

Pigmentationsuntersuchungen bei europäischen Arten aus der Gattung *Dermocybe* (Fr.) WÜNSCHE

G. KELLER

Institut für Mikrobiologie, Universität Innsbruck, Sternwartestrasse 15,
A-6020 Innsbruck, Österreich

Abstract. — Pigments from sporospores of 16 European species of the genus *Dermocybe* (Fr.) WÜNSCHE (*Agaricales*) have been investigated by chromatographic methods. Pigment studies were done using Thin Layer Chromatography (TLC) with five different solvent systems. Comparative investigation of pigmentation results in the recognition of five distinct types of pigmentation within the species investigated. The importance of pigmentation for infrageneric classification is evaluated and problems involved in definition of the genus *Dermocybe* are discussed. The data support the systematic arrangement proposed by MOSER (1972).

Einleitung

Den bisherigen Untersuchungen der *Dermocyben*pigmente lagen zwei verschiedene grundsätzliche Zielsetzungen zugrunde. Einerseits liegen Arbeiten vor, die den Chemismus der Pigmente behandeln, andererseits sind Untersuchungen gegeben, die die *Dermocyben*pigmente chemotaxonomisch bewerten und in die Systematik miteinbeziehen. Erste Arbeiten, die sich mit der Chemie der Pigmente beschäftigen gehen auf KÖGL & POSTOWSKY (1925) zurück. Sie isolierten zwei Farbstoffe, nämlich Emodin und *Dermocybin* aus den Fruchtkörpern von *Dermocybe sanguinea* und bestimmten die Struktur des Emodins. BIRKINSHAW & GOURLAY (1961) versuchten die Struktur des *Dermocybins* zu ermitteln, die erst STEGLICH & AUSTEL (1966) vollständig klären konnten. Wesentliche Fortschritte in der Aufklärung der *Dermocyben*pigmente brachten weitere Untersuchungen durch STEGLICH und Mitarbeiter (1969). Sie isolierten aus *Dermocybe sanguinea* und *D. semisanguinea* neben Emodin und *Dermocybin* zahlreiche weitere Anthrachinonpigmente wie z. B. Endocrocin, Dermolutein, Dermorubin, Physcion und Dermoglaucin. Ausserdem konnten STEGLICH & LÖSEL (1972a) nachweisen, dass Emodin und *Dermocybin* in *Dermocybe sanguinea* bis zu 90% in glykosidierter Form vorliegen. Untersuchungen am Anthrachinonmetabolismus mit radioaktiv markierten Intermediaten brachten wesentliche Erkenntnisse zur Biosynthese der Pigmente (STEGGLICH et al., 1972b). Aus *Dermocybe cinnabarina* isolierten STEGLICH & REININGER (1972c) weitere Anthrachinonpigmente wie Cinnalutein, Cinnarubin, Falla-

cinol und Fallacinolacetat. Ein interessantes Pigment vom Flavomannin-Typ konnten STEGLICH und Mitarbeiter (1972d) in *Dermocybe crocea* (= *D. cinnamomeolutea* (ORTON) MOSER ss. MOSER 1953; 1972) und in *D. uliginosa* feststellen und als Flavomannin-6,6'-dimethyläther identifizieren.

Der andere Teil der Arbeiten über Dermocybenpigmente, der sich vorwiegend mit dem chemotaxonomischen Aspekt beschäftigt, wird mit den papierchromatographischen Untersuchungen durch GABRIEL (1965) begründet. Weitere und für das heutige Gesamtbild der Gattung entscheidende Arbeiten wurden von GRUBER (1970, 1975) durchgeführt, die sich nicht nur auf europäische Dermocyben beschränkten, sondern bereits südamerikanische und australische Arten in die Betrachtung miteinschloss. Sowohl GABRIEL (1965) als auch GRUBER (1970, 1975) stellten in ihren Untersuchungen fest, dass die Arten der Gattung *Dermocybe* durch einen hohen Gehalt an verschiedenen Anthrachinonfarbstoffen gekennzeichnet sind. Es gelang ihnen, für jede einzelne untersuchte *Dermocybe* einen mehr oder weniger spezifischen Pigmentbestand anzugeben. Vor allem GRUBER (1970, 1975) untersuchte, wieweit der chromatographisch ermittelte Pigmentbestand einer Art als taxonomisches Merkmal verwendet werden kann. Es zeigte sich, dass bei der Beurteilung des Pigmentvorkommens eine Gruppierung der Arten möglich ist, die durch grosse Übereinstimmung mit den nach makroskopischen und mikroskopischen Merkmalen getroffenen Einteilung gekennzeichnet ist.

In der vorliegenden Arbeit wurde versucht, die Pigmentanalyse nun nicht mehr mit der papierchromatographischen, sondern mit der dünnschichtchromatographischen Methode durchzuführen, um einen gesicherten und umfassenderen Nachweis der Pigmente zu gewährleisten, wie dies THOEN bereits 1970 mit der Untersuchung der Pigmente von *Dermocybe sanguinea* und *D. cinnabarina* versucht hat. Es wurde überprüft, welche Pigmente bzw. Pigmentationsmuster bei den europäischen Dermocyben vorliegen und inwieweit sich diese chemischen Merkmale zur systematischen Gliederung heranziehen lassen. Auf gleichartige Untersuchungen an aussereuropäischen Dermocyben aus Neu-Seeland, Nord- und Südamerika wird in nachfolgenden Publikationen eingegangen.

Material und Methode

Material: Das Untersuchungsmaterial wurde durch eigene Aufsammlungen bereitgestellt. Weiteres Material stammte aus dem Herbar IB (Innsbruck). Herbarbelege der untersuchten Arten liegen im Herbarium IB.

Folgende Arten bzw. Kollektionen wurden untersucht:

- D. holoxantha* GRUBER & MOS. (M 65/150);
- D. carpineti* MOS. (ined.) (75/19, 78/2, 1664);
- D. alnophila* MOS. (75/17);

- D. sphagnetii* (ORTON) MOS. (M 76/163);
D. cinnamomeolutea (ORTON) MOS. (M 76/208, M 78/291, 78/16);
D. crocea (SCHEFF.) MOS. (M 76/291, 74/4, 75/22, 75/10, 78/3);
D. cinnamomea (L. ex. FR.) WÜNSCHE (75/26, 78/5);
D. uliginosa (BERK.) MOS. (76/1);
D. sommerfeltii (HØILAND) MOS. (ined.) (74/3);
D. malicoria (FR.) RICKEN (non ss. RICKEN) (74/7, 75/23);
D. sanguinea (WULF. ex FR.) WÜNSCHE (75/13, 75/25, 78/12, 78/13);
D. sanguinea (WULF. ex FR.) WÜNSCHE var. *vitiosa* MOS. (M 74/117);
D. phoenicea (BULL. ex MRE.) MOS. (73/1, 75/18, 75/29);
D. semisanguinea (FR.) MOS. (74/2, 75/24, 75/11, 75/16);
D. anthracina (FR.) RICKEN (non ss. RICKEN) (75/20);
D. cinnabarina (FR.) WÜNSCHE (75/21, M 70/267).

