

563

ENCYKLOPÆDIE

DER

NATURWISSENSCHAFTEN

HERAUSGEGEBEN

VON

PROF. DR. W. FÖRSTER, PROF. DR. A. KENNGOTT,
PROF. DR. A. LADENBURG, DR. ANT. REICHENOW,
PROF. DR. SCHENK, GEH. SCHULRATH DR. SCHLÖMILCH,
PROF. DR. W. VALENTINER, PROF. DR. A. WINKELMANN,
PROF. DR. G. C. WITTSTEIN.

ERSTE ABTHEILUNG, 62. LIEFERUNG.

ENTHÄLT:

HANDBUCH DER BOTANIK.

FÜNFUNDZWANZIGSTE LIEFERUNG.



BRESLAU,
VERLAG VON EDUARD TREWENDT.

1889.

Das Recht der Uebersetzung bleibt vorbehalten.



90745

90725/IV

Erste Abtheilung. — Zweiundsechzigste Lieferung.

Inhalt: Fortsetzung des »Handbuchs der Botanik«. IV. Band. »Die Pilze« von
Professor Dr. WILHELM ZOPF (Seite 407—534).

ZBIORY SLASKIE

17. Physcinsäure (PATERNO).¹⁾

Aus *Physcia parietina* gewonnen durch Extraction mit siedendem Alkohol. Das schwarze Extrakt wird mit Aether erschöpft und der Rückstand in Benzol bei Anwesenheit von Thierkohle gelöst und umkrystallisirt. Die noch rothbraunen Krystalle werden in Kalilauge gelöst, die Lösung mit Salzsäure gefällt und der Niederschlag aus Alkohol umkrystallisirt, wodurch canariengelbe Nadeln von 200° Schmelzpunkt entstehen. Die Physcinsäure ähnelt der Chrysophansäure.

18. Picrolichenin, C₁₂H₂₀O₆ (ALMS).²⁾

Aus der Soredienform (*Variolaria amara* ACH.) von *Pertusaria communis* DC. isolirt. Bildet farblose, geruchlose Rhomben-octaëder von bitterem Geschmack. Nicht löslich in kaltem, wenig in kochendem Wasser, leicht in heisser Essigsäure, wässrigen ätzenden Alkalien, Weingeist, Aether, Schwefelkohlenstoff und flüchtigen Oelen. Die ammoniakalischen und alkalischen Lösungen färben sich an der Luft roth und geben dann mit Säuren einen nicht oder kaum bitteren Niederschlag. Concentrirte Schwefelsäure löst das Picrolichenin farblos, Chlorwasser ruft Gelbfärbung hervor.

Mit Vulpinsäure verwandt, aber keine Säure, sondern ein Anhydrid darstellend, ist das

19. Calycin C₁₈H₂₂O₅ (HESSE).

Aus *Calycium chrysocephalum* durch Extraction mit kochendem Lignoïn und wiederholtem Umkrystallisiren aus diesem Lösungsmittel in gelben Prismen zu gewinnen.

Uebersicht der Flechtensäuren nach den Flechten.

1. Strauchflechten.

<i>Usnea florida</i> L.	{ Usnin- säure.	
„ <i>plicata</i> L.		
„ <i>barbata</i> L.		
<i>Bryopogon sarmentosum</i> ACH.		
<i>Stereocaulon vesuvianum</i>		Atranorsäure.
<i>Cladonia rangiferina</i> L.	{	Usninsäure.
	{	Evernsäure.
	{	Atranorsäure.
	{	Rangiformsäure.
„ <i>coccifera</i> FLK.	{	Usninsäure.
„ <i>digitata</i> HOFFM.		
„ <i>macilenta</i> EHRH.		
„ <i>uncinata</i> HOFFM.		
<i>Ramalina calycaris</i> L.		
<i>Evernia vulpina</i> L.		Vulpinsäure.
„ <i>prunastri</i> L.	{	Usninsäure.
	{	Evernsäure.
„ <i>furfuracea</i> L.		Usninsäure.
<i>Cetraria islandica</i>	{	Cetrarsäure.
	{	Lichesterinsäure.

2. Laubflechten.

<i>Physcia parietina</i>	{	Chrysophansäure.
	{	Vulpinsäure.
	{	Physcinsäure.
<i>Imbricaria saxatilis</i> L.		Usninsäure.
„ <i>physodes</i>	{	Physodin.
	{	Ceratophyllin.

3. Krustenflechten.

<i>Lecanora</i> -Arten	{	Lecanorsäure.
	{	Erythrinsäure.
„ <i>atra</i>	{	Usninsäure.
	{	Atranorsäure.
„ <i>parella</i>		Parellsäure.
<i>Psoroma crassum</i>	{	Psoromsäure.
	{	Usninsäure.
<i>Urceolaria scruposa</i> L.		Patellarsäure.
<i>Biatra lucida</i> ACH.		Usninsäure.
<i>Icmadophila aeruginosa</i> (SCOP.)		Icmado- philasäure.

¹⁾ STENHOUSE u. GROVES, Ann. d. Chem. u. Pharm., Bd. 185, pag. 14.

²⁾ PATERNO, Unters. über Usninsäure und andere aus Flechten ausgezogene Substanzen. Gaz. chim. 1882, pag. 231—261. Vergl. Ber. d. deutsch. chem. Ges. Jahrg. 15, pag. 2240.

SCHENK, Handbuch der Botanik. Bd. IV.

1. Strauchflechten.

Roccella tinctoria Roccellinin.„ *fuciformis* Picroroccellin.¹⁾„ -Arten { Lecanorsäure.
Erythrinsäure.

2. Laubflechten.

Haematomma ventosum L. Usninsäure.*Rhizocarpon geographicum* L. Usninsäure.*Pertusaria communis* (Variolaria-Form)
Picrolichenin.

IV. Fette.

Nächst Cellulose und den das Plasma und den Zellkern zusammensetzenden Eiweissverbindungen wohl die verbreitetste Substanz im Pilzreiche. Vielleicht fehlt sie keinem einzigen Pilze völlig. Meist kommt sie in Form von fettem Oel vor, das im Gegensatz zu den festen Fetten bei gewöhnlicher Temperatur flüssig ist. Bezüglich der chemischen Reactionen vergleiche man pag. 375. Eine grosse Anzahl von Pilzen besitzt reichen, zum Theil sehr reichen Fettgehalt. Die Schwankungen des letzteren bei den verschiedenen Vertretern veranschaulichen die Uebersichten von LOESECKE's auf pag. 389 und MARGEWICZ's auf pag. 391 und die folgende. Ein wallrathartiges Fett fand BRACONNOT im *Phallus impudicus*, ein ebensolches, krystallinisches SCHRADER²⁾ in der Steinmorchel (*Helvella esculenta*), wo auch noch ein fettes Oel vorhanden ist.

Manche Pilzfette enthalten Farbstoffe gelöst und sehen daher gelb, orange-roth, grünlich, bräunlich aus (z. B. das Fett der Rostpilze, der Gallertpilze, des Pilobolus, der Ascoboleen), manche enthalten auch Cholesterin.

Uebersicht des Fettgehalts einiger essbaren Pilze im frischen Zustande.³⁾

1. <i>Agaricus campestris</i> (Champignon) im Mittel	0,18%
2. Bärentatze (<i>Clavaria Botrytis</i>)	0,29%
3. <i>Boletus luteus</i>	0,29%
4. <i>Tuber cibarium</i> (Trüffel)	0,47%
5. <i>Cantharellus cibarius</i>	1,15%
6. <i>Helvella esculenta</i> (Steinmorchel)	1,65%
7. <i>Boletus edulis</i> (Steinpilz)	1,67%
8. <i>Clavaria flava</i> (Ziegenbart)	1,67%
9. <i>Morchella esculenta</i> (Speisemorchel)	1,93%
10. <i>Gyromitra esculenta</i> FR. im Mittel	2,44%
11. <i>Marasmius oreades</i>	3,41%
12. <i>Lactarius deliciosus</i> (Blutreizker)	5,86%

Das Mutterkorn enthält nach FLÜCKIGER⁴⁾ bis 35%. Nach dem mikroskopischen Ansehen zu schliessen, dürften *Dematium pullulans*, *Fumago salicina* und andere Russthaupilze im Alter noch reicher sein. (Ueber die quantitative Fettbestimmung vergl. DETMER.⁵⁾)

V. Aetherische Oele.

Von starkem Geruch, brennendem eigenthümlichen Geschmack, Flüchtigkeit bei gewöhnlicher oder erhöhter Temperatur, daher auf Papier keinen bleibenden Fettfleck verursachend, sind sie schon hierdurch von fetten Oelen zu unterscheiden. Sie scheinen namentlich bei manchen intensiv riechenden Bauch- und Hutpilzen vorzukommen in Gemeinschaft mit harzartigen Körpern. Doch fehlen planmässige Untersuchungen hierüber. Man gewinnt solche flüchtigen Oele durch Destillation der Pilztheile mit Wasserdampf.

¹⁾ Ann. d. Chem. u. Pharm. Bd. I, pag. 61.

²⁾ SCHWEIGER's Journ. Bd. 33, pag. 393.

³⁾ Aus KÖNIG, Nahrungs- und Genussmittel Bd. I entnommen.

⁴⁾ Pharmakognosie des Pflanzenreichs. Aufl. II.

⁵⁾ Physiol. Practicum, pag. 204.

GUMBERT¹⁾ hat aus einem Flechtenpilz (der Wandflechte, *Physcia parietina*) ein butterartiges, grünes ätherisches Oel dargestellt (doch ist es fraglich, ob dasselbe nicht etwa aus den Algenzellen (Gonidien) dieser Flechte stammt). Im Hexenpilz (*Boletus luridus*) wies BÖHM²⁾ ein ätherisches Oel mit Krystallisationsvermögen in geringer Menge nach.

Aus dem *Corticium violaceo-lividum* (an Korbweidenstumpfen wachsend) gewann ich durch Extraction mit Alkohol einen intensiv nach gekochtem Grünkohl riechenden grünlichen Körper, der sich beim längeren Stehen gänzlich verflüchtigte, sodass nur mit ihm gleichzeitig ausgezogene Körper zurückblieben. Höchst wahrscheinlich ist auch der so penetrant riechende, an Doldenpflanzen (*Apium graveolens*) erinnernde Stoff der *Gautiera graveolens*, den man mit Alkohol aus diesem Bauchpilze ausziehen kann, den ätherischen Oelen zuzuzählen. Vielleicht rührt der fenchel-artige Geruch der alte Tannenstämmen bewohnenden *Trametes odorata* (WULFF), der anisartige von *Tr. odora* (L.) und *Tr. suaveolens* (L.) beide an alten Weidenstämmen, sowie der intensive Geruch von *Tr. Bulliardii* FR. (*Daedalea suaveolens*) PERS.) gleichfalls von flüchtigen Oelen her.

Während bei den höheren Pflanzen die Production von ätherischem Oel immer in besonderen Apparaten (Drüsen, Oelgänge) erfolgt, scheinen bei Pilzen analoge Einrichtungen zu fehlen, ZUCKAL's *Hymenogonium petasatum* vielleicht ausgenommen.

VI. Harze.

Aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehende Pflanzenstoffe, welche meist Gemenge mehrerer harzartiger Körper darstellen, oft auch ätherische Oele und andere Stoffe enthalten. In Wasser unlöslich, werden einige schon von Alkohol, viele erst durch Aether, Chloroform, Schwefelkohlenstoff, Benzol, ätherischen und fetten Oelen gelöst. Sie brennen mit russender Flamme. Einige tragen den Charakter von Säuren (Harzsäuren), und diese lösen sich in ätzenden, bisweilen auch in kohlensaurigen Alkalien. Von ihren Salzen (Resinaten) werden die Alkalisalze (Harzseifen) in Wasser und Alkohol gelöst, und schäumen in wässriger Lösung ähnlich den ächten Seifen, ohne jedoch wie diese ausgesalzen zu werden. Die natürlichen Harze besitzen meist gelbe oder braune Farbe. Durch concentrirte Schwefelsäure werden viele ohne Zersetzung gelöst, durch Zusatz von viel Wasser wieder ausgeschieden. Concentrirte Salpetersäure wirkt meist sehr heftig auf Harze ein, häufig unter Bildung von gelben amorphen Nitroverbindungen. Beim Kochen damit werden entweder Pikrinsäure, Oxalsäure oder andere Verbindungen erzeugt.

Unter den Pilzen scheint Harzproduction sehr häufig vorzukommen und vielfach an der Färbung der Pilztheile betheilig zu sein. Unter den Polyporeen (Löcherschwämmen) giebt es Arten, bei denen der Harzgehalt bis auf 70% des Trockengewichts steigen kann.

Die Harze treten theils in Form von Ausscheidungen, theils als Infiltrationen der Zellhäute, theils im Zellinhalt auf. Sie haben ohne Zweifel überall den Werth von Verbindungen, welche im Stoffwechsel keine Verwendung mehr finden. Wo sie die Zellhäute durchtränken, verhindern sie die Cellulosereaction derselben. Ob Harze als Desorganisationsprodukte von Pilzmembranen entstehen können, ist noch nicht ganz sicher gestellt.

¹⁾ Repert. Pharm. Bd. 18, pag. 24 (nach HUSEMANN u. HILGER citirt).

²⁾ Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften zu Marburg. 1884.

Aus den Fruchtkörpern des Lärchenschwammes (*Polyporus officinalis*) gewinnt man durch Extraction mit Alkohol 4 verschiedene Harze.¹⁾

1. Das α -Harz (rothes Harz der Autoren).
2. Das β -Harz (weisses Harz — Agaricinsäure FLEURY's).
3. Das γ -Harz (Harz A. JAHNS).
4. Das δ -Harz (Harz B. JAHNS).

1. Das α -Harz oder rothe Harz. Es ist Hauptbestandteil der Droge und zu 35–40% in ihr enthalten. Geschmolzen stellt es eine rothbraune Masse, gerieben ein hellbraunes Pulver dar, das beim Reiben elektrisch wird. Es löst sich in absolutem Alkohol und Aether zur rothbraunen, sauer reagirenden Flüssigkeit und ist auch in Chloroform, Aceton, Eisessig, Benzol, Methylalkohol löslich. Aus der alkoholischen Lösung scheidet es sich auf Wasserezusatz wieder aus; auch aus der Benzol- und Aetherlösung wird es durch Petroleumäther oder Petrolbenzin ausgeschieden. SCHMIEDER fand nun, dass dieses Harz ein Gemenge darstellt von 2 Harzen, einem rothbraunen, in Aether-Benzin unlöslichen, und einem helleren, bernsteingelben, in Aether-Benzin löslichen. Jenes schmilzt bei 87–88°, dieses bei 65%. Letzterem gab SCHMIEDER die Formel $C_{17}H_{28}O_3$, ersterem die Formel $C_{15}H_{24}O_4$.

2. Das β -Harz, $C_{14}H_{27}(OH)\begin{smallmatrix} COOH \\ COOH \end{smallmatrix} \cdot H_2O$, (weisses Harz, Agaricinsäure FLEURY's, Agaricussäure JAHNS). In reinerer Form von JAHNS (l. c.) und SCHMIEDER (l. c.) dargestellt. Sie krystallisirt aus starkem Alkohol in büschelförmig gruppirten Prismen oder Nadeln, aus 30%igem Weingeist bei 50–60° in seidenglänzenden vierseitigen Blättchen, bei anderer Temperatur in flachen Prismen aus. Geruch- und geschmacklos, schmilzt sie bei 128–129°C., doch tritt schon wenige Grade über 100° ein Zusammensintern ein. Die Ausbeute der sowohl frei wie gebunden in dem *Polyporus* vorkommenden Säure beträgt ca. 16%. In der Wärme wird sie von Alkohol, Eisessig und Terpentin leicht gelöst, in Aether ist sie weniger, in Chloroform, Benzol und kaltem Wasser nur in Spuren löslich. Mit Wasser gekocht, quillt sie zuerst gallertartig auf, und es entsteht eine dickschleimige Masse, die sich dann zu einer klaren, stark sauer reagirenden, etwas schleimigen Flüssigkeit löst. Beim Erkalten krystallisirt die Säure in feinen Nadeln wieder aus. Wird die heisse wässrige Lösung mit einigen Tropfen Schwefelsäure oder einer anderen stärkeren Säure versetzt und gekocht, so trübt sich die Flüssigkeit durch Abscheidung öligler Tropfen, die zu Boden sinken und beim Erkalten strahlighkrystallinisch erstarren.

Als zweibasische dreiatomige Säure ist die Agaricinsäure das Homologon der Aepfelsäure. Ihre neutralen Alkalisalze sind leicht, die der andern Metalle meist unlöslich und werden als amorphe Niederschläge gefällt.

Man gewinnt die Säure durch Extraction des zerkleinerten Pilzes mit 90% heissem Alkohol neben anderen Substanzen, die durch einen umständlichen Reinigungsprocess entfernt werden müssen.

3. Das γ -Harz oder Harz A. JAHNS, $C_{14}H_{22}O_3$. Es stellt einen schneeweissen, beim Reiben elektrisch werdenden, mikroskopisch aus schönen Nadeln

¹⁾ Literat.: FLEURY, Journ. de Pharm. Sér. 4, t. 11 (1870) pag. 202 u. Repert. de Pharm. t. 31 (1873) pag. 261. — MASING, Arch. der Pharm. Bd. 206 (1875) 111. — JAHNS, E., Zur Kenntniss der Agaricinsäure. Arch. der Pharm. Bd. 221 (1883) pag. 260–271. — SCHMIEDER, J., Ueber die chemischen Bestandtheile des *Polyporus officinalis*. Arch. d. Pharm. Bd. 224, (1886) pag. 641–668.

zusammengesetzten Körper dar. Derselbe ist unlöslich in Wasser, fast unlöslich in kaltem, schwer löslich in siedendem Alkohol. Aus der alkoholischen Lösung wird es durch Kalilauge nicht gefällt, wodurch es von der Agaricinsäure unterschieden und trennbar ist. Der Schmelzpunkt liegt bei 270°C. Bei weiterem vorsichtigen Erhitzen entsteht ein gelbes, harzartiges, in kugeligen Massen sich ansetzendes Sublimat (vergl. SCHMIEDER l. c.).

4. Das δ -Harz oder Harz B. JAHNS, $C_{12}H_{22}O_4$. Es bildet einen weissen, amorphen Körper, der in allen concentrirten Lösungen eine gallertartige Beschaffenheit zeigt. Es ist schwer zu reinigen, besitzt den Charakter einer Säure und bildet mit Basen amorphe salzartige Verbindungen. Schmp. bei 110°.

Nach E. BACHMANN gehört auch das von ihm aus dem Ascomyceten *Nectria cinnabarina* isolirte Nectriaroth (siehe Farbstoffe) zu den harzartigen Körpern. Es imprägnirt die Membranen des Pilzes.

Ein weiches Harz hat GANSER dem fetten Oele des Mutterkorns entzogen. Es löst sich leicht in Aetzkalklauge und erregt Trockenheit im Schlunde, sowie Brechreiz.

Eine gelbe harzartige Substanz vom Charakter der Harzsäuren isolirte SCHMIEDER¹⁾ aus dem Petrolätherauszuge von *Polyporus officinalis*. Beim Erhitzen auf Platinblech verhielt sie sich wie eine fette Säure. Der Schmelzpunkt lag bei 75°. Es wurde die Formel $C_{15}H_{20}O_4$ gefunden.

In *Lenzites sepiaria* und zwar in deren braunen, korkartigen Hüten kommt nach E. BACHMANN²⁾ ebenfalls eine Harzsäure vor. Dieselbe stammt aus den dunkeln Harzausscheidungen dieses Pilzes. Man gewinnt sie durch Extraction der geraspelten Pilze mit Alkohol, nach Entfernung eines in Wasser löslichen braunen Stoffes. In Benzol, Schwefelkohlenstoff, Natriumcarbonat unlöslich, wird sie von Chloroform, verdünnten Alkalien und Aether leicht, von kaltem Alkohol schwer gelöst. Aus der alkoholischen oder ätherischen Lösung nimmt concentrirte Schwefelsäure einen grossen Theil des Harzes mit gelber Farbe auf, um es beim Verdünnen mit viel Wasser wieder an den Aether abzugeben. Salpeter- und Salzsäure verhalten sich ähnlich. Eisenchlorid und Eisenvitriol färben die ätherische Lösung olivenbraun bis grün. Chlorkalk bringt gleiche Farbenänderung, nach einigen Minuten aber gänzliche Entfärbung hervor.

Durch Schütteln mit 30%iger Natronlauge wird der Lösung das Harz entzogen. Bei Ammoniakzusatz giebt die sofort olivengrün, dann braun werdende Lösung alle Substanz an das Reagens ab. Nach dem Neutralisiren der alkalischen Lösung mit einer Säure geht das Harz in den Aether. Auch die feste Harzsubstanz löst sich in jedem Alkali. Mit einer Säure lässt sich das Harz aus solcher Lösung in braunen Flocken fallen.

Die Säure ist in solcher Menge im Hut enthalten, dass sie wesentlich mit zu dessen Färbung beiträgt. Im Spectroskop einseitige Absorption der rechten Spectrumhälfte, in hoher Schicht sogar Auslöschung des grössten Theils des Grün.

Einen gelben bis gelbbraunen harzartigen Körper (Harzsäure) habe ich aus einem Löcherschwamme (*Trametes cinnabarina*) isolirt. Er kommt hier neben einem gelben (krystallisirt rothen) Farbstoffe im Hute vor und wird mit

¹⁾ Chem. Bestandtheile des *Polyporus officinalis*. Arch. d. Pharm. 1886. pag. 646.

²⁾ Spectroskop. Untersuchungen von Pilzfarbstoffen. Progr. des Gymnas. zu Plauen. Ostern 1886. pag. 26.

diesem zugleich durch Extraction mit Alkohol gewonnen. Er ist hier Ausscheidungsprodukt der Hyphen des Hutes.

Als Pilzgutti habe ich eine schön gelbe Harzsäure bezeichnet,¹⁾ welche in den Fruchtkörpern des *Polyporus hispidus*, eines an Obstbäumen etc. nicht seltenen Löcherschwammes vorkommend, dem bisher nur aus Blütenpflanzen (*Garcinia*-Arten) gewonnenen Gummiguttgelb (Cambodia-Säure) in chemischer und optischer Beziehung sehr ähnlich ist und wie dieses als Aquarellfarbe benutzt werden kann. Man gewinnt das Pilzgutti durch Extraction der braunen Schwämme mit Alkohol und Auswaschen des Verdampfungsrückstandes mit Wasser (zur Entfernung eines wasserlöslichen gelbgrünen Farbstoffs). Das so gereinigte Harz ist mit intensiv gummiguttgelber Farbe löslich in Alkohol, Methylalkohol, Aether, schwerer löslich in Benzol, Terpentinöl etc. Durch concentrirte Salpeter-, sowie Schwefelsäure wird es mit rothgelber, resp. rothbrauner Farbe gelöst und durch viel Wasser in gelben Flöckchen unverändert wieder abgeschieden; durch verdünntes Aetzkali ebenfalls mit rothgelber Farbe gelöst, durch Eisenchlorid olivenbraun bis schwarzbraun, in der alkoholischen Lösung mehr olivengrün. Mit Basen bildet das Pilzgutti gelbe bis gelbbraune Salze, von denen nur die der Alkalien in Wasser löslich sind.

Beim Schmelzen mit Kali entstehen Fettsäuren und Phloroglucin. Die alkoholische Lösung fluorescirt schwach bläulich im Sonnenlichtkegel. Das Absorptionsspectrum zeigt keine Bänder. Eine mässig concentrirte alkoholische Lösung lässt in hoher Schicht bei Sonnenlicht nur Roth, Orange, Gelb und etwas verdüstertes Grün durch. Das Pilzgutti ist vorwiegend den Membranen eingelagert, diese gelb bis braun färbend, sonst auch reichlich im Inhalt mancher Hyphen sowie als Ausscheidung auf den Membranen zu finden.

Die intensiv orangegelbe Färbung von Huthaut, Stiel und Manschette des prächtigen *Agaricus (Pholiota) spectabilis* Fr., sowie die blassgelbe Farbe der Lamellen und des Fleisches von Hut und Stiel, endlich auch die ochergelbe Färbung der Sporenmasse beruht nach meinen Untersuchungen vorwiegend auf der Gegenwart einer Harzsäure, die (neben einem gelbgrünen wasserlöslichen Farbstoffe) vorzugsweise als gelber Hypheninhalt auftritt und manchen Fäden stark lichtbrechendes Ansehen verleiht, aber auch als Auflagerung zu finden ist. Man gewinnt sie durch Extraction des frischen Pilzes mit Alkohol, reinigt den Verdampfungsrückstand mit Wasser (zur Entfernung des gelben Farbstoffs) und nimmt ihn dann mit Alkohol oder Aether auf. Das feste Harz ist in Alkohol und Methylalkohol leicht, in Aether und Chloroform wenig, in Petroläther, Benzol und Schwefelkohlenstoff nicht, in Terpentinöl sehr schwer löslich. Die concentrirte alkoholische Lösung sieht rothgelb bis rothbraun, die verdünnte gummiguttgelb aus. Concentrirte Schwefelsäure löst unter Rothbraun-, concentrirte Salpetersäure unter Gelbbraunfärbung; hierbei scheiden sich schwärzliche, an der Oberfläche der Lösung schwimmende Partikelchen aus. Erhitzt man diese Lösung, so wird sie klar und gummiguttgelb, sodann erfolgt eine äusserst heftige Reaction, bei welcher die Flüssigkeit aus dem Reagirglas herausfliegt. Concentrirte Salzsäure und Eisessig lösen nur wenig und mit gelber Farbe.

Durch die Anwendung der concentrirten Schwefel- sowie Salpetersäure wird

¹⁾ Ueber Pilzfarbstoffe. Bot. Zeitung 1889, Nr. 4—6. I. Ueber das Vorkommen eines dem Gummiguttgelb ähnlichen Stoffes im Pilzreich.

das Harz nicht zerstört und scheidet sich bei Zusatz von viel Wasser unverändert aus, um in darüber gegossenen Aether hineinzugehen.

Die concentrirte alkoholische Lösung reagirt schwach sauer. Durch Ammoniak erleidet dieselbe im Gegensatz zu dem *Lenzites*-Harz keine Farbänderung; wogegen sie durch Aetzkali mehr roth wird. Zusatz von Eisenchlorid bewirkt olivenbräunliche Färbung.

VII. Farbstoffe.

Wie den Organismen überhaupt, so wohnt auch den Pilzen die Fähigkeit inne, irgend welche färbenden Stoffe zu erzeugen; ja diese Fähigkeit kann insofern eine nahezu allgemeine genannt werden, als unter den in SACCARDO's Sylloge bis jetzt aufgeführten Species, in runder Summe 33000, sich laut Diagnosen nur etwa 2—3000, also etwa 6—9% befinden, für welche keine besondere Färbung angegeben wird.

Für einzelne Gruppen stellt sich das Verhältniss zwischen gefärbten und nicht gefärbten Arten wie folgt dar:

Rostpilze (Uredineen) und Brandpilze (Ustilagineen), zusammen 2509 Species, wie es scheint, sämmtlich gefärbt.

Bauchpilze, 600 an Zahl, ebenfalls sämmtlich pigmenterzeugend.

Hymenomyceten, 8551 an Zahl. Davon nur 457 ohne Färbung.

Pyrenomyceten mit 7564 Species, sämmtlich gefärbt. Dasselbe gilt von den zusammen 9313 Arten zählenden Sphaeropsiden und Melanconieen.

Unter den Hyphomyceten, deren Zahl sich auf etwa 3700 beläuft, haben die Dematieen allein, mit 1544 Arten, ebenfalls sämmtlich irgend welche Färbungen, während die übrigen pigmentirten Vertreter jener grossen Gruppe auf mindestens 1500 zu schätzen sein dürften.

Auch die meisten Phycomyceten, Gesamtzahl etwa 550, produciren Pigmente. Trotz dieser Extensität der Pigmenterzeugung hat man, wie folgende Uebersicht zeigt, bis jetzt nur verhältnissmässig wenige Pilzarten auf die Natur der färbenden Körper untersucht. Unsere Kenntnisse hierüber sind demgemäss noch sehr beschränkt. Doch führten die bisherigen Untersuchungen bereits zur Auffindung einer ganzen Reihe specifisch verschiedener Farbstoffe, und hieran knüpft sich die Hoffnung, dass weitere Forschungen diese Reihe erheblich vergrössern werden. Jedenfalls bietet sich hier dem Botaniker und Chemiker noch ein weites Arbeitsfeld.

Ihren Sitz haben die Pigmente entweder im Zellinhalt oder in der Membran oder in beiden zugleich. Manche werden auch von den Zellen ausgeschieden und den Membranen aufgelagert.

Ob die färbenden Substanzen sämmtlich Körper darstellen, welche in dem Stoffwechsel keine Verwendung mehr finden, müssen erst nähere Untersuchungen entscheiden.

Gewöhnlich treten die färbenden Körper zu zwei bis mehreren combinirt auf.

Im Folgenden ist der Begriff des Pigments im engeren Sinne genommen, es bleiben also die an anderer Stelle für sich zu betrachtenden gefärbten Harze, Oele, Fette, Flechtensäuren ausgeschlossen. — Bisher fanden die Pilzfarbstoffe keine besondere praktische Verwendung.¹⁾

¹⁾ Doch mag nicht unerwähnt bleiben, dass unsere Hausfrauen das rosenrothe, an der Luft bald braun werdende Pigment der Lamellen des Champignon (*Agaricus campestris*) zur Braunfärbung von Saucen benutzen.

