

**Über das Vorkommen von Calciumoxalat-Exkreten  
in Bodenflechten der Kiefern-Heidewälder  
um Schwarze Pumpe (NL) und seine Ursache**

Von ALWIN SCHADE

Mit 4 Abbildungen

Inhalt	Seite
1. Anlaß zu den Untersuchungen .....	2
2. Vorhandene Mitteilungen über den Aufbau des Untergrundes in der östlichen Nachbarschaft und die Kalkverhältnisse im Boden .....	2
3. Vermutungen über die Herkunft des Kalkes .....	4
4. Die Untersuchungsstationen K. H. GROSSERS .....	6
5. Die Reaktion der Flechten auf den Kalkgehalt ihrer Unterlage ....	7
6. Die Kalkanzeige durch unser um Schwarze Pumpe gesammeltes Flechtenmaterial .....	8
7. Kalkanzeigende Laubmoose im Kiefern-Heidewalde .....	9
8. Die Flechten von Schwarze Pumpe, die regelmäßig mit bzw. ohne Calciumoxalat-Exkrete gefunden wurden .....	9
9. Bemerkungen über den äußeren Zustand der kalkanzeigenden Flechten von Schwarze Pumpe .....	10
10. Wie verhalten sich nicht lichenisierte Pilze gegenüber dem Kalk? ..	18
11. Zusammenfassung .....	18
12. Literatur .....	19

## 1. Anlaß zu den Untersuchungen

In den letzten Jahren hatte sich die Gelegenheit geboten, die Cladonienflora der Kiefern-Heidewälder im Bereiche von Schwarze Pumpe zwischen Hoyerswerda und Spremberg (NL) kennenzulernen, bevor sie durch den Braunkohlen-Tagebau endgültig vernichtet wird (SCHADE 1966 a). Für die Möglichkeit hierzu sei nochmals Frau ERIKA NEVOIGT und Tochter, Fräulein BRIGITTE NEVOIGT, herzlichst gedankt.

Unter den Flechten war dabei merkwürdigerweise mehrmals die hauptsächlich von kalkhaltigem Boden bekannte *Cladonia pyxidata* angetroffen worden. Dazu kam die ebenso aufsehenerregende Nachricht (briefl.) von dem bereits durch K. H. GROSSER 1951 erfolgten Funde des „Kalkmooses“ *Tortella tortuosa* in dem östlich davon gelegenen Forstrevier Schleife bei Weißwasser (s. auch REIMERS 1957).

Dieses Zusammentreffen konnte nach den bisherigen Erfahrungen nicht zufällig sein und veranlaßte uns, der Ursache nachzugehen. Dazu hatte GROSSER gleichzeitig in dem genannten Revier bodenanalytisch Kalkeinwirkungen vorgefunden (briefl. Mitt.) und gab 1964 Näheres darüber bekannt. Darauf muß zunächst eingegangen werden, um dann die Bedeutung der Flechten als Kalkanzeiger zu würdigen, die in vorliegendem Zusammenhange noch völlig unbekannt sein dürfte.

## 2. Vorhandene Mitteilungen über den Aufbau des Untergrundes in der östlichen Nachbarschaft und die Kalkverhältnisse im Boden

Das für uns wichtigste Ergebnis der Arbeit GROSSERS (1964) war seine Feststellung: „Einen abnorm hohen Austauschkalkwert zeigt die Humusauf-lage des Profiles in Abteilung 302 (Schleife); hier wirkt sich sehr wahrscheinlich ein ständiger Kalkniederschlag aus den Emissionen eines Karbidwerkes bei Trattendorf (südöstlich Spremberg) aus. Floristisch interessant war das gelegentliche Auftreten des äußerst kalkholden Mooses *Tortella tortuosa* fo. *subnitida* (det. REIMERS) auf diesen Standorten.“

Dazu mag vorerst bemerkt sein: „Der ‚Austauschkalk‘ eines Bodens ist die gegen  $H^+$ -Ionen austauschbare Menge  $Ca^{++}$ , die an die kolloidalen Ton-Humuskomplexe des Bodens gebunden ist. Der Wert wird meist titrimetrisch bestimmt und in Milliäquivalenten pro 100 (Teile) Gesamtbodenmasse angegeben“ (GROSSER briefl. u. 1964, S. 29).

Man hätte nun in diesem Gebiete von Urstromtal-Ablagerungen mit Tal-sandebenen und Binnendünen (GROSSER 1964, S. 3–7) alles andere erwarten können als Merkmale vorhandenen Kalkeinflusses auf Flechten. Daß dieser aber anderwärts tatsächlich auch in zahlreichen Flechtenarten beobachtet wurde, ist bereits ausführlich berichtet worden (SCHADE 1965, 1966 a, 1966 b, 1966 c).

Zur Lage und Beschaffenheit seiner wichtigsten Untersuchungsstelle im Revier Schleife, Abt. 302, bemerkt zunächst GROSSER selbst (S. 38):

„132 m ü. NN; ebenes Gelände. – Sander vor der Endmoräne des Warthestadiums. – 64–70jähriger Kiefernbestand, 10 m hoch. – Myrtillo-Pinetum typicum (Facies von *Vaccinium vitis idaea*). Aufgenommen am 11. 9. 1952.“

In der Tabelle dazu (S. 39) über die von ihm hier gewonnenen Analyseergebnisse finden wir für den Austauschskalkwert in den verschiedenen Entnahmetiefen folgende wichtige Zahlen:

In den obersten	5 cm (Humusauflage)	: 37,5	mval
In	5–10 cm Tiefe	: 0,59	mval
In	20–40 cm Tiefe	: 0,33	mval
In	65–90 cm Tiefe	: 0,275	mval

Es zeigt sich, daß nur die oberste, dünne Humusauflage den hohen Austauschskalkwert besitzt, der aber innerhalb weniger Zentimeter abwärts im Boden sprunghaft auf etwa 1/65 davon absinkt und schließlich in 65–90 cm Tiefe nur noch 1/138 beträgt.

Daß sich auch im ganzen Untersuchungsgebiet GROSSERs auf allen neun Stellen die Austauschwerte ähnlich verhalten, läßt folgende Zusammenstellung (Tab. 1) erkennen. Da uns die Austauschskalkwerte selbst am meisten interessieren, ist darin von den Tiefenlagen außer den beiden obersten nur noch die unterste für sich angegeben. Die übrigen finden sich in ihrer natürlichen Reihenfolge dazwischen.

Untersuchungsstelle	Oberster Meßwert: Tiefenlage 2–10 cm	Nächsttieferer Meßwert: Tiefenlage 5–10 cm	Meßwerte in Tiefenlagen von 12–65 cm	Untester Meßwert: Tiefenlage 65 bis ca. 150 cm
Rev. Altteich:				
Abt. B 126	19,5	0,25	0,41; 0,20	0,21 (150 cm)
Abt. 129	15,0	2,5	0,4; 0,35	0,1 (130–150 cm)
Abt. 128	—	—	— 9,25 in 60 cm Tiefe	—
Rev. Schleife:				
Abt. 302	37,5	—	0,58; 0,33	0,275 (65–90 cm)
Rev. Hermannsdorf:				
Abt. A 126	11,0	3,15	0,55; 0,25; 0,15	0,15 (70–80 cm)
Rev. Trebendorf:				
Abt. 186	11,5	—	0,55 — —	—
Abt. 203	19,0	0,425	— 0,2 —	—
Abt. 184	11,0	0,3	0,33 — —	0,7 (70–100 cm)
Rev. früher Mühlrose:				
Abt. 219 a	11,25	0,375	— 0,2 —	2,15 (90–110 cm)

Tabelle 1. Übersicht über die von K. H. GROSSER (1964) angegebenen Austauschskalkwerte (in mval). Einige Angaben daraus finden sich nochmals bei GROSSER 1966.