Extraktion: Zur Herstellung eines Extraktes wurden 0,1–0,3 g getrocknetes Pilzmaterial einer Kollektion zerkleinert, mit Quarzsand fein zerrieben und mit 30–40 ml 96%igem Äthanol versetzt. Die Extraktion dauerte ca. 10–12 Stunden und wurde bei Zimmertemperatur durchgeführt. Beim eingesetzten Pilzmaterial achtete man auf eine gleichmässige Verteilung von Hut, Stiel und Lamellen. Der äthanolische Extrakt wurde filtriert, im Rotationsverdampfer bei 50° C vollständig eingeeengt und mit 1 ml 96%igem Äthanol aufgenommen.

Chromatographie: Zur chromatographischen Auftrennung der Farbstoffe kamen 20 × 20 cm große DC-Platten zur Anwendung. Als Sorptionsmittel dienten Kieselgel (Typ 60) und auch Cellulose (mikrokristallin). In Tabelle 1 sind die angewendeten Chromatographiesysteme aufgelistet. Jeweils 40 µl des äthanolischen Pilzextraktes wurden mit einer Mikropipette als 2 cm lange Bande auf einer DC-Platte aufgetragen. In den meisten Fällen erfolgte eine mehrfache Beschickung der DC-Platten, um im direkten Vergleich Aussagen über den Pigmentbestand der Arten machen zu können. Der Vorgang der chromatographischen Trennung wurde so lange durchgeführt bis die Laufmittelfront 12 cm von der Startlinie entfernt war.

Tabelle 1. Liste der angewendeten Chromatographiesysteme. (Kieselgel 60 DC-Fertigplatten, Fa. E. MERCK, Darmstadt; mikrokristalline Cellulose, Fa. E. MERCK, Darmstadt)

System	Sorptionsmittel	Schicht- dicke	Laufmittel (v/v)
I	Kieselgel 60, DC-Fertigplatte	0,25 mm	Benzol : Eisessig 66 : 33
II	Kieselgel 60, DC-Fertigplatte	0,25 mm	Essigsäureäthylester : Methanol : Wasser 100 : 16,5 : 13,5
III	Kieselgel 60, DC-Fertigplatte	0,25 mm	Benzol : Ameisensäureäthylester : Ameisensäure 160 : 40 : 1
IV	Kieselgel 60, DC-Fertigplatte	0,25 mm	Chloroform : Äthanol 75 : 25
A	Cellulose, mikrokristallin, selbst beschichtet	0,30 mm	n-Butanol : Pyridin : Wasser 30 : 20 : 15

Auswertung: Nach der Trennung wurden die Chromatogramme im natürlichen und UV-Licht ($\lambda = 365 \text{ nm}$) betrachtet und Zahl, Farbe, Rf-Werte und Fluoreszenz der sichtbaren Farbzonen bzw. Fraktionen festgehalten. Zur besseren Charakterisierung der Farbstoffe behandelte man die Chromatogramme mit Magnesiumacetatlösung (5% in Methanol) und Kalilauge (5% in Methanol). Mit diesen Reagentien werden bei den meisten Dermocybenpigmenten charakteristische Farbreaktionen erzielt. Unter Miteinbeziehung aller Daten, die sich aus dem chromatographischen Verhalten, der Behandlung mit den genannten Reagentien und der vergleichenden Chromatographie mit Reinsubstanzen ablesen lassen, wurde der spezifische Pigmentbestand der untersuchten Arten ermittelt. Es wurde versucht, die ermittelten Daten in Tabelle 3 zusammenzufassen, um damit den mehr oder weniger spezifischen Pigmentbestand aufzuzeigen und die Unterschiede zu anderen Arten bzw. Artengruppen herausstreichen zu können. Die angeführten Pigmentintensitäten stellen Mittelwerte dar, die sich auf die Trennungen mit den fünf angewendeten Chromatographiesystemen stützen.

Ergebnisse und Auswertung

1. Übersicht über die chromatographisch nachgewiesenen Pigmente

Insgesamt können für die untersuchten Dermocyben 31 verschiedene Pigmente festgestellt werden (vgl. Tabelle 2). Ein grosser Teil der Farbstoffe kann dank der detaillierten chemischen Untersuchungen durch STEGLICH und Mitarbeiter (1966, 1969, 1972a, 1972c, 1972d) mit den entsprechenden Referenzsubstanzen identifiziert werden. Aus der Gruppe der Anthrachinoncarbonsäurederivate gelang der Nachweis für Endocrocin, Dermolutein, Dermorubin, 5-Cl-dermorubin, Cinnalutein und Cinnarubin. Von den neutralen Anthrachinonderivaten konnten Emodin, Emodinglykosid, Phycion, Dermoglauicin, Dermocybin, Dermocybinglykosid und Fallacinol beobachtet werden. Ausserdem war auch das dimere Pigment Flavomannin-6,6'-dimethyläther nachweisbar. Die verbleibenden, unbekannt Pigmente sind auf Grund des positiven Reaktionsverhaltens gegenüber Kalilauge und Magnesiumacetat mit hoher Wahrscheinlichkeit ebenfalls Anthrachinonderivate. Der überwiegende Teil der unbekannt gebliebenen Pigmente wird wahrscheinlich durch glykosidierte Formen der im Pilz vorkommenden Anthrachinonderivate bestritten. Diese Vermutung trifft vor allem für die Pigmente 57, 61, 63, 64, 65, 67 und 69 zu, die bei den chromatographischen Auftrennungen jeweils eine Aglykonfraktion begleiten, mit der sie in Farbe, Fluoreszenz und Reaktionsverhalten mehr oder weniger übereinstimmen.

2. Art und Spezifität der festgestellten Pigmentationsmuster

Jede untersuchte Art zeichnet sich durch ein mehr oder weniger spezifisches Pigmentationsmuster aus, das durch eine charakteristische qualitative und quantitative Zusammensetzung aus verschiedenen Pigmenten begründet wird (vgl. Tabelle 3).