Da eine wissenschaftliche Klassifikation der Pilzpigmente aus naheliegenden Gründen zur Zeit unmöglich ist, so bleibt man vorläufig darauf angewiesen, die für eine Betrachtung nöthige Gruppierung von mehr äusserlichen Momenten herzunehmen.

I. Gelbe oder gelbrothe Farbstoffe.

A. Fettfarbstoffe oder Lipochrome.

Charakterisirt sind die Lipochrome¹⁾ dadurch, dass sie 1. an Fett gebunden sind und 2. aus diesem mittelst der zuerst von KÜHNE, dann von KRUKENBERG A. HANSEN, E. BACHMANN und mir angewandten Verseifung mit siedender Natronlauge in wässriger wie alkoholischer Lösung gewonnen werden können; 3. im trockenen Zustande durch concentrirte Schwefel- oder starke Salpetersäure blau, durch Jodjodkalium (mit Ausnahmen) blaugrün gefärbt werden; 4. lichtempfindlich sind und ihre Bleichprodukte Cholestearin oder cholestearinartige Körper²⁾ darstellen; 5. nur aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff bestehen; 6. grüngelbe, gelbe, orangene oder rothe Farbe zeigen; 7. ausserordentliche Tinctionskraft zeigen; 8. löslich sind in Alkohol, Aether, Petroleumäther, Chloroform, Benzol, Schwefelkohlenstoff, unlöslich in Wasser.

Wie ich kürzlich nachwies (Zeitschrift f. wissensch. Mikroskopie 1889) geben die Fettfarbstoffe mit conc. Schwefelsäure eine charakteristische mikrochemische Reaction, welche darin besteht, dass sich tiefblaue Krystalle bilden (Lipocyanreaction).

Man hat Fettfarbstoffe zuerst im Thierreich aufgefunden (KÜHNE, KRUKENBERG), dann auch in den höheren Pflanzen, z. B. den Blüten (A. HANSEN). Neuerdings habe ich ihr Vorkommen im Bereiche der Spaltpilze und der Mycetozoen constatirt.

Bezüglich der Herkunft der Lipochrome ist es nach KRUKENBERG (l. c.) wahrscheinlich, dass dieselben in den meisten Fällen aus fettartigen Substanzen hervorgehen, da sie, wenn auch vielleicht nicht überall, an Fett gebunden und leicht in cholestearinartige Körper überzuführen sind.

Die pilzlichen Fettfarbstoffe gehören, soweit bekannt, stets dem Zellinhalt an; sie sind hier zumeist an kleinere oder grössere Oeltröpfchen gebunden.

Gewisse gelbe Fettfarbstoffe zeigen, wie schon E. BACHMANN³⁾ betonte, sowohl unter sich, als mit dem gelben Fettfarbstoffe der Blüten (Anthoxanthin HANSEN's) frappante Aehnlichkeit, insofern sie 2 Absorptionsbänder besitzen, von denen das eine etwa bei *F*, das andere zwischen *F* und *G* liegt.

Bisher hat man die Lipochrome nur bei Uredineen, Tremellinen und einigen Ascomyceten (darunter eine Flechte) nachgewiesen. Ausgedehntere Untersuchungen bezüglich der weiteren Verbreitung fehlen zur Zeit noch.

1. Gelber Fettfarbstoff der Rostpilze, E. BACHMANN⁴⁾. Er findet sich hier stets an Fetttröpfchen gebunden, vorzugsweise in den Sporen, insbesondere der Uredoform und der Aecidien, das bekannte orangegelbe Colorit derselben bedingend, aber auch in den Promycelien und Sporidien der meisten Arten. BACHMANN isolirte ihn aus:

¹⁾ Vergl. KRUKENBERG, Vergleichend. physiol. Vorträge III. Grundzüge einer vergleich. Physiol. der Farbstoffe und Farben. 1884. pag. 85 ff.

²⁾ Die Umsetzung ist nach KRUKENBERG unter Sauerstoffaufnahme im Licht eine verhältnissmässig rapide, so dass selbst aus äusserlich stark gefärbten Theilen meist nur wenig (reines) Lipochrom gewonnen wird.

³⁾ Spectroscop. Untersuchung von Pilzfarbstoffen. Progr. des Gymnasiums zu Plauen. Ostern 1886.

⁴⁾ l. c. pag. 9, 21.

1. *Gymnosporangium juniperinum* L. (Aecidien von *Sorbus aucuparia*).
2. *Melampsora Salicis Capreae* PERS. (Uredo von *Salix caprea*).
3. *Puccinia coronata* CORDA (Aecidien von *Rhamnus cathartica* u. *Rh. Frangula*).
4. *Triphragmium ulmariae* SCHUM. (Uredo von *Spiraea ulmariae*).
5. *Uromyces Alchemillae* PERS. (Uredo von *Alchemilla vulg.*)

Gewinnung. Man schneidet die Rostflecke aus, zieht sie mit Aether oder siedendem Alkohol wiederholt aus und verseift den Extract mit Natronlauge. Nach dem Aussalzen mit reichlicher Chlornatriumlösung scheidet sich der Farbstoff aus der im Kochen erhaltenen Seife in gelben bis grüngelben Flocken ab, welche man von der Unterlauge durch Filtriren abtrennt. Der Farbstoff wird dann aus der Seife, nach vorsichtigem Auswaschen und Trocknen im Luftbad, von Petroläther mit bernsteingelber Farbe leicht weggelöst. Nach Verdunsten des Lösungsmittels bleibt er als eine öl- und harzähnliche halbfeste Masse zurück, die durch concentrirte Schwefelsäure, sowie concentrirte Salpetersäure blau, durch Jodjodkalium grün wird.

In spectroscopischer Beziehung fand E. BACHMANN zwischen dem Pigment der genannten 5 Vertreter auffallende Uebereinstimmung, besonders auch in der Lage der beiden Absorptionsbänder, die in niederer Schicht der Petrolätherlösung auftraten, das eine auf der Grenze von Grün und Blau, bei *F*, das andere im Blau, zwischen *F* und *G*.

Ihre genauere Lage nach BACHMANN bei

<i>Gymnosporangium juniperinum</i> : h. 10 Millim. d. Petrolätherl. λ 501—476 und 462—454.	
<i>Melampsora Salicis Capreae</i> „ 20 „ „ „ „ 511—483 „ 465—452	
<i>Puccinia coronata</i> „ „ „ „ „ 513—485 „ 463—454	
<i>Triphragmium ulmariae</i> „ 50 „ „ „ „ 498—480 „ 461—452	

Ob bei allen Uredineen ein und derselbe Fettfarbstoff vorhanden, bleibt noch zu untersuchen.

2. Gelber Fettfarbstoff der Tremellinen (Gallertpilze). Ich isolirte ihn aus der *Calocera viscosa*, die bekanntlich in Coniferen-Wäldern häufig ist. Das Pigment, wie längst bekannt, an Oeltröpfchen gebunden, kommt sowohl im Inhalt der Basidien und Basidiosporen, als der subhymenialen Fäden vor und verleiht den strauchigen Fruchtlagern die allbekannte leuchtend orangegelbe Färbung.

Gewinnung. Durch Extraction mit kochendem Alkohol. Mittelst Natronlauge leicht verseifbar, aus der gelben Seife durch Petroläther leicht ausziehbar. Spectroscopisch: Bei Sonnenlicht in hoher Schicht untersucht, zeigt die verdünnte Petrolätherlösung des verseiften Farbstoffs 2 deutliche Absorptionsbänder, das eine bei *F* (etwa von λ 492—480), das andere in der Mitte zwischen *F* und *G* (etwa von λ 458—446). Mit wenig concentrirter Schwefelsäure oder concentrirter Salpetersäure wird der möglichst getrocknete Verdampfungs-Rückstand der Petrolätherlösung vorübergehend blau, durch Jodjodkalium kaum grünlich.¹⁾

Die wie *Calocera viscosa* gefärbten, fast noch etwas intensiver orange erscheinenden Fruchtlager von *Dacrymyces stellatus*, einer Tremelline, die bekanntlich an alten Holzplanken häufig ist, enthalten einen durchaus ähnlichen Fettfarbstoff, der sich durch Extraction der frischen Fruchtkörper mit Alkohol und darauf folgender Verseifung sehr leicht gewinnen lässt.

Petroläther nimmt den Farbstoff aus der Seife sofort mit leuchtend gelber Farbe auf.

Bei Sonnenlicht in 20 Millim. hoher Schicht untersucht, zeigte die wenig verdünnte Petrolätherlösung des reinen Farbstoffs das eine Band von etwa λ 486—475, das andere von etwa 456—445 reichend. Beide Bänder waren auffällig dunkel. Den getrockneten Farbstoff tingiren concentrirte Schwefelsäure und Salpetersäure ausgesprochen blau (auch hält sich diese Farbe länger), Jodjodkalium prächtig spangrün.

¹⁾ Laut brieflicher Mittheilung von Dr. E. BACHMANN fand auch er die *Calocera*, sowie das unten genannte *Polystigma rubrum* mit einem Fettfarbstoff begabt.

Das gelbe Lipochrom der Tremellinen scheint demnach dem Uredineen-Lipochrom verwandt zu sein.

3. Gelbe Fettfarbstoffe bei Pyrenomyceten. a) Das orangerothe oft bis blutrothe Colorit der auf *Prunus*-Blättern vorkommenden *Polystigma*-Arten (*P. rubrum* und *fulvum*) beruht bekanntlich darauf, dass in den Myceltheilen wie in den Zellen der fructificativen Organe Oeltröpfchen mit orangerother Färbung erzeugt werden. Die letztere rührt nach meinen Untersuchungen von einem gelben bis gelbrothen Fettfarbstoff her, der dem der Uredineen und Tremellinen verwandt zu sein scheint.

Zur Gewinnung schneidet man die rothen Flecken der getrockneten Pflaumenblätter aus und extrahiert sie wiederholt mit kochendem Alkohol. Durch die bekannte Art der Verseifung mittelst Natronlauge gelingt es leicht, den Farbstoff von dem Fett und beigemengtem Chlorophyll zu isolieren. Petroläther nimmt den Farbstoff aus der gelben bis gelbgrünen Seife sofort mit intensiv gelber Farbe auf. Nach Verdunstung des Lösungsmittels erscheint der Farbstoff als tief gelber, in dicken Lagen orangerother Ueberzug. Derselbe ist löslich in Alkohol, Aether, Chloroform, Benzol, Schwefelkohlenstoff. Durch concentrirte Schwefelsäure sowie concentrirte Salpetersäure erhält man nur sehr vorübergehende Blaufärbung. Bei Sonnenlicht zeigt die ziemlich concentrirte Petrolätherlösung in niedriger Schicht (1 Centim.) zwei dunkle Absorptionsbänder, das eine bei F von $\lambda 490-475$, das andere zwischen F und G , von $\lambda 456-444$ reichend. Die Lage dieser beiden Bänder entspricht also im Wesentlichen den Absorptionsstreifen des Uredineen- und Tremellinen-Lipochroms.

b. Die rothgelbe Färbung der *Nectria cinnabarina* beruht nach E. BACHMANN z. Th. auf einem weiter unten zu besprechenden rothen Farbstoffe (s. *Nectria-roth*), z. Thl. aber auf der Existenz eines gelben Lipochroms.

Durch Extraction mit heissem Alkohol und Verseifung mittelst Natronlauge habe ich dasselbe aus *Nectria cinnabarina* in reicher Menge gewonnen. Petroläther nahm es aus der Seife sofort mit leuchtend gelber Farbe auf. Bei Sonnenlicht liess die sehr verdünnte Petrolätherlösung in hoher Schicht (140 Millim.) 2 sehr deutliche Bänder zwischen F und G erkennen, jenes etwa von $\lambda 480-465$, dieses von $454-444$ reichend. Für die Lipochrom-Natur spricht ferner die Blaufärbung der eingedampften Farbstofflösung mit concentrirter Schwefelsäure resp. Salpetersäure, die aber nur eine vorübergehende ist.

4. Gelbe oder gelbrothe Lipochrome in den Früchten der Becherpilze. E. BACHMANN¹⁾ hat solche aus den Bechern von *Peziza* (*Dasyscypha* *bicolor* [BULL.] und *Peziza scutellata* isolirt. Das Lipochrom kommt hier wie bei anderen gelb oder roth gefärbten Becherfrüchten theils in der Schlauchschicht (in den Paraphysen), theils in dem subhymenialen Gewebe, immer an Oeltröpfchen gebunden vor; daher werden diese Theile mit concentrirter Schwefel- resp. Salpetersäure blau, mit Jodjodkalium, wie schon WORONIN²⁾ für *Ascobolus pulcherrimus* angiebt, grün (die Färbungen z. Thl. sehr unbeständig).

Gewinnung durch Extraction mit Alkohol und der hier leicht gelingenden Verseifung mittelst Natronlauge. Die Seife giebt an Petroläther ein gelbes, auch in Schwefelkohlenstoff lösliches Pigment ab, das nach Verdunsten des Lösungsmittels mit Salpetersäure befeuchtet blaue Färbung annimmt. Im Spectroskop zeigen die Farbstoffe beider Pilze nach BACHMANN je zwei Absorptionsstreifen von ähnlicher Lage wie beim Uredineen-Lipochrom, was auf Verwandtschaft mit diesen hindeutet.

Das Pigment in den Paraphysen der *Peziza aurantia* OEDER ist zuerst von SORBY³⁾ untersucht worden (1873), der es *Pezizaxanthin* nannte und in die

¹⁾ l. c. pag. 9 und 24.

²⁾ DE BARY und W. Beitr. z. Morphol. II. pag. 1.

³⁾ On comparative vegetable Chromatologie Proc. of the royal Soc. of London. 1873. Vol. 21, pag. 457.

»Xanthophyll-Gruppe« stellte. Es ist unlöslich in Wasser, löslich in Schwefelkohlenstoff und zeigt 2 Absorptionsbänder, welche in ihrer Lage nach seiner Abbildung etwa denen von *Dasyscypha bicolor* und *Humaria scutellata* entsprechen¹⁾, was auch von STEWART²⁾ im Wesentlichen bestätigt zu sein scheint.

Im Vorstehenden handelt es sich nur um *Pezizeen*, aber auch bei *Ascobleen* sowie morchelartigen *Discomyceten* und zwar solchen mit gelben, grüngelben oder rothen Früchten, dürften Lipochrome vorhanden sein, worauf schon die genannten mikrochemischen Reactionen hindeuten. Von *Ascobleen* kommen namentlich in Betracht: *Ascobolus pulcherrimus*, *Saccobolus Kerverni* BOUD., *Ascophanus subfuscus* BOUD., *A. Coemansii* BOUD., *A. aurora* BOUD., *A. carneus* BOUD., nach BOUDIER's³⁾ Abbildungen zu schliessen.

Von morchelartigen sind die *Spathularia*- und *Leotia*-Species in's Auge zu fassen. Bei *Spathularia flavida* habe ich in der That einen gelben Fettfarbstoff aufgefunden, dem der Pilz sein blassgelbes bis oranges Colorit verdankt. Er ist namentlich in dem Hymenium reichlich vorhanden, an Oeltröpfchen gebunden.

Zur Gewinnung zieht man die frischen oder getrockneten Fruchtkörper mit kochendem Alkohol aus. Die Abtrennung des Pigments durch Verseifung und Behandlung der Seife mit Petroläther ist leicht auszuführen. Die verdünnte Petrolätherlösung zeigte in hoher Schicht (95 Millim.) bei Sonnenlicht die beiden charakteristischen Bänder gelber Fettfarbstoffe, das eine bei F etwa von $\lambda 490-475$, das andere zwischen F und G (etwa von $\lambda 456-444$). Den Verdampfungsrückstand färbt concentrirte Schwefelsäure vorübergehend schmutzig blau, dann violett, concentrirte Salpetersäure vorübergehend blau, dann grün.

Die grüngelbe Farbe von *Leotia lubrica* PERS. beruht nach meinen Untersuchungen auf der Gegenwart dreier färbender Substanzen: einem spangrünen krystallisirenden Farbstoff, einem gelbbraunlichen harzartigen (?) Körper und einem gelben Lipochrom.

Man gewinnt letzteres durch Extraction des frischen oder getrockneten Pilzes mittelst Alkohol und Auswaschen des Verdampfungsrückstandes des olivengrünen Extracts mittelst Alkohol absolutus. Der letztere nimmt leuchtend gelbe Färbung an. Schon diese rohe Lösung zeigt spectroskopisch die charakteristischen Lipochrombänder. Durch Verseifung mittelst Natronlauge und Behandlung der Seife mit Petroläther lässt sich der Farbstoff leicht rein erhalten und zeigt jetzt Bd. I von $\lambda 492-476$ und Bd. II von $\lambda 460-446$ reichend bei einer Schichtenhöhe von 25 Mill. der Petrolätherlösung und Sonnenlicht. Hieraus, sowie aus der schönen Blaufärbung des getrockneten Farbstoffes mit wenig Salpetersäure oder Schwefelsäure geht die Lipochrom-natur unzweifelhaft hervor.

5. Gelbrother Fettfarbstoff bei Flechten. Ist bisher nur bei dem *Baeomyces roseus* PERS., einer kleinen Erdflechte, von E. BACHMANN näher untersucht: Er ist wie der gelbe Farbstoff der Uredineen gebunden an Oeltröpfchen, welche sich in den Paraphysen der rosenrothen Früchte dieser kleinen Erdflechte finden.

Zu seiner Gewinnung zieht man die gepulverten Köpfchen mit Benzol aus. Aus der gelben Lösung sammelt sich beim Verdampfen alles Benzol farblos in der Vorlage an. Der Rückstand ist ein sehr dickflüssiger, öligar Farbstoff von bernsteingelber Farbe, welcher selbst in einem Chlorcalciumbad von $160-180^{\circ}$ nicht siedet und nicht verdampft. Das so vom Lösungs-

¹⁾ Auf Grund einer flüchtigen Untersuchung gab ROSOLL (Beiträge zur Histochemie der Pflanze. Sitzungsber. d. Wiener Akad. Bd. 89 (1884) pag. 137) demselben Stoffe den Namen *Pezizin*.

²⁾ Notes on Alkaloids (Die Schrift habe ich nicht gesehen).

³⁾ Mémoire sur les Ascobolées, 1869.

mittel befreite Pigment wird durch Schwefel- und Salpetersäure sofort gebläut, von Jodjodkalium grün gefärbt. Es lässt sich nach HANSEN's Methode verseifen. Die Seife sieht rein gelb aus und giebt an Petroläther schnell allen Farbstoff ab, sodass er sich augenblicklich intensiv gelb färbt. Der reine Farbstoff wird auch von Aether, Alkohol, Chloroform, Schwefelkohlenstoff und Benzol aufgenommen. Spectroskopisch stimmt er mit dem Uredineengelb gut überein.¹⁾

6. Gelbe Fettfarbstoffe bei Algenpilzen. Soweit man aus der mikrochemischen Reaction²⁾ Schlüsse machen darf, gehören die orangeroten oder gelben, an Fett gebundenen Pigmente, welche man bekanntermaassen im Inhalt von *Pilobolus*-Arten, *Mucor*-Arten, Chytridiaceen etc., namentlich in deren Fruchtkörpern, Sporangien und Sporen antrifft, gleichfalls zu den Lipochromen. Doch ist noch keiner dieser Farbstoffe isolirt und genauer untersucht worden.

II. Gelbe oder gelbrothe Pigmente von nicht Lipochrom-artiger Natur. a. Hymenomyceten.

1. Polyporsäure STAHLSCHEIDT's³⁾ $C_9H_7O_3$. Im freien Zustande in einem *Polyporus*⁴⁾, der an Eichen wächst, in relativ beträchtlicher Menge (ca 43% der Trockensubstanz) vorkommend und diesem ochergelbe bis gelbbraune Farbe verleihend.

Zur Gewinnung extrahirt man mit verdünntem Ammoniak. Aus der tief violetten Flüssigkeit fällt Salzsäure den Farbstoff in dicken ochergelben Flocken, die man abfiltrirt und auswäscht. Man löst ihn dann mit verdünnter Kalilauge und fügt nach und nach unter Umrühren concentrirteste Kalilauge im Ueberschuss zu, worauf das Ganze mehrere Stunden in Ruhe bleibt. Nachdem hat sich das Kaliumsalz der Polyporsäure vollständig als ein in der Kalilauge unlösliches purpurnes Krystallpulver abgeschieden, während kleine Mengen verunreinigender organischer Substanzen in Lösung erhalten werden. Nach vollendetem Absetzen des Salzes wird die darüber stehende Flüssigkeit abgossen, dann das Krystallmehl auf ein Asbestfilter gebracht, abgesaugt und mit Kalilauge von 1,06 bis 1,10 specifischem Gewicht gewaschen, bis letztere schwach violett abläuft. Das trocken abgesaugte Kaliumsalz wird schliesslich durch Waschen mit 70% Alkohol möglichst von anhängender Kalilauge befreit und hierauf in kochendem Wasser gelöst. Zur Ueberführung des noch vorhandenen Kaliumhydroxyd in kohlensaures Salz wird Kohlensäure eingeleitet, worauf man zur Krystallisation eindampft. Aus dem durch wiederholtes Umkrystallisiren gereinigten Kaliumsalz fällt man endlich die Polyporsäure durch verdünnte Salzsäure aus, filtrirt und befreit die Säure durch Auswaschen mit Wasser vollständig von dem Chlorkalium, worauf man bei niedriger Temperatur und dann bei 120° trocknet.

Die Säure ist unlöslich in Wasser, Aether, Benzol, Schwefelkohlenstoff, Eisessig, sehr schwer löslich in Chloroform, Amylalkohol und kochendem 95% Alkohol. Aus letzterem krystallisirt sie in kleinen, schellackfarbigen rhombischen Tafeln, die getrocknet Bronceglanz zeigen. In kaltem absoluten Alkohol lösen sich nur Spuren der Säure, doch besitzt die Lösung trotzdem die Farbe bayrischen Bieres mit einem Stich ins Rothe. Im getrockneten Zustande gerieben zeigt sie stark elektrische Eigenschaften. Beim Erhitzen auf etwas über 300° schmilzt sie zu einer dunklen Flüssigkeit und sublimirt darauf unter theilweiser Zersetzung in dünnen rhombischen Täfelchen. Hierbei entwickelt sich ein Geruch nach verbrennendem Eichenlaube, der wahrscheinlich dem Säuredampf eigenthümlich ist. Nebenbei tritt ein Geruch nach Bittermandelöl auf.

¹⁾ BACHMANN, l. c. pag. 9 und 23.

²⁾ Vergl. DE BARY, Morphol. pag. 8.

³⁾ Ueber eine neue in der Natur vorkommende organische Säure. Annalen d. Chemie Bd. 187 (1877), pag. 177—197.

⁴⁾ Von ST. als *P. purpurascens* bezeichnet, doch glaube ich, dass *P. purpurascens* PERS. etwas anderes darstellt, da dieser in FÜCKEL'schen Exemplaren den Farbstoff nach meiner Untersuchung bestimmt nicht besitzt.

Die Säure bildet mit sämmtlichen Basen wohlcharakterisirte Salze, von denen sich die der Alkalien und alkalischen Erdmetalle besonders auszeichnen.

Mit Zinkstaub in alkalischer Lösung wird das Kalisalz entfärbt, die farblose Lösung aber an der Luft durch Sauerstoffaufnahme wieder roth. Wenn das polyporsäure Kalium mit einem Ueberschusse von concentrirter Kalilauge längere Zeit gekocht wird, so macht die purpurrothe Farbe einer gelbrothen Platz, während sich ein Geruch nach Bittermandelöl entwickelt. Wird polyporsäures Ammonium mit einem Ueberschuss von Ammoniak versetzt, so findet nach einiger Zeit Veränderung der Säure statt, wobei die Flüssigkeit blau fluorescirt. Die Polyporsäure scheint den aromatischen Körpern zugehören. Spectroskopische Untersuchungen fehlen noch.

2. Luridussäure (BÖHM).

In dem Fruchtkörper des Hexenpilzes (*Boletus luridus*) von R. BÖHM¹⁾ nachgewiesen, wahrscheinlich die rothe Färbung des Hymeniums (der Röhrenmündungen) und des Stieles bedingend.

Sie krystallisirt aus ätherischer Lösung in prachtvoll bordeauxrothen Nadeln und Prismen. Die wässrige Lösung ist auch in stärkster Concentration nie eigentlich roth, sondern tief gelbroth, in stärkerer Verdünnung strohgelb. Eine kleine Menge sehr verdünnter wässriger Lösung zeigt bei vorsichtigem Zusatz eines Tropfens Natriumcarbonat erst prachtvoll smaragdgrüne, dann indigoblaue Färbung.²⁾ Mit verdünnter Schwefelsäure vorsichtig neutralisirt, wird diese Lösung purpurroth. Kaustische Alkalien zersetzen den Farbstoff rasch. Mit Jodtinctur wird die wässrige Lösung dunkelblau, mit concentrirter Salpetersäure kirschroth. Dem chemischen Verhalten nach ist der Farbstoff eine schwache Säure; verdünnte wässrige Lösungen röthen blaues Lakmuspapier intensiv. Bleiacetat fällt die Säure in Form eines schön orangeroten, trocken olivengrünen amorphen Pulvers, das in Wasser, Spiritus, Chloroform und Aether unlöslich ist, während sich die freie krystallisirte Luridussäure in fast allen Lösungsmitteln leicht und stets mit gelber Farbe löst. Die Lösung schmeckt widerlich adstringirend. Die Säure hat einen eigenthümlichen, unangenehmen Geruch; ihre Lösungen färben die Epidermis lange dauernd gelb. Kupferacetat erzeugt einen schmutzig-braunen Niederschlag. Baryt, Kalkhydrat und kohlensaure Alkalien wirken zersetzend.

3. Pantherinussäure.

Ebenfalls von BÖHM (l. c.) isolirt, aus dem Pantherschwamm (*Amanita pantherina*), dessen bräunliche Hutfärbung durch sie bedingt wird. Sie krystallisirt in gelbbraunen, krustenförmig zusammengelagerten Krystallen, ist leicht löslich in Wasser und Alkohol, langsam in Aether und Chloroform.

Die Reaction der Lösungen ist eine stark saure. In Geruch und Geschmack ist die Pantherinussäure der Luridussäure sehr ähnlich und auch wie diese bei höherer Temperatur flüchtig. Die verdünnte wässrige Lösung färbt sich auf Zusatz von Ferrichlorid dunkelgrün. Bleiessig und Bleizuckerlösung bewirken gelbliche, theilweis krystallinische Niederschläge, Silbernitrat einen weissen spärlichen Niederschlag. Auf Zusatz von Ammon färbt sich die wässrige Lösung schwach roth. Beim vorsichtigen Neutralisiren der wässrigen sherryfarbigen Lösung mit Natronhydrat tritt keine auffallende Farbenveränderung ein. Diese neutralisirte Lösung (Natronsalz) giebt mit Ferrichlorid einen käsigen schwarzen Niederschlag. Bleizuckerlösung erzeugt eine gelblich-weiße, amorphe Fällung, essigsaures Kupfer eine dunkel smaragdgrüne Färbung, aber keinen Niederschlag. Silbernitrat bewirkt sehr voluminöse weisse, durch Reduction bald

¹⁾ Chemische Bestandtheile von *Boletus luridus*, Baumwollensamen- und Buchensamen-Presskuchen. Gesellsch. z. Bef. d. Naturwiss. Marburg 1884. Arch. d. Pharmac. Ser. 3. Bd. 22. 159. — Chemisch. Centralbl. Jahrg. 15. pag. 463. Beiträge zur Kenntniss der Hutpilze in chemischer und toxicologischer Beziehung. I. *Boletus luridus*. II. *Amanita pantherina*. (Arch. f. exper. Pathol. u. Pharmac. v. NAUNYN u. SCHMIEDEBERG. Bd. 19. 1885.

²⁾ Also dieselbe Farbenänderung, wie sie das frische Fleisch des Pilzes bei Luftzutritt erfährt.

schwarz werdende Fällung. (Bezüglich der Gewinnung der Luridus- und Pantherinussäure muss auf BÖHM l. c. verwiesen werden.)

4. Gelber bis rothgelber Farbstoff

in den Zellmembranen des Hutes von *Hygrophorus (Hygrocybe) conicus*

SCOP., *punicus* FR. und *coccineus* SCHAEFFER;

von BACHMANN untersucht. Der Hut von *H. conicus* wird durch diesen Farbstoff gelb, seltener scharlachroth oder gelb und roth gefleckt, der von *H. coccineus* und *punicus* tief scharlachroth; ein Beispiel dafür, wie bei den Pilzen, analog den Verhältnissen bei Blütenpflanzen, höhere oder niedere Concentration eines und desselben Farbstoffes verschiedene Farbentöne hervorbringen kann.

Man gewinnt den der Innenlamelle der Membran eingelagerten Farbstoff am leichtesten durch Extraction des Hutes mit wenig Wasser. In absolutem und 96% Alkohol, wie in Benzol ist er unlöslich. Die wässrige Lösung erscheint rothgelb, die mit 50% Alkohol infolge geringerer Concentration gelb. Den Schleim, welchen das Wasser aus den Pilzmembranen aufgenommen, entfernt man, indem man abdampft und das Pigment mit 50%igem Alkohol aufnimmt. Die hellgelbe Flüssigkeit giebt bei erneutem Abdampfen eine safrangelbe, schmierige Substanz, deren wässrige Lösung von Schwefelsäure röthlich, von Natronlauge blassgelb gefärbt, endlich entfärbt wird. Essigsäures Blei bringt in ihr einen Niederschlag von fleischrother Farbe hervor, welcher sich in verdünnter Essigsäure nicht vollständig, wohl aber in Schwefelsäure völlig auflöst. Spectroscopisch ist das Pigment durch einseitige Absorption des blauen Endes characterisirt. Bei grosser Aehnlichkeit mit dem gelben *Russula*-Farbstoff ist doch ein Unterschied in der Reaction gegen Schwefelsäure und Alkalien (E. BACHMANN l. c.).