Über den Aufbau des Untergrundes der Untersuchungsstellen GROSSERS sei kurz nur soviel berichtet, daß unter der 2 cm hohen Streuauflage aus Kiefernnadeln, Heidelbeer- und Preiselbeerblättern sowie Heidekrautästchen zunächst ein Vermoderungs- und Humusstoffhorizont von je etwa 2 cm Dicke liegt, auf den abwärts vier Horizonte verschieden stark humoser Grobsande von wechselnder Dicke folgen. Diese ruhen – scharf abgesetzt – auf humusarmem Feinsand, dem die untersten Analysen GROSSERS entstammen. Es ist berechtigt, eine ähnliche Stufenfolge auch in unserem Beobachtungsgebiet anzunehmen.

Die höchsten Austauschkalkwerte ergaben sich also stets in den beiden obersten Horizonten (z. T. einschließlich der Streuauflage) mit 11–19,5, in einem extremsten Falle mit 37,5 mval. Daß der für Rev. Altteich, Abt. 128, mitgeteilte einzige Austauschkalkwert noch in 60 cm Tiefe 9,25 mval betrug, läßt vermuten, daß er dort an der Bodenoberfläche dem für Schleife gemeldeten Maximalwert von 37,5 mval mindestens gleichgekommen sein dürfte.

Außerst charakteristisch ist sodann in allen Analysen der jähliche Abfall zu den nächsten Grobsandhorizonten und das weitere Sinken bis zum Feinsand, worin der Tiefstand hauptsächlich zwischen 0,1 und 0,7 mval schwankt. Daß die letzte Analyse von Mühlrose für 90–110 cm Tiefe noch 2,15 mval ergeben hat, wird verständlich durch die Bemerkung GROSSERS (S. 63): „In 125 cm Tiefe sammelte sich sehr langsam das im untersten Horizont befindliche Grund- bzw. Stauwasser, das milchig-tongrau gefärbt war; sein Kalkgehalt betrug 11,13 mg CaO/l, sein pH 6,1“. In diesem Falle war im Grundwasser doch gelöster Kalk vorhanden, dem wohl der für diese unterste Zone verhältnismäßig hohe Austauschkalkwert zuzuschreiben ist.

### 3. Vermutungen über die Herkunft des Kalkes

Vielleicht stammt der soeben erwähnte Kalkgehalt des Grundwassers aus dem Geschiebemergel von Grundmoränen, der aber von GROSSER nirgends erwähnt wird, während weiter im Osten im Raume Rothenburg (OL) Geschiebemergel (Grundmoräne) aus Mindel- und Rißzeit vorliegt (s. z. B. SCHUBERT 1963). Auch pleistozäner, riß-eiszeitlicher Geschiebelhm tritt nach STEDING (1963) dort nur „im westlichen Teil des Meßtischblattes Rothenburg in der Umgebung von Trebus auf. Kalkgehalt ist nur am östlichen Ortsausgang von Trebus an zwei Stellen in 1,5–2 m Tiefe nachgewiesen worden; im übrigen Gebiet liegt die Entkalkungstiefe bei mindestens 3 m Tiefe“. Aber selbst wenn im Bereich Schwarze Pumpe hier und da derartig tiefliegende, noch kalkhaltige Nester vorhanden wären, könnten sie nicht den offenbar allgemein verbreiteten Austauschkalk-Gehalt hervorgerufen haben, den die Flechten allenthalben anzeigen.

Aus den nach der Tiefe hin gleichsinnig abnehmenden Werten (Tab. 1) geht vielmehr mit Sicherheit hervor, daß dieser Kalkgehalt nicht von einem Untergrund aus Kalk selbst stammt, auch nicht durch Oberflächenwasser herbeigeführt sein kann, sondern von oben aus dem Luftraum gekommen sein muß. Daß trotzdem nicht die obersten Teile der Flechtenkörper, sondern auch nur die untersten den Kalkempfang bestätigen, ist ohne weiteres erklärlich. Da sich alle physiologischen Prozesse nur in Lösungen abspielen können, muß auch der auf die Pflanzen selbst gefallene Kalkstaub durch Wind und Regen zu Boden befördert und dort erst völlig gelöst worden sein, so daß auch hier nur die untersten Flechtenteile von der Lösung erreicht wurden. Der Sitz der mannigfachen Tumorbildungen zeigt es ja unverkennbar an. Der Tau scheint dies, wenigstens bei uns, nicht bewirken zu können, da an den obersten Teilen der Flechten nie sichere Anzeichen von Tumoren und Exkreten gefunden wurden.

Nun kann freilich selbst bei „künstlicher Kalkung auch noch sehr lange nach der Kalkung eine große Menge von Austausch-Ca nachweisbar sein“ (GROSSER briefl.), doch kommt diese in dem schon lange dem Untergang geweihten Braunkohlengebiet sicher nicht in Frage. Dies bestätigt auch die Antwort des Staatlichen Forstwirtschaftsbetriebes Hoyerswerda: „Die Herren Oberförster TROMMLER und LIPPMANN versicherten mir, daß in den Wäldern um Schwarze Pumpe keine künstliche forstliche Kalkung erfolgt ist. Es handelt sich dort durchweg um Privatwald-Krüppelbestände (6. Bonität!)“ (Forstmeister Dr. S. LANGE brieflich. 4. 12. 1966).

Unter diesen Umständen bleibt als Quelle des Kalkes in der Humusdecke nur noch das von GROSSER vermutete „Karbidwerk Trattendorf“ übrig.

Diese Fabrik, jetzt „Werk Spremberg der Lonza-Werke“, liegt auf der Westseite der Straße Spremberg-Trattendorf-Spreetal (letzteres vor der Hitlerzeit Zerre genannt) und besteht (nach freundlicher Mitteilung der Werkleitung) in Spremberg-Trattendorf seit 1916. Sie hat auch wirklich oft so viel Kalkstaub ausgestreut, „daß etwa 100–200 m im Umkreis weißes Pulver“ lag, und bei den Bewohnern von Spremberg hörte man dann als stehende Redensart: „Lonza dreckt schon wieder!“ (NEVOIGT briefl.). „Die Karbidproduktion wurde jedoch 1959 eingestellt“ (Werkleitung briefl.).

Die kalkhaltigen Emissionen des Karbidwerkes wären demnach nur 43 Jahre lang unmittelbar auf die Flechtenwelt der Umgebung niedergegangen. Wenn unsere Annahme richtig ist, daß sich die Gegenwart von Kalk auf die chemisch-physiologischen Vorgänge im Flechtenkörper störend auswirkt, dann ließe sich wohl experimentell nicht schwer ermitteln, wie lange es dauert und bei welcher zugeführten Kalkmenge etwa die Gegenreaktion durch Bildung von Calciumoxalat-Exkreten beginnt und die lethale Grenze erreicht

ist. Man müßte solche Versuche auf kalkfreien natürlichen Wuchsorten gleichzeitig ergänzen durch entsprechende Behandlung von natürlichen Rasen, die ins Laboratorium oder seine nächste Nachbarschaft versetzt sind und unter dauernder Kontrolle stehen können.

#### 4. Die Untersuchungsstationen K. H. GROSSERs

Nun beginnt südöstlich des Karbidwerkes, wie hier das Lonza-Werk auch weiter einheitlich genannt werden soll, in einer Entfernung von etwa 1 km auf der rechten Spreeseite und gegenüber dem nördlichen Ortsausgang von Spreetal (= Zerre) der Heidewaldweg mit dem Fundort der *Tortella tortuosa* v. *subnitida* (von uns West-Ostweg genannt). Von Punkt 121<sup>1</sup> an durchquert er in einer mittleren Höhenlage von 120,7 m ü. NN die Spreetaler Heide und zieht fast in derselben Richtung nach Osten weiter durch das zu Forst Muskau gehörige Heidestück, in dessen Abt. 302 das Rev. Schleife liegt. Die Unterlage des genannten Kalkmooses war „trockener Sanderkies“ gewesen, und die Entfernung dürfte 3–5 km betragen haben.