Tabelle 2. Liste der chromatographisch nachgewiesenen Pigmente mit Angaben über Farbe, Fluoreszenz, Reaktionen und Rf-Werte. Fluoreszenz im UV-Licht bei 365 nm. (?) = vermutliche Identität der Pigmente, FDM = Flavomannin-6.6'-dimethyläther, AFDM = Anhydroflavomannin-9.10-chinon-6.6'-dimethyläther, -glyk. = -glykosid, MgAc. = Magnesiumacetat

Nr.	Pigment	Rf-Werte in Chromatographiesystem					Farbe im Nat. Licht	Farbe im UV-Licht	KOH- Reaktion, Kieselgel, Nat. Licht	MgAc.- Reaktion, Cellulose, Nat. Licht
		I	II	III	IV	A	Kieselgel	Kieselgel	Nat. Licht	Nat. Licht
1	7.7'-Biphyscion (?)	0,81	0,82	0,60	0,82	0,98	gelb	orangerosa	purpurviol.	orangerosa
3	Physcion	0,79	0,78	0,58	0,81	0,98	gelb	orange gelb	purpurrosa	orangerot
5		0,75	0,81	0,41	0,82	0,98	gelb	orange	orangerosa	orangerosa
19		0,58	0,44	0,08	0,29	0,64	gelb	orange	purpurrosa	purpurviol.
21	Emodin	0,54	0,78	0,28	0,79	0,98	gelb	gelb	orangerot	orangerot
23	AFDM	0,55	0,73	0,09	0,73	0,98	gelb	dunkel	purpurviol.	rosa
25	Dermoglaucin	0,44	0,00	0,08	0,00	0,93	braungelb	dunkel	graubraun	violettgrau
		-0,53	-0,46		-0,25					
26	Fallacinol	0,51	0,71	0,15	0,70	0,94	gelb	gelb	orangerosa	orangerosa
31	Cinnalutein	0,45	0,22	0,05	0,11	0,62	gelb	ockergelb	purpurrosa	rotorange
32	Dermocybin	0,25	0,00	0,06	0,00	0,84	purpurrosa	dunkel	violett	violett
		-0,45	-0,25		-0,35					
33	Cinnarubin	0,41	0,21	0,04	0,08	0,60	purpurrosa	orangerosa	violettblau	fliederfarb.
34		0,38	0,19	0,02	0,10	0,58	fliederfarb.	purpurrot	blaugrau	graublau
37	FDM	0,32	0,63	0,02	0,63	0,96	zitrongelb	dunkel	gelb	gelb
41	Endocrocin	0,28	0,22	0,03	0,08	0,67	gelb	braunrot	orangerosa	rosa
43		0,23	0,20	0,01	0,08	0,98	gelb	dunkel	gelb	
45	5-Cl-Dermolutein (?)	0,19	0,12	0,00	0,05	0,10	orange	rotbraun	orangerosa	purpurrosa
46	5-Cl-Dermorubin	0,18	0,10	0,00	0,03	0,12	purpurrosa	purpurrot	violett	violett
47	Dermolutein	0,15	0,16	0,00	0,09	0,52	gelb	braunrot	orangerosa	orangerosa
49	Dermorubin	0,12	0,14	0,00	0,05	0,54	purpurrosa	braunrot	purpurviol.	purpurrot
50		0,08	0,39	0,00	0,29	0,84	gelb	orange	purpurviol.	purpurviol.
56	Emodinglykosid	0,05	0,38	0,00	0,31	0,85	gelb	orange	orangerot	orange
57	Dermoglaucinglyk. (?)	0,05	0,14	0,00	0,00	0,70	braungelb	dunkel	violettgrau	violettgrau
58	Dermocybinglykosid	0,04	0,16	0,00	0,00	0,58	purpurrot	dunkel	fliederfarb.	purpurrot
59		0,04	0,34	0,00	0,23	0,70	gelb	purpurrosa	orangerosa	orangerosa
61	Cinnaluteinglyk. (?)	0,04	0,04	0,00	0,00	0,52	gelb	gelb	orange	orange
63	Endocrocinglyk. (?)	0,02	0,06	0,00	0,00	0,47	gelb	ocker	zyklamen	zyklamen
64	Dermoluteinglyk. (?)	0,02	0,06	0,00	0,00	0,37	gelb	orangerosa	orangerosa	orangerosa
65	Dermorubinglyk. (?)	0,02	0,05	0,00	0,00	0,44	rosa	orangerosa	rosa	fliederfarb.
66		0,02	0,05	0,00	0,00	0,43	gelb	orangerosa	orangerosa	fliederfarb.
67	Cinnarubinglyk. (?)	0,02	0,04	0,00	0,00	0,52	orangerosa	orange	fliederfarb.	fliederfarb.
77		0,00	0,01	0,00	0,00	0,44	orangerosa	orangerosa	violett	purpurviol.

D. carpineti ist durch ein recht einfaches Pigmentationsmuster gekennzeichnet, welches durch den Flavomannin-6.6'-dimethyläther und Endocrocin geprägt wird. Endocrocin liegt vermutlich nicht nur als Aglykon vor, sondern scheint auch als Pigment 63 eine kräftige gelbe Fraktion zu bilden. Charakteristisch ist ausserdem Pigment 34, welches für die übrigen Dermocyben nicht nachweisbar war.

D. holoxantha und *D. alnophila* weisen neben dem Flavomanninderivat und Endocrocin auch Dermolutein im Pigmentbestand auf. Beide Anthrachinoncarbonsäuren scheinen teilweise glykosidiert vorzuliegen. Ein weiteres, im Pigmentationsmuster beider Arten vorkommendes Pigment ist vermutlich 5-Cl-dermolutein. Bei *D. sphagneti* findet man ähnliche Verhältnisse vor; der wesentliche Unterschied besteht jedoch im Auftreten des Dermoglaucins in der Pigmentation dieser Art.

D. cinnamomeolutea, *D. crocea*, *D. cinnamomea* und *D. uliginosa* sind durch Pigmentationsmuster charakterisiert, die sich aus dem Flavomannin-6.6'-dimethyläther, den Anthrachinoncarbonsäuren Endocrocin, Dermolutein, Dermorubin und deren vermutlich glykosidierten Anteile zusammensetzen. Ausserdem weisen alle das Pigment 45 auf. Daneben kann für *D. cinnamomea* und *D. uliginosa* 5-Cl-dermorubin angegeben werden. Für *D. crocea* können bezüglich des Dermorubingehaltes zwei unterschiedliche Aussagen gemacht werden. Für einen Teil der Kollektionen konnte ein geringerer Anteil an dieser Verbindung festgestellt werden, während für den anderen Teil Dermorubin als kräftige Fraktion nachweisbar war. Diese Gruppe ist mit Pigmentationsmustern ausgestattet, die sich qualitativ wenig unterscheiden. Quantitative Differenzierungen sind jedoch beschränkt möglich.

D. sommerfeltii und *D. malicoria* besitzen komplexe Pigmentationen. Neben dem Flavomanninderivat und den Anthrachinoncarbonsäuren bilden beide Pilze auch Pigmente vom Emodin-Typ. Eine wichtige Rolle im Pigmentationsmuster beider Arten spielt dabei das Emodin, welches auch in glykosidierter Form beobachtet werden kann und von Physcion begleitet wird. Ausserdem ist für *D. sommerfeltii* Dermoglaucin in Spuren festzustellen.