5. Gelbes Pigment des Birkenpilzes (*Boletus scaber*).

Dünne Schnitte durch die Haut des jungen Hutes lassen nach E. BACHMANN¹⁾ nach auswärts gerichtete weite Hyphen mit farblosen Wänden und einem gelben körnigen Inhalt sehen, der sich im Wasser löst und durch die Zellenwand austritt.

Man gewinnt den Farbstoff durch 1 tages Stehenlassen der zerkleinerten jungen Huthaut mit Wasser. Die zuerst gelbrothe Lösung wird bald dunkelbraun und undurchsichtig (auch der frische Bruch des Hutfleisches bräunt sich an der Luft). Nach Ausfällung des Schleims durch Alkohol in schwärzlichen Flocken erhält man ein klares gelbrothes Filtrat und durch Eindampfen desselben eine amorphe, in Wasser und in Weingeist, nicht aber in 96% Alkohol und in Aether lösliche Substanz. Essigsäure, Blei, Zinnchlorid und Alaun geben in dieser Lösung ebensowenig wie concentrirte Mineralsäuren und Alkalien eine Reaction. Spectroscopisch unterscheidet sich der Farbstoff von den vorstehenden gelben dadurch, dass die einseitige Absorption der blauen Hälfte des Spectrums verhältnissmässig weit nach rechts reicht. Er absorbirt das Grün bei einer Concentration und einer Schichthöhe, bei der die verwandten Pigmente bloss das Violett und Blau auslöschen. (BACHMANN).

6. In den Zellen, welche den schleimigen Ueberzug der jungen olivenbraunen Hüte von *Hygrophorus hypothecus* FR. bilden, hat BACHMANN²⁾ einen gelbbraunen Farbstoff beobachtet, der sich in Alkohol und Aether nicht löst, also nicht zu den Fetten gehörig oder an solche gebunden sein kann, im Uebrigen noch näher zu untersuchen ist.

Russula consobrina FR. besitzt nach BACHMANN ein ähnliches Inhalts-Pigment.

6. Inolomsäure.

Ein in rothen Kryställchen krystallisirender rothgelber Farbstoff des Hutpilzes *Cortinarius (Inoloma) Bulliardi* (PERS.), der im Verein mit einem rothgelben trocknenden Fett die intensiv zinnberrothe Färbung des Stieles und der Mycelstränge verursacht und als Excret der oberflächlichen Hyphen dieser Organe auftritt.

¹⁾ l. c. p. 10. u. 26.

²⁾ l. c. p. 10.

Zur Darstellung extrahirt man den frischen Pilz mit Alkohol absolutus, lässt aus dem Extract in der Kälte den Mannit auskrystallisiren und dampft dann zur Trockne ein. Von der chrom- bis bluthrothen Masse nimmt Wasser einen rothen Theil hinweg, während ein rothgelbes Fett zurückbleibt. Ersteren dampft man ein und behandelt den Rückstand mit erwärmtem Methylalkohol. Aus der so erhaltenen rothgelben Lösung fällt concentrirte Schwefelsäure den reinen Farbstoff in rother krystallinischer Masse aus. Dieselbe wird nach Wasserzusatz abfiltrirt und aus Alkohol umkrystallisirt, sodann auch noch mit Petroläther und Wasser gereinigt. Der reine Farbstoff bildet sehr kleine Krystalle und Drusen, die auf dem dunkeln Felde des Polarisationsmikroskop mit ziegel- oder scharlachrother Farbe leuchten und Pleochroismus zeigen. In Massen sehen die Krystalle heller oder dunkler ziegelroth aus.

Sie sind unlöslich in Wasser, wenig löslich in Alkohol, Aether, Chloroform, unlöslich in Petroläther und Benzin, leicht löslich in Methylalkohol, ziemlich leicht in Eisessig.

Die Lösungen zeigen rothgelbe, leuchtende, in dünner Schicht gelbe Farbe, die concentrirte methylalkoholische Lösung erscheint dunkler. Alle Lösungen zeigen schon bei gewöhnlichem Tageslicht gelbe ins Grünliche gehende Fluorescenz, die im Sonnenlichtkegel sehr ausgesprochen erscheint.

Bei Sonnenlicht in einer Schichtenhöhe von 12 Millim. untersucht ergab die ziemlich concentrirte alkoholische Lösung 2 Absorptionsbänder, ein schmales, wenig kräftiges bei E, etwa von λ 533—520 reichend und ein breites bei F, das etwa von λ 495—476 am dunkelsten erschien und nach beiden Seiten abgeschattet war.

Die mässig concentrirte alkoholische Lösung nimmt mit Aetzalkalien veilchenblaue bis violette, z. Thl. unbeständige Färbung an, mit kohlensaurem Ammoniak wird sie himbeerroth, mit kohlensaurem Natron violett.

Concentrirte Mineralsäuren fällen den Farbstoff in zinnberrothen Massen aus der alkoholischen Lösung aus. Eisenchlorid färbt sie olivenbraun (bei auffallendem Lichte fast schwarz). Mit Chlorkalk wird sie erst roth, dann violett, schliesslich entfärbt. Mit alkalischen Erden und Metalloxyden werden schön violette, rothe oder mehr ins Gelbliche gehende Salze gebildet, wodurch sich der Säurecharacter des Farbstoffs documentirt. Das Bleisalz ist violett, ebenso das Kupfersalz, das Silbersalz zinnberroth.

b) Ascomyceten.

Gelbes Pigment in den Bechern von *Peziza echinospora* KARSTEN.

Nach BACHMANN (l. c.) durch Acetaldehyd extrahirbar. Nach dem Abdampfen der Lösung bleibt es als eine amorphe klebrige Masse zurück, die auch in 96% Alkohol löslich ist. Nähere Untersuchungen fehlen.

c) Flechten.

Gelbes Emodinartiges Pigment bei *Nephroma lusitanica*, von E. BACHMANN¹⁾ nachgewiesen. Es incrustirt besonders die Markhyphen des Thallus, ist aber auch in der inneren Hälfte des Hyphengewebes zwischen Hymenium und Gonidienschicht zu finden. Mikroskopisch zeigt es sich den Hyphenmembranen in Form von kleinen gelben Krystallkörnchen aufgelagert, welche im dunkeln Felde des Polarisationsmikroskops mit gelber Farbe leuchten.

Der Farbstoff löst sich leicht in Alkohol, Eisessig und Amylalkohol, in Kali und Natronlauge mit rother Farbe, Kalk und Barytwasser färben dunkelroth, lösen aber nicht, concentrirte Schwefelsäure löst mit safrangelber Farbe. Aus der Kalilauge-Lösung scheidet sich beim Uebersättigen mit verdünnter Salzsäure eine rothgelbe, flockige Masse aus, welche von Aether aufgenommen wird. Letzterer färbt sich gelb und hinterlässt einen braungelben krystallinischen Verdunstungsrückstand, der von kohlensaurem Ammoniak und von Soda mit rother Farbe gelöst wird. In Alkohol, Eisessig und Amylalkohol lösten sich die Krystalle ohne Farbänderung, mit Kalk und Barytwasser gaben sie die entsprechenden unlöslichen kirschrothen Salze.

¹⁾ Emodin in *Nephroma lusitanica*, Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1887, Bd. V, pag. 192.

In diesen Punkten stimmt nach B. die Substanz aufs Beste überein mit dem der Chrysophansäure verwandten Emodin, das bekanntlich in der Rhabarberwurzel und den Beeren von *Rhamnus Frangula* vorkommt.

III. Rothe Farbstoffe.

A. bei Hymenomyceten.

1. Rother Farbstoff des Sammtfusses (*Paxillus atrotomentosus* BATSCH). Tritt nach BACHMANN l. c. in Form von dunkeln Krystallblättchen auf, sowohl an den Haarzotten, die den Sammtüberzug des Stieles bilden, und z. Th. auf der Hutoberfläche, als auch zwischen den Hyphen des Fleisches. Dieser Farbstoff, der mikrochemisch daran erkannt wird, dass er bei Hinzufügung von Ammoniak, sowie stark verdünnter Kali- und Natronlauge augenblicklich mit grünbrauner Farbe gelöst wird, wurde von THÖRNER entdeckt und als ein Dioxychinon charakterisirt. Unter dem Mikroskop erscheinen die erwähnten Haarzotten von den den Membranen aufgelagerten Farbstoffkrystallen braun gefleckt. Uebrigens sind die in den Interstitien des Fleisches liegenden Krystalle auf dem frischen Bruche des Pilzes in farbloser Form (als ein Hydrochinon, wie THÖRNER vermuthet) vorhanden, um erst beim Liegen an der Luft braun bis schwarz zu werden.

Nach THÖRNER¹⁾ charakterisirt sich das Dioxychinon makrochemisch und spektroskopisch wie folgt: Es ist unlöslich in Wasser, Ligroin, Benzol, Chloroform und Schwefelkohlenstoff, schwer löslich in kochendem Alkohol und in Eisessig. Beim Erkalten der essigsauren Lösung krystallirt es in dunkelbraunen, fächerförmig an einander gelegten, mikroskopisch als gelbe, dünne rhombische Tafeln erscheinenden Blättchen aus. Aus der alkoholischen Lösung dagegen wird es nach Erkalten durch blossen Zusatz von Wasser vollständig gefällt. In Alkalien löst sich der Körper mit gelber bis schmutzig-grünlicher Farbe und wird aus diesen Lösungen durch Säuren als gelbbraune amorphe Masse wieder gefällt. Er sublimirt sehr schwer in mikroskopisch kleinen gelben Tafeln. Setzt man zu der alkoholischen Lösung in sehr geringer Menge ein Alkali oder am besten Ammoniak, so nimmt die anfänglich rothe Flüssigkeit eine prachtvoll violette Farbe an, und es krystallisiren bei langsamem Verdunsten unter Entfärbung kleine grüne Nadeln aus, die sich beim Kochen mit verdünntem Alkohol wiederum mit violetter Farbe lösen.

Die rothe alkoholische Lösung zeigt im Spectroskop ein tief rothes Band zwischen B und D, welches gleich hinter D schwächer wird und bei Eb fast vollständig verschwindet. Versetzt man die verdünnte Lösung mit der geringsten Spur von Ammoniak, so nimmt sie schön violette Farbe an, und man erhält das charakteristische Absorptionsspectrum der Ammoniakverbindung: Roth und Blau bleiben ungeschwächt, Gelb und Grün, nach Blau allmählich abnehmend, verschwinden fast vollständig, ebenso auch Ultraviolett. Durch Hinzufügung von Lösungen der Metallsalze entstehen in der wässrigen Lösung des Ammoniumsalzes Fällungen von mehr oder weniger schön gefärbten Lacken.

2. Rother Farbstoff des geschmückten Gürtelfusses. (*Agaricus [Telamonia] armillatus* FR. (E. BACHMANN l. c.) Ein Excret in Gestalt von zinnoberrothen Krystallen (Splintern, Blättchen) darstellend. Sie bilden die Ringe um den Stiel und einzelne, meist wandständige Flecken auf der Huthaut. Wahrscheinlich stellt der Farbstoff ein Anthrazenderivat dar.

Er löst sich nicht in Alkohol und Aether, sondern nur in wässriger oder alkoholischer Alkalilösung und nimmt dabei rothviolette, bald in dunkles Gelb übergehende Färbung an.

Die schwach alkalische alkoholische Lösung zeigte im Spectroskop 2 Bänder im Grün, von denen in hoher Schicht nur das erste sichtbar war. Aus dieser Lösung schieden sich beim Verdunsten an der Luft (ausser kleinen Mengen von Natriumhydrat) kugelige und schalenförmige

¹⁾ Ueber den im *Ag. atrotomentosus* vorkommenden chinonartigen Körper. Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1878, pag. 533 u. 1879, pag. 1630.

Absonderungen aus, welche unter dem Mikroskop radialfaserige Structur aufwiesen und im dunkeln Gesichtsfeld des Polarisationsmikroskops schwach leuchteten. In Aether, Benzol und Chloroform unlöslich, gingen sie in einem verdünnten Alkali oder in Alkohol, dem ein Tropfen Ammoniak zugefügt war, sofort in Lösung mit rother bis rothblauer Farbe.

3. Das »Russularoth«; in den Zellwänden der Hute von Russula-Arten (*R. integra* L., *emetica* FR., *alutacea* PERS., *aurata* WITH.), zuerst von SCHRÖTER¹⁾ und A. WEISS²⁾, genauer von BACHMANN³⁾ untersucht.

Zur Gewinnung desselben zieht man den zerkleinerten frischen oder getrockneten Hut mit kaltem Wasser aus. Nach Entfernung der mit in Lösung gegangenen Schleim- und Eiweissstoffe durch Fällen mit Alkohol ist die vorher trüb-malvenrothe Lösung klar und rosenroth. Beim Verdunsten bleibt eine feste amorphe dunkelrothe Masse zurück, welche leicht löslich ist in Wasser und verdünntem Alkohol, unlöslich in Alkohol absolutus, Aether, Schwefelkohlenstoff, Chloroform und Benzol.

Optisches Verhalten: Die wässrige Lösung fluorescirt prächtig blau bis blaugrün. In concentrirtem Zustande lässt die Lösung nur rothes Licht durch, in stärker verdünnter und 172 Millim. hoher Schicht auch Orange und Gelb. Bei 50 Millim. hoher Schicht treten 2 Absorptionsbänder im Grün auf und eine totale Absorption des Violett bis zur Linie G. Bei weiterer Verringerung der Schichtenhöhe werden die Bänder schmaler. Das erste Band ist immer dunkler als das zweite.

Im gelösten Zustande ist das Pigment sehr unbeständig, im Licht sehr schnell, im Dunkeln langsam verblassend, auch in der Siedehitze sich verändernd, mit Salzsäure angesäuert schon unter 100° völlig farblos. Der feste Farbstoff erhält sich Monate lang unverändert.

Durch alle Alkalien und Schwefelammonium wird es sofort, durch Aetzbaryt langsamer hellgelb gefärbt. Diese gelbe Lösung zeigt im Spectralapparat einseitige Absorption des blauen Endes.

Mit wenig Salz-, Salpeter- oder Schwefelsäure versetzt, wird die Lösung mehr gelbroth, verliert die Eigenschaft zu fluoresciren und zeigt die beiden Absorptionsbänder sehr merklich nach rechts verschoben.

Durch vorsichtiges Neutralisiren mit Ammoniakliquor oder Barytwasser kann man das reine Russularoth wieder herstellen: die beiden Absorptionsbänder rücken an die alten Stellen und die blaugrüne Fluorescenz kehrt zurück. Allein ein sehr geringer Ueberschuss des Alkali führt baldige Zerstörung des Farbstoffs herbei, die sich in der Verfärbung der Lösung und dem Verschwinden der Absorptionsstreifen kund giebt.

Auch das saure Russularoth wird bald unter Gelbfärbung zerstört, leichter im Lichte als im Dunkeln; nach wochenlangem Stehen tritt sogar völlige Entfärbung ein. Am wenigsten beständig ist die salpetersaure Lösung.

Beim Verdunsten der salzsauren Lösung in Exsiccator bleibt der Farbstoff in Form von öl- oder harzartigen Tropfen zurück, welche von Licht und Luft selbst bei monatelanger Einwirkung nicht verändert werden. Eisessig, in dem sich der rothe Farbstoff sehr leicht auflöst, verändert ihn in derselben Weise wie die starken Mineralsäuren, zerstört ihn jedoch bei weitem nicht so leicht. Desshalb könnte die concentrirte Essigsäure mit Vortheil zur Gewinnung des Russularoths benutzt werden. Ihre grössere Flüchtigkeit würde in kürzerer Zeit eine bedeutendere Ausbeute des festen amorphen Pigments versprechen, als aus einer wässrigen Lösung zu erwarten ist, selbst wenn deren Verdunstung über Schwefelsäure im geschlossenen Raume vorgenommen wird (BACHMANN).

4. Rother Farbstoff von *Gomphidius viscidus* L. und *G. glutinosus* SCHÄFF., ebenfalls von BACHMANN⁴⁾ untersucht. Er ist in den Wandungen der bastartigen

¹⁾ Ueber einige durch Bakterien gebildete Pigmente. Beitr. z. Biol. Bd. I, Heft II, pag. 116.

²⁾ Ueber die Fluorescenz der Pilzfarbstoffe. Sitzungsber. d. Wiener Akad. Bd. 91 (1885) pag. 446—447.

³⁾ Spectroskopische Untersuchungen über Pilzfarbstoffe. Beilage z. Progr. d. Gymnasiums zu Plauen. Ostern 1886, pag. 8 und 11—13.

⁴⁾ l. c. pag. 8 und 17.

Hyphen vorhanden, welche unter dem oberflächlichen Gallertfilz der Huthaut eine besondere Schicht bilden.

In Alkohol, Benzol, Chloroform, Aether ist er löslich, in Wasser nicht. Der Verdunstungsrückstand stellt eine rothbraune, klebrige, harzähnliche Masse dar, welche durch Säuren und Alkalien nicht verändert wird. Kocht man die concentrirte alkoholische Lösung mit entsprechender Menge 30% Kalilauge, so wird er von dem Alkali in gelöster Form aufgenommen und kann sowohl durch Chlornatrium, als durch viel kaltes Wasser in braunen Flocken ausgefällt werden. Letztere lösen sich in Aether mit gelbbrauner Farbe. Beim Stehen der rothen Lösung oder ihres Verdunstungsrückstandes an der Luft tritt, infolge von Oxydation, gleichfalls Braunfärbung ein. Der braune Farbstoff, das oxydirte Harz, ist noch in Aether, aber nicht mehr in Alkohol löslich. Spectroskopisch ist der Farbstoff wenig charakteristisch.

Er scheint zu entstehen aus einem in jenen *Gomphidius*-Arten vorkommenden gelben Pigment, und zwar durch Oxydation. Die Gründe hierfür sind bei BACHMANN (l. c.) angegeben.

5. Rother Farbstoff des Fliegenpilzes (*Amanita muscaria*), in den Zellwandungen des Hutes vorkommend, von SCHRÖTER¹⁾ und WEISS²⁾ erst theilweise untersucht.

Man gewinnt das Pigment durch Extraction der abgezogenen Huthaut mit Alkohol; doch ist es auch in Wasser theilweise löslich. Die rothe Lösung zeigt intensiv grüne Fluorescenz. Säuren und Alkalien bringen keine Farbenveränderungen hervor. „Eine gesättigte Lösung zeigt im Spectroskop keine Absorptionsstreifen, sondern nur eine zunehmende Trübung des Spectrums von 70 an, von 74 an Absorption.“

6. Ruberin (PHIPSON.³⁾)

In Wasser und Alkohol löslich mit rosenrother Farbe, blau fluorescirend. In verdünnter Lösung zeigt er 2 Absorptionsbänder im grünen Theile des Spectrums. Ob der Farbstoff den Membranen oder dem Inhalt eingelagert ist, weiss man nicht.

Nach W. SCHNEIDER⁴⁾ kommt in *Clavaria fennica* (?) und *Helvella esculenta* ein rother Farbstoff vor, der sich in Glycerin, sowie in Wasser und Alkohol löst; doch erscheint der wässrige und alkoholische Auszug mehr orangeroth und fluorescirt in Roth; das Spectrum zeigte eine düstere Verschleierung und eine Verdunkelung nach dem Roth und Auslöschung des Violett. Genauere Untersuchung fehlt.

Eben so wenig bekannt ist der rothe Farbstoff im Inhalt der Milchsaftgefäße des Reizkers (*Lactarius deliciosus*).⁵⁾

7. Thelephorsäure, ZOPF⁶⁾. Membranfarbstoff der Thelephoren (unscheinbaren, erdbewohnenden, auf Heiden und in Kiefernwäldern häufigen Basidiomyceten mit schmutzig zimmtbraunem, rothbraunem oder violettbraunem Colorit), bei *Th. palmata* SCOP., *flabelliformis* FR., *caryophyllea* SCHÄFF., *terrestris* EHRH., *coralloides* FR., *crustacea* SCHUM., *intybacea* PERS., *laciniata* PERS., neuerdings auch bei Stachelschwämmen (*Hydnum ferrugineum*, *H. repandum*) gefunden.

Man gewinnt ihn durch Extraction der getrockneten Pilze mit kaltem oder heissem Alkohol. Der Auszug besitzt schön weinrothe (bei einigen Arten ins Gelbliche gehende) Färbung und giebt beim Verdampfen einen Rückstand, der nach Reinigung mit Aether, Chloroform, Methylalkohol, kaltem und heissem Wasser schön veilchenblaue bis indigoblaue Färbung zeigt

¹⁾ Ueber einige durch Bakterien gebildete Pigmente. Beitr. z. Biol. II, pag. 116.

²⁾ Ueber die Fluorescenz der Pilzfarbstoffe. Sitzungsber. d. Wiener Ak. 91 (1885) pag. 447.

³⁾ Ueber den Farbstoff (Rubrin) und das Alkaloid (Agarythin) in *Agaricus ruber*. Chem. News 56, pag. 199—200 (cit. Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1883, pag. 244).

⁴⁾ Sitzungsber. d. schles. Ges. f. nat. Cultur 1873 u. Bot. Zeit. 1873, pag. 403.

⁵⁾ Vergl. H. WEISS, Ueber gegliederte Milchsaftgefäße im Fruchtkörper von *Lactarius deliciosus*. Sitzungsber. d. Wiener Akad. Bd. 91, pag. 194.

⁶⁾ Ueber Pilzfarbstoffe. Bot. Zeit. 1889, No. 4—6.

und durch Umkrystallisiren aus heiss gesättigter alkoholischer Lösung sehr kleine Krystalle und Drusen von indigo-blauer Färbung giebt. Diese reinen Farbstoffkrystalle sind unlöslich in Wasser, Aether, Chloroform, Petroleumäther, Methylalkohol, Schwefelkohlenstoff, Benzol, löslich in kaltem, leichter noch in heissem Alkohol mit weinrother Farbe (doch fällt der Farbstoff bei Berührung mit Luft aus der Lösung in blauen Krystallen bald wieder aus). Von concentrirter Schwefelsäure und Salzsäure wird er weder gelöst, noch verfärbt, wohl aber lösen ihn Essigsäure mit rother, Salpetersäure und verdünnte Chromsäure mit gelber Farbe. Auch Alkalien lösen nicht, verfärben ihn aber, und zwar Aetzkali und Natronlauge ins Blaugrüne, Aetzammoniak, Ammoniumcarbonat und Soda in etwas helleres Blau.

Charakteristisch sind die Reactionen an der concentrirten alkoholischen Lösung des reinen Farbstoffs. Durch Spuren wässrigen Ammoniaks wird sie prachvoll blau, nach Zusatz von Säure wieder roth. Durch Aetzkali und Aetznatron erhält man schön blaue Färbung, die aber schnell ins Grüne, dann ins Gelbliche übergeht. Durch kohlen-saures Natron ebenfalls Blaufärbung, die sehr bald abblasst. — Durch Schwefelsäure, Salzsäure, Essigsäure wird scheinbar keine Veränderung bewirkt, wogegen Salpetersäure entfärbt, verdünnte Chromsäure schön gelb färbt.

Mit Kalkwasser wird die Lösung schön blau, dann reicher tief blauer, gewaschen und getrocknet schmutziger, grau-violetter, feinkörniger Niederschlag. Mit Zinnoxid rosenrothe Trübung. Mit Bleiacetat prachvoll blau, dann reicher, tiefer, getrocknet schmutzig-indigo-blauer Niederschlag. Mit Eisenchlorid erst schön blau, dann prächtig olivengrün. Mit Quecksilberchlorid violetter Niederschlag.

Die Fähigkeit, mit alkalischen Erden und Metalloxyden Salze zu bilden, weist auf einen sauren Charakter des rothen Farbstoffs hin.

Nicht minder charakteristisch sind die Reactionen an der mit Ammoniak versetzten alkoholischen Lösung des reinen Farbstoffs.

Mit Quecksilberchlorid schön hellblauer, krystallinischer Niederschlag.

Mit Eisenchlorid grobflockiger, gelb bis grünbrauner Niederschlag.

Mit Bariumchlorid schmutzig olivengrüner Niederschlag.

Mit Bleiacet blauer, krystallinischer Niederschlag.

Mit Magnesiumsulfat schön hellblauer, krystallinischer Niederschlag.

Mit Alaun schön blauer, krystallinischer Niederschlag.

Mit Kupfersulfat massiger, prächtig kobaltartiger, krystallinischer Niederschlag.

Mit Silbernitrat schwacher, dunkler, feinkörniger Niederschlag.

Erhitzt man die rothe alkoholische Lösung mit schwefelsaurer Magnesia und überschüssigem kohlen-saurem Natron, so entsteht ein gelatinöser, blaugrüner, getrocknet schmutzig blaugrüner Niederschlag.

Beim Erhitzen mit Zinkstaub, sowie bei Behandlung mit schwefliger Säure tritt Entfärbung ein.

Die alkoholische Lösung des reinen Farbstoffs fluorescirt weder bei Tageslicht noch im Strahlenkegel von Sonnenlicht. Spectroskopisch, bei Sonnenlicht untersucht, zeigt eine völlig concentrirte, frische alkoholische Lösung in 13 Millim. hoher Schicht ein sehr breites Absorptionsband ohne scharfe Begrenzung bei *F*. Die Endabsorption im rothen Ende beginnt bei *a*, die im blauen kurz vor *h*. Bei 63 Millim. wird nur Roth und Ultraroth (Linie *A* dick und scharf) durchgelassen, bei 100 Millim. nur noch verdüstertes Roth etwa von *B* bis *C*.

B. Rothe Farbstoffe der Gastromyceten (Bauchpilze).

Rhizopogonsäure, $C_{14}H_{18}O_2$ (?) OUDEMANS.¹⁾

In den Früchten eines Bauchpilzes (der Schweinetrüffel, *Rhizopogon rubescens* CORDA).

Darstellung: „Man entwässert die zerkleinerten Früchte durch Maceriren mit Alkohol, extrahirt dann mit Aether, verdunstet den ätherischen Auszug und krystallisirt den Rückstand aus Alkohol um. Rothe Nadeln. Schmelzp. 127°. Unlöslich in Wasser, sehr leicht löslich in

¹⁾ Recueil des travaux chimiques des Pays-Bas. tom. 2, pag. 155.

Aether, CHCl_3 , CS_2 und Lignoïn. 1 Thl. löst sich bei 16° in 49,2 Thln. Alkohol (von 90,3%). Löst sich in Alkalien mit intensiv violetter Farbe; die gebildeten Alkalisalze werden beim Erhitzen mit Wasser zerlegt. — $\text{K} \cdot \text{C}_{28}\text{H}_{25}\text{O}_4$ (?). Dunkelviolette, mikroskopische Krystalle. (Aus BEILSTEIN's Handbuch Bd. II).

C. Rothe Farbstoffe der Pyrenomyceten.

1. Nectriaroth. Rother harzartiger Farbstoff in den Membranen der Schlauchfrüchte und der Conidienlager von *Nectria cinnabarina*, Ursache der bekannten Rothfärbung des Pilzes; von E. BACHMANN aufgefunden und näher untersucht.¹⁾

Zur Gewinnung pulverisirt man die getrockneten Fructificationsorgane (Conidienlager) sehr fein und zieht mit Schwefelkohlenstoff aus. Die Lösung ist blauroth. Ihr Verdunstungsrückstand von salbenartiger Beschaffenheit und rothblauer Farbe, löst sich in kaltem, leichter in erwärmtem Alkohol, in Aether, Benzol und Chloroform, bläut sich mit concentrirter Schwefel- oder Salpetersäure und wird von Salzsäure nicht verändert. Jodjodkalium rief keine Grünfärbung hervor. Die Lösung ist gegen Licht sehr empfindlich. Der unverseifte Farbstoff lässt im Spectroskop 2 Absorptionsbänder im Grün erkennen, von denen das zweite dunkler erscheint. Das Pigment ist nach HANSEN's Methode verseifbar. Beim Hinzufügen von concentrirter Kochsalzlösung scheidet sich sofort eine rothgelbe Seife in zusammenhängenden Flocken ab, die, nachdem sie von der Unterlage durch Filtriren getrennt und im Luftbad getrocknet ist, an Petroläther wenig gelblichen Farbstoff abgibt (der nichts mit dem Nectriaroth zu thun hat), der Rest wird von Schwefelkohlenstoff mit gelbrother Farbe gelöst und diese Lösung besitzt auch 2 Absorptionsbänder im Grün, welche aber im Vergleich zum unverseiften Farbstoff nach rechts gerückt sind. Das verseifte Pigment giebt nach dem Verdunsten des Schwefelkohlenstoffes eine bröckliche, zerreibliche Masse von kupferrothen, matten, zu Klümpchen vereinigten und z. Thl. krummschaligen Kügelchen. Im dunkeln Feld des Polarisationsmikroskops leuchten sie mit braungelber Farbe. Sie lösen sich in keinem der gewöhnlichen Lösungsmittel (Alkohol, Aether, Schwefelkohlenstoff), wohl aber mit Leichtigkeit in Kali- oder Natronlauge, mit röthlicher, allmählich ins Gelbe übergehender Farbe. Nach BACHMANN ist dieser Farbstoff ein harzartiger Körper, der als solcher die Membranen der Hyphen und Conidien imprägnirt.