Die eigentlichen neun Untersuchungsstationen GROSSERs liegen aber noch weiter nach Südosten und dabei südwestlich von Weißwasser. Sie konzentrieren sich teils (4 Stat.) um das Gebiet zwischen Alteich, Eichberg und den beiden Jeseritzen<sup>2</sup> (Entfernung etwa 21 km), teils (4 Stat. einschl. Mühlrose) um das „Naturschutzgebiet Urwald“ (Entfernung etwa 13 km) mit dem Vorposten gegen Nordwest im Rev. Schleife (8,5 km), halbwegs vor dem Karbidwerk Trattendorf (s. auch GROSSER 1966).

Vier der Stationen weisen als höchste Meßwerte in der obersten Bodenschicht nur 11–11,5 mval auf, der maximale Austauschkalkwert von 37,5 mval aber liegt dem Karbidwerk am nächsten. Daneben ergaben sich jedoch in beiden Gruppen auch je einmal 19 bzw. 19,5 mval (Tab. 1). Somit hängt die Höhe des gefundenen Kalkwertes nicht einfach von der Entfernung der Kalkquelle ab, sondern gleichzeitig auch von den ökologischen Eigenheiten jedes untersuchten Ortes.

Aus dem Bereiche dieser Untersuchungsstationen sind bisher außer *Tortella tortuosa* (die „v. *subnitida*“ ist dabei für uns ohne Bedeutung) weder Funde von wichtigen anderen Moosen noch von Flechten bekannt. Unsere eigenen, bisher nur sporadisch begangenen Sammelgebiete östlich der Spree lagen nur etwa 4–7 km südöstlich des Karbidwerkes. Die daraus aber schon vorliegenden Ergebnisse reizten außerordentlich zu weiteren Untersuchungen.

<sup>1</sup> So auf der Wanderkarte von Cottbus usw. 1 : 75 000 = 120,6 auf Meßtischblatt 4452 Spremberg.

<sup>2</sup> Die Großen Jeseritzen: „Ein Moor, in dem der Verlandungsprozeß noch heute sehr gut beobachtet werden kann“ (GROSSER 1964, S. 6).

## 5. Die Reaktion der Flechten auf den Kalkgehalt ihrer Unterlage

Wie und an welchen Stellen ihres Körpers Flechten auf im Boden vorhandenen Kalk reagieren bzw. ihn anzeigen, ist in letzter Zeit mehrmals behandelt worden (SCHADE 1965, 1966 a, 1966 b, 1966 c). Hier sei nur nochmals kurz angedeutet, daß dafür alle Arten geeignet sind, die mit Teilen ihres Körpers dem Boden dicht anliegen, wie der Thallus z. B. von *Cladonia pyxidata* und älterer *C. foliacea* nebst anderen Cladonien mit bleibenden Primärschuppen; ebenso berindete Strauchflechten wie *Cladonia turcata*, *Cornicularia aculeata* u. a., wenn deren an sich  $\pm$  aufrechte Podetien zufällig mit den untersten Teilen dem Boden dicht angedrückt sind. Die Flechte scheidet nur in diesen den für sie unbrauchbaren und sicherlich störenden kohlen-sauren Kalk als oxalsaures Calcium aus dem Stoffwechsel aus. Diese Calciumoxalat-Exkrete an den Hyphen des Flechtenpilzes erzeugen Wucherungen des Thallus in verschiedenster Form (Tumoren), worin das sonst fädige Mark jetzt auffällig krümelig erscheint. Thallusschuppen und unterste Phylloide an Podetien jedoch sind oft nur stellenweise geschwollen (tumid).

Daß wirklich Calciumoxalat-Exkrete vorliegen, beweist die mikroskopische Untersuchung, besonders (unter Zuhilfenahme von Schwefelsäure) durch das Ausfallen zahlloser Gipskristalle. Unsere Abb. 3 möge nochmals solche Ergebnisse vor Augen führen (vgl. SCHADE 1966 a, c).

Im übrigen sind bisher Tumoren mit Calciumoxalat-Exkreten nie bei Arten der Cladina-Gruppe, also der Rentierflechten, aufgetreten, da sie keine bleibenden Thallusschuppen besitzen und ihre Podetien nicht berindet sind.

Die beste Zeigerflechte für kalkhaltigen Boden in Heidewäldern ist gegebenenfalls infolge ihrer Häufigkeit die braune Strauchflechte *Cornicularia aculeata*, die kaum je fehlende Begleiterin der Strauch-Cladonien, besonders der Rentierflechten. Beim Abheben eines Rasens vom Boden machen sich unterseits zahlreiche Abreißstellen unterster Thallusäste sofort durch die weiße Farbe des Markes bemerkbar, womit das Innere dicht gefüllt ist. Schon unter der Lupe ist zu erkennen, daß es nicht mehr fädig und locker ist, sondern feinkrümelig erscheint, ein Merkmal, daß Calciumoxalat-Exkrete vorliegen. Man braucht nur ein winziges Stückchen von der Bruchstelle abzuschneiden, im Wassertropfen auf dem Objektträger mit dem Skalpell längs und quer in kleinste Teilchen zu zerstückeln, ein Quetschpräparat herzustellen, worin möglichst viel Mark nach oben liegt, und schließlich von der Seite Schwefelsäure (etwa 50 %ig) beizufügen.

Daß starke Kalkeinflüsse im Gebiet rings um Schwarze Pumpe schon längere Zeit geherrscht haben müssen, geht bereits aus dem Vorkommen von *Tortellia tortuosa* östlich und *Cladonia pyxidata* südwestlich von ihr hervor.

Zahlreiche Flechten mit Calciumoxalat-Exkreten, diese zunächst noch unbekannt, waren schon beim ersten Besuche in Schwarze Pumpe aufgenommen und auch alsbald von Fräulein NEVOIGT gesammelt worden. Bald häuften sie sich immer mehr, und nach dem Bekanntwerden der GROSSERSchen Untersuchungen mußte man in der Windrichtung östlich des Karbidwerkes noch stärkere Kalkspuren vermuten, was sich auch 1965 bestätigte.

#### 6. Die Kalkanzeige durch unser um Schwarze Pumpe gesammeltes Flechtenmaterial

Zunächst bestanden unsere gemeinsamen Aufsammlungen bei Schwarze Pumpe, und zwar nur westlich der Spree, aus 255 Flechtenbelegen, von denen in 162, d. h. 63,5 %, Calciumoxalat-Exkrete nachgewiesen wurden. Die Wuchsorte lagen hauptsächlich südlich (bis etwa 7 km vom Karbidwerk entfernt) und wohl fast ebensoweit westlich von Ort und Kombinat, also z. T. sogar entgegengesetzt der Hauptwindrichtung. Unmittelbar am Karbidwerk selbst bot der spärliche Cladonienbewuchs nur wenig Gelegenheit, Belegstücke mitzunehmen.

Obiges Ergebnis ließ erwarten, daß in den östlich, jenseits der Spree gelegenen Kiefern-Heidewäldern der Nachweis von Kalk prozentual noch höher ausfallen müßte.

Aus der Neustädter Heide (südöstlich des Karbidwerkes bis zu einer Entfernung von etwa 7 km nach Neustadt zu) lagen nun bereits 53 Belege (leg. NEVOIGT) vor, wovon 19 Calciumoxalat-Exkrete führten. Da von den restlichen Exemplaren aber 26 zu Arten gehörten, die diese bisher nie enthalten hatten, wiesen in Wirklichkeit hier die Funde zu 70 % Exkrete auf.