D. sanguinea, *D. phoenicea* und *D. semisanguinea* bilden Pigmentationsmuster, die sich aus Anthrachinoncarbonsäure- und neutralen Anthrachinonderivaten zusammensetzen. Flavomannin-6.6'-dimethyläther konnte nicht beobachtet werden*). Endocrocin, Dermolutein, Dermorubin und 5-Cl-dermorubin kommen bei allen Arten dieser Gruppe vor. Als Leitpigment ist Dermocybin zu nennen, Emodin kann nur für *D. sanguinea* var. *sanguinea* festgestellt werden,

*) Weitere Pigmentuntersuchungen zeigen, dass ein geringer Gehalt an Flavomannin-6.6'-dimethyläther für *D. semisanguinea* und *D. phoenicea* anzugeben ist.

während bei den anderen Arten, auch bei der *sanguinea*-Variation *vitiosa* diese Komponente nicht zu sehen war. Physcion und Dermoglaucin kommen ebenfalls in diesen drei Arten vor.

D. anthracina zeichnet sich durch eine Farbstoffkombination aus, die sich vor allem aus den Pigmenten Endocrocin, Dermolutein und Dermorubin zusammensetzt. Ausserdem ist für diese Art das gelbe Pigment 43 charakteristisch.

D. cinnabarina weist eine Pigmentation auf, die gegenüber den anderen europäischen Dermocyben starke Unterschiede zeigt. Hauptpigment ist Cinnarubin, welches von Cinnalutein und Endocrocin begleitet wird. Ausserdem ist dieser Pilz durch den Gehalt an Physcion, Fallacinol und einigen unbekanntem Pigmenten ausgezeichnet.

3. Gruppierung der untersuchten Arten hinsichtlich ihrer Pigmentationen (vgl. Tab. 4)

Überblickt man die Pigmentationen der untersuchten Arten aus der Gruppe der *Cinnamomeae*, so kann festgestellt werden, dass ihnen allen ein hoher Gehalt an Flavomannin-6,6'-dimethyläther eigen ist. *D. carpineti*, *D. holoxantha*, *D. alnophila* und *D. sphagneti* können recht gut zu einer Gruppe zusammengefasst werden, in welcher gelbe Pigmente massgeblich an der Fruchtkörperfärbung beteiligt sind. *D. cinnamomeolutea*, *D. crocea*, *D. cinnamomea* und *D. uliginosa* enthalten zusätzlich das purpurrote Dermorubin, welches sicher bedeutend für die Färbung der Fruchtkörper ist. Eine komplexe Pigmentation trifft man bei einer weiteren Gruppierung an, der *D. sommerfeltii* und *D. malicoria* angehören. In dieser Gruppe finden sich Farbstoffe, die sowohl dem Endocrocin-, dem Flavomannin- als auch dem Emodin-Typ zuzurechnen sind.

Für die rotlamelligen Dermocyben kann gesagt werden, dass Flavomannin-6,6'-dimethyläther keine oder nur eine untergeordnete Rolle in der Fruchtkörperfärbung dieser Arten spielt. Typisches Pigment für die Gruppe mit *D. sanguinea*, *D. phoenicea* und *D. semisanguinea* ist das rote Dermocybin. Als weitere Pigmente vom Emodin-Typ können Physcion und Dermoglaucin genannt werden, während Emodin selbst nur für *D. sanguinea* nachzuweisen war. Obwohl für *D. anthracina* keine Pigmente vom Emodin-Typ nachgewiesen werden konnten, ist diese Art nicht zuletzt wegen des Fehlens des Flavomannin-6,6'-dimethyläthers zu den *Sanguineae* zu stellen. Sie grenzt sich aber von den Arten um *D. sanguinea*, *D. semisanguinea* und *D. cinnabarina* deutlich ab. *D. cinnabarina* kann aus der Sicht ihrer eigenständigen Pigmentation keiner der erwähnten Gruppierungen angeschlossen werden. Pigmente wie Cinnalutein, Cinnarubin, Fallacinol und ω -O-acetylfallacinol konnten bei keiner anderen europäischen Art festgestellt werden.

Tabelle 4. Gruppierung der untersuchten Arten von *Dermocybe* in Hinsicht der vorgefundenen Pigmentationsmuster. Vergleich zur systematischen Gliederung nach MOSER (1972)

Art der vorgefundenen Pigmentationsverhältnisse				Dermocybe			
				Species	Pigmentations-Typ	Systematische Gruppierung (nach MOSER, 1972)	
alle: mit Anthrachinoncarbonsäuren	mit Flavomannin-6,6'-dimethyläther (meist sehr intensiv)	mit Endocrocin (meist intensiv), ohne Dermorubin	ohne Dermolutein	<i>carpineti</i>	cinnamomea-Pigmentations-Typ	Sektion Holoxanthae	
			mit Dermolutein				<i>holoxantha</i>
				Dermolutein intensiv			<i>alnophila</i>
				mit Dermoglaucin			<i>sphagneti</i>
		mit Endocrocin, Dermolutein, Dermorubin	ohne Emodin, Physcion, Dermoglaucin	Dermorubin schwach			<i>cinnamomeolutea</i>
				<i>crocea</i>			
	Dermorubin intensiv			<i>cinnamomea</i>			
				<i>uliginosa</i>			
	mit Emodin, Physcion		mit Dermoglaucin	<i>sommerfeltii</i>	malicoria-Pigmentations-Typ	Sektion Malicoriae	
		ohne Dermoglaucin	<i>malicoria</i>				
ohne oder nur wenig Flavomannin-6,6'-dimethyläther	mit Endocrocin, Dermolutein, Dermorubin	mit Dermocybin, Dermoglaucin	mit Emodin	<i>sanguinea</i> var. <i>sanguinea</i>	sanguinea-Pigmentations-Typ	Sektion Sanguineae	
				<i>sanguinea</i> var. <i>vitiosa</i>			
		ohne Emodin	<i>phoenicea</i>				
			<i>semisanguinea</i>				
	mit Pigment 43, ohne Emodin, Dermocybin			<i>anthracina</i>	anthracina-Pigmentations-Typ		
mit Endocrocin, Cinnalutein, Cinnarubin		mit Physcion, Fallacinol		<i>cinnabarina</i>	cinnabarina-Pigmentations-Typ		

4. Zur spezifischen Pigmentbildung

Wie jedes Stoffwechselprodukt kann auch ein Pigment als Glied in einem Biosyntheseweg aufgefasst werden. Seine Funktion und Stellung im Metabolismus kann aber nur dann einigermaßen abgeschätzt werden, wenn zumindest die chemische Struktur dieser Verbindung bekannt ist. Weil die Pigmente europäischer Dermocyben schon relativ gut erforscht sind und auch eine Arbeit über die Pigmentbiosynthese bei *D. sanguinea* und *D. semisanguinea* vorliegt (STEGLICH et al., 1972b) ist es möglich, vom Pigmentationsmuster auf die spezifische Pigmentbildung zu schliessen. Wird nun ein ermittelter Pigmentbestand einer Art in ein hypothetisches Pigmentbiosynthese-Schema übertragen, welches auch die Pigmentbildungen aussereuropäischer Dermocyben berücksichtigt (KELLER ined.), können recht interessante Aussagen getroffen werden. Einerseits ist es möglich, die Vielfältigkeit der Pigmentbiosynthese abzuschätzen, die durch die Art und Zahl der Teilschritte bzw. Verzweigungen charakterisiert wird, andererseits lassen sich jene Elemente feststellen die als Endglieder bzw. als hypothetische Zwischenstufen anzusehen sind. Weil eine derartige Betrachtung bei allen untersuchten Arten den Rahmen dieses Aufsatzes sprengen würde, seien nur Beispiele herausgegriffen, die stellvertretend für die übrigen Arten ihrer Gruppe behandelt werden.