2. Mycoporphyrin REINKE's²⁾. Aus abgestorbenen Sclerotien und Fruchträgern von *Penicillioopsis clavariaeformis* SOLMS durch wiederholte Extraction mit Alkohol zu gewinnen, der rein purpurrothe Färbung annimmt und in auffallendem Licht sehr lebhaft orangefarbene Fluorescenz zeigt. Beim Eindampfen krystallisirt der Farbstoff leicht zu rothen Prismen. Optisch ist er von Interesse durch sehr scharf hervortretende Absorptionsmaxima und die Stärke des Fluorescenzlichts, was beides nach R. kein anderer Pflanzenfarbstoff ausser dem Chlorophyll und Phycoerythrin aufweist.

Das scharfe und tiefe Absorptionsband I liegt zu beiden Seiten der Linie *D*, das ebenfalls ziemlich tiefe Band II zwischen *D* und *E*, das schwache Bd. III zwischen *b* und *F*, durch einen Schatten mit Bd. IV. verbunden, welcher zwischen *F* und *G* liegt, gleich hinter *F* beginnend. Das Fluorescenzspectrum erstreckt sich etwa von *C* bis kurz hinter *D* und weist 2 Helligkeitsmaxima auf, welche aber interessanterweise nicht coincidiren mit dem Absorptionsbande bei *D*.

Die optischen Eigenschaften des Mycoporphyrin's erinnern nach R. an gewisse Spaltungsprodukte des Chlorophylls, die bei Behandlung mit Alkalien in höheren Temperaturen auftreten, namentlich an die Dichromatinsäure HOPPE-SEYLER's. — Chemische Untersuchungen über das Mycoporphyrin fehlen noch, um so genauer hat R. die spectroscopischen Eigenschaften studirt.

¹⁾ Spectroskop. Untersuch. pag. 8, 24, 25.

²⁾ Der Farbstoff der *Penicillioopsis clavariaeformis* SOLMS. Annales du Jardin botanique de Buitenzorg vol. VI, pag. 73—78.

D. Rothe Farbstoffe der Discomyceten.

1. Roth's Pigment der *Peziza sanguinea* PERS., (Xylerythrinsäure BACHMANN). Reichlich in den Zellen des Mycel und der Becherfrucht, aber nicht an Fetttropfchen gebunden. Von SCHRÖTER¹⁾ und besonders BACHMANN²⁾ näher untersucht.

Leicht löslich in Aether, Alkohol, Chloralhydrat, Chloroform, Alkalien, Barytwasser. Zusatz eines einzigen Tropfens Ammoniak zu einer concentrirten alkoholischen Lösung färbt diese prachtvoll dunkelgrün; bei Zusatz von mehr Ammoniak geht die Färbung sofort in Olivengrün bis Gelbbraun über. Mit Kali- oder Natronlauge tritt Grünfärbung nur momentan auf. Weder der reine Farbstoff, noch die alkalische Lösung zeigt nach B. Fluorescenz. Das Spectrum des reinen Farbstoffs ist wenig charakteristisch. Eine 10% Lösung lässt in hoher Schicht nur Roth, in minder hoher auch Orange sehen, alle anderen Farben sind völlig ausgelöscht, in sehr niederer Schicht ist sie durch den sehr langen Schatten im Grün charakterisirt, der allmählich in die absolute Absorption im blauen Ende des Spectrums übergeht; ein Absorptionsband tritt nicht auf. Sehr charakteristisch ist das Spectrum des grünen Farbstoffs. Bei Lampenlicht untersucht, lässt derselbe nur rothgelbes, gelbes und grünes Licht durch, vorausgesetzt, dass die Schicht nicht hoch ist. Bei direktem Sonnenlicht ist ein breites, sehr dunkles Absorptionsband in Roth zu sehen. Die Lösung lässt nur die Strahlen im Grün und Ultraroth hindurch.

Durch Bleiacetat wird der Farbstoff aus der alkalischen (kein überschüssiges Alkali enthaltenden) Lösung vollständig gefällt, in Form eines blassgelben, aus kleinen im dunklen Gesichtsfeld des Polarisationsapparates schwach leuchtenden Körnchen bestehenden Niederschlages (Bleisalz), der sich durch verdünnte Essig- oder Schwefelsäure unter Freiwerden des Farbstoffs zersetzen lässt (BACHMANN).

2. Roth's Pigment der *Peziza echinospora* KARSTEN, von BACHMANN aufgefunden.

Zur Gewinnung extrahirt man reife Becher mit Wasser und erhält so eine dunkelweinrothe Lösung, die sehr charakteristische Reactionen besitzt: durch Schwefel-, Salpeter-, und Salzsäure sowie Eisessig wird sie leuchtend gelb, von verdünnter Weinsäure rothgelb gefärbt. Die gelbe Lösung zeigt einseitige Absorption der rechten Hälfte des Spectrums. Die rothe Färbung kehrt zurück, wenn die angesäuerte Farbstofflösung mit Ammoniak neutralisirt wird. In Alkohol, Aether, Schwefelkohlenstoff unlöslich, löst sich der rothe Farbstoff in verdünntem Weingeist. Die wässrige Lösung zeigt im Spectroskop Absorption des ganzen Grün. Das einzige breite Absorptionsband beginnt mit schwacher Verdunkelung und zeigt erst am Ende des Grün völlige Dunkelheit. Die mit wenig Ammoniak versetzte Lösung lässt dunkle Flocken in geringer Menge ausfallen, über denen eine rosafarbene Flüssigkeit stehen bleibt. Dieselbe besitzt ein Absorptionsband im Gelb.

E. Rothe Pigmente der Uredineen.

Ein krystallisirender rother Farbstoff neben dem bereits früher erwähnten gelben Lipochrom kommt nach J. MÜLLER³⁾ in den Sporen von *Uredo aecidioides* MÜLL., *Coleosporium* und den Keimschläuchen dieser Formen, sowie des *Phragmidium violaceum* (SCHULTZ) vor, den man nachweisen kann durch Einlegen der Sporen in Glycerin. Er krystallisirt bei dieser Behandlung in Form von karminrothen Nadeln, Säulen, Platten im Inhalt der Sporen resp. Keimschläuche aus. Wahrscheinlich ist er bei allen, mehr ins Rothe hinein gehende Farbtöne.

¹⁾ Ueber einige durch Bacterien gebildete Pigmente. Beitr. zur Biol. Bd. I, Heft 2, pag. 117.

²⁾ Spectroskopische Untersuchungen, pag. 10, 15—17.

³⁾ Die Rostpilze der Rosa- und Rubus-Arten und die auf ihnen vorkommenden Parasiten. Landw. Jahrb. v. THIEL 1886, pag. 719.

zeigenden Uredineen vorhanden, indessen bisher noch nicht isolirt worden und daher spectroscopisch wie chemisch noch ganz unbekannt.

F. Rothe Farbstoffe der Flechten.

Rother Farbstoff der Scharlachflechte (*Cladonia coccifera*), ebenfalls von E. BACHMANN¹⁾ näher untersucht: Er imprägnirt die Membran der Paraphysen im oberen Drittel und veranlasst dadurch die bekannte intensive Scharlachfarbe der Früchte.

Zur Gewinnung des Pigments werden die rothen Köpfchen im Luftbad getrocknet, möglichst fein gepulvert und zur Entfernung der Usninsäure mit kochendem Aether behandelt. Der Rückstand wird mit schwach ammoniakalischem Wasser ausgezogen, das sich tief karminroth färbt. Beim Eindampfen bleibt eine amorphe, dunkel malvenrothe Substanz zurück, welche mit 96% Alkohol ausgezogen wird, der sich gelb färbt und beim Verdunsten gelbbraune öltartige Tropfen hinterlässt. Nach der Reinigung mit kaltem und heissem Wasser wird der Rest von ammoniakalischem Wasser sofort gelöst. Der so gereinigte Farbstoff zeigt ein breites Absorptionsband in Grün, zwischen ihm und der totalen Endabsorption in der rechten Spectrumhälfte ist das Licht auch schwach absorbirt. Die rohe alkalische Lösung zeigt das Absorptionsband nicht und lässt in geringer Dicke ausser rothes auch oranges und gelbes Licht durch; auffallend ist der lange Schatten, der im Gelb beginnt und bis ins Blau reicht, wo völlige Verdunkelung eintritt. — Reicher Zusatz von Ammoniak zur wässrigen Lösung bewirkt bald Braunfärbung; schliesslich scheidet sich eine braune humose Masse ab. Mit Natriumamalgam versetzt, wird die wässrige Lösung blass, mit Zinkstaub und Schwefelsäure entfärbt. Aus der obigen karminrothen Lösung wird das Pigment durch Eisessig in Form von schön purpurrothen, amorphen Flocken niedergeschlagen, welche reines Material darstellen dürften. Die Reactionen scheinen nach B. auf ein Anthrachinonderivat hinzuweisen.

IV. Grüne Farbstoffe.

1. Intensiv spangrüner Farbstoff (Isoxylinsäure GÜMBEL²⁾, Xylochlor-säure BLEY³⁾, acide xylochlorique FORDOS⁴⁾ in den Membranen der Mycel-fäden und der Zellen der Schlauchfrüchte und Spermogonien von *Peziza (Chlorosplenium) aeruginosa* (PERS.), in der Schlauchschicht meist fehlend (das Pigment wird auch in das vom Pilze bewohnte Holz abgeschieden und kann aus diesem in grösseren Mengen gewonnen werden).

Nach FORDOS bildet das Pigment eine feste amorphe Substanz, die, in Masse tief grün, mit einem Stich ins Blaue und mit kupfrigem Glanze erscheint. Unlöslich in Wasser, Aether, Schwefelkohlenstoff, Benzin, unlöslich oder schwer löslich in Alkohol, wird sie von Chloroform wie von Eisessig gelöst. Durch Mineralsäuren wird sie scheinbar nicht verändert; Schwefelsäure und Salpetersäure lösen sie mit grüner Farbe. Wasserzusatz zu solchen Lösungen fällt den Farbstoff aus. Alkalien bewirken eine grüngelbe Farbe. Behandelt man die Chloroformlösung mit ammoniakalischem Wasser, so trennt sich der Farbstoff vom Lösungsmittel, und es entsteht eine grüngelbe, in Wasser und Chloroform unlösliche Ammoniakverbindung. Dasselbe ist der Fall bei Zusatz von Kalk, Soda, Bleiessig. Chlorwasser färbt die Chloroformlösung gelb, weitere Behandlung mit Ammoniak verwandelt diese gelbe Verbindung in eine rothe.

Optisch untersucht ist die Xylochlor-säure in Chloroformlösung (resp. der Chloroformextract des grünen Holzes) von PRILLIEUX⁵⁾: Die Lösung ist schwach fluorescirend (schmutzig gelbgrünlich); im Spectrum zeigen sich 3 Absorptions-

¹⁾ l. c. pag. 7 u. 13.

²⁾ Ueber das grünfaule Holz. Flora 1858. Februarheft.

³⁾ Archiv der Pharmacie 1858.

⁴⁾ Recherches sur la coloration en vert du bois mort; nouvelle matière colorante. Compt. rend. 57 (1863), pag. 50—54.

⁵⁾ Sur la coloration en vert du bois mort. BULL. Soc. bot. de France 24 (1877) pag. 169.

bänder, ein kräftigeres im Roth, ein weniger kräftiges im Orange und eines welches das ganze Gelb einnimmt; die grünen, blauen und violetten Strahlen werden durchgelassen¹⁾.

2. Einen zweiten intensiv grünen Farbstoff hat ROMMIER²⁾ aus demselben Pilze (und dem von ihm bewohnten grünfaulen Holz) isolirt und Xylindein genannt.

Er stellt eine feste amorphe Substanz dar, die sich im wasserhaltigen Zustande im Gegensatz zum vorigen Farbstoff sehr leicht in Wasser löst mit prächtig blaugrüner Farbe. Mit Ausnahme der Essigsäure fallen ihn die meisten andern Säuren und selbst Seesalz in grüner Farbe. Kaustische und kohlen-saure Alkalien lösen ihn, wenn sie nicht im Ueberschuss vorhanden, mit ebenfalls grüner Farbe. Mit Kalk und Magnesia bildet das Xylindein einen grünen Lack, der in Wasser, Alkohol etc. unlöslich ist. Von Alkohol absol., Aether, Holzgeist, Schwefelkohlenstoff, Benzin wird es weder im wasserfreien noch im wasserhaltigen Zustande gelöst. Nach Art des Indigo erfährt es Reduction in 85% Alkohol bei Gegenwart von Pottasche und von Traubenzucker. Seide und Wolle werden bei gewisser Behandlung mit dem Stoffe glänzend blaugrün gefärbt.

Nach LIEBERMANN³⁾ sieht das Xylindein, aus Phenol umkrystallisirt, wie sublimirter Indigo aus.

3. Spangrüner Farbstoff in *Leotia lubrica* PERS., einer Helvellacee, Er ruft hier im Verein mit dem schon oben besprochenen Lipochrom und einem andern gelbbraunlichen (harzartigen?) Körper die gelbgrüne Färbung des Hymeniums und Stieles der Fruchtkörper hervor.

Gewinnung: Man extrahirt mit 90% Alkohol, verdampft die Lösung und nimmt mit Aethylalkohol den Fettfarbstoff und mit Methylalkohol den gelbbraunen Körper hinweg. Der spangrüne Rückstand stellt den obigen Farbstoff dar. Er besteht aus mikroskopisch kleinen Nadelchen und Prismen, die sehr schnell zu Aggregaten zusammentreten von spangrüner Farbe. Dieselben sind unlöslich in Alkohol absolutus, Aether, Chloroform, Petroläther, Benzin, Methylalkohol, sehr wenig löslich in kaltem, etwas mehr in heissem, zumal mit Alkohol versetztem Wasser. Die Lösung erscheint spangrün, trübt sich aber alsbald infolge der Ausscheidung der Kryställchen, daher ist eine spectroscopische Untersuchung nicht gut möglich.

Aus der wässrigen Lösung wird der Farbstoff durch Aetznatron in grauen Flocken gefällt. Die Krystalle lösen sich in conc. Salpetersäure mit violett-röthlicher Farbe, die bald ins Röthliche, dann ins Gelbliche übergeht; conc. Schwefelsäure löst mit olivengrüner, conc. Essigsäure mit mehr blaugrüner Farbe.

V. Blaue bis blaugüne Farbstoffe.

In den Flechten: *Lecidea enteroleuca* ACH., *platycarpa* ACH., *Wulfeni* HEPP, *Biatora turgidula* FR., und *Bilimbia melaena* NYL. fand BACHMANN⁴⁾ einen blauen Farbstoff, der sich in einer mehr oder weniger mächtigen, helleren oder dunkleren Schicht bloss an der Oberfläche der Frucht findet, nicht krystallisirt ist und durch Kalilauge oder Ammoniak blaugrün, olivengrün oder bloss heller gefärbt wird; nach Uebersättigung mit Eisessig oder Salzsäure kehrt die ursprüngliche Färbung zurück. Von Salpetersäure wird die Farbstoffschicht kupferroth gefärbt.

¹⁾ Vergleiche das in dem Kapitel »Zur Ausscheidung kommende Stoffwechselprodukte« über die Xylochlor-säure Gesagte.

²⁾ Sur une nouvelle matière colorante appelée xylindéine et extraite de certains bois. Compt. rend. 66, pag. 108—110.

³⁾ Berichte d. deutsch. chem. Gesellsch. VII, pag. 446.

⁴⁾ Mikrochem. Reactionen auf Flechtenstoffe als Hilfsmittel zum Bestimmen der Flechten. Zeitschr. f. wiss. Mikroskopie. Bd. III, pag. 216.

Undeutlich blaugrün bis olivengrün ist der Farbstoff der schwarzen Apothecien von *Bacidia muscorum*, Sw. Er wird nach BACHMANN (l. c.) von Salpetersäure sowie von Salzsäure violett gefärbt; die Färbung theilt sich auch dem farblosen Hymenium mit.

Derselbe Autor wies ferner (l. c.) auf ein dunkelolivengrünes Pigment hin, welches in dünner oberflächlicher Schicht der Früchte von *Thalloidima candidum* (WEB.) auftritt. Von vorstehenden Pigmenten unterscheidet es sich durch Violett-färbung mit Kalilauge und Ammoniak; Salpeter- und Salzsäure erzeugen weinrothe, ins Braune übergehende Färbung.

VI. Violette Farbstoffe.

1. In den Zellwänden der oberflächlichen Gewebsschicht des Mutterkorns (*Claviceps purpurea*) kommt ein Farbstoff vor, der eine blauviolette Verbindung (wahrscheinlich eine Calciumverbindung) des *Sclerocerythrin's* darstellt, eines Pigmentes, welches DRAGENDORFF aus jenen Theilen isolirte¹⁾. Es stellt ein rothes, unkrystallisirbares Pulver dar, welches in Alkohol und Eisessig löslich ist. Durch Ammoniak und Aetzkali wird es mit rothvioletter Farbe gelöst, durch Kalkwasser aber blauviolett gefärbt. Begleitet wird die blauviolette *Sclerocerythrin*-Verbindung in den oberflächlichen Mutterkorntheilen von *Sclerododin*. Es löst sich in Kalilauge und in Schwefelsäure mit schön violetter Farbe und entsteht nach DRAGENDORFF's Vermuthung aus dem *Sclerocerythrin*.²⁾

Wahrscheinlich ist der blaurothe Farbstoff in der Oberfläche der beiden andern Mutterkornarten (*Cl. microcephala* und *Cl. nigricans*) mit dem oben genannten identisch.

Ein violetter Farbstoff kommt nach SCHACHT³⁾ vor in den Mycelzellen des öfters in faulenden Kartoffeln sich findenden violetten Eischimmels (*Oidium violaceum* HARTING). Eigenschaften unbekannt.

BOUDIER⁴⁾ beobachtete ein violettes Pigment in der Endzelle der Paraphysen von *Saccobolus violaceus*.

Bei Hutpilzen sind violette Farbstoffe ziemlich verbreitet; doch scheint das violette Pigment wenig beständig zu sein. Für *Cortinarius (Inoloma) violaceus* L. und *Agaricus (Clitocybe) laccatus*, SCOP. ist der Farbstoff von BACHMANN⁵⁾ theilweise untersucht.

Es wird gewonnen durch Zerreiben frischer Hüte mit Wasser, das sich alsbald schmutzig violett färbt. An der Luft wird die Lösung von oben nach unten hin braun, offenbar in Folge eines Oxydationsvorgangs. Der unveränderte Farbstoff zeigt ein charakteristisches Spectrum, nämlich 3 Absorptionsbänder, das eine zwischen C und D, das zweite bei D, das dritte zwischen D und E; das zweite ist schwächer als das erste, und das dritte schwächer als das zweite. (Ob das Pigment übrigens wirklich dem Inhalt angehört, ist noch fraglich.)

2. Violetter Farbstoff in den Zellen des Blutreizers (*Lactarius deliciosus*). Man gewinnt ihn, zugleich mit einem gelben Farbstoff, wenn man den

¹⁾ Dass der Farbstoff seinen Sitz in der Membran hat, ist mikroskopisch an Längsschnitten sicher festzustellen.

²⁾ Vergleiche: FLÜCKIGER, Pharmacognosie des Pflanzenreichs pag. 265. s. a. PALM, Ueber den chemischen Charakter des violetten Farbstoffs im Mutterkorn, sowie dessen Nachweis im Mehle. Zeitschr. f. analyt. Chemie. 22, pag. 319.

³⁾ Die Kartoffelpflanze und deren Krankheit. Taf. 9. Fig. 2. 8. 9. und Ueber die Veränderungen durch Pilze in abgestorbenen Pflanzenzellen. PRINGS. Jahrb. III, pag. 446.

⁴⁾ Mémoire sur les Ascobolées. Taf. 8. Fig. 19.

⁵⁾ l. c. pag. 19.

zerkleinerten frischen Pilz mit Methylalkohol auszieht. Der Auszug erscheint prachtvoll dunkelroth.

Beim Verdunsten scheiden sich weisse Massen ab, von denen der Rest der Lösung abfiltrirt wird, worauf man das Filtrat im Wasserbade verdampft. Der Rückstand besteht aus einer amorphen braunen, von schwarzen Körnchen durchsetzten Masse. Die Körnchen stellen den violetten Farbstoff dar und werden von Aether mit etwa blaurother Farbe gelöst. Die Lösung lässt in starker Verdünnung und hoher Schicht 2 Absorptionsbänder sehen, ein schmales im Roth, ein sehr breites im Gelb und Grün. Durch Erniedrigung der Schicht kann man das zweite Band in 3 auflösen (bei Sonnenlicht). Nach mehrmonatlichem Stehen scheidet sich aus der ätherischen Lösung ein gelbbraunes Harz aus. Verseift man den Verdunstungsrückstand der ätherischen Lösung mit Natronlauge, so erhält man beim Ausfällen mit Chlornatrium einen braunflockigen Niederschlag, aus dem Petroleumäther einen prachtvoll violetten Farbstoff aufnahm. Das jetzt klarere Spectrum zeigte in nicht zu hoher Schicht ebenfalls 4 Absorptionsstreifen. Die Petrolätherlösung lässt nach dem Verdunsten eine graubraune Masse zurück, ein Zeichen, dass der Farbstoff an der Luft eine Veränderung erfährt (BACHMANN).

VII. Braune Farbstoffe.

Einen braunen Farbstoff fand BACHMANN¹⁾ in den schwarzen Apothecien mancher Flechten (*Lecidea crustulata* KÖRB., *granulata* EHRH., *Buellia parasema* (ACH.) *myriocarpa* DC. u. *punctiformis* HOFFM., *punctata* (FLK.), *Schaererii* De Not. *Opegrapha saxicola* MASS., *varia* FR., *atra* PERS., *bullata* PERS., *herpetica* ACH., *Arthonia obscura* ACH., *vulgaris* SCHAE., *A. astroïdea* ACH., *Bactrospora dryina* (ACH.), *Sarcogyne pruinosa* (SM). Durch Salpetersäure wird er nicht verändert, höchstens etwas heller; in Kalilauge dunkelt er nach; durch Chlorkalk wird er schliesslich völlig entfärbt.

VIII. Combination der Farbstoffe mit einander und mit anderen färbenden Substanzen.

Bei den bisher genauer untersuchten Pilzen wurde meistens mehr als eine färbende Substanz nachgewiesen; gewöhnlich kamen zwei, bisweilen drei bis vier verschiedene gefärbte Stoffe bei ein und derselben Species zum Vorschein. Zum Andern ergiebt sich aus den bisherigen Ermittlungen, dass die färbenden Substanzen bei den verschiedenen Arten verschiedene Combinationen zeigen können, und zwar hat man u. A. folgende nachgewiesen:

1. Fettfarbstoff mit einem andern Farbstoff.

Beispiele: Schlauchpilze: *Leotia lubrica*; Gelbes Lipochrom mit einem spangrünen krystallisirenden Farbstoffe (ZOFF).

Rostpilze: *Coleosporium*; *Uredo aecidioides* etc. Gelbes Lipochrom mit einem rothen krystallisirenden Farbstoffe (J. MÜLLER).

2. Fettfarbstoff mit einem gefärbten harzartigen Körper.

Beispiel: Schlauchpilze; *Nectria cinnabarina*; Gelbes Lipochrom mit einem rothen harzartigen Körper (BACHMANN, ZOFF).

3. Wasserlöslicher Farbstoff mit einem andern wasserlöslichen.

Beispiel: Basidiomyceten: *Russula*-Arten. Wasserlöslicher rother Farbstoff mit einem wasserlöslichen gelben (BACHMANN.)

4. Wasserlöslicher Farbstoff mit einem nicht wasserlöslichen (und nicht Lipochromartigen).

Beispiele: Schlauchpilze. *Peziza aeruginosa*: In Wasser löslicher spangrüner krystallisirender Farbstoff (Xylindein) und spangrüner, in Wasser unlöslicher krystallisirender Farbstoff (Xylochlorsäure) FORDOS u. ROMMIER.

¹⁾ Zeitschr. f. wiss. Mikrosk. III, pag. 217.

5. Wasserlöslicher Farbstoff mit einem gefärbten harzartigen Körper

Beispiele: Basidiomyceten; *Lenzites sepiaria*; wasserlöslicher gelber Farbstoff mit einer gelbbraunen Harzsäure (BACHMANN). *Polyporus hispidus*, wasserlöslicher gelber Farbstoff mit einer gelbrothen Harzsäure (Pilzgutti) ZOPF.

Agaricus (Pholiota) spectabilis. Gelber wasserlöslicher Farbstoff mit gelber Harzsäure (ZOPF).

6. Wasserlöslicher Farbstoff mit einem gefärbten (aber nicht Lipochromhaltigen) Fett.

Beispiele: Verschiedene Hutpilze.

7. Wasserlöslicher Farbstoff mit einem nicht wasserlöslichen Farbstoff und einem gefärbten Fett.

Beispiele: Basidiomyceten; *Thelephora*-Arten, *Hydnum ferrugineum*. Gelber wasserlöslicher Farbstoff mit einem rothen krystallisirenden, nicht wasserlöslichen Farbstoff (Thelephorsäure) und einem gelben resp. gelbgrünen Fett.

IX. Verbreitung der einzelnen Farbstoffe.

Hierüber liegen nur sehr beschränkte Kenntnisse vor. E. BACHMANN¹⁾ zeigte, dass das Russularoth bei mehreren Arten der Gattung *Russula* vorkommt (wie *R. emetica*, *alutacea*, *aurata*) und macht es wahrscheinlich, dass auch andere Species dieses Genus denselben besitzen. Nach B. enthalten auch *Hygrophorus conicus*, *punicus* und *coccineus* ein und denselben wasserlöslichen gelben Farbstoff.

Ich selbst wies nach, dass die rothe Thelephorsäure sich innerhalb der Gattung *Thelephora* bei 9 verschiedenen Arten (*Th. palmata* SCOP., *flabelliformis* FR., *caryophyllea* (SCHÄEF.), *terrestris*, *coralloides* FR., *crustacea* (SCHUM.), *intybacea*, *laciniata* und *radiata*) vorfindet. Merkwürdiger Weise kommt dieser so charakteristische Farbstoff, wie ich neuerdings fand, auch in einer ganz anderen Familie, den Hydneen (Stachelschwämmen) vor und zwar bei *Hydnum ferrugineum* und *repandum*.

Das gelbe Lipochrom der Uredineen scheint mit dem der Ascomyceten (*Nectria cinnabarina*, *Polystigma rubrum* und *fulvum*), verschiedener Pezizen, (*Spathularia flavida*, *Leotia lubrica*) und der Tremellinen (*Dacrymyces stillatus*, *Calocera viscosa*) identisch zu sein und falls sich diese Vermuthung bewahrheitet, eine weitere Verbreitung in der Pilzklasse zu haben. Spectroskopisch und nach den rohen chemischen Reactionen herrscht allerdings eine sehr grosse Aehnlichkeit unter ihnen.

X. Umwandlungen der Farbstoffe.

Man hat mehrfach beobachtet, dass in Pilzen vorhandene Chromogene nur so lange als solche bestehen, als die betreffenden Organe noch vollkommen lebensfähig sind, und dass solche Chromogene nach dem Tode alsbald in Pigmente übergeführt werden.²⁾

Ebenso weiss man von gewissen hell- (z. B. gelb-) gefärbten Farbstoffen, dass sie, wenn das betreffende Organ abstirbt, in zumeist dunkle, gelbbraune, braune, schwarzbraune, oder violett schwarze Töne umgefärbt werden.

Diese Vorgänge sind wahrscheinlich z. Theil so zu erklären, dass in den Zellen gewisse Stoffe vorhanden sind, welche bei Lebzeiten nicht auf die Chromogene oder Farbstoffe einzuwirken vermögen, aber beim Tode sofort in Action

¹⁾ l. c. pag. 12.

²⁾ *Hydnum lacteum* z. B. ist im lebenden Zustande rein weiss, beim Absterben (Eintrocknen etc.) wird es gelbbraun.

treten. Es kann aber auch sein, dass in manchen Fällen erst beim Tode der Zellen gewisse farbenverändernd einwirkende Stoffe erzeugt werden.

Schöne Beispiele für die Farbenwandelung beim Absterben liefern nach E. BACHMANN's und meinen Untersuchungen: *Gomphidius viscidus* und *glutinosus*, sowie *Cortinarius cinnamomeus*. Beide enthalten im frischen jugendlichen Zustande ein gelbes wasserlösliches Pigment. Tödtet man nun solche Zustände, z. B. durch Hineinwerfen in Alcohol absolutus schnell ab, so geht die gelbe Farbe des Stieles fast augenblicklich in Himbeerroth oder Rothbraun über, und es entsteht nachweislich aus dem gelben wasserlöslichen Pigment ein rothbraunes Harz. Derselbe Process geht langsam auch im Freien vor sich, alte todte Exemplare von *Cortin. cinnamomeus* sind daher nicht mehr gelb, sondern rothbraun bis purpurbraun resp. schmutzig braun.

Diese Umwandlung beruht wahrscheinlich darauf, dass durch die Abtödtung oxydirende Stoffe in Wirksamkeit treten, denn der gelbe wasserlösliche Farbstoff kann durch Oxydationsmittel, wie Salpetersäure, in einen rothbraunen, harzartigen Körper umgewandelt werden.