Die eigene Aufsammlung vom 1. 11. 1964 ebenfalls in der Neustädter Heide, bis etwa 2 km östlich der beiden Spreebrücken von Spreewitz, dabei 4 km südöstlich des Karbidwerkes, enthielt in 74 Belegen mit 53 auswertbaren Exemplaren 72 % Calciumoxalat-Exkrete und veranlaßte uns zu einer besonderen Ergänzung in der Spreetaler (ehemals Zerrer) Heide.

Diese letzte Nachforschung vom 17. 10. 1965 ging von Punkt 121 (vgl. auch Nachtrag!) südöstlich des Karbidwerkes aus, etwa 2,5 km entlang dem West-Ostwege.

Die relative Höhe dieses Punktes über dem Spreetal beträgt 20 m. Der Zugang zu diesem West-Ostwege ist eine gekrümmte Sand-schlucht unmittelbar südsüdöstlich am Punkt 121. Ihr unterer Teil trägt an seiner linken nach Südost einfallenden Böschung zahlreichen Flechtenbewuchs, ebenso der obere Teil auf seiner rechten, völlig freien Nordwest- bis Nordböschung. Der sich anschließende West-Ostweg ist auf seiner Südseite weithin entwaldet, der Wald auf der Nordseite nicht begehbar. Dann folgt lockerer Kiefernwald, bis weiterhin auch auf der Südseite der Heidewald wieder beginnt, wo unsere Begehung aber abgebrochen werden mußte.

Der Flechtenbewuchs war im ganzen ziemlich ärmlich. Das Sammelergebnis bestand nur aus 33 Flechten und 4 Moosen. Die Flechten wiesen aber restlos, also zu 100 %, z. T. stärksten Kalkeinfluß auf, wie er bei uns bisher noch in keinem Falle zu sehen gewesen war.

Zusammen mit den schon oben mitgeteilten Ergebnissen der ganzen Flechtenuntersuchung muß nun als sicher angenommen werden, daß der in reichstem Maße festgestellte Kalkeinfluß nur dem Karbidwerk und seinen Emissionen zuzuschreiben ist.

### 7. Kalkanzeigende Laubmoose im Kiefern-Heidewalde

Die Flechten haben sich also auch hier als sichere Zeigerpflanzen erwiesen und werden darin unterstützt durch Laubmoose. Zu der schon von GROSSER entdeckten, für den Kiefernwaldboden verblüffend auffälligen *Tortella tortuosa* gesellen sich jetzt noch unter den vier mitgesammelten Moosen neben *Dicranum spurium* HEDW. und *Hedwigia albicans* (WEB.) LINDB. zwei weitere „Kalkmoose“ (det. FUTSCHIG): *Tortella inclinata* (HEDW.) LPR. und *Encalypta streptocarpa* HEDW., letztere an zwei Stellen.

Während der Fundort der *Tortella tortuosa* vielleicht 3–5 km östlich des Karbidwerkes zu suchen sein mag, stammen unsere neuen Belege aus großer Nähe des Karbidwerkes. *Encalypta streptocarpa* saß, dem Werk am nächsten, auf der rechten Böschungskante des oberen Ausganges der Sandschlucht und erschien absterbend. Im Rande des leicht zerfallenden Rasens hatte sich ein kleiner *Cladonia*-Thallus (1 cm Durchm.) eingenistet, dessen dicke, tumide Schuppen verbrochen sind und außerordentlich zahlreiche, große Gipskristalle entstehen ließen. In besserer Verfassung befand sich ein zweiter Rasen der *Encalypta* zwischen den lichtstehenden dürftigen Kiefern weiterhin am Westwege.

Unweit des letzten Fundortes der *Encalypta* wurde schließlich *Tortella inclinata* entdeckt, neben kleineren Rasen ein geschlossener Riesenrasen von etwa 40 cm<sup>2</sup>, 1 cm hoch, in bester Lebenskraft stehend und durch die gelbgrüne Farbe sofort auffallend.

Es ist anzunehmen, daß bei eingehenderem Suchen diese beiden Arten noch mehrfach in der Sprectaler Heide werden zu finden sein.

### 8. Die Flechten von Schwarze Pumpe, die regelmäßig mit bzw. ohne Calciumoxalat-Exkrete gefunden wurden

Die Zahl der als Kalkanzeiger erkannten Flechten ist bereits groß, aber nur wenige Arten davon haben den Kiefernwaldboden oder nackten Erdboden unseres Gebietes besiedeln können, wie die folgende Übersicht zeigen mag.

a. *Cladonia*-Arten, von Schwarze Pumpe, bei denen bisher Calciumoxalat-Exkrete gefunden wurden:

*C. caespititia* (PERS.) FLK.

*C. chlorophaea* (GAUDICH. em. FLK. in SOMMERF.) SPRENG.

*C. degenerans* (FLK.) SPRENG.

*C. fimbriata* (L.) FR. em. SANDST.

*C. furcata* (HUDS.) SCHRAD.

*C. foliacea* (HUDS.) SCHAER. v. *alcicornis* (LIGHTF.) SCHAER.

*C. glauca* FLK.

*C. gracilis* (L.) WILLD.

*C. pyxidata* (L.) HOFFM. em. FR. (viermal angetroffen)

*C. rangiformis* HOFFM. (bei uns überhaupt nicht häufige Art)

*C. strepsilis* (ACH.) VAIN. (eine der häufigsten Flechten im Gebiete, aber nur einmal mit Exkreten beobachtet)

*C. subulata* (L.) WIGG.

*C. verticillata* (HOFFM.) SCHAER.

Die meisten sind häufige Arten außer *C. fimbriata*, *C. glauca*, *C. pyxidata* und *C. rangiformis*.

b. *Cladonia*-Arten von Schwarze Pumpe, in denen selbst nie Calciumoxalat-Exkrete gefunden wurden, obwohl diese bei den Begleitflechten (in Klammer gesetzt) meist sehr zahlreich vorhanden waren:

*C. rangiferina* (L.) WIGG. em. VAIN. (*C. foliacea*; *C. furcata*)

*C. mitis* SANDST. (*C. foliacea*; *Cornicularia aculeata*)

*C. tenuis* (FLK.) HARM. (*Cornicularia aculeata*)

*C. papillaria* (EHRH.) HOFFM. (*C. strepsilis*)

*C. stricta* (NYL.) NYL. em. SANDST. (*C. foliacea*; *Cornicularia aculeata*)

*C. uncialis* (L.) WIGG. em. HOFFM. (*C. verticillata*)

c. Arten anderer Flechtengattungen, in denen um Schwarze Pumpe Calciumoxalat-Exkrete gefunden wurden:

*Baeomyces rufus* (Huds.) REBENT. (Exkrete wohl überall vorhanden)

*Stereocaulon condensatum* HOFFM. (Exkrete nur einmal gesehen)

*Cornicularia aculeata* (SCHREB.) ACH. (Exkrete fast ohne Ausnahme in jedem Beleg)

## 9. Bemerkungen über den äußeren Zustand der kalkanzeigenden Flechten von Schwarze Pumpe

In diesem ganzen Gelände rund um Schwarze Pumpe sind bisher 29 *Cladonia*-Arten festgestellt worden (SCHADE 1966 a). Wie voranstehende Übersicht zeigt, wiesen nur 14 Arten davon den ursprünglich so rätselhaften Kalk einfluß auf,

ebenso 3 Arten aus anderen Gattungen. Im folgenden sollen nur noch einige Erläuterungen auf ihren allgemeinen, dem Kalkeinfluß zuzuschreibenden äußeren Zustand hinweisen.