Als Beispiel einer Pigmentbiosynthese in der Gruppe der *Cinnamomeae* können die Pigmentbildungen von *D. cinnamomea* und *D. sommerfeltii* herangezogen werden. Zwei wesentliche Biosynthesewege beherrschen die Pigmentbildung bei *D. cinnamomea* (vgl. Abb. 1a): Einerseits werden die Anthrachinoncarbonsäuren Endocrocin, Dermolutein und Dermorubin (sowie 5-Cl-dermorubin) gebildet, andererseits findet man auch die Synthese des Flavomannin-6,6'-dimethyläthers vor. Im Vergleich dazu ist bei *D. sommerfeltii* eine um einen Biosyntheseweg erweiterte Pigmentbildung gegeben (vgl. Abb. 1b). Neben den Anthrachinoncarbonsäuren und dem Flavomanninderivat werden auch Emodin, Physcion und Dermoglaucin synthetisiert, die zu den neutralen Anthrachinonderivaten gehören. Die Pigmentation von *D. sanguinea* wird über zwei Biosynthesewege herbeigeführt (vgl. Abb. 1c): Einerseits wird Dermorubin gebildet, welches über Endocrocin und Dermolutein herzuleiten ist, andererseits kommt es zur Synthese von Emodin, Physcion, Dermoglaucin und Dermocybin. Eine Bildung des Flavomanninfarbstoffes konnte nicht beobachtet werden. Eine interessante Pigmentbiosynthese liegt bei *D. cinnabarina* vor (vgl. Abb. 1d): Die Synthese der Anthrachinoncarbonsäuren endet nicht wie bei den meisten anderen Dermocyben in den Verbindungen Dermolutein und Dermorubin, sondern führt über Endocrocin zur Bildung von Cinnalutein und Cinnarubin. Mit

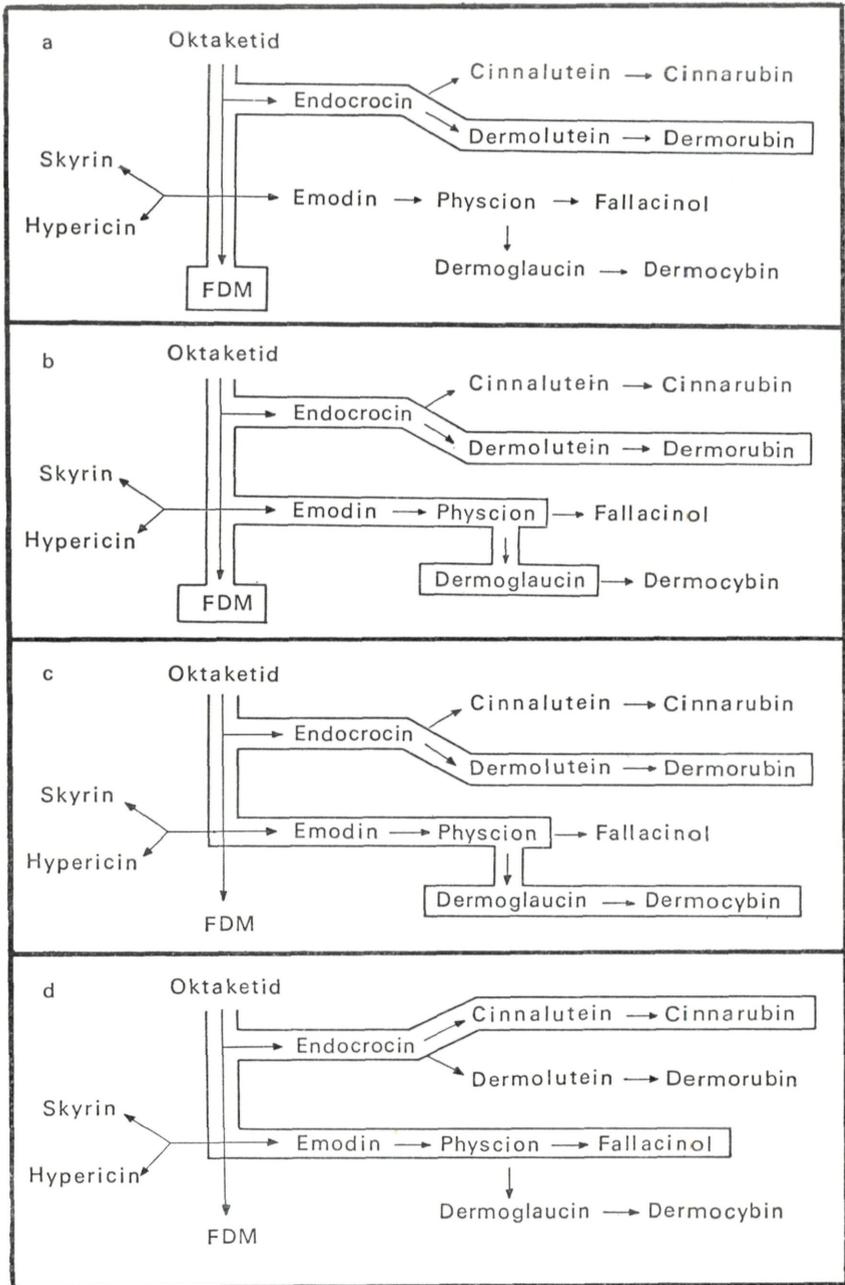


Abb. 1. Spezifische Pigmentbildung ausgewählter *Dermocyben*. a: *D. cin-namomea*, b: *D. sommerfeltii*, c: *D. sanguinea*, d: *D. cinnabarina*. Die umrandeten Biosynthesewege geben die spezifische Pigmentbildung der erwähnten Arten wieder (vgl. Text).

der Bildung des Fallacinols zeigt sich auch bei den Anthrachinonderivaten vom Emodin-Typ ein abweichendes Verhalten.