Andererseits ist allbekannt, dass Pilzzellen beim Uebergang in den Ruhezustand ihre Wandungen mehr oder minder stark verfärben, wobei meistens ganz dunkle Töne entstehen. Die Sporen der Brandpilze, vieler Hutpilze und Bauchpilze, vieler Schlauchpilze (z. B. Sordarien, *Ascobolus*-Arten), die Zygosporien der Mucraceen, die meisten Gemmenbildungen sind Beispiele hierfür.

Eigenthümlicher Weise scheinen solche dunkle Farbstoffe in den gewöhnlichen Lösungsmitteln fast oder ganz unlöslich zu sein, während sie sich in früheren, helleren Stadien (gelb, roth, blaugrün) meist unschwer extrahiren lassen.

Man kann diesen Vorgang mit KRUENBERG¹⁾ kurz als »Melanose« bezeichnen. Er ist bisher unerklärt geblieben.

Vielleicht beruht er auf ähnlichen Ursachen, wie die Farbstoff-Umwandlungen bei eintretendem Tode der Zellen. Erlischt doch mit dem Uebergange der Sporen in den Dauer- oder Ruhezustand die Lebensthätigkeit ebenfalls bis zu einem gewissen Grade. Eine oxydirende Wirkung des atmosphärischen Sauerstoffs, der z. B. zu den Hymenien der Hutpilze schon frühzeitig Zutritt hat, mag auch mit ins Spiel kommen.

VIII. Glycoside.

Coniferin dürfte wahrscheinlich in »verholzten« Zellhäuten vorkommen, da es wie diese die Phenolreaction (durch Phenol und Salzsäure Grün- bis Blaufärbung) giebt. (Auch das Spaltungsprodukt des Coniferins, das Vanillin, dürfte, weil es die Phloroglucinreaction zeigt, Bestandtheil verholzter Pilzmembranen sein).

IX. Pflanzenbasen oder Alkaloide.

Wahrscheinlich werden Alkaloide seitens zahlreicher Pilze producirt, namentlich der giftigen Hut- und Bauchschwämme, doch hat man nur erst einige wenige dieser Stoffe isolirt nämlich:

1. Das Muscarin. (SCHMIEDEBERG und KOPPE). $C_5H_{15}NO_3$. Es kommt in den Früchten des Fliegenpilzes (*Amanita muscaria*) vor. Die berauschende Wirkung, welche der Genuss des Fliegenpilzes hervorbringt (die Bewohner Ostsibiriens bereiten ein berauschendes Getränk daraus), beruht vielleicht auf der Gegenwart dieses Alkaloïds. Der Gehalt an dieser Base wechselt übrigens nach dem Standort des Pilzes.

¹⁾ Vergleichende physiol. Studien. Reihe II. Abth. III, pag. 41–61.

Von SCHMIEDEBERG und KOPPE¹⁾, sowie von HARNACK²⁾ näher studirt ist es von S. und H.³⁾ auch synthetisch dargestellt und als ein Oxydationsprodukt des Cholins erkannt worden.

»Das Muscarin ist ein sehr intensives, namentlich auf Katzen stark wirkendes, bei Injection in das Blut durch Herzlähmung, sonst durch die gleichzeitigen Veränderungen von Circulation und Respiration tödtendes Gift, dessen Action auf Kreislauf und Athmung, auf Darmbewegung, Vermehrung verschiedener Secretionen und auf die Iris mit der des Pilocarpins grosse Aehnlichkeit darbietet, während es, wie dieses, dem Atropin gegenüber einen gewissen Antagonismus zeigt.« (HUSEMANN und HILGER).

In reinem Zustande stellt es einen farblosen, geruch- und geschmacklosen über Schwefelsäure krystallinisch werdenden Syrup dar. Die Krystalle zerfliessen aber an der Luft leicht wieder. In Aether ist es unlöslich, in Chloroform wenig löslich. Mit Quecksilberchlorid erhält man grosse glänzende Krystalle; Goldchlorid giebt einen feinkörnigen, Phosphormolybdänsäure einen flockigen, Kaliumquecksilberjodid einen gelben krystallinisch werdenden Niederschlag, der leicht löslich ist in Jodkalium, ziemlich leicht in Weingeist. Mit Kaliumwismuthjodid erhält man eine rothe krystallinisch werdende Fällung, die in Jodjodkalium nur wenig löslich ist. Bromwasser erzeugt eine gelbe unbeständige Fällung, Gerbsäure giebt nur bei starker Concentration Niederschläge. Durch conc. Schwefel- und Salpetersäure wird das Muscarin ohne Färbung gelöst.

Ob die von BOUDIER aus *Amanita bulbosa* isolirte syrupförmige Base *Bulbosin* (BOUDIER, die Pilze, übersetzt von HUSEMANN, pag. 65) mit dem Muscarin etwa identisch ist, bedarf noch der Prüfung.

2. Eine dem Muscarin sehr nahe stehende, vielleicht mit diesem identische giftige Base hat R. BÖHM⁴⁾ im Hexenpilz (*Boletus luridus*) und im Pantherschwamm (*Amanita pantherina*) gefunden, welche die Giftigkeit dieser Schwämme bedingt. Während *B. luridus* nur sehr geringe, nach den Jahrgängen oder Individuen wechselnde Mengen enthält, und daher nur als verdächtig bezeichnet werden kann, ist *Amanita pantherina* reicher und daher entschieden giftig.

3. Methyamin wurde in minimalen Mengen im Lärchenschwamm (*Polyporus officinalis*) von SCHMIEDER⁵⁾ nachgewiesen.

4. Trimethylamin. Am bekanntesten ist sein Vorkommen in den Sporen vom Weizenbrand (*Tilletia Caries*); die Sporenmasse zeigt den bekannten intensiven Geruch nach Häringslake.

Ebenfalls Trimethylamin-haltig sind nach meiner Erfahrung die Sporen und Capillitien des bleigrauen Bovists (*Bovista plumbea*), die durch Ausziehen der Früchte mit alkalisch gemachtem Wasser erhaltene dunkelolivbraune Lösung riecht deutlich nach Trimethylamin.

5) Agarythrin. Nach PHIPSON⁶⁾ in *Agaricus ruber* vorkommend. Zur Gewinnung wurde der frische Pilz mit 8% Salzsäure enthaltendem Wasser 48 Stunden

¹⁾ Vierteljahrsschr. f. Pharm. Bd. 19, pag. 276.

²⁾ Arch. f. experim. Pathol. Bd. 4, pag. 168. —

³⁾ SCHMIEDEBERG u. HARNACK, Chem. Centralbl. 1876, pag. 554.

⁴⁾ Beiträge zur Kenntniss der Hutpilze in chemischer und toxicologischer Beziehung I. *Boletus luridus* II. *Amanita pantherina* (ARCH. f. experim. Pathol. u. Pharmac. v. NAUNYN und SCHMIEDEBERG Bd. 19. 1885). Vergl. JUST'S Jahresber. Jahrg. 13 (1885). I. Abth. pag. 280.

⁵⁾ ARCH. d. Pharm. Bd. 224, pag. 644.

⁶⁾ Ueber den Farbstoff (*Ruberin*) und das Alkaloid (*Agarythrin*) in *Agaricus ruber*. Chem. News 56, pag. 199—200. Ref. in Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1883, pag. 244.

stehen gelassen, die filtrirte Lösung mit Soda schwach übersättigt und mit Aether ausgezogen. Derselbe hinterliess beim Verdunsten eine gelblich weisse, amorphe Masse, welche sich in Aether und Alkohol, langsam auch in kalter Salzsäure löste und bitter, dann brennenden Geschmack zeigte. Das Sulfat scheint im Wasser unlöslich zu sein, und löst sich in Alkohol. Bei Behandlung mit Salpetersäure oder Chlorkalk, ferner mit Luft in ätherischer Lösung geht der Körper über in einen rothen Farbstoff, der vielleicht mit dem rothen Farbstoffe des *Agaricus ruber* (*Ruberin* PHIPSON's) identisch ist.

6) Ergotin (TANRET)¹⁾ C₃₅H₄₀N₄O₆ wurde aus dem Mutterkorne isolirt. Krystallisirt in weissen langen Nadeln, die in Wasser unlöslich, in Alkohol, Aether und Chloroform löslich sind. Die Lösungen fluoresciren. Lösungen in Säuren färben sich an der Luft roth, alkoholische grün, dann braun. Bei Gegenwart von Aether nimmt es mit verdünnter Schwefelsäure behandelt schön rothviolette, dann blaue Färbung an. Bei Destillation mit kohlensauren Alkalien liefert es reichlich Trimethylamin und bildet als schwache Base mit Mineralsäuren Salze.

7) Ergotin (C₅₀H₅₂N₂O₈) WENZEL²⁾. Eine gleichfalls aus dem Mutterkorn (franz. Ergot) isolirte amorphe, braune, schwach bitter schmeckende, alkalische Substanz, die in Wasser und Weingeist leicht, in Aether und Chloroform unlöslich ist und nur amorphe Salze bildet. Die Lösungen des Ergotins und seiner salzsauren Salze werden durch Phosphormolybdänsäure, Gerbsäure, Goldchlorid gefällt, durch Quecksilberchlorid ebenfalls, aber nicht aus saurer Lösung. Durch Platinchlorid wird erst nach Zusatz von Aetherweingeist gelbliche Fällung bewirkt. Cyankalium bewirkt keinen Niederschlag.

Das Ergotin WIGGERS und das BONJEAN's sind unreine Substanzen.

8) Ecbolin WENZEL³⁾. Ebenfalls im Mutterkorn gefunden, von dem Ergotin nur dadurch verschieden, dass die Lösungen der freien Base wie der salzsauren Salze durch Quecksilberchlorid auch aus saurer Lösung, durch Platinchlorid dunkelgelb, durch Cyankalium weiss gefällt werden. Durch conc. Schwefelsäure wird es mit dunkel rosenrother Farbe gelöst.

Vielleicht sind Ergotin und Ecbolin identische Substanzen³⁾.

9) Picrosclerotin, DRAGENDORFF. Ein sehr giftiges Alkaloid, das ebenfalls im Mutterkorn vorkommt, aber noch nicht in zur Untersuchung ausreichender Menge gewonnen wurde.

10) Cornutin, KOBERT⁴⁾. Ein sehr giftiges, ebenfalls aus Mutterkorn-Sclerotien isolirtes Alkaloid, das sich in dem salzsauren Auszuge derselben findet. Nach annähernder Neutralisation mit Natriumcarbonat dunstet man denselben ein und extrahirt mit Alkohol. Letzterer wird abdestillirt und der mit Natriumcarbonat alkalisirte Rückstand mit Essigäther extrahirt, worauf man dem mit Wasser gewaschenen Essigäther das Alkaloid durch Schütteln mit Salzsäure- oder Citronensäure-haltigem Wasser entzieht.

¹⁾ Repert. d. Pharm. Ser. 4. Bd. 3, pag. 708. Journ. de Pharm. et Chim. Bd. 28. pag. 182. Bd. 24, pag. 265. Bd. 27. pag. 320.

²⁾ Americ. Journ. Pharm. Bd. 36, pag. 193. — Vierteljahrsschr. f. pract. Pharm. Bd. 14. pag. 18. — S. auch MANASSEWITZ, Zeitschr. J. Chem. 1868, pag. 154.

³⁾ Vergl. BLUMBERG, Dissertation über die Alkaloide des Mutterkorns. Dorpat, 1878.

⁴⁾ Ueber die Bestandtheile und Wirkungen des Mutterkorns. Arch. f. exp. Pathol. Bd. 18, pag. 316—380.

11) Cholin wurde von HARNACK im Fliegenschwamm, von R. BOEHM¹⁾ in *Boletus luridus* (Hexenpilz) und *Amanita pantherina* (Pantherschwamm) gefunden, hier zu ca. 0.1% der Trockensubstanz; von BÖHM und KÜLZ²⁾ auch in der essbaren Morchel (*Helvella esculenta*).

12) Ustilagin haben RADEMAKER u. FISCHER³⁾ ein Alkaloïd genannt, das sie aus dem Maisbrand (*Ustilago Maydis*) isolirten. Es besitzt intensiv bitteren Geschmack, ist in Aether und Wasser leicht löslich und bildet in Wasser lösliche Salze, deren Lösungen durch Kaliumquecksilberjodid gefällt werden. In conc. Schwefelsäure löst es sich mit dunkler Farbe, welche allmählich in intensives Grün übergeht, durch Eisenchlorid wird es dunkelroth. Auch Trimethylamin wurde in dem Pilz gefunden.

X. Gallenstoffe.

Cholesterin, (C₂₆H₄₄O). Dieser bekanntlich in der Galle der höheren Thiere (Gallenfett) sowie in Samen der höheren Pflanzen (z. B. Bohnen, Erbsen) etc. vorkommende Körper wurde auch bei Pilzen bereits nachgewiesen und dürfte sich hier einer grösseren Verbreitung erfreuen. STAHL und HÖHN⁴⁾ sowie GANSER⁵⁾ constatirten sein Auftreten in den Sclerotien des Mutterkorns (*Claviceps purpurea*), woselbst er aber nur zu 0.036% vorhanden. Im Fruchtkörper des Lärchenschwammes (*Polyporus officinalis*) wies ihn SCHMIEDER⁶⁾ nach. Auch in den Zellen der Bierhefe ist er gefunden worden und zwar von O. Löw.⁷⁾

Einen dem Ch. nahestehenden Stoff fand BÖHM⁸⁾ im Hexenpilz (*Boletus luridus*).

Das Ch. bildet farblose, glänzende, rhombische Blättchen oder Nadeln, ist geschmack- und geruchlos, unlöslich in Wasser, löslich in Alkohol, Aether und fetten Oelen, und schmilzt bei 145°. Mischt man eine Chloroformlösung mit conc. Schwefelsäure, so färbt sich dieselbe blutroth. — Zum Nachweis von Cholesterin in Fetten der Hutpilze etc. schmilzt man das Fett im zugeschmolzenen Rohr mit Benzoësäure oder Benzoësäureanhydrid zusammen, wodurch Cholesterinbenzoat entsteht, das in siedendem Alkohol fast unlöslich ist, aus Aether in charakteristischen rechtwinkligen Tafeln krystallisirt (SCHULZE in BEILSTEIN's Handb. Bd. II).

XI. Eiweissstoffe (Proteinstoffe, Albuminate), Amide und Verwandte.

1. Eiweissstoffe.

Auf den Gehalt an Eiweissstoffen sind bisher fast ausschliesslich nur die Früchte der höheren Pilze und zwar der Hutpilze, Bauchpilze, Morcheln und Trüffeln untersucht worden, einmal, weil sich von den in Betracht kommenden Species leicht genügende Mengen von Material beschaffen lassen und andererseits, weil solche Untersuchungen in die Nahrungsmittel lehre hineinschlagen, also

¹⁾ Arch. f. exp. Pathol., Bd. 19, pag. 60.

²⁾ Arch. f. exp. Path. 19.

³⁾ Ueber Ustilagin und die andern Bestandtheile von *Ustilago Maydis*, Zeitschr. d. östr. Apoth.-Vereins, Bd. 41. 419—421 (Chem. Centralbl. 1887, pag. 1257).

⁴⁾ Arch. f. Pharm., Bd. 187, pag. 36.

⁵⁾ Arch. d. Pharm. 1871.

⁶⁾ Chem. Bestandtheile des Polyp. officinalis. Arch. d. Pharm. Bd. 224. (1886) pag. 648.

⁷⁾ NÄGELI, Ueber die chem. Zusammensetzung der Hefe. Sitzungsber. d. Münchener Akademie, 4. Mai 1878. Vorher schon hatte HOPPE-SEYLER »Ueber die Constitution des Eiters.« Med.-chem. Unters. Heft 4. pag. 500, Cholesterin aus Hefe isolirt.

⁸⁾ Arch. f. exp. Pathol., Bd. 19, pag. 64.

von praktischem Interesse sind. Es hat sich hierbei gezeigt, dass die genannten höheren Pilzformen mit relativ grossen Quantitäten von Proteinkörpern ausgestattet sind, wie man am besten aus folgenden Tabellen ersehen wird.

Der Eiweissgehalt erwachsener Exemplare auf Trockensubstanz berechnet, beträgt nach LOESECKE für

1. <i>Fistulina hepatica</i>	10,60	9. <i>Agaricus caperatus</i>	20,53
2. <i>Clavaria Botrytis</i>	12,32	10. <i>Boletus luteus</i>	22,24
3. <i>Polyporus ovinus</i>	13,34	11. <i>Agaricus ulmarius</i>	26,26
4. <i>Boletus granulatus</i>	14,02	12. „ „ <i>procerus</i>	29,08
5. <i>Agaricus melleus</i>	16,26	13. „ „ <i>oreades</i>	35,57
6. <i>Boletus bovinus</i>	17,24	14. „ „ <i>prunulus</i>	38,32
7. <i>Agaricus mutabilis</i>	19,73	15. „ „ <i>excoriatus</i>	30,79
8. <i>Boletus elegans</i>	21,21	16. <i>Lycoperdon Bovista</i>	50,64

nach KOHLRAUSCH für:

17. <i>Boletus edulis</i>	22,82	20. <i>Morchella esculenta</i>	33,90
18. <i>Cantharellus cibarius</i>	23,43	21. <i>Tuber cibarium</i>	36,32
19. <i>Clavaria flava</i>	24,43		

nach SIEGEL für:

22. <i>Morchella conica</i>	36,25	24. <i>Agaricus campestris</i>	20,63
23. <i>Helvella esculenta</i>	26,31		

Der Eiweissgehalt junger Exemplare, auf Trockensubstanz berechnet, beträgt nach MARGEWICZ für

1. <i>Boletus scaber</i> BULL.	Stiel 29,87 Hut 44,99	8. <i>Boletus subtomentosus</i> L.	Stiel 35,38 Hut 39,85
2. „ <i>edulis</i> BULL.	Stiel 30,73 Hut 43,90	9. <i>Agaricus melleus</i> VAHL.	Stiel 26,91 Hut 28,16
3. <i>Agaricus controversus</i> PERS.	Stiel 37,47 Hut 39,49	10. <i>Boletus aurantiacus</i> SCHÄFF.	Stiel 36,67 Hut 40,91
4. „ <i>terminosus</i> SCHÄFF.	Stiel 35,71 Hut 39,14	11. <i>Agaricus deliciosus</i> L.	Stiel 34,28 Hut 38,12
5. „ <i>piperatus</i> PERS.	Stiel 26,37 Hut 32,21	12. „ <i>russula</i> SCHÄFF.	Stiel 27,00 Hut 29,22
6. <i>Cantharellus cibarius</i> FR.	Stiel 28,35 Hut 27,77	13. <i>Boletus scaber</i> BULL.	Oberer Theil des Hutes 40,89 Unterer Theil (Hymenium) 46,98
7. <i>Boletus luteus</i> L.	Stiel 32,57 Hut 40,74	14. <i>Boletus edulis</i> BULL.	Oberer Theil des Hutes 36,91 Unterer Theil (Hymenium) 48,74
		15. <i>Boletus aurantiacus</i> SCHÄFF.	Oberer Huttheil 38,27 Hymenium 45,18

Auf diesem Reichthum an Proteinstoffen beruht zu einem wesentlichen Theile der Werth der höheren Pilze als Nahrungsmittel.

Aber auch Hefe- und Schimmelpilze scheinen nach den wenigen bisherigen Untersuchungen ziemlich eiweissreich zu sein. Eine von NÄGELI¹⁾ unter-

¹⁾ Sitzungsber. d. Münchener Akad. 1878. Maiheft.

suchte Unterhefe enthielt 50%, der von SIEBER¹⁾ geprüfte (freilich nicht in Reinzucht gewonnene) *Aspergillus glaucus* 28,9% Proteinstoffe auf Trockensubstanz berechnet.

Ueber die verschiedenen Arten der pilzlichen Eiweissstoffe fehlen noch nähere Untersuchungen. Aus den Zellen einer Hefe gewann NENCKI²⁾ durch Auskochen der Zellen mit Salzsäure und Fällen mit Steinsalz einen Proteinkörper, der sich als mit dem in Spaltpilzzellen von ihm entdeckten Mycoprotein identisch erwies. Nach der Annahme VAN TIEGHEM's bestehen die Proteinkrystalle, welche KLEIN und er bei vielen Mucoraceen nachwies, aus einem besonderen Proteinstoffe, den er »Mucorin« nannte. (Vergl. Krystalloide, pag. 373). Doch fehlt eine nähere Rechtfertigung dieser Namengebung. Es dürfte auch schwer halten, diese winzigen Körperchen für eine Analyse zu isoliren.

Nuclein ist von HOPPE-SEYLER aus der Bierhefe gewonnen worden. Es wird wohl in den Kernen aller Pilzzellen vorhanden sein.

2. Peptone.

Den Eiweissstoffen verwandte Körper, welche dadurch entstehen, dass gewisse (peptonisirende) Fermente auf Albuminate einwirken.³⁾ Wahrscheinlich liefern verschiedene Albuminate der Pilze verschiedene Peptone. Man hat Peptone bestimmt nachgewiesen in der Hefe (in einer Bierhefe, die NÄGELI und LÖW untersuchten, waren sie zu 2% vorhanden). Sie kommen aber jedenfalls in allen Pilzen vor, welche peptonisirende Fermente produciren und gleichzeitig Eiweissstoffe zur Nahrung haben. Die Peptone sind stets amorph und in Wasser, sowie verdünntem Weingeist löslich.

3. Spaltungsprodukte der Eiweissstoffe.

Die von A. KOSSEL aus Presshefe gewonnenen Stoffe: Xanthin, Hypoxanthin,⁴⁾ Adenin⁵⁾ und Guanin stellen wahrscheinlich Spaltungsprodukte des Nucleins dar. (Sie waren früher nur aus dem Thierreich bekannt).

Lecithin wurde von HOPPE-SEILER⁶⁾ in der Bierhefe nachgewiesen.

Leucin haben BURGEMEISTER und BUCHHEIM⁷⁾ im Mutterkorn, NÄGELI und LÖW in einer Bierhefe gefunden.

4. Fermente.

Vergl. das Kapitel: Zur Ausscheidung kommende Stoffwechselprodukte.

II. Die Nährstoffe.

Wir haben im Vorstehenden gesehen, dass die Zellen der Pilze sehr zahlreiche anorganische und organische Stoffe enthalten. Damit wissen wir aber noch nicht, welche Stoffe diesen Pflanzen als Nahrung dienen, in welchen Quantitäten sie ihnen geboten werden müssen, in welcher Form dieselben in die Pilzzellen hineingelangen und welche Stoffe zur Ernährung nöthig sind, welche nicht.

¹⁾ Journ. f. pract. Chem. II. Bd. pag. 23. 412.

²⁾ Beiträge z. Biologie der Spaltpilze 1880. pag. 48.

³⁾ Die andere Entstehungsweise, nämlich durch Einwirkung stark verdünnter Säuren oder Alkalien auf Eiweisskörper kommt hier zunächst nicht in Betracht.

⁴⁾ Ueber die Verbreitung des Hypoxanthins im Thier- und Pflanzenreich. Zeitschr. f. physiol. Chem. Bd. V. — Ueber Xanthin und Hypoxanthin. Das. Bd. VI.

⁵⁾ Ueber eine neue Base im Thierkörper. Ber. d. deutsch. chem. Ges. XVIII (1885) pag. 79—81.

⁶⁾ Zeitschr. f. phys. Chem. Bd. 2, pag. 427 u. Bd. 3. pag. 374—380.

⁷⁾ FLÜCKIGER, Pharmak. d. Pflanzenreichs. 2. Aufl. pag. 263.

Ueber alle diese Fragen kann nur das Experiment entscheiden, nicht die Analyse.

A priori ist nur klar, erstens, dass die Pilze nicht im Stande sind, organische Substanz selbst zu erzeugen (weil sie chlorophyllos sind), dass sie vielmehr die nöthige organische Substanz in fertigem Zustande von aussen beziehen müssen (aus pflanzlichen, thierischen Körpern oder deren Produkten) und zweitens, dass sie Wasser und anorganische Stoffe nöthig haben, weil deren jeder Organismus bedarf, abgesehen davon, dass wir letztere auch in der Asche vorfinden.

Versuche über die Frage, welche organischen und anorganischen Stoffe die Pilze als Nahrung verwenden können, resp. nöthig haben, sind zuerst von PASTEUR und RAULIN¹⁾ und später insbesondere von NÄGELI und zwar in ausgedehnter und exacter Weise angestellt worden, sodass unsere, im folgenden dargestellte Kenntniss über die Ernährung der Pilze fast ausschliesslich auf den Experimenten²⁾ und Resultaten dieses Forschers beruht, und seine Untersuchungen zugleich die Fingerzeige für eine weitere Forschung auf diesem Gebiete enthalten.

1. Die anorganischen Nährstoffe (Mineralstoffe).

Wie die Spaltpilze (Schizomyceten) so können auch die eigentlichen Pilze (Eumyceten) mit 4 Elementen auskommen: 1. Schwefel, 2. Phosphor, 3. einem der Elemente Kalium, Rubidium, Caesium. 4. einem der Elemente Calcium, Magnesium, Baryum, Strontium (während die höheren, grünen Pflanzen Calcium und Magnesium und ausserdem noch Chlor, Eisen und Silicium bedürfen.³⁾)

Der Schwefel kann nach NÄGELI³⁾ aus Sulfaten, Sulfiten und Hyposulfiten entnommen werden, wahrscheinlich auch aus Sulfosäuren, dagegen nicht aus Sulfoharnstoff und Rhodammonium. Sind den Pilzen Eiweissstoffe zugänglich, so können diese als Schwefelquelle dienen. Ob das in Rede stehende Element von gewissen Pilzen etwa auch aus Schwefelwasserstoff entnommen werden kann, ist noch nicht geprüft. (Entscheidende Culturversuche bezüglich der Schwefelentnahme sind z. Th. schwierig, weil gewisse Substanzen, die man bei der Cultur verwendet, z. B. Zucker, Schwefel als Verunreinigung enthalten können). Zur Bildung von Eiweissstoffen ist der Schwefel unentbehrlich.

Das Kalium kann nach NÄGELI nicht durch Natrium, Lithium, Baryum, Strontium, Calcium, Magnesium, Ammonium ersetzt werden, wohl aber durch Rubidium und Caesium. Salze der beiden letzteren Elemente nähren ebenso gut, wo nicht besser als Kalisalze.⁴⁾

Man bietet den Pilzen das Kalium in Form von Dikaliumphosphat (K_2HPO_4) oder von saurem phosphorsauren Kali (KH_2PO_4) oder von Kaliumsulfat (K_2SO_4) oder Kaliumnitrat (KNO_3).

¹⁾ Compt. rend. t. 56 pag. 229.

²⁾ Es ist übrigens zu bemerken, dass NÄGELI's Versuche, wie es scheint, ausschliesslich am Brotschimmel (*Penicillium glaucum*) angestellt sind.

³⁾ l. c. pag. 54 u. 73.

⁴⁾ Hiervon existirt nach WINOGRADSKI (Ueber die Wirkung äusserer Einflüsse auf die Entwicklung von *Mycoderma vini*, Bot. Centralbl. Bd. XX. [1884.] pag. 165) in Bezug auf *Mycoderma vini* insofern eine Ausnahme, als bei der Ernährung dieses Pilzes das Kalium zwar durch Rubidium, aber nicht durch Caesium vertreten werden kann.

Die Elemente Magnesium und Calcium können nach NÄGELI einander ersetzen; ebenso können sie durch Baryum oder Strontium ersetzt werden¹⁾, nicht aber durch Kalium etc. Bei den Kulturen verwendet man Magnesium als Sulfat ($MgSO_4$) und Calcium als Chlorcalcium (Cl_2Ca) oder Calciumnitrat ($Ca(NO_3)_2$) oder dreibasisch phosphorsauren Kalk ($Ca_3P_2O_8$).

2. Die organischen Nährstoffe.

Die Pilze sind sowohl auf stickstoff-, als auf kohlenstoffhaltige organische Verbindungen angewiesen.

Was zunächst die Quellen des Kohlenstoffs anbetrifft, so kann derselbe nach NÄGELI einer grossen Anzahl von organischen Verbindungen entnommen werden. Es ernähren bei Zutritt von Luft fast alle Kohlenstoffverbindungen, sofern sie in Wasser löslich und nicht allzu giftig sind. Von schwach giftigen Kohlenstoffverbindungen ernähren beispielsweise: Aethylalkohol, Essigsäure, von stärker giftigen: Phenol (Carbolsäure), Salicylsäure, Benzoësäure. Doch giebt es nach NÄGELI einige Verbindungen, aus denen, trotz ihrer nahen chemischen Verwandtschaft mit nährenden Substanzen, die Pilze den Kohlenstoff nicht zu assimilieren vermögen. Dahin sollen, ausser den unorganischen Verbindungen Kohlensäure und Cyan, nach NÄGELI Harnstoff, Ameisensäure, Oxalsäure, Oxamid gehören; ferner selbstverständlich die in Wasser unlöslichen höheren Fettsäuren und die Huminsubstanzen, sofern sie ebenfalls wasserunlöslich erscheinen.

Dagegen wurde von DIAKONOW²⁾ neuerdings nachgewiesen, dass *Penicillium glaucum* auch aus Ameisensäure und aus Harnstoff seinen Kohlenstoffbedarf zu decken vermag.