Am stärksten betroffen und verändert von allen Cladonien durch den Kalkeinfluß zeigt sich stellenweise *Cladonia coniocraea*. In normalem Zustande ist die Art am Wuchsort sofort erkennbar an den meist dicht gescharten, zugespitzten und mehr oder weniger hornförmigen (m. *ceratodes*) oder kleinbecherigen (m. *odontota*) Podetien und dem dichten Primärthallus aus verhältnismäßig großen, aber je nach den ökologischen Verhältnissen mehr oder weniger eingeschnittenen oder auch mehr abgerundeten Thallusschuppen, die, namentlich bei Trockenheit, nach oben zurückgekrümmt sind und ihre weiße Unterseite zeigen. Von u. U. ähnlich aussehender *Cladonia bacillaris* oder *C. glauca* sofort durch die blutrote Pd-Reaktion unterscheidbar.

Leider ist es nicht möglich, hier im Bilde eine normale *C. coniocraea* vorzuführen. Unter den mindestens über ein halbes Hundert zählenden Herbarbelegen ist kein einziger, der für eine Wiedergabe im Bild geeignet wäre. Als Ersatz diene Abb. 1 von einer m. *ceratodes*, die wenigstens die cornute Form der Podetien erkennen läßt. In einem gesunden, normalen Stück ständen die Podetien viel dichter, wären dicker und kräftiger und, wenn auf etwas schräg

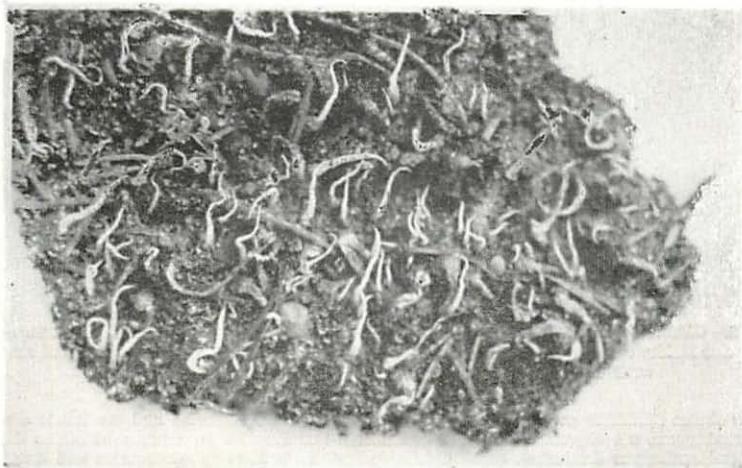


Abb. 1. *Cladonia coniocraea* (FLK.) SPRENG. em. SANDST. m. *ceratodes*. Schwarze Pumpe; Spreetaler Heide; auf dem Erdboden vor Kiefern am sonnigen Rande des West-Ostweges, 1965 SCHADE. 5/4 nat. Gr. phot. HELMUT SPRINZ

Keine normale Pflanze (s. Text), zeigt aber ursprünglich gut ausgebildete cornute Podetien; diese jetzt abgestorben, in Verfall begriffen, peitschenförmig zugespitzt, ± spiralig gedreht, meist mit hakenförmig gekrümmtem Ende. Thallusschuppen dazwischen braun, mit kleinsten aufgerichteten Randlappchen (= winzige weiße Pünktchen zwischen den Podetien), überall voller Calciumoxalat-Exkrete; Thallusschuppen und Podetien: Pd+ rot.

abfallender Fläche gewachsen, fast parallel ausgerichtet. Das Originalstück der Abb. 1 stammt ebenfalls vom Rande des West-Ostweges, ist offenbar durch den Kalkeinfluß degeneriert. Die Podetien sind abgestorben, dünn, nach dem Ende zu peitschenförmig verdünnt und hakenförmig verbogen. Oft sind sie in der ganzen Länge  $\pm$  deutlich spiralförmig gedreht (in Abb. 1 nur hier und da erkennbar), ein Kennzeichen des Verfalls, der wohl weniger durch das Alter als durch den Kalk bedingt ist. Der Thallus zwischen den Podetien ist gebräunt, weniger stark von Kohlenstaub bedeckt. Die einzeln kaum unterscheidbaren Schuppen sind am Rande kleinlappig, und die Läppchen erscheinen an den verbrochenen Stellen tumid. Sie enthalten offenbar viel Exkrete, da sich in 6 von 7 Präparaten zahlreiche große Gipskristalle ergaben.

Von der wirklichen Mißgestaltung der *Cladonia coniocraea* durch den Kalkeinfluß von Schwarze Pumpe kann aber erst Abb. 2 eine kleine Vorstellung vermitteln.



Abb. 2. *Cladonia coniocraea* (FLK.) SPRENG. em. SANDST., z. T. m. ceratodes. Schwarze Pumpe; Spreetaler Heide: auf der Kante der Sandschluchtböschung bei Punkt 121 südöstl. gegenüber Kraftwerk Trattendorf und dem ehemaligen Karbidwerk, 1965 SCHADE.

Vergr. 3,5 : 1 phot. WOLFGANG SEITZ

In der oberen Bildhälfte noch deutlich ausgeprägte, z. T. große, rundliche und am Rande sorediöse Thallusschuppen, mit abgestorbenen und verkrümmten Podetien. In der unteren Bildhälfte die meisten Thallusschuppen deformiert, durch Calciumoxalat-Exkrete klumpig geschwollen und dabei nach oben umgekrempelt; Podetien nicht entwickelt.

In der oberen Hälfte des Bildes, dessen Beleg von der Böschungskante der Sandschlucht stammt, waren die Thallusschuppen schon herangewachsen (ziemlich groß, abgerundet, Rand stark sorediös), als sich der Kalk dort bemerkbar machte, und ebenso die cornuten Podetien. Die letzteren sind jedoch dann abgestorben und haben sich unregelmäßig verbogen.

In der unteren Bildhälfte konnten sich dagegen die lückig stehenden Thallusschuppen überhaupt nicht normal entwickeln, sind klein geblieben, durch die Exkrete aufgetrieben und umgekrempt. Denn weil die Thallusschuppen unterseits unberindet sind, können die entstehenden Exkrete infolge des Fehlens des Gegendruckes von unten nicht die zusammenhängende Oberrinde nach oben aufsprengen und durchbrechen. Die Vergrößerung des Volumens durch die Exkrete muß sich vielmehr nach unten auswirken. Die Rinde bildete gewissermaßen ein „retardierendes Moment“, während sich die ursprünglich  $\pm$  konkave Unterseite ganz oder teilweise vorwölbte. Dabei wird der Schuppenrand nach oben gedrückt, und bei den kleineren Schuppen schließlich die ganze Unterseite nach oben umgestülpt, so daß die Schuppen nun als Warzen erscheinen, aber mit der Unterseite nach oben. Der Beleg, aus dem Abb. 3 stammt, besteht aus fünf Einzellagern mit Durchmesser von 15 bis 40 mm. Alle diese scheinbaren Wärrchen und sonstigen tumiden Thallusschuppen sind strotzend voll von Exkreten (s. Abb. 3). Zahlreiche kleine derartige Rasen waren auf dem Kiefernwaldboden der Umgebung zu finden.