Diskussion

Sowohl die Arbeiten von GABRIEL (1965) und GRUBER (1970) als auch die vorliegende Pigmentationsuntersuchung bei europäischen Arten der Gattung *Dermocybe* lassen zwei grundsätzliche Feststellungen zu. Einmal zeichnen sich die *Dermocyben* durch einen hohen Gehalt an verschiedenen, höchstwahrscheinlich acetogeninen Anthrachinonderivaten und anthrachinoiden Verbindungen aus. Obwohl nur ein kleiner Teil der chromatographisch festgehaltenen Pigmente identifiziert werden konnte, ergibt sich aus den Strukturen der erkannten Pigmente, dass diesen allen bei der Biogenese ein Oktaketidprecursor zu Grunde liegen muss (STEGGLICH et al., 1972b; GATENBECK, 1958). Natürlich kann nicht abgeschätzt werden, welche Biogenesemechanismen zu den zahlreichen unbekanntem Pigmenten führen und ob alle *Dermocybenpigmente* von einem (einzigem) Oktaketidprecursor herzuleiten sind.

Der andere wesentliche Gesichtspunkt ergibt sich aus der Tatsache, dass für jede untersuchte Art der Gattung *Dermocybe* ein mehr oder weniger spezifisches Pigmentationsmuster festgestellt werden kann. Die an diesem Pigmentationsmuster beteiligten Komponenten sind in vielen Fällen nicht auf eine einzige Art beschränkt und nicht allein für diese spezifisch. Die Spezifität der Pigmentation einer Art ist durch die qualitative und quantitative Verteilung der Pigmentkomponenten begründet. Die vorliegende und auch die früheren Pigmentationsuntersuchungen bei *Dermocyben* zeigen, dass mehrere Arten einander ähnelnde Pigmentationsmuster aufweisen. Es bietet sich die Möglichkeit an, Arten mit ähnlichen Farbstoffkombinationen in Gruppen zu fassen und aus den beteiligten Pigmentkombinationen einen übergeordneten Pigmentations-Typ abzuleiten. Andererseits findet man aber auch Arten vor, die mit ihren Pigmentationsmustern isoliert stehen und nicht mit anderen *Dermocyben* in eine grössere Gruppierung eingebracht werden können. So findet sich bisher in Europa keine weitere *Dermocybe*-Art, die eine Pigmentation besitzt, die jener von *D. cinnabarina* ähnlich wäre. Wie aber die Pigmentanalysen (ined.) an der nordamerikanischen *Dermocybe Cortinarius californicus* SMITH (1939) und der neuseeländischen *Dermocybe cramesina* HORAK (ined.) zeigen, kann *D. cinnabarina* gut mit diesen Arten gruppiert werden.

Findet man einen bestimmten Pigmentations-Typ nur bei wenigen Arten vor, so sind die Unterschiede zwischen den spezifischen Pigmentationsmustern der Arten und dem für die Gruppe ermittelten und zugeordneten Pigmentations-Typ gering. Diese Differenz zwischen

Pigmentationsmuster und dem übergeordneten Pigmentations-Typ wird bei Gruppen die mehrere Arten enthalten grösser, weil der Pigmentations-Typ allgemeingültiger zu halten ist, um allen spezifischen Pigmentationsmustern genügen zu können.

Die Dermocyben, die zur Gruppe der *Cinnamomeae* gezählt werden, sind sich sowohl in ihren makroskopischen und mikroskopischen Merkmalen als auch in ihren Pigmentmerkmalen sehr ähnlich und können unter dem Gesichtspunkt des „*cinnamomea*-Pigmentations-Typs“ leicht zusammengefasst werden. Aber gerade diese Ähnlichkeit in der Pigmentation mindert die Spezifität der Pigmentationsmuster der einzelnen Arten, zeigt aber die engen verwandtschaftlichen Beziehungen zwischen den beteiligten Arten auf. Es ist innerhalb dieser Gruppe nur schwer möglich, die Pigmentmerkmale als neue, weiterführende taxonomische Kriterien zu verwenden und ihnen eine grössere taxonomische Aussagekraft gegenüber den makroskopischen und mikroskopischen Merkmalen einzuräumen.

Bei den rotlamelligen Dermocyben tritt mit dem Pigmentationsmuster von *D. cinnabarina* ein Pigmentations-Typ auf, der diese Art sehr deutlich von den übrigen *Sanguineae* abgrenzt. Obwohl die Anthrachinonpigmente von *D. cinnabarina* und die der Arten um *D. semisanguinea* und *D. sanguinea* in die gleichen chemischen Verbindungsklassen gehören, sind die entsprechenden Pigmentations-Typen sehr verschieden und rücken *D. cinnabarina* von den übrigen *Sanguineae* deutlich ab. Ähnliche Verhältnisse treffen auch auf *D. anthracina* zu. Damit besitzen die Pigmentationsmuster von *D. cinnabarina* und *D. anthracina* eine hohe Spezifität und auch eine hohe taxonomische Aussagekraft, die diesen beiden Arten eine besondere Stellung innerhalb der Sektion *Sanguineae* einräumen. Es zeigt sich, dass es in der Sektion *Sanguineae* mit den Pigmenten bzw. mit dem Begriff des Pigmentations-Typs besser möglich ist, eine Gliederung innerhalb der Sektion durchzuführen, wie bei den Arten um *D. cinnamomea*, die alle dem gleichen Pigmentations-Typ angehören. Lediglich *D. malicoria* und *D. sommerfeltii* erfahren mit den Anthrachinonfarbstoffen der Emodin-Gruppe eine Erweiterung in ihren Pigmentationsmustern, die es berechtigt erscheinen lässt, diesen Arten den sogenannten „*malicoria*-Pigmentations-Typ“ zuzuordnen. Damit wird es möglich die *Cinnamomeae* entweder in die Gruppe mit dem „*cinnamomea*-Pigmentations-Typ“ oder in die Gruppe mit dem „*malicoria*-Pigmentations-Typ“ einzubringen.

Wie in Abschnitt 3.3. gezeigt wurde, lassen sich die pigmentanalytisch untersuchten Dermocyben durch ihre Pigmentationsmuster unter Berücksichtigung der Biosynthese der beteiligten Pigmente in Gruppen gliedern (vgl. Tab. 4). Dabei kann man beobachten, dass die Arten um *D. holoxantha* einen einfachen Pigmentations-Typ besitzen, jener der Arten um *D. cinnamomea* bereits erweitert wird und der

der Arten um *D. malicoria* durch den Besitz der Anthrachinonpigmente vom Emodin-Typ noch weiter ausgebaut wird. Es ist also möglich, die *Cinnamomeae* unter Berücksichtigung ihrer Komplexität der Pigmentation in eine Reihe einzuordnen, die die schrittweise Erweiterung im Pigmentationsmuster von einer Art zur andern aufzeigt. Wenn man die *Sanguineae* ebenfalls in eine derartige Betrachtung einbezieht, stellt man fest, dass die Pigmentation dieser Arten dahingehend verändert ist, dass die Flavomanninderivate nicht mehr oder nur in geringen Mengen synthetisiert werden und dass es bei den monomeren Anthrachinonpigmenten zu einer quantitativen Verschiebung zu Gunsten der weiter abgeleiteten Derivate, vor allem zu einer Anhäufung von Dermocybin bei den Arten um *D. sanguinea* und *D. semisanguinea* kommt. Auch bei *D. cinnabarina* und *D. anthracina* kann eine bevorzugte Bildung der weiter abgeleiteten Derivate, vor allem von Cinnarubin bzw. Dermorubin beobachtet werden.