Bezüglich der Ernährungstüchtigkeit macht sich, wie von vornherein zu erwarten, unter verschiedenen Kohlenstoffverbindungen eine grosse Verschiedenheit geltend. Nach seinen Erfahrungen in dieser Beziehung ordnete NÄGELI die Kohlenstoffquellen in folgende, natürlich nur bedingte Gültigkeit beanspruchende Reihe:³⁾

1. Die Zuckerarten.
2. Mannit, Glycerin; die Kohlenstoffgruppe im Leucin.
3. Weinsäure, Citronensäure, Bernsteinsäure; die Kohlenstoffgruppe im Asparagin.
4. Essigsäure, Aethylalkohol, Chinasäure.
5. Benzoësäure, Salicylsäure, die Kohlenstoffgruppe im Propylamin.
6. Die Kohlenstoffgruppe im Methylamin; Phenol.

Die Zuckerarten, insbesondere Traubenzucker, sind daher als die besten Kohlenstoffquellen anzusehen.

¹⁾ *Mycoderma vini* hat indessen (nach WINOGRADSKI l. c.) Magnesium durchaus nöthig, während Calcium für dasselbe bedeutungslos sei. Es wurden nämlich von W. 4 vergleichende Culturen angestellt, in denen die Nährflüssigkeiten gleiche Mengen organischer Stoffe, sowie von Phosphorsäure und Chlorkalium enthielten, und nur in den Salzen alkalischer Erden von einander verschieden waren. Kolben I enthielt $MgSO_4$, Kolben II. $CaSO_4$, Kolben III $SrSO_4$, Kolben IV nur K_2SO_4 zur Controle. Nur in Kolben I entwickelte sich eine schöne Haut, während in den übrigen gar keine Entwicklung stattfand.

²⁾ Organische Substanz als Nährsubstanz. Berichte d. deutsch. bot. Ges. Bd. 5 (1887), pag. 380–387.

³⁾ Eine Gährthätigkeit der Zellen, sowie giftige Wirkungen hervorbringende Concentration einzelner Verbindungen ist dabei ausgeschlossen gedacht.

Was sodann die Stickstoff-Quellen anbelangt, so dienen als solche in allererster Linie alle löslichen Eiweisssubstanzen und Peptone; dann folgt Harnstoff, sodann kommen die Ammoniaksalze (weinsaures, milchsaures, essigsaures, bernsteinsaures, salicylsaures, phosphorsaures Ammoniak, Salmiak etc.) und wenn wir von den Hefepilzen absehen, z. Th. auch salpetersaure Salze, sodann Acetamid, Methylamin (salzsaures), Aethylamin (salzsaures), Trimethylamin, Propylamin, Asparagin, Leucin (die sämmtlich zugleich als Kohlenstoff-Quelle dienen) und Oxamid in Betracht.

Freier Stickstoff kann als solcher nicht assimiliert werden, ebensowenig der an Kohlenstoff gebundene Stickstoff im Cyan und der an Sauerstoff gebundene; wenigstens geben Picrinsäure und Nitrobenzoësäure schlechte N-Nahrung.

3. Mengenverhältnisse und Combinationen der Nährstoffe.

Die Mineralstoffe wirken nur dann günstig auf die Ernährung, wenn sie in relativ geringer Menge geboten werden, wofür übrigens schon in dem relativ geringen Aschengehalt der frischen Pilzmasse eine Hindeutung gegeben ist. Man wendet daher gewöhnlich nur 0,2–0,5% an Nährsalzen an. Doch können manche Pilze einen grösseren Procentsatz vertragen, zumal wenn sie gleichzeitig gut nährnde Kohlenstoff- oder Stickstoffverbindungen (z. B. Zucker, Pepton) zur Verfügung haben. Ein Beispiel dieser Art ist die Bierhefe, der man die mineralischen Nährstoffe gewöhnlich zu 0,8–1% darbietet, wenn sie gleichzeitig sehr gute Kohlenstoff- und Stickstoffnahrung (z. B. 15% Zucker und 1% weinsaures Ammoniak) erhält. Welche Nährsalzmenge für jeden Pilz die geeignetste ist (Concentrationsoptima der Mineralstoffe) bedarf besonderer Feststellung, weil die verschiedenen Pilze sich hierin verschieden verhalten, entsprechend der Verschiedenheit ihres Aschengehalts.

Die Nährsalze müssen ferner bezüglich der Quantität in einem gewissen Verhältniss zu einander stehen; und zwar ist vor allen Dingen zu beachten, dass Kali und Phosphorsäure in der Pilzasche relativ reichlich vorhanden sind (vergl. pag. 388) dementsprechend auch gegen die übrigen Aschenbestandtheile vorwiegen müssen.

In praxi gestalten sich die Zusammensetzungen der Nährlösungen mit Bezug auf die Nährsalze gewöhnlich folgendermassen:

I.			
Dikaliumphosphat	K_2HPO_4	0,2	Grm.
Magnesiumsulfat	$Mg SO_4$	0,04	„
Chlorcalcium	$Ca Cl_2$	0,02	„
auf 100 Grm. Wasser.			
II.			
Monokaliumphosphat	KH_2PO_4	0,5	Grm.
	$Ca_3P_2 O_8$	0,05	„
Magnesiumsulfat	$Mg S O_4$	0,25 ¹⁾	„
auf 100 Grm. Wasser.			

Statt dieser künstlichen Zusammensetzungen kann man auch, speciell für Schimmelpilze, natürliche Aschen zu 0,2–0,5% verwenden, insbesondere (nach NÄGELI) Hefenaschen oder Erbsenasche (zu 0,4%), ersterer setzt man aber am Besten, da sie schwefelfrei ist, etwas K_2SO_4 zu, letztere neutralisirt man mit Phosphorsäure. Tabaksasche scheint nach NÄGELI nicht gut zu ernähren.

¹⁾ oder krystallisirte schwefelsaure Magnesia $7H_2O$ enthaltend 0,5 Grm.

Am allerbequemsten ist es ferner, die Nährsalze in Form von LIEBIG'schem Fleischextract zu verwenden, und zwar (da dieses Extract etwa 0,2—0,5% Mineralstoffe enthält¹⁾) auf je 100 Grm Wasser 1—2 Grm.

Die Kohlenstoff- und Stickstoffquellen wendet man mit Vortheil in combinirter Form an. NÄGELI hat nach seinen Erfahrungen folgende von besser- zu schlechter-nährenden Substanzen fortschreitende Reihe solcher Combinationen aufgestellt;

1. Eiweiss (Pepton) und Zucker.
2. Leucin und Zucker.
3. Weinsaures Ammoniak (oder Salmiak) und Zucker.
4. Eiweiss (Pepton).
5. Leucin.
6. Weinsaures Ammoniak, bernsteinsaures Ammoniak, Asparagin.
7. Essigsaures Ammoniak.

Für Denjenigen, der nicht ernährungsphysiologische Versuche anstellen, sondern nur eine gute Pilzentwicklung erzielen will, empfiehlt es sich, die am besten nährnde Combination 1 oder allenfalls 3 zu wählen, und zwar nimmt man 1—2% Pepton und 5—15% Zucker — resp. 1% weinsaures Ammoniak und 5—15% Zucker.

Aus alle dem bisher Gesagten ergeben sich folgende Nährlösungs-Recepte:

I.			
Zucker	5—15	Gr.	
Pepton	1—2	„	
Dikaliumphosphat K_2HPO_4	0,2	„	} oder statt dessen 1 Gr. LIEBIG'sches Fleischextract.
Magnesiumsulfat $MgSO_4$	0,04	„	
Chlorcalcium $CaCl_2$	0,02	„	
<hr/> auf 100 Gr. Wasser.			

II.			
Zucker	10—20	Gr.	
Pepton	1—2	„	
Monokaliumphosphat KH_2PO_4	0,5	„	} oder statt dessen 2 Gr. LIEBIG'sches Fleischextract.
Tricalciumphosphat $Ca_3P_2O_8$	0,05	„	
Magnesiumsulfat $MgSO_4$	0,25 ²⁾	„	
<hr/> auf 100 Gr. Wasser.			

III.		
Zucker	15	Gr.
Weinsaures Ammoniak . . .	1	„
Monokaliumphosphat, KH_2PO_4	0,5	„
Tricalciumphosphat, $Ca_3P_2O_8$	0,05	„
Magnesiumsulfat, $MgSO_4$	0,25 ³⁾	„
<hr/>		
auf 100 Gr. Wasser.		

nach MAYER;
für gährungsfähige Hefepilze be-
sonders geeignet.³⁾

¹⁾ Das Mittel aus 2 WILDT'schen (in KÖNIG's Nahrungs- und Genussmittel aufgeführten) Analysen vom LIEBIG'schen Fleischextract beträgt:

		In der Trockensubstanz.				
Wasser	Asche	Organ. Subst.	In letzterer Stickstoff	in Alkohol von 80% lösl.	Stickstoff	Organ. Substanz
24,25	22,28	53,47	8,50	65,21	22,54	70,64

²⁾ oder krystallisirte schwefelsaure Magnesia, $7H_2O$ enthaltend, 0,5 Gr.

³⁾ Will man einen Pilz überhaupt erst auf Gährungsfähigkeit prüfen, so nehme man von Zuckerarten (für Nährlösung I—III) stets Traubenzucker, da man nie im Voraus wissen kann, ob der betreffende Pilz Rohrzucker oder Malzzucker zu invertiren im Stande ist.

Vorstehende Lösungen sind so zusammengesetzt, dass sie etwa das durchschnittliche Concentrationsoptimum repräsentiren. Doch ist nicht zu vergessen, dass dieses Optimum bei den verschiedenen Pilzen nicht unerheblich schwankt. Viele gewöhnliche Schimmel gedeihen noch ganz vorzüglich, wenn man die genannten Lösungen statt mit 100 mit 50 oder selbst nur mit 40 Gr. Wasser anstellt. Solche mehr concentrirten Lösungen bieten nebenbei noch den Vortheil, dass sie die gegen höhere Concentrationsgrade ziemlich empfindlichen Spaltpilze, z. Th. auch Sprosspilze, nicht zur Entwicklung kommen lassen.

Andererseits aber giebt es Pilze, welche noch etwas grössere Verdünnung der oben genannten Lösungen vorziehen, also statt 100 Gr. etwa 125—150 Gr. Wasser verlangen. Es scheinen das namentlich solche Formen zu sein, welche reichen Wassergehalt besitzen.

Einfacher darzustellende Lösungen. Da in den Säften von Pflanzen und Thieren sowohl alle die Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen, als auch die Mineralsalze vorhanden sind, deren die Pilze benöthigt sind, so kann man sich durch Extraction vegetabilischer oder animalischer Theile mit kaltem oder heissem Wasser oder durch Auspressen derselben leicht passende Nährflüssigkeiten herstellen. Sie sind denn auch sehr in Aufnahme gekommen, namentlich seit BREFELD sie in rationeller Weise verworthe und sehr gute Culturresultate erzielte. Besonders viel gebraucht werden Decocte von Früchten, speciell Pflaumen, von Pferdemeist, fleischigen Wurzeln, Brod, Malz (Malzextract, Bierwürze), Samen etc.

Es lassen sich übrigens gewisse Pilze, die auf lebenden oder gewissen toden vegetabilischen oder animalischen Theilen wachsen, in den oben genannten künstlichen Nährmedien überhaupt nicht zur Entwicklung bringen, während Extracte oder Decocte der von diesen Pilzen bewohnten natürlichen Substrate meistens eine Entwicklung ermöglichen.

Was die Concentration jener Auszüge betrifft, so hat man das Optimum auszuprobiren. Bei Fruchtsäften kann man so verfahren, dass man sie zuerst zu grösster Syrupdicke eindampft¹⁾ und dann auf 100 Grm. Wasser 10—20 Grm. nimmt. Für manche Schimmel kann man aber auch hier auf 30—40% gehen mit dem günstigsten Erfolg.

4. Reaction des Nährgemisches.

Man nimmt an, dass im Allgemeinen die echten Pilze eines sauren Substrates bedürfen oder doch hier am besten gedeihen. Für die gewöhnlichen Schimmelpilze trifft dies zu, aber man darf nicht vergessen, dass es eine sehr grosse Anzahl von Pilzen giebt, die auf sauren Substraten absolut nicht gedeihen wollen²⁾, im günstigsten Falle ein kümmerliches Dasein fristen. Es ist daher durchaus nöthig, in jedem speciellen Falle durch Vorversuche zu prüfen, ob saure, neutrale oder alkalische Reaction sich am günstigsten erweist, resp. allein zulässig ist.

Stellen sich saure und alkalische Reaction gleich günstig, so wähle man immer die erstere, um die Spaltpilze leichter abhalten zu können.

¹⁾ Schon um sie haltbarer zu machen.

²⁾ Hierher gehören viele Basidiomyceten, zahlreiche Hyphomyceten, Saprolegnien etc.

III. Stoff-Umwandlung, -Speicherung, -Ausscheidung.

A. Stoffumwandlung.

1. Fettbildung.

An der Hand der bestimmten Fragestellung, aus welchen Stoffen die Pilze Fett zu bilden vermögen, hat NÄGELI in einer ausgezeichneten Untersuchung¹⁾ welche indessen auf niedere Pilze (Hefe, Schimmelpilze) beschränkt blieb, folgende wichtige Resultate gewonnen:

Material zur Fettbildung können liefern: 1) stickstoffhaltige Verbindungen, sowohl Albuminate (speciell Peptone), als auch Asparagin, Leucin, Ammoniak- und salpetersaure Salze; 2) kohlenstoffhaltige Verbindungen, besonders Kohlehydrate (Zucker), aber auch mehrwerthige Alkohole (Mannit, Glycerin) und Fettsäuren (Essigsäure, Weinsäure etc.).

Aller Wahrscheinlichkeit nach werden Untersuchungen über höhere fettbildende Pilze zu demselben Ergebniss führen.

Nach meinen Beobachtungen an *Arthrotrix oligospora* kann auch thierisches Fett Material für die Fettbildung abgeben. Der genannte Schimmelpilz dringt nämlich ins Innere von Anguillulen ein, durchzieht dasselbe und bringt es zur »fettigen Degeneration«, wobei grosse Fettmassen gebildet werden. Dieses Fett zehrt der Pilz allmählich auf und verwendet es im Inhalt seiner Zellen, speciell der Dauersporen, z. Th. zur Bildung grosser Fetttropfen.

Ueber die Art und Weise, wie die chemische Umsetzung jener Materialien vor sich geht, fehlt jeder Anhalt.

Nach NÄGELI steht die Fettbildung in einer gewissen Beziehung zur Respiration. Sie findet nämlich, wie es scheint, nur bei Sauerstoffzufuhr statt, am reichlichsten, wenn die Pilztheile an der Oberfläche der Substrate wachsen, wo sie in unmittelbarem Contact mit der Luft stehen.

Nicht zu verwechseln mit der normalen Fettbildung ist die abnorme. Hier wird Fett ausschliesslich auf Kosten der Eiweisskörper des Zellinhalts gebildet, wobei die Zellen allmählich absterben (fettige Degeneration, Involution). Sie scheint besonders an untergetauchten Mycelien unter sehr mangelhafter Ernährung vorzukommen, speciell beim Mangel an Nährsalzen. Ausserdem findet sie statt, wenn bei der Concurrenz der Schimmelpilze mit Spaltpilzen letztere die Oberhand gewinnen und jenen die Nährmaterialien hinwegnehmen. In einem Versuche NÄGELI und LÖW's (l. c.) betrug die Fettmasse des normalen *Penicillium*-Mycels 18,50%, die des fettig degenerirten 50,54%, also nahezu das Dreifache.

2. Mannitbildung.

Da nach MÜNTZ²⁾ gewisse Pilze, wie z. B. der *Agaricus sulfureus* im jungen Zustand Mycose, in späteren Stadien aber statt deren Mannit führen, so hat es den Anschein, als ob Mannit aus Mycose hervorgehen kann. (Doch entsteht Mannit, wie PFEFFER³⁾ mit Recht betont, gewiss nicht immer aus Mycose, da manche Hutpilze, wie z. B. der Champignon (*Agaricus campestris*) in allen Alterszuständen nur Mannit führen).

Nach MÜNTZ bildet *Penicillium glaucum* Mannit sowohl aus Kohlehydraten (Traubenzucker, Stärke, Fruchtsäften) als auch aus Fettsäuren (Weinsäure).

¹⁾ Ueber die Fettbildung bei niederen Pilzen. Sitzungsber. der Münchener Akademie 1882. (der chemische Theil von O. LÖW bearbeitet). Abgedruckt in NÄGELI, Untersuchungen über niedere Pilze. München 1882.

²⁾ Ann. de chimie et de phys. V. sér. Bd. 8, pag. 60.

³⁾ Physiologie. I. pag. 285.

3. Mycose- (Trehalose-) Bildung.

Aus welchen Stoffen Pilze Mycose erzeugen können, ist erst noch experimentell festzustellen. MÜNTZ¹⁾ fand, dass *Mucor Mucedo* Mycose bildete, sowohl wenn er auf Pferdemit, als auf faulenden Bohnen und auf Rapssamen cultivirt wurde.

4. Glycogenbildung.

Untersuchungen über die Stoffe, aus welchen Glycogen (siehe pag. 393) gebildet wird, sind von LAURENT²⁾ bezüglich einer »Oberhefe« angestellt worden mit dem Resultat, dass von Eiweissstoffen Pepton, von Kohlenstoffverbindungen Amygdalin, Salicin, Arbutin, Coniferin, Aesculin, Glycogen, Dextrin, Maltose, Saccharose, Galactose, Dextrose, Calciumsaccharat, Mannit, Glycerin einen »Ansatz« von Glycogen bewirken.

ERRERA vermuthet, dass das Glycogen, ähnlich wie die Stärke, in Traubenzucker umgewandelt werden kann. Das Glycogen scheint eine Umwandlung in Fett erfahren zu können. Denn in den Schläuchen vieler Ascomyceten, die zumeist reich an Glycogen sind, findet sich später in den Sporen statt dieses Stoffes reichlich Fett.

5. Oxalsäurebildung.

Da die Oxalsäure auf rein chemischem (künstlichem) Wege aus Kohlehydraten und verwandten Kohlenstoffverbindungen auf dem Wege der Oxydation entsteht, so ist es von vornherein wahrscheinlich, dass sie auch in pflanzlichen, speciell pilzlichen Zellen durch Oxydation jener Stoffe gebildet wird. Doch fehlten bisher noch ausreichende Untersuchungen hierüber. Denn durch DE BARY³⁾, dem Einzigen, der sich mit dieser Frage beschäftigte, wurde nur ermittelt, dass *Peziza Sclerotiorum* Oxalsäure aus Traubenzucker erzeugen kann. Ich selbst⁴⁾ habe (daher eine Untersuchungsreihe in dieser Richtung mit einem ächten *Saccharomyces S. Hansenii*) vorgenommen (der kein Alkoholbildner ist) und gefunden, dass dieser Pilz sowohl Kohlehydrate der Traubenzuckergruppe (Galactose, Traubenzucker), der Rohrzuckergruppe (Rohrzucker, Milchzucker, Maltose) und der Cellulosegruppe (Dextrin,) als auch mehrwerthige Alkohole (Dulcit, Mannit, Glycerin) zu Oxalsäure zu oxydiren vermag.

6. Harzbildung.

Aus welchen Stoffen Harze entstehen, ist noch nicht sichergestellt. Die Chemiker nehmen als wahrscheinlich an, dass sie aus ätherischen Oelen hervorgehen und es ist in der That nachgewiesen, dass manche ätherischen Oele bei Luftzutritt sich verdicken und den Charakter von Harzen annehmen können. Nach WIESNERS⁵⁾ und Anderer Ansicht gehen sie aus Cellulose und (was bei Pilzen natürlich nicht in Betracht kommt) aus Stärke hervor, die zunächst in Gerbstoffe umgewandelt würden; wogegen FRANCHIMONT⁶⁾ der Ansicht ist, sie entstünden aus Glycosiden, die zuvor in Gerbstoffe und Oxalsäure übergeführt werden müssten. Das rothbraune Harz des *Cortinarius cinnamomeus* scheint

¹⁾ De la matière sucrée contenue dans les Champignons. Compt. rend. t. 79, pag. 1183.

²⁾ Berichte der deutsch. bot. Ges. 1887, pag. LXXVII.

³⁾ Ueber einige Sclerotinien und Sclerotienkrankheiten. Botan. Zeit. 1886.

⁴⁾ Oxalsäuregährung bei einem typischen Saccharomyceten. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1889, pag. 94.

⁵⁾ Ueber die Entstehung des Harzes im Innern von Pflanzenzellen. Sitzungsber. d. Wiener Akad. Bd. 51, 1865.

⁶⁾ Recherches sur l'origine et la constitution chim. des résines de terpènes. Arch. Neerl. VI, pag. 426.

nach meinen Untersuchungen aus einem wasserlöslichen gelben Farbstoff hervorzugehen, nach E. BACHMANN dürfte Aehnliches auch bei *Gomphidius*-Arten stattfinden.

Welche Stoffe zur Bildung von Flechtensäuren, Farbstoffen etc. dienen, bedarf ebenfalls noch der Ermittlung.

B. Reservestoffe.

Als verbreitetster Inhalts-Reservestoff dürfte wohl Fett (fettes Oel) anzusprechen sein, da es sich in fast allen sogenannten Dauerorganen (Dauer-sporen, Gemmen, Dauermycelien) aufgespeichert findet und bei der Keimung derselben verbraucht wird. In manchen Sclerotien mit stark verdickten Zellmembranen stellt die Cellulose-Masse der letzteren gleichfalls einen Reservestoff dar, denn auch diese Zellhäute werden bei der Keimung zur Bildung der aus den Sclerotien hervorkeimenden Fruchträger, Fruchtkörper oder Mycelfäden verbraucht. Als Inhaltsreservestoff scheint nach ERRERA bei manchen Sclerotien Glycogen zu fungiren¹⁾.

Endlich führen die Conidien der Mehlthauptpilze, wie ich neuerdings nachwies, eigenthümliche winzige Körperchen, welche aus einem der Cellulose-Reihe angehörigen Kohlehydrate bestehen, und ebenfalls die Bedeutung eines Reservestoffes beanspruchen (siehe Fibrosinkörper, pag. 375).

C. Zur Ausscheidung kommende Stoffwechselprodukte.

1. Fermente (Encyme).

Die Fähigkeit, »Fermente« abzuscheiden, theilen die Pilze sowohl mit den Schizomyceten und Mycetozen, als auch mit höheren Pflanzen und Thieren.

Den Proteinstoffen nahestehend sind diese Körper dadurch ausgezeichnet, dass eine geringe Quantität derselben im Stande ist, relativ grosse Mengen gewisser organischer Stoffe überzuführen in andere Verbindungen²⁾, z. B. hartgekochtes Hühnereiweiss in Peptone, Rohrzucker in Invertzucker, Stärke in Traubenzucker etc.

Bei der Ernährung spielen die Fermente insofern eine bedeutsame Rolle, als sie von Hause aus nicht diosmifähige Nährstoffe diosmifähig und damit erst nährtüchtig machen.³⁾

Die gewöhnlichen Bierhefen z. B. können von einer noch so passend zusammengesetzten Rohrzuckerlösung nicht ohne Weiteres ernährt werden, weil letztere nicht durch die Pilzmembranen hindurchgeht. Nun scheiden aber diese Hefepilze ein Ferment aus, das den Rohrzucker umwandelt in Invertzucker, der als solcher leicht durch die Zellmembranen diosmirt, um im Innern der Zelle zerlegt zu werden.

¹⁾ Les reserves hydrocarbonées des Champignons. Compt. rend. 1885.

²⁾ So genügt nach PAYEN u. PERSOZ (SCHÜTZENBERGER, Gährungserscheinungen pag. 250) 1 Gewichtstheil des diastatischen Ferments zur Löslichmachung von 2000 Gewichtstheilen Stärke.

³⁾ Diese Wirkung auf die Nährstoffe beruht, wie man annimmt, auf hydrolytischen Spaltungen, indem jedes Molecül der fermentesciblen Stoffe unter Aufnahme von ein oder mehreren Molecülen Wasser in zwei oder mehr Molecüle gespalten wird.

Ob übrigens alle die Stoffe, welche man zur Zeit geneigt ist, als Pilzfermente anzusprechen, wirklich in die Kategorie der eigentlichen »Fermente« gehören, bleibt weiteren Untersuchungen vorbehalten.¹⁾

A. Invertirende Fermente (Invertine).

Sie verwandeln (invertiren): 1. Rohrzucker in ein Gemenge von Traubenzucker (Dextrose) und Fruchtzucker (Laevulose), welches Invertzucker genannt wird.²⁾ 2. Milchzucker in Traubenzucker und Lactose (Galactose). 3. Malzzucker (Maltose) in Dextrose und Laevulose.

Als Invertinproduzenten verdienen in erster Linie hervorgehoben zu werden die grössere Anzahl der bisher genauer studirten Hefepilze (Saccharomyceten), z. B. die Bierhefepilze (Gruppe: *Saccharomyces cerevisiae*) und die Weinhefepilze (Gruppe: *S. ellipsoideus*) und zwar nach E. CHR. HANSEN³⁾ folgende Einzelspecies: *S. cerevisiae* I HANS., *S. Pastorianus* I HANS., *S. Pastorianus* II HANS., *S. Pastorianus* III HANS., *S. ellipsoideus* I HANS., *S. ellipsoideus* II HANS., ferner *S. Marxianus* HANS. und *S. exiguus* HANS.

Von diesen 8 Species sind nach E. CHR. HANSEN die ersten 6 im Stande, sowohl Rohrzucker, als auch Malzzucker zu invertiren, während die beiden letzten kein Invertirungsvermögen für Maltose besitzen.

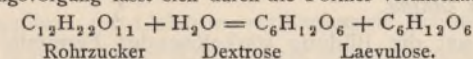
Auffallenderweise geht allen bisher in dieser Richtung genau untersuchten ächten (d. h. Endosporen bildenden) Hefepilzen das Invertirungsvermögen für Milchzucker ab.

Kein Invertin bilden *S. membranaefaciens* HANS. und *S. apiculatus* REESS nach E. CHR. HANSEN⁴⁾ und AMTHOR.¹¹⁾ (Letzterer Pilz ist zur Zeit ein noch zweifelhafter Saccharomycet.)

Aber auch für »schimmelartige« Pilze wurde Invertin-Abscheidung constatirt, zuerst von BECHAMP,⁵⁾ dann von PASTEUR, FITZ, BREFELD⁶⁾ GAYON,⁷⁾ BOURQUELOT,⁸⁾ E. CHR. HANSEN,⁹⁾ DE BARY¹⁰⁾ etc. Doch geht, wie zu erwarten, vielen, vielleicht den meisten Arten Invertinbildung ab.

¹⁾ Vergl. SCHÜTZENBERGER, die Gährungserscheinungen 1876, pag. 256—261.

²⁾ Dieser Spaltungsvorgang lässt sich durch die Formel veranschaulichen:



³⁾ Recherches sur la physiologie et la morphologie des ferments alcooliques. VII Action des ferments alcooliques sur les diverses espèces de sucre. Résumé du Compt. rend. des travaux du laboratoire de CARLSBERG. Vol. II livr. 5 (1888). Vergl. auch Annales de Micrographie 1888 No. 2 u. 3, welche den gleichen Gegenstand behandeln.

⁴⁾ I. c. und Sur le *Saccharomyces apiculatus* et sa circulation dans la nature. Résumé des »Meddelelser fra Carlsberg Laboratoriet« Livr. 3. Copenhagen, 1881, pag. 174.

⁵⁾ Compt. rend. t. 46. (1858,) pag. 44.

⁶⁾ Ueber Gährung. Landwirtschaftl. Jahresb. 1876.

⁷⁾ Sur l'inversion et sur la fermentation alcoolique du sucre de canne par les moisissures. Compt. rend. 1878. t. 86. pag. 52. u. Bullet. de la Soc. chim. t. 35.

⁸⁾ Compt. rend. t. 97.

⁹⁾ I. c. Vergl. auch JÖRGENSEN, die Microorganismen der Gährungsindustrie, pag. 95 und 115.

¹⁰⁾ Ueber einige Sclerotinien und Sclerotienkrankheiten. Bot. Zeit 1886, No. 22—27.

¹¹⁾ Ueber *Saccharomyces apiculatus*. Zeitschrift. f. physiol. Chem. XII u. Zeitschr. f. das gesammte Brauwesen No. 15.

Bekannte Beispiele für invertirende Schimmelpilze sind: *Penicillium glaucum* (Brotschimmel), *Aspergillus niger* (schwarzer Pinselschimmel), *Mucor racemosus*, ferner einige »*Torula*«-Formen nach E. CHR. HANSEN und *Peziza sclerotiorum* LIB. nach DE BARY.

Inversionsuntüchtig erwiesen sich z. B. nach GAYON und insbesondere nach HANSEN die meisten *Mucor*-Arten (*M. Mucedo*, *circinelloides*, *spinosus*, v. T., *stolonifer*, *erectus* BAINIER) nach HANSEN der Milchsimmel (*Oidium lactis*), der Kahmpilz des Bieres (*Mycoderma cerevisiae*), die *Monilia candida* (BON.) HANSEN.¹⁾

(Von den Invertinbildnern sind zwar viele, aber keineswegs alle im Stande, die Invertirungsprodukte alkoholisch zu vergähren, *Penicillium glaucum* z. B. bildet zwar Invertin, macht aber keine Alkoholgährung, ein Gleiches gilt für *Sclerotinia sclerotiorum*.)

B. Stärke lösende Fermente (Diastasen).

Wie in vielen höheren Pflanzen (z. B. in keimender Gerste) und in manchen Spaltpilzen kommen auch in ächten Pilzen fermentartige Stoffe vor, welche das Vermögen besitzen, Stärke in Zucker umzuwandeln (zu saccharificiren), genauer ausgedrückt, die Stärke zu spalten in Dextrin und Maltose, wobei gleichzeitig nach MUSCULUS und GRUBER²⁾ geringe Mengen Dextrose entstehen.