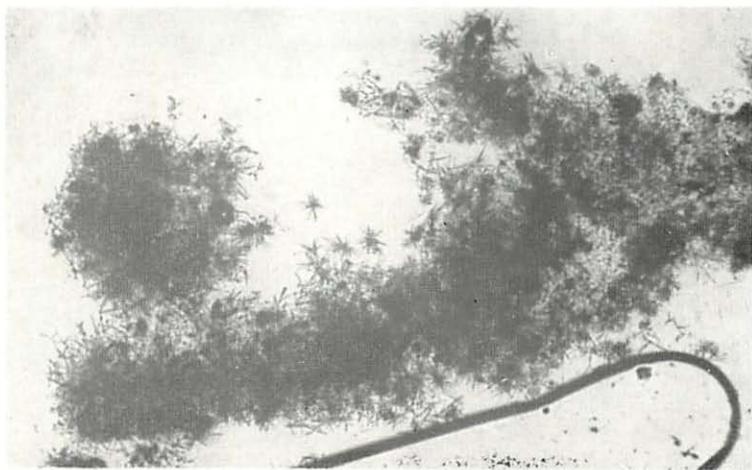


Abb. 3. Gipskristalle aus Calciumoxalat-Exkret einer tumiden Thallusschuppe (aus dem Beleg zu Abb. 2); nach Zusatz von  $H_2SO_4$  entstanden. Wo im Quetschpräparat die Exkretmassen von den Hyphen abgedrückt wurden, kommen diese z. T. gewebeähnlich zum Vorschein, besonders auf der rechten Bildseite. phot. WOLFGANG SEITZ

Es ist bekannt, daß manche *Cladonia*-Arten an sich schon einander gestaltlich recht ähnlich sind und sich dies bei extremen Standorten noch bedeutend verstärkt. So zeigt Abb. 4 wegen der ähnlichen Podetienform nicht etwa wieder ein *Cladonia coniocraea*, sondern ein sehr kritisches Stück, das wohl zu *Cladonia glauca* zu rechnen ist: Thallus alt, voller Exkrete, wie jede ver-

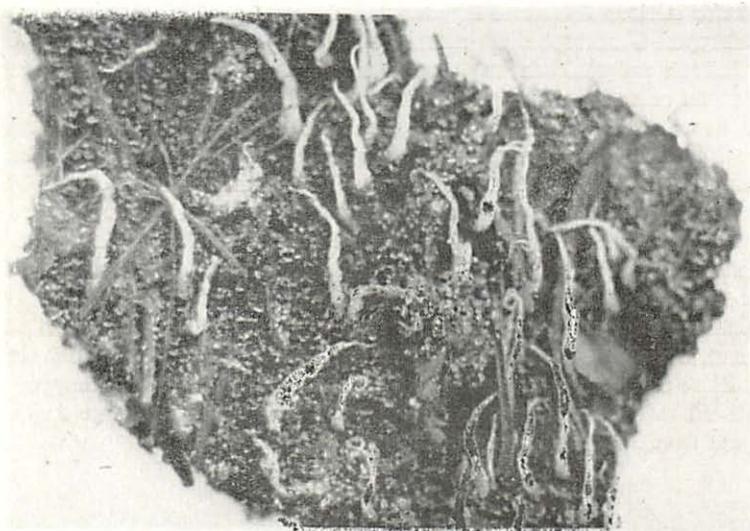


Abb. 4. *Cladonia glauca* FLK. d-paup. (vermutlich). Schwarze Pumpe; Spreetaler Heide: an der linken Böschung in der Mitte der Sandschlucht bei Punkt 121, 1965 SCHADE.

Vergr. ca. 2 : 1 phot. HELMUT SPRINZ

Ebenfalls kein normales Exemplar der Art (s. Text): cornute Podetien wie in Abb. 1,  $\pm$  spiralgedreht, Spitze oft hakenförmig eingekrümmt; Thallusschuppen durch Kohlenstaub schwarz, nur die verbrochenen Ränder und Randläppchen weißlich hervortretend, an allen Stellen des Thallus tumid durch Calciumoxalat-Exkrete; Thallusschuppen und Podetien: Pd-! — Von rechts her nahe der Bildmitte unmittelbar vor dem Fuß eines cornuten Podetiums ein sehr kurzes, breites Podetium mit Bechr.: Pd+ rot, offenbar *Cladonia chlorophaea* depaup.

brochene Schuppe erkennen läßt, und die in 6 von 7 Präparaten Unmassen von Gipskristallen ergaben; Podetien alt und fast abgestorben (Mark  $\pm$  gebräunt), Soredien größtenteils abgerieben; Pd- (an normalen Podetien etwa vorhanden gewesene rote Pd-Reaktion wäre auch an abgestorbenen noch vorhanden). Daher handelt es sich hier weder um *Cladonia coniocraea*, noch um *C. subulata* depaup. Von den mit Pd negativen Arten kommt höchstens in Frage der bei uns häufige cornute Zustand von *C. bacillaris* oder eine *C. glauca* depaup., von denen am wahrscheinlichsten die letztere vorliegt. Die Soredien sind freilich größer als gewöhnlich bei beiden Arten, und die Podetien kräftiger und derber.

Die bereits mehrfach genannte *C. subulata* (L.) WIGG. ist im übrigen durch vier Belege vertreten, ziemlich verkümmert. Ist dies zu stark der Fall, dann läßt sie sich von *C. coniocraea* kaum unterscheiden.

Die sonst zahlreich auftretende *Cl. chlorophaea* (FLK.) SPRENG. wurde fünfmal aufgenommen, davon vier auf dem Rande der Sandschlucht. Sie weichen

von ihrer gewöhnlichen Erscheinung verschiedentlich dadurch ab, daß nur die Becher außen und innen sorediös sind, die Podetien dagegen im übrigen berindet. Die Rinde ist aber durch feinste Risse in kleinste Felderchen zerstückelt und erinnert damit etwas an *Cladonia pyxidata*. Die Felderchen scheinen sich später in Soredien umzuwandeln, und die Soredien sind größer als sonst. Vielfach erscheinen aber die Podetien auch stark abgerieben, falls nicht Insektenfraß vorliegt.

Besonders in einem Beleg vom Nordrande des West-Ostweges liegen die Thallusschuppen, vom Kohlenstaub gänzlich geschwärzt, dem Boden breit an und berühren sich gegenseitig. Ihre Gegenwart verrät sich nur durch den weißen Rand der aufgerichteten Endläppchen der Schuppen. Im ganzen ähnelt dies der *C. pyxidata* v. *pocillum*. In anderen Stücken sind jedoch die Schuppen stärker aufgerichtet und erinnern damit wieder an deren v. *neglecta*.

Die zu diesem Formenkreis gehörende *Cladonia fimbriata* (L.) FR. liegt nur sehr spärlich vor. Jugendliche Podetien der *C. chlorophaea* können ihr sehr ähneln.

*Cladonia pyxidata* (L.) FR. selbst wurde zwar in Gesellschaft obiger Arten in der Spreetaler Heide nicht angetroffen, wohl aber zu gleicher Zeit auf kleiner freier Stelle zwischen niedriger *Calluna* unter den lichten Kiefern westlich der Auffahrt zur großen Straßenbrücke über die Eisenbahn. Durch die breiten, dem Boden anliegenden und zusammenstoßenden Thallusschuppen neigen diese Stücke zur v. *pocillum*. Form und Berindung der Podetien und des Inneren der Becher entsprechen durchaus den bekannten Merkmalen der Art. Im ganzen liegen vier derartige, miteinander übereinstimmende Belege vor, die nur durch die Kleinheit und gewisse Zartheit von den derben Stücken aus natürlichen Kalkgebenden etwas abweichen.

Man kann sich des Eindruckes nicht erwehren, daß mancherlei im Äußeren der *C. pyxidata* auf größeren oder geringeren Einfluß des Kalkes zurückgeht, so die Ausprägung als „v. *pocillum*“ oder „v. *neglecta*“. Eingehende Studien an möglichst vielen Wuchsorten wären aber nötig, um der Entscheidung über diese Frage näherzukommen.

Von den Strauch-Cladonien wurde *C. furcata* (HUDS.) SCHRAD. hier nur spärlich in dünnen Räschen am Wegrande angetroffen, in ihrer Berindung fast ähnlich der *C. scabriuscula*: ein altes ter. spinosum mit winzigen, vereinzelt aufgebrochenen Tumoren und kleinen tumiden Phylloiden.

Nicht selten findet man, daß *Cladonia*-Thalli auf Holz oder Rinde, die etwas erhöht über dem Boden liegen, trotzdem Exkrete führen und dadurch mit anzeigen, daß die Kalkeinwirkung aus der Luft gekommen sein muß.