Die aus der Pigmentation resultierende Gruppierung stellt nun sicher nicht eine fertige systematische Gliederung dar, weil neben den Pigmentmerkmalen keine weiteren Merkmale berücksichtigt wurden. Eine derartige Gruppierung kann nur als Leitlinie gedacht sein, die die Klassifizierung der Gattung erleichtern soll. Weil in die durch MOSER (1972) vorgeschlagene Gliederung der Gattung *Dermocybe* bereits chemotaxonomische Untersuchungen (vor allem jene von GRUBER, 1970) miteinbezogen wurden und diese nun vorliegende Arbeit die früheren Pigmentanalysen bestätigt, erweist sich das systematische Gefüge der Gattung als angebracht. Lediglich die Sektion *Malicoriae* muss aufgrund der vorliegenden Ergebnisse neu umschrieben werden. War es bisher nicht möglich für *D. malicoria* das dimere Pigment Flavomannin-6.6'-dimethyläther nachzuweisen, so konnte nun mit Hilfe der Dünnschichtchromatographie dieser Farbstoff bei allen untersuchten Kollektionen von *D. malicoria* vorgefunden werden. Somit zeichnet sich diese Gruppe durch den Besitz der Pigmente vom Endocrocin-, Emodin- und Flavomannin-Typ aus. Weil *D. sommerfeltii* eine Pigmentation hat, die hierher passt, kann diese Art ebenfalls in die neu zu umschreibende Sektion *Malicoriae* eingebracht werden. *D. sphagneti* besitzt ebenfalls ein Pigmentationsmuster, das typische Farbstoffe aus allen drei oben genannten Verbindungsklassen enthält. Gegenwärtig ist es jedoch nicht möglich, die Biosynthese des *sphagneti*-Dermoglaucins abzuschätzen (über Emodin und Physcion oder über eine Decarboxylierung einer Anthrachinoncarbonsäure?) und zu sagen, ob die Bildung dieses neutralen Anthrachinonderivates wie bei *D. malicoria* oder *D. sanguinea* abläuft. Makroskopisch und mikroskopisch passt diese Art jedoch gut in die Sektion *Holoxanthae*. Ausserdem fehlt ihr das rote Dermorubin im spezifischen Pigmentbestand, was als gutes chemotaxonomisches Argument gewertet werden mag, diese Art in diese Gruppe zu stellen.

Betrachtet man die Pigmentationsmuster der untersuchten Dermocyben, dann findet man fünf verschiedene Pigmentations-Typen vor, die jeweils für eine Gruppe charakteristisch sind (vgl. Tab. 4). Aus diesen Pigmentations-Typen lässt sich auch ein allgemeines Bild über die Pigmentationsverhältnisse aller untersuchten europäischen Dermocyben machen. Man erhält sozusagen einen übergeordneten Pigmentations-Typ, mit dem es möglich wird, Vergleiche zu Pigmentierungen benachbart stehender Gruppierungen anzustellen und chemotaxonomische Aussagen zu treffen, die für die Systematik der betroffenen Gruppen verwendet werden können. Von besonderem Interesse ist ein Vergleich zwischen den Pigmentationen der Dermocyben und den Arten um *Cortinarius cotoneus* FR., *C. venetus* (FR. ex FR.) FR. und *C. raphanoides* (FR.) FR., die MOSER (1969) in die von ihm geschaffene *Cortinarius*-Untergattung *Leprocycbe* MOS. gestellt hat. Die Untersuchungen von GABRIEL (1962, 1965), GRUBER (1969), HØILAND (1980) und DILITZ (persönl. Mitteilung) zeigen auf, dass in der Untergattung *Leprocycbe* andere Pigmentations-Typen vorzufinden sind. Der Unterschied besteht darin, dass typische Leprocycben-Pigmentationsmuster einerseits durch einen geringeren Gehalt an Anthrachinonfarbstoffen gekennzeichnet sind und andererseits mit der Xanthonverbindung Leprocycbin bzw. Leprocycbosid einen fluoreszierenden Inhaltsstoff enthalten, der in den Fruchtkörpern typischer Leprocycben wie z. B. *Cortinarius cotoneus* und *C. venetus* in recht hohen Konzentrationen vorkommt, aber für Dermocyben nicht typisch ist. Ausserdem weisen die Strukturen der bisher identifizierten Leprocycbenpigmente Leprocycbin (bzw. Leprocycbosid), Homoendocrocin und Homodermolutein darauf hin, dass scheinbar ein Nonaketid-precursor zur Synthese dieser Farbstoffe führt (KOPANSKI, 1980), während sich die Dermocybenpigmente wahrscheinlich von einem Oktaketid—precursor herleiten (STEGLICH et al., 1972b).

Die Unterschiede werden aber noch deutlicher, wenn man die Pigmentations-Typen beider Gruppierungen miteinander vergleicht. Die bei den Leprocycben vorherrschenden Pigmentations-Typen finden keine Gegenstücke bei den Dermocyben. Für europäische Dermocyben typische Pigmentkombinationen aus den Anthrachinonfarbstoffen der Flavomannin-, Endocrocin- und Emodin-Gruppe konnten bisher bei den Arten der Untergattung *Leprocycbe* nicht vorgefunden werden. Es besteht zwischen Dermocyben und Leprocycben eine grössere chemotaxonomische Kluft, wie zum Beispiel zwischen Dermocyben und den Arten um *Cortinarius armillatus* (FR.) FR. Diese Telamonien besitzen Pigmentationsmuster, die viel eher den Pigmentbeständen von Dermocyben nahe stehen, als jenen typischer Leprocycben (REININGER, STEGLICH & MOSER 1972; BESL et al., 1975).

Aus chemotaxonomischer Sicht können Dermocyben und Leprocyben gut in zwei eigenständige Gruppierungen gegliedert werden, die jeweils typische Pigmentationsverhältnisse aufzeigen. Vor allem die vielfachen Beziehungen unter den festgestellten Pigmentations-Typen und die Art und Ausprägung der Pigmentation sprechen für eine hohe Homogenität der Gruppe der Dermocyben. Die pigmentanalytischen Ergebnisse dieser und früherer Arbeiten (GABRIEL, 1960a, b, 1961, 1965; MOSER, 1968, 1972; GRUBER, 1970) tragen sicher dazu bei, die Gruppe der Dermocyben im Sinne von MOSER (1953, 1972) zu umschreiben. Es erschiene mir jedoch nicht sinnvoll, allein aus chemotaxonomischen Gründen die Dermocyben auf die Arten um *Dermocybe cinnamomea* und *D. sanguinea* zu begrenzen. MOSER hat im Jahr 1972 in seiner Monographie über die Dermocyben darauf hingewiesen, dass nicht nur Pigmentmerkmale, sondern auch makroskopische und mikroskopische Merkmale zu einer notwendigen Neufassung des *Dermocybe*-Begriffes führen. Neben den wichtigen chemotaxonomischen Argumenten sind es die Merkmale des Habitus, der Huthautbeschaffenheit, der Sporenform und der Sporenornamentierung, die auch in dieser Hinsicht eine Homogenität in der Gruppe begründen und die Dermocyben von anderen Gruppierungen abgrenzen.