Nach DUCLAUX³⁾ sind *Aspergillus niger* und *A. glaucus*, sowie *Penicillium glaucum*, nach ATKINSON⁷⁾ und BÜSGEN⁴⁾ *Aspergillus Oryzae* COHN⁵⁾ als Diastasebildner anzusprechen. Züchtet man letzteren Pilz in Reinmaterial auf Reisstärke-Kleister, so verwandelt er diesen nach B. binnen kurzer Zeit in eine klare Flüssigkeit. Indem man letztere mit löslicher Stärke in Wasser zusammenbrachte, liess sich freie Diastase nachweisen: schon nach einer halben Stunde trat in schwachen Lösungen mit wässriger Jodlösung keine Stärkereaction mehr ein.

Es ist übrigens bemerkenswerth, dass die Diastasebildung seitens des *Aspergillus niger* und *Oryzae* auch in zuckerhaltigen, stärkefreien Substraten erfolgt.

Ausser bei Ascomyceten sind, wie HUSEMANN und HILGER⁶⁾ angeben, diastatische Fermente nachgewiesen worden seitens KOSMANN's bei Basidiomyceten und zwar *Agaricus esculentus*, *A. pascuus*, *A. Columbeta*, *Boletus aureus*, *Polyporus lacvis*; ferner für Flechten, wie *Usnea florida*, *Parmelia parietina*, *P. perlata* und *Peltigera canina*.

Wahrscheinlich hat die Bildung stärkelösender Fermente unter den Pilzen eine viel weitere Verbreitung. Doch fehlen entscheidende Untersuchungen hierüber. Wir können uns in Folge dessen vorläufig nur an das rein äusserliche Moment halten, dass Stärkekörner unter der Einwirkung sehr zahlreicher, parasitischer wie saprophytischer Schimmel-Pilze etc. eine totale oder partielle Auflösung erfahren.

¹⁾ Wenn L. ADAMETZ, Ueber die niederen Pilze der Ackerkrume. 1886, pag. 39 angiebt, dass nach seinen Experimenten *M. candida* nicht invertire, so erklärt sich diese Differenz wohl daraus, dass er eine mit dem HANSEN'schen Pilz nicht identische Species benutzte.

²⁾ Zeitschr. f. physiol. Chemie Bd. II, pag. 181.

³⁾ Chimie biologique, pag. 193. 195 u. 220.

⁴⁾ *Aspergillus Oryzae*. Ber. d. deutsch. bot. Ges. Bd. III.

⁵⁾ Es ist dies der Pilz, mit Hülfe dessen die Japaner ihre »Sake« (ein alkoholisches Getränk) bereiten.

⁶⁾ Die Pflanzenstoffe, pag. 238.

⁷⁾ Memoirs of the science department. Tokia Dalgaku 1881.

In vielen Fällen geschieht dies durch indirekten Angriff, indem die Pilzfäden nicht in besonderen Contact mit den Stärkekörnern treten, (wie das z. B. bei den Algen bewohnenden Chytridiaceen und Lagenidieen der Fall). Hier liegt also gewissermassen eine Fernwirkung vor, die am ehesten auf die Abscheidung diastatischer Fermente hindeuten könnte.

In manchen anderen Fällen dagegen lässt sich ein ganz direkter Angriff constatiren, insofern Pilzfäden, wie sie beispielsweise in faulen Kartoffeln vorkommen, sich den Stärkekörnern dicht anschmiegen, dieselben corrodiren und nach den verschiedensten Richtungen durchbohren, wobei das Korn mehr und mehr an Substanz verliert¹⁾.

C. Paramylum-lösendes Ferment.

Gewisse Chytridiaceen, welche Euglenen bewohnen, wie z. B. *Polyphagus Euglenae* Now. bringen mit ihrem Mycel die in den Wirthen vorhandenen Paramylum-Körner in Lösung, ein Vorgang, der ebenfalls auf Abscheidung eines Ferments zurückzuführen sein dürfte.

D. Cellulose lösende Fermente.

Die Durchbohrung und Auflösung pflanzlicher Zellmembranen, die namentlich von parasitischen Pilzen so häufig ausgeführt wird,²⁾ scheint auf Abscheidung von Cellulose lösenden Fermenten seitens dieser Pilze zu beruhen.

Eines dieser Encyme wurde neuerdings von DE BARY³⁾ aus den vegetativen Organen (Mycelien, Sclerotien) von *Peziza (Sclerotinia) sclerotiorum* LIBERT isolirt und daher als »*Peziza encym*« benannt. Es hat die Eigenschaft, Zellwandungen zur Quellung zu bringen speciell die Mittellamelle krautartiger Pflanzen zu lösen und wird nach DE BARY auch von der Kleepepeze (*Sclerotinia Trifoliorum* ERIKSSON), sowie nach MARSH. WARD⁴⁾ von einer verwandten Species producirt, welche eine Krankheit der Lilien hervorruft.

E. Peptonisirende Fermente.

Hierunter versteht man diejenigen Fermente, welche im Stande sind, geronnenes Eiweiss (Hühnereiweiss, Blutserum etc.) oder Gelatine in lösliche Form (Peptone) überzuführen, zu peptonisiren. Solche Fermente dürften sehr verbreitet sein, doch fehlen noch ausgedehnte Untersuchungen hierüber.

Bekannte Beispiele für Gelatine verflüssigende Schimmelpilze sind *Penicillium glaucum* und manche *Mucor*-Arten. Sehr energisch verflüssigen nach SACHS⁵⁾ *Coprinus stercorarius*, nach E. CHR. HANSEN⁶⁾ *Saccharomyces membranaefaciens*, minder energisch wirkt nach meinen Beobachtungen *Stachybotrys atra* CDA; *Oidium lactis* und *Hormodendron cladosporioides* dagegen peptonisiren Gelatine gar nicht.

¹⁾ Auf diese Thatsache der Corrosion hat zuerst SCHACHT: die Kartoffelpflanze und deren Krankheit. pag. 21. Taf. 9. Fig. 8—18. — Ueber Pilzfäden im Innern der Zelle und der Stärkekörner. Monatsber. d. Berl. Akad. 1854. — Lehrbuch d. Anat. I. pag. 160. — Ueber die Veränderungen durch Pilze in abgestorbenen Pflanzenzellen. Jahrb. f. wiss. Bot. III. pag. 445; später REINCKE und BERTHOLD: die Zersetzung der Kartoffel durch Pilze. Berlin 1879 hingewiesen.

²⁾ Sie ist am ausführlichsten von HARTIG, R., die Zersetzungserscheinungen des Holzes. Berlin 1878, studirt worden.

³⁾ Ueber einige Sclerotinien und Sclerotienkrankheiten. Bot. Zeit. 1886, No. 22—27.

⁴⁾ A lily disease. Ann. of Botany. Vol. II 1888.

⁵⁾ SACHS, Vorlesungen, II. Aufl. pag. 381.

⁶⁾ Résumé du compte-rendu de travaux du laboratoire de CARLSBERG. Vol II, livr. 5. 1888, pag. 147.

F. Fettspaltende Fermente.

Manche Pilze sind im Stande, thierische resp. pflanzliche Fette aufzuzehren. Hierher gehören z. B. *Empusa radicans*, die nach BREFELD¹⁾ den Fettkörper der Kohlweisslings-Raupe verzehrt; ferner *Arthrobotrys oligospora* FRES., ein auf Mist etc. vorkommender Schimmelpilz, der in den Körper von Anguillulen (z. B. *A. Trilici*) eindringt, das Innere in fettige Degeneration versetzt und schliesslich diese reichen Fettmassen ebenfalls zur Nahrung benutzt;²⁾ ferner *Rhizophydium Sphaerotheca* Z., eine in den Micro-Sporen von *Isoëtes*-Arten schmarotzende Chytridiacee, welche die zu grossen Tropfen zusammengeronnenen Fettmassen ebenfalls aufzuzehren im Stande ist.³⁾ Ferner verschiedene Schimmelpilze, die das Oel ölhaltiger Samen verzehren etc.

Man kann sich kaum der Annahme entziehen, dass in solchen und ähnlichen Fällen ein fermentartiger Körper seitens der Pilze abgeschieden wird, welcher die Umwandlung der Fette in zur Diosmose geeignete Verbindungen bewirkt. Indessen liegen zur Zeit noch keine strikten Beweise für die Richtigkeit einer solchen Annahme vor, ja es scheint überhaupt noch kein Versuch zur Isolirung fettumbildender Fermente gemacht zu sein.

G. Chitinlösende Fermente.

Seitens der Insekten und Würmer befallenden Parasiten werden Stoffe secretirt, welche es den Hyphen ermöglichen, durch die oft ziemlich dicken Chitinpanzer hindurchzudringen und sogar innerhalb derselben reich verzweigte Systeme zu entwickeln. Als bekannteste Beispiele sind zu nennen der Pilz der Stubenfliegenkrankheit, *Empusa Muscae*, dessen Sporen bei der Keimung die Chitinhaut des Hinterleibes durchbohren,⁴⁾ und die Keulensphären (*Cordyceps*-Arten), welche sich nach DE BARY⁵⁾ mit ihren Mycelfäden auch in der Chitinhaut der von ihnen befallenen Insektenlarven weit ausbreiten. Mit Leichtigkeit wird auch die Chitinhülle von Würmern (z. B. Anguillulen, Räderthiereiern) seitens gewisser höherer Schimmelpilze (*Arthrobotrys oligospora*, *Harposporium Anguillulae*⁶⁾) und Algenpilze (*Myzocyttum*, *Rhizophyton*) an den Eindring- und Austrittsstellen der Fäden in Lösung gebracht.

Den chitinlösenden Encyimen dürften sich wohl anschliessen die hornlösenden der *Onygena*-Arten, kleiner gestielter Trüffeln, welche Rabenfedern, Hörner und Hufe von Wiederkäuern, Pferden, Schweinen etc. bewohnen und mit ihren Mycelfäden in die Hornmassen eindringen und sie zerstören. Das von KÖLLIKER⁷⁾ beobachtete Eindringen gewisser Pilze in das Horngerüst der Spongien wird wohl durch ähnliche Fermente ermöglicht.

¹⁾ Untersuchungen über die Entwicklung von *Empusa*, Halle 1871.

²⁾ W. ZOFF, Zur Kenntniss der Infectionskrankheiten niederer Thiere und Pflanzen. Nova acta Bd. 52. No. 7. pag. 18.

³⁾ ZOFF, Ueber einige niedere Algenpilze und eine Methode, ihre Keime aus dem Wasser zu isoliren. Halle, NIEMEYER 1887.

⁴⁾ O. BREFELD, Untersuchungen über die Entwicklung von *Empusa*. Halle 1871.

⁵⁾ Morphol. pag. 381.

⁶⁾ Zur Kenntniss der Infectionskrankheiten niederer Thiere und Pflanzen. Nova acta Bd. 52, No. 7.

⁷⁾ Ueber das ausgebreitete Vorkommen von pflanzlichen Parasiten in den Hartgebilden niederer Thiere. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 10 (1859), pag. 217.

Von Wichtigkeit ist die Thatsache, dass manche Pilze mehr als ein Ferment produciren können, so *Sclerotinia Sclerotiorum*, die einerseits Invertin, andererseits das »Peziza-Encym« bildet (DE BARY). Chitinlösende und fettspaltende Fermente scheinen bei vielen Insektenbewohnenden Pilzen gleichzeitig vorzukommen (*Empusa Muscae*). Mein *Rhizophyton gibbosum* (Chytridiacee) durchbohrt mit derselben Leichtigkeit die Chitinhaut eines Räderthiereies, wie die Cellulosehaut einer Alge, und löst thierisches Fett ebenso leicht wie die Stärkekörner der letzteren. *Aspergillus*-Arten scheiden nach DUCLAUX¹⁾ sowohl invertirendes als diastatisches Ferment ab.

2. Harzartige Körper und ätherische Oele.

Harz kommt in besonders reicher Form an den Hyphen der Früchte von Löcherschwämmen (*Polyporus*) zur Ausscheidung, in erster Linie bei dem Lärchenschwamm (*P. officinalis*), wo es nach Harz²⁾ zunächst in Form von Knötchen auf der Membran erscheint, die mit dem Alter grösser werden, zuletzt zusammenfliessen und die Zellen resp. Fäden als Ueberzug bedecken.

Bei *P. australis* FR. und *P. laccatus* KALCHBRENNER gelangt nach WETTSTEIN³⁾ ebenfalls ein Harz in ganz ähnlicher Weise zur Abscheidung von oberflächlichen Hyphen, welche insofern eigenthümliche Form besitzen, als sie mit bauchigen Ausstülpungen versehen sind, die sich mit Harzkappen bedecken. Die lackartig glänzende Oberfläche der Früchte wird von der Gesamtheit der Harzkappen repräsentirt.

Nach E. BACHMANN's⁴⁾ Untersuchung scheidet auch ein *Agaricus*-artiger Hutschwamm (*Lenzites saepiaria* FR.) ein ächtes Harz, eine Harzsäure aus. Sie findet sich auf den Zellwänden in Form von zerstreuten, auf Schnitten als schwarze Flecke kenntlichen Gruppen von Kügelchen oder Körnchen, die vielfach auch in den Gewebsinterstitien liegen.

Ob die farbigen Ausscheidungsprodukte, welche ich für die Mycelien gewisser Haarschopfpilze (Chaetomien) nachgewiesen und als Farbstoffausscheidungen von harzartigen Eigenschaften bezeichnet habe⁵⁾, wirklich zu den harzartigen Körpern gehören, bleibt noch näher zu ermitteln. Sie finden sich bei *Chaetomium Kunzeanum* Z. in stroh- bis intensiv schwefelgelber Färbung. Bei näherer mikroskopischer Untersuchung bemerkt man, dass einzelne Zellfäden und ganze Fadencomplexe von einer etwas körnigen, gelben Schicht umkleidet sind, die nicht überall gleichmässige Ueberzüge bildet und oft so reichlich auftritt, dass die zellige Structur der Fäden verdeckt wird. Andere Species, z. B. *Ch. pannosum*, scheiden einen rothbraunen Stoff aus. Wie der gelbe löst er sich in Alkohol, besonders in heissem, sehr leicht.

¹⁾ Chimie biologique.

²⁾ Beitrag zur Kenntniss des *Polyporus officinalis* BULL. Soc. imp. de Moscou, 1868.

³⁾ Neue harzabsondernde Organe bei Pilzen. Sitzungsber. d. Zool. bot. Ges. Wien. Bd. 35 (1885), pag. 29.

⁴⁾ Spectroskopische Untersuchungen von Pilzfarbstoffen. (Beilage zum Progr. d. Gym. Plauen 1886), pag. 7 u. 26.

⁵⁾ Zur Entwicklungsgeschichte der Ascomyceten. Nova Acta. Bd. 42, pag. 244 u. 245.

Vielleicht gehört hierher auch das goldgelbe bis gelbrothe Ausscheidungsprodukt an Früchten und alten Mycelien von *Aspergillus glaucus*, worauf schon DE BARY aufmerksam machte.

An den Fruchtlagern von *Hymeniconidium petasatum* hat ZUCKAL¹⁾ eigenthümliche Secretionsorgane beobachtet, welche nach ihm ein ätherisches Oel zu secerniren scheinen.

3. Farbstoffe und Chromogene.

Man hat mehrfach beobachtet, dass in Substraten, wo gewisse Pilze vegetiren, charakteristische Farbstoffe entstehen.

In einigen dieser Fälle, wo es sich um exacte Reinculturen handelt, kann es keinem Zweifel unterliegen, dass die Ursache der betreffenden Pigmentbildungen in der Vegetation der betreffenden Pilze zu suchen ist. Wo eine künstliche Reinzucht noch unversucht oder resultatlos blieb, sprechen meist alle Umstände für die nämliche Ursache. Es fragt sich daher im Wesentlichen nur, ob die fraglichen Farbstoffe (als solche oder als Leukoprodukte oder Chromogene) abgeschieden werden, oder ob sie erst dadurch entstehen, dass gewisse, von den Pilzen abgeschiedene Stoffe auf gewisse Substratsstoffe pigmentbildend einwirken. Wo sich nachweisen lässt, dass der nämliche Farbstoff im Substrat und in den Pilzzellen vorhanden ist, darf man ohne Weiteres sagen, der Pilz scheidet den Farbstoff in das Substrat ab; wo jener Nachweis nicht möglich ist, muss es zunächst zweifelhaft bleiben, ob das im Substrat entstandene Pigment als (farbloser) Chromogen abgeschieden, oder aber erst durch Einwirkung anderer Ausscheidungsprodukte auf Substratsstoffe entstanden ist, da Untersuchungen hierüber meist nicht vorliegen. Indessen nimmt man, und wohl mit Recht an, dass ein Chromogen abgeschieden wird, das durch Oxydation den Farbstoff bildet.

Beispiele von Abscheidung fertiger Farbstoffe ins Substrat bieten die auf pag. 427, 428 bereits erwähnten Becherpilze *Peziza aeruginosa* u. *P. sanguinea*. Der span- bis malachitgrüne Farbstoff der ersteren (Xylochlorsäure) und das rothe Pigment der letzteren (Xylerythrinsäure BACHMANN's) durchdringen die natürlichen Substrate (altes abgestorbenes Holz von Eichen, Buchen, Birken, Eschen etc.) hier in ebenso intensiver Weise auftretend, wie in den Zellen des Pilzes. Den Forstwirthen ist diese Erscheinung unter dem Namen der »Grünfäule« resp. des »rothen Holzes« seit lange bekannt.

Ein Beispiel für Abscheidung eines Chromogens in das Substrat dürfte der Pilz der *Tinea galli* (des Hühnergrindes) bilden, der nach SCHÜTZ²⁾ in Nährgelatine einen röthlichen Farbstoff erzeugt, welcher sich in dem verflüssigenden Substrate löst; in Brotdcoct ward ebenfalls ein dunkelrothes, sich gleichmässig durch dieses Substrat verbreitendes Pigment producirt. Die Natur desselben ist noch nicht festgestellt (in den Zellen fehlt es).

Viele Pilze secerniren Pigmente resp. Chromogene, welche den Hyphenwandungen der Fructificationsorgane oder auch der Mycelien aufgelagert werden in Form von meist amorphen, seltener krystallinischen Ueberzügen, deren chemischer Character zumeist noch unerforscht ist.

¹⁾ Botan. Zeit. 1889. Nr. 4.

²⁾ Ueber das Eindringen von Pilzsporen in die Athmungswege und die dadurch bedingten Erkrankungen der Lungen und über den Pilz des Hühnergrindes. Mittheil. aus d. kais. Gesundheitsamt Bd. II. 1884. pag. 225.

Was die Hutpilze anbetrifft, so zeigte E. BACHMANN¹⁾ für den Sammtfuss (*Agaricus [Paxillus] atroamentosus* BATSCH, sowie für den geschmückten Gürtelfuss, dass hier an Hyphen theilen der Hutfrüchte Farbstoffe secernirt werden, welche gewissen Theilen ein charakteristisches Colorit verleihen und nach der Ausscheidung auskrystallisiren. Vergleiche über diese beiden Körper das Kapitel Farbstoffe.

In dem Hutmewebe des durch zinnoberrothe Farbe ausgezeichneten *Polyporus cinnabarinus* kommt nach meinen Untersuchungen ein bereits oben besprochener rother Farbstoff in undeutlich krystallinischer Form zur Abscheidung, der namentlich im Hymenium sehr reichlich gebildet wird und die Hyphen auf geringere oder grössere Strecken incrustirt. Vergl. auch das über die Inolomsäure Gesagte.

Bei der Gewinnung von Material solcher Pigmente, welche in künstliche Substrate hinein abgeschieden werden (z. B. in Nähragar, Nährgelatine, Stärkekleister etc.), hat man wohl zu beachten, dass der chemische und physikalische Character solcher Farbstoffe durch die Gegenwart von verunreinigenden Pilzen oder Spaltpilzen mehr oder weniger tiefgreifende Veränderungen erleiden kann. Es ist daher strenge Reincultur ein unbedingtes Erforderniss.

4. Ausscheidung von Eiweiss und Pepton.

Ausscheidung von Eiweiss sowie von Pepton haben NÄGELI²⁾ und O. LÖW für lebende Hefepilze (*Saccharomyces cerevisiae*-Gruppe) constatirt mit folgenden Resultaten:

Eiweiss-Ausscheidung erfolgt bei der Vergärung von Zuckerlösungen und setzt neutrale, schwach alkalische oder schwach saure Reaction dieser Lösungen voraus.

In alkalischen Lösungen findet Eiweissausscheidung auch dann statt, wenn keine Gärung vorhanden.

In stark saurer Lösung scheidet die Hefe, auch bei Vergärung des Zuckers, kein Eiweiss aus.

Pepton-Ausscheidung seitens lebender Hefe findet statt: 1) in neutralen schwach und stärker sauren Flüssigkeiten, wenn Gährwirkungen fehlen; 2) in stärker saurer Flüssigkeit auch bei lebhafter Gärung.

Es ist zur Beurtheilung gewisser Punkte wichtig, zu wissen, dass unter gewissen abnormen Verhältnissen eine ziemlich reiche Ausscheidung stickstoffhaltiger Körper aus den Zellen von Hefe- und Schimmelpilzen erfolgen kann, wie aus den Untersuchungen von GAYON und DUBORG³⁾ hervorgeht: Wird Bierhefe in Wasser vertheilt und filtrirt, so enthält das Filtrat nur wenige Procent stickstoffhaltiger, in Wärme nicht coagulirbarer Stoffe der Hefe, welche bei Zusatz von viel Alkohol ausfallen (Invertin oder Sucrase). Wenn man dagegen an Stelle des Wassers concentrirte Salzlösungen verwendet, so werden, je nach den Salzen, nicht-coagulirbare oder coagulirbare Eiweissstoffe in grösseren Procent-sätzen ausgeschieden (Uebersicht I.), zumal nach längerer oder wiederholter Behandlung mit jenen Salzen.

¹⁾ Spectroscopische Untersuchungen von Pilzfarbstoffen. Beilage z. Prog. d. Gym. Plauen 1886. pag. 6.

²⁾ Theorie der Gärung 1879. p. 93—109.

³⁾ Sur la sécrétion anormale des matières azotées des levures et des moisissures. Compt. rend. 102, pag. 978—980.

Die so behandelte Hefe giebt überdies an Wasser immer noch ziemliche Quantitäten von Eiweissstoffen ab (Uebersicht II)

	I.		II. ¹⁾	
	coagulirb.	nicht coag.	coagulirb.	nicht coag.
Natriumphosphat	8,8	12,6	14,3	20,9
Kaliumacetat	16,5	12,6	5,5	23,1
Kaliumoxalat (neutr.) . .	17,6	12,1	9,3	25,3
Calciumchlorid	0,0	24,7	0,0	24,2
Kaliumjodid	0,0	18,7	0,0	36,8
Brechweinstein	0,0	14,3	0,0	12,1
Natriumsulfat	0,0	7,7	17,6	14,3
Magnesiumsulfat	0,0	8,2	19,8	21,4
Kaliumtartrat, (neutr.) . .	0,0	9,1	34,1	28,0

Die meisten löslichen Substanzen wirken ähnlich wie solche Salze. Mit Methyl-, Aethyl-, Isopropyl-, Octylalkohol, Glycol oder Glycerin behandelt, giebt die Hefe an Wasser coagulirbares Eiweiss ab, uncoagulirbares nach Behandlung mit Normalpropyl-, Butyl- oder Isobutylalkohol. Die Menge der Ausscheidung hängt *ceteris paribus* von Species, Alter, Concentration der Flüssigkeiten, Dauer des Versuchs etc. ab. Die Veränderungen, welche durch jene Ausscheidung an Hefezellen bewirkt werden, sind entweder so tief greifender Natur, dass sie zum Tode führen, oder die Zellen bleiben lebensfähig. Weitgetriebener Excretion der Stickstoffkörper durch Salzlösungen entspricht gesteigertes Vermögen, Invertin zu bilden. Invertirende Hefepilze und invertirende Schimmelpilze scheiden in Salzlösungen viel mehr Eiweissstoffe ab, als nicht invertirende. Letztere geben an Salzlösungen nicht merklich mehr Stickstoffkörper ab, als an Wasser.

5. Ausscheidung von Zucker.

Ist an den Conidienlagern des Mutterkorns (*Claviceps purpurea*) beobachtet worden. Die Erscheinung tritt hier in so ausgeprägter Weise auf, dass zwischen den Spelzen des Roggens sich förmliche Tropfen ansammeln, in welche die abgelösten Conidien eingebettet sind (Honigthau).

6. Ausscheidung von Oxalsäure.

Beispiele hierfür sind ausserordentlich zahlreich und in den meisten Gruppen zu finden. Ob die Oxalsäure als freie Säure ausgeschieden werden kann, ist noch in keinem Falle exact erwiesen. Dagegen erfolgt ihre Ausscheidung in gewissen Fällen bestimmt in Form des Kalksalzes, in anderen in Form des Kaliumsalzes, das aber bei Gegenwart eines gelösten Kalksalzes in oxalsauren Kalk umgewandelt wird. Als Calciumsalz gelangt die Oxalsäure zur Abscheidung:

1. bei manchen Kopfschimmeln (*Mucor*-Arten), und zwar seitens der Sporangien, die sich mit einer förmlichen Kruste von Kalkoxalat umgeben²⁾;
2. bei manchen Ascomyceten, z. B. an den Mycelien und in den Früchten des Brotschimmels, manchen Becherpilzen und einer grossen Anzahl von Flechten;
3. bei vielen Basidiomyceten an den Mycelien und auf oder in den Fruchtbildungen.

¹⁾ Die Zahlen sind auf 100 Gewichtstheile Eiweisskörper der Hefe bezogen. Uebersicht II. bedeutet die Mengen des Eiweisses, die durch nachträgliche 24stündige Behandlung mit Wasser noch an dieses abgegeben wurden.

²⁾ Vergl. BREFELD, Schimmelpilze I, pag. 18.

Als Kaliumsalz wird die Oxalsäure nach DE BARY¹⁾ bei *Peziza (Sclerotinia) sclerotiorum* abgeschieden, sowohl seitens der Mycelien, als der Sclerotien.

Soweit die Untersuchungen reichen, scheint Oxalsäure-Abscheidung nicht stattzufinden bei den Rostpilzen (Uredineen), den Brandpilzen (Ustilagineen), Mehlthauptpilzen (Erysipheen) und den Peronosporaeen.

7. Ausscheidung von anderen Säuren.

In erster Linie dürfte Kohlensäure in Betracht kommen, da dieselbe bei der Athmung von allen Pilzen ausgehaucht wird. Pilze und Flechten, welche kalkhaltige Substrate bewohnen, bedienen sich der Kohlensäure sicherlich zur Lösung des Calciumcarbonats. Daraus erklärt es sich, dass manche kalkbewohnende Flechten, wie die Verrucarien, sich förmlich in das feste Kalkgestein hineinfressen, daraus erklärt sich auch die von WEDL²⁾ und KÖLLIKER³⁾ constatirte Thatsache, dass Pilze sich in die festen und compacten Scelette resp. Schalen von Polythalamien, Steinkorallen, Acephalen (Bivalven, z. B. Auster), Brachiopoden, Gasteropoden, Anneliden (*Serpula*) und Cirrhipeden mit ihren Fäden einbohren, um in jenen festen Substraten weiter zu wachsen, sich zu verzweigen und zu fructificiren, oft sogar in sehr reicher Form.

Hier ist auch die Beobachtung von ROUX⁴⁾ zu erwähnen, welcher in Knochen-schliffen (Rippenstück der *Rhytina Stelleri*, sowie in den Wirbeln fossiler Thiere) Pilzmycelien auffand, sowie das längst bekannte Eindringen von Schimmelpilzfäden in Vogeleier durch die Kalkschale hindurch, nicht bloss durch deren Poren. Mit W. MILLER habe ich mich an Dünnschliffen von einem menschlichen Zahn überzeugt, dass ein Pilz in Sprossform in die Emaille, also den härtesten Theil des Zahngewebes, eingedrungen war und hier weiter gesprosst hatte.

Ob in solchen Fällen ausser der Kohlensäure noch andere zur Ausscheidung gekommene freie Säuren betheiligt sind, wird sich zunächst wohl kaum entscheiden lassen.

8. Ausscheidung von Ammoniak.

Infolge einer beiläufigen Bemerkung von SACHS⁵⁾, dass frische, in lebhaftem Wachstum begriffene Pilze beständig und allgemein freies Ammoniak auszuhauchen scheinen, da, wenn man einen mit Salzsäure befeuchteten Stab über frische oder zerbrochene Pilze halte, die bekannten Nebel sich bilden, unterzog BORZCOW⁶⁾ diese Frage an den Hutpilzen, Mutterkörnern etc. einer experimentellen Prüfung, deren Ergebnisse positiv ausfielen und B. zu der Annahme veranlassten, dass die Ausscheidung freien Ammoniaks eine ganz allgemein verbreitete Erscheinung bei Pilzen sei, die zugleich eine nothwendige Function des Pilzkörpers darstelle.

Man vermisst aber bei BORZCOW's Experimenten die hier so wichtigen Cautelen zur Abhaltung von Spaltpilzen, welche namentlich in den grossen Schwämmen

¹⁾ Ueber einige Sclerotinien und Sclerotienkrankheiten. Bot. Zeit. 1886, Nr. 22—27.

²⁾ Ueber die Bedeutung der in den Schalen von manchen Acephalen und Gasteropoden vorkommenden Kanäle. Sitzungsber. d. Wiener Akademie Bd. 23 (1859), pag. 451.