Ob in einem solchen Falle auf im Kiefernwaldboden etwas erhöht steckendem, morschem Astbruchstückchen *C. degenerans* oder doch *C. verticillata* (HOFFM.) SCHAER. vorlag, lassen die wenigen überalterten Podetien nicht

sicher erkennen. Jedenfalls lieferten zwei tumide Phylloide am Grunde eines Podetiums aus ihren Exkreten zahlreiche Gipskristalle.

Ganz selten scheinen Arten der Cocciferac-Gruppe Exkrete zu besitzen. So war nicht sicher nachzuweisen, ob *C. bacillaris* NYL. und *C. pleurota* (FLK.) SCHAER. sie wirklich besaßen, oder ob eingesprengte Thallusschuppen einer anderen, auf Pd nicht reagierenden Art die Gipskristalle ergaben.

Trotz der Häufigkeit von *C. strepsilis* (ACH.) VAIN. wurden die Exkrete bei ihr nur einmal festgestellt. Dies liegt wohl daran, daß an den halbkugeligen Jugendlagern, denen man auf extremsten Standorten zumeist begegnet, die Thallusschuppen die meiste Zeit zu stark nach oben zurückgekrümmt sind, so daß die Berührung mit der Unterlage und damit die Infektion mit dem Kalk immer nur kurze Zeit andauern kann.

Ganz ähnlichen Bau besitzen die mit der vorigen oft vergesellschafteten Jugendlager der *C. loliacea* v. *alcicornis* (LIGHTF.) SCHAER., besitzen aber häufiger die Exkrete, da ihre Thallusschuppen bedeutend länger sind und mit ihrem Grunde mehr mit der kalkhaltigen Unterlage in Fühlung kommen. Die Tumoren waren meist verhältnismäßig klein und flach, so daß sie nicht leicht ins Auge fielen.

In allen diesen Fällen ist es selbstverständlich, daß auch hier die Einwirkung des Kalkes nur von unten zu erwarten ist, da der aufgefallene Kalkstaub ja trocken ohne Bedeutung ist, erst auf den Boden gelangen und vom Regen gelöst werden muß.

Unter den übrigen Flechten tritt *Baeomyces rufus* (HUDS.) REBENT. besonders hervor. Er wurde zwar in der Spreetaler Heide nur an wenigen Orten aufgenommen, aber überall in größeren zusammenhängenden Lagern, so namentlich auf verschiedenen Stellen der Böschungskante am oberen Ausgange des Sandhohlweges, ferner auf dem Rande eines Boden-Untersuchungsloches im lockeren Kiefernwalde, weiterhin am West-Ostwege. Überall überzieht er in mehr oder weniger dünner, zusammenhängender Kruste den Erd- oder Nadelboden, z. T. auch Moose und Flechten, besonders *Cladonia coniocraea*. Er wächst offenbar schneller als diese und bringt sie zum Absterben. Der Thallus ist stets stark sorediös.

Besonders auf der oberen Böschungskante der Sandschlucht sind die alten Lagerteile von *Baeomyces* dicker und zeigen zahlreiche, fast halbkugelig hervortretende Höcker. Deren dickes Mark ist gedrängt voll von auffällig großen, glashellen Kristallen aus Calciumoxalat ( $85 \times 45 \mu$  und größer), die mit  $H_2SO_4$  zahllose große Gipskristalle ergeben. Aber auch das Mark dünner Lager, noch dazu unter sorediösen Stellen, enthielt bereits genügend Calciumoxalat-Exkrete, um diese nachweisen zu lassen.

Ganz vereinzelt wies auch *Stereocaulon condensatum* HOFFM. in der Neustädter Heide die Calciumoxalat-Exkrete im Mark des Thallus auf, bei der Kleinheit des Objektes schwer zu präparieren und aufzufinden wegen der Kleinheit der entstandenen Gipskristalle.

Als sicherster Kalkanzeiger außerhalb der Gattung *Cladonia* tritt aber, wie bereits betont, die braune Strauchflechte *Cornicularia aculeata* (SCHREB.) ACH. auf, die nie fehlende Begleiterin der Cladonien, besonders der Rangiferinae. Sie ist überhaupt durch ihre Lebensfähigkeit eine der interessantesten Flechtenarten: weit verbreitet auf unserer Erde und sogar bipolar.

Zu den bemerkenswertesten Fällen von Tumidität gehört ihr Auftreten auf Dingen, die sich etwas über den Erdboden erheben. So fanden sich auch locker stehende graue Thallusschuppen (Pd-) mit sorediösen Rändern auf dicker Borke der Wurzel eines kleinen morschen Kiefernstockes, die keine Berührung mit dem Waldboden haben konnten. Trotzdem enthielten mehrere Schuppen Exkrete und ergaben Gipskristalle, andere daneben aber auch nicht. Dies ruft das geflügelte Wort aus den Vorlesungen WILHELM PFEFFERS in Leipzig um 1901 in die Erinnerung zurück: „Das kann so sein, muß aber nit so sein!“, wenn im vorliegenden Falle wahrscheinlich die Oberfläche der Borke zu einer Stelle keine Kalklösung hingeleitet hatte.

Im Zusammenhange damit sei zusammenfassend nochmals darauf hingewiesen, daß sich in den Rasen fast aller Belege von sorediösen Cladonien, oft auch bei anderen Flechten, einzeln sitzende, phylloidähnliche Blättchen häufig in großer Zahl vorfinden, die sich zu Thallusschuppen weiter entwickelt hätten und sicher aus abgefallenen eigenen oder zugewehten fremden Soredien entstanden sind. Teils sitzen sie in dichter Menge, teils auch ganz einzeln auf alten abgestorbenen Flechtenteilen, sehr häufig aber auch auf teten Resten höherer Pflanzen, z. B. auf morschen Holzstückchen in der Humusunterlage, modernden Kiefernnadeln, abgebrochenen Zweigenden von *Calluna*, besonders zahlreich aber auf abgestorbenen Grasblättern, ja einmal auch auf einem lebenden Laubmoospflänzchen. Alle untersuchten „Blättchen“ enthielten bereits Calciumoxalat-Exkrete und ergaben die üblichen Gipskristalle. Dies war ebenso der Fall bei *Cladonia coniocraea*, bei dem ein völlig abgestorbenes Podetium von *m. odontota*, längs aufgerissen, dem Boden anlag und auf der rinnigen Innenseite mit Neuanflug besetzt war, ob von der eigenen oder einer anderen Art, war nicht festzustellen.

Bei solchen winzigen, dünnen, kaum schon tumiden Objekten, bei den man die Exkrete nur eben vermuten kann, ist es oft sehr schwierig, sie festzustellen. Wenn es nicht gelungen ist, das verdächtige Objekt so zu schneiden und zu quetschen, daß aus nach oben freiliegendem Mark oder seitwärts aus den Schnitträndern im Präparat dann die Gipskristalle strahlig hervor-

schießen können, wird man sie vielleicht bei genauem Zusehen an ihrer mathematisch exakten Form noch durch die Thallusrinde hindurch erkennen. Man darf sich die oft große Mühe nicht verdrießen lassen, die Arbeit notfalls mehrfach zu wiederholen, um zur Klarheit vorzudringen.

