,7 - 6,3; 8 = pH 6,6 - 7,5; 9 = pH über 7.

N = Nährstoffzahl, oft als Stickstoffzahl definiert, kann auch auf verminderter Säure des Substrats durch N-Verbindungen beruhen, ist somit stark vom Substrat modifiziert, weshalb bei der N-Zahl das Substrat oft mitgenannt wird: E = Erdboden, G = Gestein, R = Baumrinde, H = Holz, M = Moose. 1 E = Böden nährstoffarm, extreme Magerkeitszeiger; R = mineralarm (Birke, Fichte, Tanne); G = mineralarm (Silikate); R + G = sehr geringe Eutrophierungstoleranz, 2 = zwischen 1 und 3, 3 E = auf mäßig nährstoffhaltigen Böden; R = Rinde mä-

Big mineralhaltig (Buche, Eiche), kaum Eutrophierung; G = mineralreich oder mäßige Mineralsalzversorgung von außen, 4 = zwischen 3 und 5, 5 R = Rinde mineralreich (Nussbaum, Hollunder, Ahorn) oder mäßig mit Nährstoffstaub imprägniert; G = mäßig mit Nährstoffstaub oder Sickerwasser imprägniert. 6 = zwischen 5 und 7, 7 = R + G nährstoffreiche Habitate, Staubimprägnierung oder Düngung durch Tiere, 8 G = Düngung durch Tiere, staubtolerant, 9 G = extrem düngungstolerant.

To = Toxitolanz-Zahl: 1 = sehr gering, extrem empfindlich gegen Umweltbelastungen; 2 = ziemlich gering; 3 = zwischen 2 und 4; 4 = mittel; 5 = zwischen 4 und 6; 6 = mäßig hoch; 7 = ziemlich hoch; 8 = hoch; 9 = sehr hoch. Hinsichtlich der chemisch sehr verschiedenen Noxen kann diese Zahl nur eine sehr grobe Orientierung geben. Bei krassen Unterschieden in beobachteten Resistenzen sind Zahlen in Klammern angegeben. Viele Krustenflechten sind in toxtoleranter Hinsicht gar nicht erfasst.

Zur richtigen Beurteilung dessen, was Flechten aussagen, ist auch kombinatorisches Einfühlungsvermögen erforderlich: Langsam wachsende Krustenflechten können nur langsam auf Änderungen in der Umwelt reagieren. Schneller wachsende, rings von Luft umwehte und durch Öffnungen im Thallus auch durchdrungene Blatt- und Strauchflechten reagieren schneller und wesentlich empfindlicher. Es gibt noch folgende Zusatz-Symbole: A = Anombrophyt, an regengeschützten Standorten, lebt von Luftfeuchtigkeit; Y = Hydrophyt, amphibisch oder submers; P = parasitische Flechte oder Pilz; (P) = fakultativer Parasit nur im Jugendstadium; Z = Schwermetallzeiger auf erreichem Gestein.

Literatur-Empfehlungen

MARBACH, B. & KAINZ, CHR. (2002): Moose, Farne und Flechten.- BLV-Naturführer; ISBN 978-3-405-16323-5.

WIRTH, V. (1995): Die Flechten Baden-Württembergs, 2 Bände.- Ulmer Verlag; ISBN 978-3-8001-3325-3

WIRTH, V. & DÜLL, R. (2002): Farbatlas Flechten und Moose.- Ulmer Verlag; ISBN 978-3-8001-3517-2.

WIRTH, V. (1995): Flechtenflora.- Ulmer Verlag; ISBN 978-3-8001-2452-1.

JOHN, V. (Hrsg.) (1990): Atlas der Flechten in Rheinland-Pfalz, 2 Bände.- Beitr. Landeskunde Rheinland-Pfalz, Bd. 13.

SCHÖLLER, H. (Hrsg.) (1995): Flechten.- ISBN 978-3-510-61000-6.

Förderverein Nationalpark Eifel (Hrsg.) (2007): Moose und Flechten im Nationalpark Eifel.- Bachem Verlag; ISBN 978-3-7616-2153-0.

Bayerische Akademie der Wissenschaften (2009): Ökologische Rolle der Flechten.- Verlag Dr. Friedrich Pfeil, ISBN 978-3-89937-096-6.

POELT, J. (1974): Bestimmungsschlüssel europäischer Flechten + 2 Erg.- Cramer Verlag, Vaduz

NASH III, TH.H. & WIRTH, V. (Eds.) (1988): Lichens, Bryophytes and Air Quality.- Cramer, Stuttgart; ISBN 3-443-58009-2.

AHMADJIAN, V.: (1993) The Lichen Symbiosis.- John Wiley & Sons, Inc. New York.

APTROOT, A. & VAN HERK, K. (1994): Veldaids Korstmossen.- KNNV Uitgeverij, Utrecht Netherlands; ISBN 90-5011-071-1.

ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W. & PAULISSEN, D. (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa.- Scripta Geobotanica, 18: 978-3-88452-518-2.

Exkursionsleiter:

Ulrich Dymanski beschäftigt sich seit mehr als 30 Jahren mit Flechten, führt botanische Exkursionen, speziell auch zu Heilpflanzen, in Taunus und Hunsrück und macht Sprachstudien.

Bildbearbeitung und Gestaltung: Prof. Dr. Benedikt Toussaint

www.naturkunde-online.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Exkursionshefte des Nassauischen Vereins für Naturkunde](#)

Jahr/Year: 2010

Band/Volume: [51](#)

Autor(en)/Author(s): Dymanski Ulrich

Artikel/Article: [Flechten erkennen - Luftqualität bestimmen 1-12](#)