Diese Untersuchung wurde durch den „Fond zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung“, Wien, Projekt Nr. 1909, unterstützt. Zu Dank verpflichtet bin ich Herrn Prof. Dr. M. MOSER für die freundliche Hilfe und die wertvollen Anregungen. Herrn Prof. Dr. W. STEGLICH möchte ich ebenfalls für die nützlichen Ratschläge und die Überlassung von Reinsubstanzen herzlich danken.

Literaturverzeichnis

- BESL, H., BRESINSKY, A. & KRONAWITTER, I. (1975). Notizen über Vorkommen und systematische Bewertung von Pigmenten in Höheren Pilzen (1). — Zeitschr. f. Pilzk. 41: 81—98.
- BIRKINSHAW, J. H. & GOURLAY, R. (1961). The structure of Dermocybin. — Biochem. J. 80: 387—392.
- GABRIEL, M. (1960a). Pigments des Cortinaires des *Cinnamomei* et *Sanguinei*. — Bull. Soc. Myc. Fr. 76: 208—215.
- (1960b). Deuxième contribution à la connaissance de la pigmentation des Cortinaires des groupes *Sanguinei* et *Cinnamomei*. — Ann. Univ. Lyon 11—12: 67—76.
- (1961). Troisième contribution à l'étude des pigments des groupes *Sanguinei* et *Cinnamomei*. — Bull. Soc. Myc. Fr. 77: 262—272.
- (1962). Pigments des Cortinaires du groupe *Olivascentes*. — Bull. Soc. Myc. Fr. 78: 359—366.
- (1965). Contribution à la Chimiotaxinomie des *Agaricales*. Pigments des Bolets et des Cortinaires. — Thèses, Lyon.
- GATENBECK, S. (1958). Incorporation of Labelled Acetate in Emodin in *Penicillium islandicum*. — Acta Chem. Scand. 12: 1211—1214.
- GRUBER, I. (1969). Fluoreszierende Stoffe der *Cortinarius*-Untergattung Leprocybe. — Zeitschr. f. Pilzk. 35: 249—262.

- GRUBER, I. (1970). Anthrachinonfarbstoffe in der Gattung *Dermocybe* und Versuch ihrer Auswertung für die Systematik. — Zeitschr. f. Pilzk. 36: 95—112.
- (1975). Papierchromatographische Pigmentanalyse von südamerikanischen *Dermocyben* und *Cortinarien*. — In: MOSER, M. & HORAK, E. (1975). *Cortinarius* Fr. und nahe verwandte Gattungen in Südamerika. — Beihefte zur Nova Hedwigia 52: 524—540.
- HØILAND, K. (1980). *Cortinarius* subgenus *Leprocybe* in Norway. — Norw. J. Bot. 27: 101—126.
- (1981). Kanel-slorhattene (*Cortinarius*, underslaegten *Dermocybe*) i Norden. — Svampe 4: 63—73.
- KÖGL, F. & POSTOWSKY, J. (1925). Über die Farbstoffe des blutroten Hautkopfes (*Dermocybe sanguinea* WULF.). — Liebigs Ann. Chem. 444: 1—7.
- KOPANSKI, L. (1980). Neue Farbstoffe aus Basidiomyceten und Myxomyceten. Strukturklärung und Synthese. — Dissertation, Bonn.
- MOSER, M. (1953). Blätter- und Bauchpilze. — Kleine Kryptogamenflora, Bd. II b/2, 1. Aufl. — Fischer Verlag, Stuttgart.
- (1968). *Dermocybe* and *Cortinarius* collections of R. W. G. DENNIS from the Blue Mountains, Jamaica. — Kew Bull. 22: 87—92.
- (1969). *Cortinarius* Fr., Untergattung *Leprocybe* subgen. nov., die Rauhköpfe. Vorstudie zu eine Monographie. — Zeitschr. f. Pilzk. 35: 213—248; 36: 19—40.
- (1972). Die Gattung *Dermocybe* (Fr.) WÜNSCHE (Die Hautköpfe). — Schweiz. Zeitschr. f. Pilzk. 50: 153—167; 51: 129—142; 52: 97—108, 129—142.
- (1982). Die Röhrlinge und Blätterpilze. — Kleine Kryptogamenflora, Bd. II b/2, 5. Auflage. — Fischer Verlag, Stuttgart, New York.
- & KELLER, G. (1977). *Dermocybe saligna* spec. nov., eine mit *Salix* assoziierte *Dermocybe*-Art. — Zeitschr. f. Pilzk. 43: 207—212.
- REININGER, W., STEGLICH, W. & MOSER, M. (1972). Velumpigmente einiger *Cortinarien* der Untergattung *Telamonia* (*Agaricales*). — Z. Naturforsch. 27b: 1099.
- STEGLICH, W., ARNOLD, R., LÖSEL, W. & REININGER, W. (1972b) Biosynthesis of Anthraquinone Pigments in *Dermocybe*. — Chem. Commun. 102: 102—103.
- & AUSTEL, V. (1966). Die Struktur des *Dermocybins* und des *Dermoglaucins*. — Tetrahedron Letters 26: 3077—3079.
- & LÖSEL, W. (1972a). Anthrachinonglucoside aus *Dermocybe sanguinea* (WULF. ex Fr.) WÜNSCHE. — Chem. Ber. 105: 2928—2932.
- & AUSTEL, V. (1969). Anthrachinonpigmente aus *Dermocybe sanguinea* (WULF. ex Fr.) WÜNSCHE und *Dermocybe semisanguinea* (Fr.) Mos. — Chem. Ber. 102: 4104—4118.
- & REININGER, W. (1972c). Anthrachinon-Pigmente aus *Dermocybe cinnabarina* (Fr.) WÜNSCHE. — Chem. Ber. 105: 2922—2927.
- , TÖPFER-PETERSEN, E., REININGER, W., GLUCHOFF, K. & ARPIN, N. (1972d). Isolation of flavomannin-6.6'-dimethylether and one of its racemates from higher fungi. — Phytochemistry 11: 3299—3304.
- THOEN, D. (1970). *Cortinarius sanguineus* (WULF.) Fr. et *Cortinarius cinnabarius* Fr., deux cortinaires souvent confondus. — Les Naturalistes Belges 51: 148—154.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sydowia](#)

Jahr/Year: 1982

Band/Volume: [35](#)

Autor(en)/Author(s): Keller Gerwin

Artikel/Article: [Pigmentationsuntersuchungen bei europäischen Arten aus der Gattung Dermocybe \(FR.\) WÜNSCHE. 110-126](#)