#### 10. Wie verhalten sich nicht lichenisierte Pilze gegenüber dem Kalk?

Schon lange drängte sich die Frage auf, ob auch bei freilebenden Großpilzen auf kalkhaltigem Boden Calciumoxalat-Exkrete zu finden sind. An sich gehört dies nicht in den Bereich der vorliegenden Betrachtungen, und dem Verf. war auch bisher nichts darüber bekannt. Nun aber sei anhangsweise kurz vermerkt, daß (nach CHARLOTTE THIELKE 1966) „in jungen Pilzen des Kulturchampignons sowie an älteren Zellen des vegetativen Mycels“ „sich die Oxalate finden in Form von Nadeln an der Oberfläche der Zellwände“. Ihr Auftreten soll Zeichen einer Wachstumsstagnation sein.“ Aber nur in jüngsten Fruchtkörperchen mit einem Durchmesser bis zu 5 mm fänden „sich Oxalsäure und Calciumoxalat“. Die Verfasserin führt mit Fig. 1a-c aber auch Kristalle vor, die in Fruchtkörpern von 10-12 cm Länge gefunden wurden, jedoch hier als Sphärite auftreten. Fig. 1b zeigt einen derartigen „Kristall, der die Zelle partiell umwachsen hat“.

Die Exkrete in den frühesten Pilzstadien, dem Mycel, entsprechen dem Exkretbelag auf den Markhyphen der Flechten, nur daß bei diesen statt der Kristallnadeln, z. T. sicher infolge des engen Raumes, Aggregate unausgebildeter Kristalle entstehen. Daß die Einzelkristalle im erwachsenen Champignon viel größer sind (in Fig. 1b wohl etwa 110  $\mu$  lang), ist wohl ermögllicht durch die großräumige Schwammigkeit im Fruchtkörper des Großpilzes.

Die Verfasserin kündigt noch an: „Ob die in den Zellwänden inkrustierten Sphärite und Kristallaggregate vom Pilz wieder abgebaut werden können, wird zur Zeit geprüft“. Vermutlich wird das Ergebnis negativ ausfallen. Dabei wird sich aber wohl erweisen, ob das Calciumoxalat wirklich in der Zellwand ausgeschieden war oder nicht auch nur äußerlich auf ihr wie bei den Flechtenhyphen.

Im übrigen: sollten die auf Pferdemitbeeten herangezogenen Pilze nicht mit kalkhaltigem Wasser angefeuchtet oder kalkhaltiger Erdboden im Mistbeet mit verwendet worden sein? Dann wäre auch hier die Bildung der Exkrete als Abwehr gegen zu starke Alkalität zu deuten.

#### 11. Zusammenfassung

Auf Grund eingehender Beobachtungen darf als sicher angenommen werden, daß das Vorkommen von Calciumoxalat-Exkreten in zahllosen Flechtenbelegen aus den Kiefern-Heidewäldern der Umgebung von Schwarze Pumpe (Kreis Hoyerswerda und Kreis Spremberg, NL) durch die Emissionen des ehemaligen Karbidwerkes Trattendorf in den Jahrzehnten seit 1916 hervorgerufen worden ist.

Außer einigen Laubmoosen erweisen sich hier 14 *Cladonia*-Arten und etwa 3 Arten aus anderen Flechtengattungen als Kalkanzeiger.

Daß im übrigen neuerdings auch im Mycel eines nicht lichenisierten Großpilzes Calciumoxalat-Exkrete, wenn auch in anderer Kristallform, aufgefunden worden sind, wird bei weiteren Arbeiten auf diesem Gebiete zu beachten sein.

### Nachtrag

Zu S. 9: Kalkanzeigende Laubmoose im Kiefern-Heidewald

Die Annahme, daß sich die „Kalkmoose“ in der Spreethaler Heide an noch mehr Orten einstellen würden, bestätigte sich beim letzten Kontrollgang am 20. 5. 1967. Auf der rechten Talkante der Spree, nur etwa 1,5 km östlich des Karbidwerkes und etwa 1 km nordöstlich des genannten Punktes 121, bei etwa 23 m relativer Höhe über der Spree, wurden wieder beide Arten an zwei Stellen, kaum 200 m über ein schmales Tal hinweg getrennt, gemeinsam angetroffen. Beide fanden sich in zahlreichen, z. T. fast handgroßen Rasen, wobei an der einen Stelle *Tortella inclinata*, an der anderen *Encalypta streptocarpa* überwog. Bei der letzteren fiel auf, daß an zwei von vier Belegen zahlreiche Blattspitzen weiße Salzausblühungen trugen und infolgedessen abgestorben waren. Im dritten Beleg stecken zahlreiche Kalksteinchen (mit HCl+ stark aufbrausend), und im vierten enthält der nur noch in geringer Menge vorhandene Sanddetritus ebenfalls Spuren von Kalk. Leider hatten die näheren Umstände an den Wuchsorten nicht mehr untersucht werden können.

Möglicherweise kommt später ein z. Z. noch nicht geklärter Fund hinzu aus der Verwandtschaft von *Tortella*, selbst eng vergesellschaftet mit *Ceratodon purpureus* und *Bryum spec.*

#### Literatur

- GROSSER, K. H. (1964): Die Wälder am Jagdschloß bei Weißwasser (OL). Waldkundliche Studien in der Muskauer Heide. — Abh. u. Ber. Naturkundemus. Görlitz. 39, Nr. 2.
- (1966): Urwald Weißwasser. — Brandenburg. Naturschutzgebiete. Folge 2, S. 1—40.
- KUNDLER, P. (1956): Beurteilung forstlich genutzter Sandböden im Nordostdeutschen Flachland. — Archiv f. Forstwesen. 5, 9/10, S. 585—672 (nach GROSSER).
- REIMERS, H. (1957): Dritter Beitrag zur Moosflora der Mark Brandenburg und angrenzender Gebiete. — Verh. Bot. Ver. Prov. Brandenburg. Jg. 83—97, S. 21—30.
- SCHADE, A. (1965): Beiträge zur Kenntnis der Flechtengattung *Cladonia* HILL ex G. H. WEB. mit dem Fundortsverzeichnis der sächsischen Arten. B. Chasmariae (ACH.) FLK. (Forts.). Die Flechten Sachsens IX. — Abh. u. Ber. Naturkundemus. Görlitz. 40, Nr. 8.
- (1966 a): Die Cladonienflora der Kiefern-Heidewälder von Schwarze Pumpe zwischen Hoyerswerda und Spremberg (NL) und ihre wichtigsten Begleiter. — Abh. u. Ber. Naturkundemus. Görlitz. 41, Nr. 2.
- (1966 b): Über die Artberechtigung der *Cladonia subrangiformis* SANDST. sowie das Auftreten von Calciumoxalat-Exkreten bei ihr und einigen anderen Flechten. Mit Taf. 38—42. — Nova Hedwigia 11, S. 285—308.
- (1966 c): Über Flechten mit Calciumoxalat-Exkreten von Spitzbergen [*Cladonia uncialis*-Gruppe, *Cetraria delisei* (BORY) TH. FR. „f. *sorediifera* MALME“ u. a.]. — Ber. Dtsch. Bot. Ges. 79, Jg. 1966, H. 10, S. 463—473.
- SCHUBERT, G. (1963): Hydrogeologische Verhältnisse im Raum Rothenburg OL. — Abh. u. Ber. Naturkundemus. Görlitz. 38, 10/11, S. 1—16.
- STEDING, G. (1963): Beiträge zur Ingenieurgeologie des Raumes Rothenburg OL. — Ebda. 38, 10/11, S. 17—26.
- THIELKE, CH. (1966): Calciumoxalatkristalle in Fruchtkörpern des Kulturchampignons. — Naturwissenschaften. Jg. 53, H. 24, S. 703 (mit Fig. 1 a—c im Text).

Anschrift des Verfassers:

Dr. Dr. h. c. Alwin Schade,

8507 P u t z k a u / Sa., Oberdorf 82

Verlag: Akademische Verlagsgesellschaft Geest & Portig KG. Leipzig

Alle Rechte vorbehalten

Printed in Germany · Druckgenehmigung Nr. 105/32/67

2514 III/14/8 VEB Graphische Werkstätten Zittau-Görlitz, Werk Görlitz 0.7