³⁾ Ueber das ausgebreitete Vorkommen von pflanzlichen Parasiten in den Hartgebilden niederer Thiere. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool. Bd. 10 (1860), pag. 215—232.

⁴⁾ Ueber eine in Knochen lebende Gruppe von Fadenpilzen. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie. Bd. 45, 1886.

⁵⁾ Handbuch der Experimentalphysiologie, pag. 273.

⁶⁾ Zur Frage über die Ausscheidung des freien Ammoniaks bei den Pilzen. Melang. biol. Bull. de l'acad. imper. de St. Petersburg, 1868, t. 14, pag. 1—23.

sehr schnell und ohne dass ein äusseres Anzeichen dafür vorhanden wäre, Fäulnisserscheinungen und damit Ammoniakproduction bewirken.

Es haben denn auch in der That einwandsfreiere Versuche von W. WOLF und O. E. R. ZIMMERMANN¹⁾ an *Mucor*-arten, *Penicillium*, *Amanita muscaria* und anderen grossen Hutpilzen, sowie an Mutterkörnern keinerlei Ammoniakausscheidung constataren können; die bei Hutpilzen nach Aufhören der Vegetation auftretenden flüchtigen, alkalisch reagirenden Ausscheidungen sind nicht freies Ammoniak, sondern Trimethylamin und andere Produkte.

9. Ausscheidung von Wasser.

Wenn man die Entwicklung der Kopfschimmel (*Mucor*, *Pilobolus*), der höheren Schimmelpilze (*Penicillium glaucum*), der Fruchtkörper der Löcher-schwämme (*Polyporus*, *Merulius*), der Sclerotien von mistbewohnenden Hutpilzen (*Coprinus*) etc. aufmerksam verfolgt, so wird man bemerken, dass in gewissen Stadien an der Oberfläche der Fruchtfäden oder Fruchtkörper eine Abscheidung von kleineren oder grösseren Wassertropfen erfolgt, die oft so reichlich ist, dass die betreffenden Organe von Tröpfchen förmlich bedeckt sind (Fig. 54, It). Am auffälligsten für den Laien ist die Erscheinung beim Hausschwamm und anderen grossen Schwämmen, wo das ausgeschiedene Wasser bisweilen in grossen Tropfen abrinnt.

Es kommt jedoch das Wasser nicht in reinem Zustand zur Ausscheidung, sondern es ist bei den verschiedenen Pilzen mit verschiedenen Stoffen beladen, so bei den Kopfschimmeln mit einer Säure, bei den Sclerotien von *Peziza Sclerotiorum* mit oxalsaurem Kalium, bei der Conidienform des Mutterkorns mit Zucker, bei *Merulius lacrymans* mit einem wasserlöslichen Farbstoff.

Bedingung für solche Tropfenausscheidung scheint reichliche Aufnahme von Wasser durch das Mycel zu sein; doch lässt sich jene auch schon dadurch erklären, dass für die Zwecke der Fructification die Zellen sich möglichst des Wassers durch Abspaltung und Ausscheidung entledigen.

B. Athmung, Gährung, Spaltungen des Nährmaterials, Wärme- und Lichtentwicklung.

I. Athmung.

Der Prozess der »Sauerstoffathmung« wird, wie bei allen andern Organismen, so auch bei den Pilzen beobachtet. Er besteht in der Aufnahme von freiem Sauerstoff, der zur Verbrennung von gewissen organischen Substanzen in den Zellen dient und in der Abgabe der vorwiegend in Form von Kohlensäure entstehenden Verbrennungsproducte. Diesbezügliche Beobachtungen machten nach SACHS²⁾ Angaben bereits GRISCHOW³⁾ und MARCET⁴⁾ an Hüten von Hutpilzen (*Agaricus*), PASTEUR⁵⁾ an Schimmelpilzen. (Zur Demonstration dieses Vorgangs benutzt man denselben Apparat, welcher zur Demonstration der Athmung höherer Pflanzen üblich ist.⁶⁾)

¹⁾ Beiträge zur Chemie und Physiologie der Pilze. Bot. Zeit. 1871, pag. 280.

²⁾ Experiment-Physiol. pag. 273.

³⁾ Physikalisch-chem. Untersuchungen über die Athmung der Gewächse. Leipzig 1819.

⁴⁾ FRORIEPS Notizen, 1835, Bd. 44, Nr. 21.

⁵⁾ Flora 1863, pag. 9.

⁶⁾ Siehe die physiol. Lehrbücher.

Entzieht man gewissen lebenskräftigen Pilzen den freien Sauerstoff, indem man sie in eine Wasserstoff- oder Stickstoff-Atmosphäre oder in den luftleeren Raum bringt, so geht trotzdem die Production von Kohlensäure noch (eine Zeit lang) vor sich, selbst wenn man, wie bei Schimmelpilzen, das Nährmaterial (z. B. durch Auswaschen) entfernt, oder, wie bei Hutpilzen, nur die Hüte verwendet.

Dieser Prozess wird nach PFLÜGERS Vorgänge als intramolekulare Athmung bezeichnet, ein Ausdruck, durch welchen angedeutet werden sollte, dass die Production der Kohlensäure durch Abspaltung von den Moleculen der Zellsubstanzen erfolgt.

Ausser Kohlensäure entstehen hierbei meistens noch andere Produkte, geringe Mengen von Alkohol scheinen ausnahmslos gebildet zu werden, bei gewissen Mannit-haltigen Pilzen ausserdem noch Wasserstoff. Auch organische Säuren und aromatische Verbindungen kommen vielfach zur Production, meistens in sehr kleinen Quantitäten, deren man nur habhaft werden kann, wenn man mit besonders grossen Pilmengen operirt.

Im Allgemeinen fällt die Grösse der gebildeten Kohlensäuremenge bei der intramolekularen Athmung geringer aus, als bei der normalen. So fand WILSON¹⁾ dass unter den angegebenen Versuchsverhältnissen producirten:

Jüngere gespaltene Hüte von *Lactarius piperatus* (Volumen 250 Cbcm.)

I. in Luft	in 1½ Stunden	59,0 Milligrm. CO ₂
II. in Wasserstoff	in „ „	17,5 „ „

Zerschnittene jüngere Hüte von *Hydnum repandum* (Volumen 200 Cbcm.)

I. in Luft	in 1¾ Stunden	17,9 Milligrm. CO ₂
II. in Wasserstoff	„ „	5,0 „ „

Junge Hüte von *Cantharellus cibarius* (Volumen 180 Cbcm.)

I. in Luft	in 1 Stunde	16,2 Milligrm. CO ₂
II. in Wasserstoff	„ „	10,8 „ „

Bierhefe, befreit von gährungsfähigem Material.

I. in Luft	1. in ½ Stunde	45,3 Milligrm. CO ₂
	2. „ „	27,2 „ „
	3. „ „	25,4 „ „
	4. „ „	8,6 „ „
	5. „ „	7,7 „ „
II. in Wasserstoff	1. „ „	45,3 „ „
	2. „ „	27,2 „ „
	3. „ „	25,4 „ „
	4. „ „	8,6 „ „
	5. „ „	7,7 „ „

Zu ähnlichen Resultaten kam DIAKONOW²⁾ in Bezug auf Schimmelpilze (*Penicillium glaucum*). Pilze, welche annähernde Gleichheit der Kohlensäureproduction bei normaler und intramolekularer Athmung aufwiesen, sind bis jetzt nicht bekannt, während bei höheren Pflanzen Fälle dieser Art vorkommen (*Ricinus*, *Vicia Faba*).

Während man früher allgemein geglaubt zu haben scheint, die Kohlensäurebildung bei Sauerstoffabschluss komme allen lebensfähigen Pilzen zu, gleichviel ob sie irgend welches zur Ernährung taugliche Material erhalten, zeigte DIAKONOW (l. c.), dass eine mit Chinasäure und Pepton ernährte und bei Luftzutritt sehr intensiv athmende Cultur von *Penicillium glaucum* sofort aufhört, Kohlensäure zu produciren, sobald Sauerstoffentziehung erfolgt. Aehnlich verhalten sich unter

¹⁾ PFEFFER, Ueber intramolekulare Athmung. Unters. aus d. bot. Inst. zu Tübingen. Bd. I, XII, pag. 653 ff.

²⁾ Intramolekulare Athmung und Gährthätigkeit der Schimmelpilze. Deutsch. bot. Ges. Bd. IV, pag. 2.

gleichen Bedingungen auch *Mucor stolonifer* und *Aspergillus niger*. Hieraus folgt also, dass die intramolekulare Athmung durchaus nicht von der Sauerstoffentziehung allein, sondern vielmehr auch von bestimmten Nährmaterialien abhängig ist.

Dies zeigte sich in DIAKONOW's Versuchen auch darin, dass die Intensität der intramolekularen Athmung (und ebenso der normalen) wesentlich erhöht wurde, wenn *Penicillium* statt mit Zucker allein, mit Zucker und Pepton ernährt wurde.

Penicillium glaucum mit Zucker allein ernährt, Temperatur 15° C.

I. in Luft	in 1 Stunde 8,4 Milligrm. CO ₂
II. in Wasserstoff	„ „ „ 2,2 „ „

Penicillium glaucum mit Zucker und Pepton ernährt, Temperatur 15° C.

I. in Luft	in 1 Stunde 24,8 Milligrm. CO ₂
II. in Wasserstoff	„ „ „ 6,4 „ „

ferner aber auch in dem Umstande, dass nach D. bei den oben genannten Schimmelpilzen die intermolekulare Athmung nur durch Ernährung mit Glycose unterhalten werden kann.

Das reiche plastische Material, was in Glycose erzeugte Schimmelpilze enthalten, wird zwar bei normaler Athmung, nicht aber bei intramolekularer verarbeitet. Uebrigens ist bei Schimmelpilzen nach D. auch die Reaction der Zuckernährlösung für die Intensität der intramolekularen Athmung von Bedeutung, insofern sie mit zunehmender Ansäuerung einer solchen Nährlösung sinkt, während die normale Athmung hiervon fast unabhängig ist:

Penicillium mit Zucker und Pepton ernährt, Temperatur 25° C.

Die Nährlösung enthielt 0,2% Weinsäure.

I. in Luft	in 1 Stunde 45,4 Milligrm. CO ₂
II. in Wasserstoff	„ „ „ 13,0 „ „

Derselbe Pilz mit Zucker und Pepton ernährt, Temperatur 25° C.

Die Nährlösung enthielt 12% Weinsäure.

I. in Luft	in 1 Stunde 38,6 Milligrm. CO ₂
II. in Wasserstoff	„ „ „ 4,0 „ „

Ueber die Beziehungen zwischen intramolekularer und normaler Athmung weiss man noch nichts Sicheres. Betreffs des Verhältnisses von intramolekularer Athmung und Gährung s. folgenden Abschnitt.

II. Gährung.

Unter Gährung hat man zunächst nur solche Zersetzungsprozesse von Pilzen (und Spaltpilzen) verstanden, bei welchen das organische Nährmaterial in tief greifender Weise gespalten wird, so dass eigenthümliche Zersetzungsprodukte insbesondere auch Gase, in einer schon dem Laien auffälligen Menge zur Bildung gelangen. Speciell verstand man unter jenem Begriff die so augenfällige Zerlegung des Zuckers in Kohlensäure und Alkohol durch »Hefepilze«.

Man hat es hier also mit Spaltungsvorgängen oder »Spaltungsgährungen« zu thun.

Später erweiterte man den Begriff der Gährung dahin, dass man auch die Oxydation des Alkohols zu Essigsäure und die vom Zucker zu Oxalsäure durch Spaltpilze und Pilze als sogenannte »Oxydationsgährungen«¹⁾ hierher rechnete. Letztere Vorgänge können nur bei Luftzutritt stattfinden, während die alkoholische Gährung auch bei Luftabschluss erfolgt.

¹⁾ SCHÜTZENBERGER, Die Gährungserscheinungen. Leipzig 1874.

Beiderlei Gährungsformen, die alkoholische einerseits und die Essig- und Oxalsäuregährung andererseits, stimmen darin überein, dass ihre Producte im Stoffwechsel der Pilze keine unmittelbare Verwendung finden (oder höchstens dann in diesem Sinne verwendet werden können, wenn die eigentlichen Nährquellen bereits erschöpft sind und Luftzutritt stattfindet). Sie unterscheiden sich dadurch wesentlich von den blossen »Spaltungen« des Nährmaterials, denn von den bei diesen letzteren Zersetzungsprozessen gebildeten Produkten wird das eine oder das andere sogleich als Nährmaterial verworthen.

Die alkoholische Gährung kann aufgefasst werden als eine weiter ausgebildete intramolekulare Athmung (Gründe hierfür weiter unten), die Oxydationsgährung als eine weiter ausgebildete Form der Sauerstoffathmung.

1. Spaltungsgährungen.

Während Spaltpilze verschiedene Spaltungsgährungen, wie Buttersäuregährung, Milchsäuregährung, Alkoholgährung etc. hervorzurufen vermögen, finden wir bei den Pilzen nur eine einzige Form von Spaltungsgährungen, nämlich die Alkoholgährung.¹⁾

Sie besteht darin, dass gewisse Zuckerarten eine Zerlegung erfahren in Verbindungen, unter denen Alkohol und Kohlensäure quantitativ bei weitem vorwiegen, ja in den gewöhnlichen Fällen massenhaft auftreten.

Als Erreger dieser Gährungsform fungiren in erster Linie die ächten, d. h. Endosporen bildenden Hefepilze (*S. cerevisiae* I HANSEN, *S. Pastorianus* I HANSEN, *S. Pastorianus* II HANSEN, *S. Pastorianus* III HANSEN, *S. ellipsoideus* I HANSEN, *S. ellipsoideus* II HANSEN, *S. Ludwigii* und *S. Marxianus* HANSEN, *S. exiguus* HANSEN) und ferner gewisse Schimmelpilze.

Doch sind keineswegs alle *Saccharomyces*-Species zur Alkoholgährung befähigt, was neuerliche Untersuchungen HANSENS bezüglich des *S. membranaefaciens* und die meinigen an *S. Hansenii* festgestellt haben.

Von zweifelhaften *Saccharomyceten* erregen *S. apiculatus* REESS und einige »Torula«-artige Alkoholgährung, von Schimmelpilzen insbesondere Arten, welche Wuchsformen vom Ansehen der *Saccharomyceten* produciren, und hierher gehören in erster Linie alle Invertin erzeugenden (schon bei Besprechung der Fermente auf pag. 447 genannten) *Mucor*-Arten, sowie der Diastase erzeugende *Aspergillus Oryzae*, und die *Monilia candida* HANSENS. Von *Ascomyceten* haben nach SADEBECK²⁾ auch die *Exoasceen* die Befähigung zur Alkoholgährung.

Während man früher annahm, nur hefeartigen Sprossformen der Pilze käme Alkohol-Gährungs-Vermögen zu, weiss man heutzutage, dass auch gewöhnliche fädige, niemals in Sprossformen übergehende Mycelien (z. B. von *Mu-*

¹⁾ Hauptschriften: PASTEUR, Mémoire sur la fermentation alcoolique. Ann. de chim. et phys. t. 58 (1860) u. Etude sur la bière, Paris 1876. — REESS, Botan. Unters. über die Alkoholgährungspilze. Leipzig 1870. — ENGEL, Les ferments alcooliques. 1872. — SCHÜTZENBERGER, Die Gährungserscheinungen. Leipzig 1874. — MAYER, Lehrbuch der Gährungsschemie, III. Aufl. Heidelberg 1879. — BREFELD, Ueber Gährung, Landwirtschaftl. Jahrbücher 1875 u. 1876. — NÄGELI, Theorie der Gährung, 1879. — E. CHR. HANSENS unten citirte Arbeiten in Compt. rend. du laboratoire de CARLSBERG, die dadurch einen besonderen Werth haben, weil sie sich auf Reinculturen beziehen. — Man vergleiche auch die physiol. Lehrbücher, insbesondere PFEFFER, Pflanzenphysiol. Bd. I, sowie FLÜGGE, die Microorganismen, Leipzig 1886; endlich JÖRGENSEN, Die Microorganismen der Gährungsindustrie, Berlin 1886.

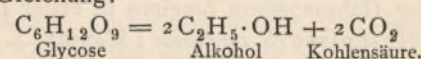
²⁾ Untersuchungen über die Pilzgattung *Exoascus*. Hamburg 1884. pag. 108.

cor Mucedo, *Aspergillus glaucus* und *A. Oryzae* COHN) diese Gärung bewirken können.

Verschiedene, exquisite Sprossmycelien producirende Pilze, wie die *Myco-derma*-Arten nach HANSEN, sind zur Erregung von Alkoholgärung untüchtig.

Als Materialien für die Alkoholgärung dienen: Traubenzucker, Fruchtzucker, Rohrzucker, Malzzucker, Milchsucker, Dextrin, Stärke, Gummi, Cellulose, Mannit. Traubenzucker, Fruchtzucker und Mannit wird von den Gärungserregern natürlich direkt vergohren, Rohrzucker dagegen durch invertirende Fermente vorerst in Trauben- und Fruchtzucker umgewandelt. Doch lehrte HANSEN, dass *Monilia candida* den Rohrzucker direkt vergährt. Milchsucker wird wenigstens von den bisher bekannten ächten Hefen nicht vergohren, weil dieselben diesen Zucker nicht zu invertiren vermögen. Es sind überhaupt meines Wissens nur von DUCLAUX¹⁾ und ADAMETZ²⁾ gefundene Beispiele von Alkoholgärung des Milchsuckers durch Pilze bekannt, welche sich auf »hefeartige«, aber wahrscheinlich nicht zu *Saccharomyces* gehörige Species beziehen. Auch Maltose und selbstverständlich Stärke, Dextrin, Gummi und Cellulose werden, bevor sie vergohren werden, durch invertirende bzw. diastatische oder sonstige Fermente zuvor in Glycosen übergeführt.

Früher dachte man sich, dass bei der alkoholischen Gärung das Glycose-Molekül glatt gespalten würde in 2 Moleküle Alkohol und 2 Moleküle Kohlensäure, also nach der Gleichung:



Allein wie PASTEUR³⁾ und später DUCLAUX,⁴⁾ FITZ und BREFELD nachwiesen, werden ausser Kohlensäure und Alkohol, den Hauptprodukten, auch noch Glycerin, Bernsteinsäure, sehr wenig Essigsäure Alkohole etc. als Nebenprodukte gebildet, zusammen immerhin an 5—6% des vergohrenen Zuckers. Die in der Literatur vorliegenden Angaben bezüglich der Qualität und besonders auch der Quantität der Nebenprodukte, speciell in Bezug auf die *Saccharomyceten*, verlieren vielfach an Werth, weil die Experimentatoren meistens leider nicht mit Reinkulturen arbeiteten, was auch für die folgenden Angaben gilt.

PASTEUR (l. c.) fand durchschnittlich 2,5—3,6% des vergohrenen Zuckers als Glycerin, 0,4—0,7% als Bernsteinsäure vor, ferner stets Spuren von Essigsäure und endlich oft verschiedene andere Alkohole, z. B. Amylalkohol. CLAUDON's und MORIN's⁵⁾ Versuche mit einer Weinhefe ergaben, dass 100 Kgrm. Zucker lieferten:

Aldehyd	Spuren	Oenanthyläther	2 Grm.
Aethylalkohol	50615 Grm.	Isobutylen-Glykol	158 „
Normalen Propylalkohol	2 „	Glycerin	2120 „
Isobutylalkohol	1,5 „	Essigsäure	205,3 „
Amylalkohol	51 „	Bernsteinsäure	452 „

Bei der alkoholischen Gärung des Mannits wird nach MÜNTZ⁶⁾ neben Kohlensäure und Alkohol auch reichlich Wasserstoff gebildet.

¹⁾ Annales de l'Institut PASTEUR, 1887, no. 12.

²⁾ Ann. d. chim. et. phys. 1860. Sér. III. Bd. 58, pag. 346.

³⁾ Thèses présentées à la faculté des sciences de Paris. 1865.

⁴⁾ *Saccharomyces lactis*, eine neue Milchsucker vergährende Hefeart. Centralbl. f. Bacteriol. Bd. V, pag. 116.

⁵⁾ Compt. rend. t. 105. (1887), pag. 1109. Ref. Centralbl. f. Bacteriol. II., pag. 655.

⁶⁾ Ann. d. chim. et phys. Sér. V., Bd. 8 (1876), pag. 80.

Die alkoholische Gärung eines *Oidium* des Schleimflusses der Bäume ist nach E. CHR. HANSEN¹⁾ begleitet von einer kräftigen Aetherbildung, welche sich durch ihren Geruch sehr bemerkbar machte.

Die Gesamt-Quantität der Nebenprodukte fällt, wie a priori zu erwarten, bei verschiedenen Alkohol-Gärungserregern verschieden aus. So fand BREFELD,²⁾ dass diejenigen Mucorineen, welche nur schwache Gärung in Zuckerlösungen erregen, die Nebenprodukte reichlicher bilden, als solche, welche den Zucker energischer vergähren.

Dazu kommt, dass unter gleichen Gährbedingungen auch die Menge der einzelnen Nebenprodukte bei den verschiedenen Alkoholbildnern eine verschiedene ist, wie AMTHORS³⁾ sorgfältige Versuche mit Reinmaterial von verschiedenen Bierhefe-Species und Rassen bezüglich des Glycerins beweisen. Er erhielt in 100 Cbcm. unter fast gleichen Bedingungen vergohrener Bierwürze für

Glycerin, aschefrei

1. <i>Saccharomyces cerevisiae</i> Franziskaner	0,1071
2. „ „ Rotterdam	0,0962
3. „ „ Königshofen	0,1246
4. „ „ Carlsberg I	0,1230
5. „ „ Carlsberg II	0,1058
6. „ <i>Pastorianus</i> -Form	0,0777
7. Oberhefe, Berliner	0,1196
8. <i>Saccharomyces ellipsoideus</i>	0,1494

Es ist seit PASTEUR bekannt, dass die alkoholische Gärung des Zuckers bei Luftabschluss energisch stattfindet. P. nahm sogar an, dass Sauerstoffzutritt hemmend wirke, während NÄGELI⁴⁾ den Beweis führte, dass Luftzutritt das Gärungsvermögen der *Saccharomyceten* in günstigem Sinne beeinflusst. So vergohr nach ihm eine Unterhefe von 1 Grm. Trockengewicht in einer 10% Zuckerlösung, der weinsaures Ammoniak zugesetzt war, und die beständige Durchlüftung erfuhr, innerhalb 24 Stunden bei 30° C. etwa 70 Grm. Zucker, während das Gewicht der Hefe selbst sich um das etwa Zweiundeinhalbfache vermehrte.

Die intramolekulare Athmung, bei der, wie wir sahen, auch Alkohol und Kohlensäure entstehen, unterscheidet sich zwar von der alkoholischen Gärung gerade dadurch, dass sie nur bei Luftabschluss möglich ist. Damit ist aber noch keineswegs gesagt, dass die alkoholische Gärung sich nicht aus der intramolekularen Athmung durch allmähliche Steigerung dieses Processes entwickelt haben könnte. Vielmehr ist mit PFEFFER,⁵⁾ der die Entstehung der Alkoholgärung in diesem Sinne erklärt hat, zu betonen, dass thatsächlich eine ganze Reihe gradweiser Abstufungen von intensivster Alkoholgärung bis zu blosser intramolekularer Athmung existirt; ja man könnte angesichts solcher Pilze, die einige Mengen von Alkohol erst nach langer Kultur liefern, in Zweifel kommen, ob man hier wirklich ein Produkt von Gärung oder von intramolekularer Athmung vor sich habe.

Zum Beweise, dass bei den verschiedenen Alkohol-Gärungspilzen, gleiche

¹⁾ Die im Schleimfluss lebender Bäume beobachteten Microorganismen. Bacteriol. Centralblatt V., pag. 638.

²⁾ Ueber Gärung. Landwirtschaftl. Jahrb. 1876, pag. 308.

³⁾ Studien über reine Hefen. Zeitschr. f. physiol. Chemie, Bd. 12, pag. 64.

⁴⁾ Theorie der Gärung. München, 1882, pag. 17.

⁵⁾ Pflanzenphysiologie Bd. I, pag. 365.

Bedingungen vorausgesetzt, verschiedene Grade der Gährfähigkeit zu finden sind, mögen folgende Untersuchungen angeführt werden:

So liefern *Mucor racemosus* und *M. circinelloides* nach GAYON¹⁾ bis 5,5 Vol.-%, *M. spinosus* in gleicher Zeit nur 1—2 Vol.-% Alkohol.

Nach E. CHR. HANSEN²⁾ gab, in gleich grossen Mengen gleichprocentiger Bierwürze bei Zimmertemperatur gezüchtet:

Brauereioberhefe	in 16 Tagen	6 Vol.-%
Brauereiunterhefe	" " "	6 "
<i>Monilia candida</i>	" " "	1,1 "

Es gehört daher, wie HANSEN zeigte, schon eine längere Kultur dazu, um von solchen schwachen Alkoholproduzenten etwas mehr Alkohol zu erzielen. Nach HANSEN l. c. gab: *Monilia candida* (BON) unter den obigen Bedingungen nach 2 Monaten 2%, nach 3 Monaten 3,4%, nach 6 Monaten 5% Alkohol. *Mucor spinosus*, von welchem GAYON sagt, dass er nicht mehr als 1—2% Alkohol zu produciren vermöge, bildete nach HANSEN unter den oben angegebenen Bedingungen bei 22° C.:

nach 4 Tagen	0,5 Vol.-%
" 1 Monat	2,8 "
" 2 "	4 "
" 5 "	4,8 "
" 6 ½ "	5,4 "

Mucor erectus BAINIER in Bierwürze kultivirt nach HANSEN³⁾

bei Zimmertemperatur	bei 25°
nach 14 Tagen	1,7 Vol.-%
" 1 ½ Monat	6 "
" 2 ½ "	8 "

und *Mucor Mucedo* L. in Bierwürze bei Zimmertemperatur nach 2 ¾ Monat 1 Vol.-%, nach 6 Monaten 3 Vol.-% Alkohol.

Die grösste Intensität der Alkohol-Gährwirkung ist unbedingt den Bier- und Weinhefearten, sowie den Sprossmycelien von *Mucor racemosus* und *M. circinelloides* zuzusprechen.

Möglicher Weise liegt das Verhältniss zwischen Gährthätigkeit bei Luftabschluss und intramolecularer Athmung sogar so, dass beide Processe identisch sind und der ungleiche Effect — hier geringe, dort reiche Kohlensäureabspaltung — nur darin begründet liegt, dass diese Abspaltung bei gewissen Stoffen (Glycose) leicht und schnell, bei andern schwer und langsam vor sich geht. Die Bierhefe würde sich also, um einen recht groben Vergleich zu wählen, ihren Substraten gegenüber verhalten wie ein Holzhacker, der von einem Tannenscheit mit Leichtigkeit grosse Späne, von einem Pockholzblock aber nur kleine Splitter abzuspalten im Stande ist.

Die Art und Weise, wie die Spaltungsgährungen, speciell die Alkoholgährung, physikalisch verlaufen, hat man sich nach NÄGELI⁴⁾ so vorzustellen, dass man annehmen muss, in den gährungsfähigen Zellen werden die Moleküle der das

¹⁾ Sur l'inversion et sur la fermentation alcoolique du sucre de canne par les moisissures. Compt. rend. t. 86 (1878), pag. 53.

²⁾ Neue Untersuchungen über Alkoholgährungspilze. Berichte d. deutsch. bot. Gesellsch. 1884, Bd. 2.

³⁾ Recherches sur la physiologie et la morphologie des fermentes alcooliques. Résumé du compte-rendu des travaux du Laboratoire de Carlsberg. Vol. II. Livr. 5, 1888, pag. 160.

⁴⁾ Theorie der Gährung, pag. 29.

Plasma zusammensetzenden Verbindungen in lebhafte Bewegungszustände (Schwingungen) versetzt, welche sich derart in die Wandung der Zellen und in die dieselben umgebende Flüssigkeit fortpflanzen, dass die Zuckermoleküle, welche sich hier befinden, in Mitschwingungen gerathen von solcher Intensität, dass sie in Alkohol- und Kohlensäure-Moleküle zerfallen.

Diese Wirkung dürfte sich, nach NÄGELI's¹⁾ Berechnung, als auf eine das Drei- und Vierfache des Durchmessers der Hefezelle betragende Entfernung erstrecken, und zwar bei kräftiger Gährung.

Durch die Gährthätigkeit einer Zelle wird nach NÄGELI unter allen Umständen ihr eigenes Wachsthum gefördert.

Ueber die ebenfalls von NÄGELI (l. c. pag. 93) ermittelte Ausscheidung von Eiweiss und Peptonen aus gährthätigen Zellen wurde bereits in dem Kapitel: Zur Ausscheidung kommende Stoffwechselprodukte berichtet, pag. 453.

2. Oxydations-Gährungen.

Bisher hat man nur erst eine Form bei Pilzen aufgefunden, nämlich die Oxalsäure-Gährung. Die frühere Meinung, dass innerhalb der Pilzgruppe noch eine zweite Art von Oxydations-Gährung vorkomme, nämlich Essigsäure-Gährung, erwies sich durch NÄGELI's Untersuchungen an Mycodermen (diese waren es, die man als Essigbildner ansprach) als unhaltbar, womit aber keineswegs gesagt werden soll, dass die Möglichkeit eines solchen Vorkommens bei irgend welchen andern Pilzen ausgeschlossen sei.

Die Oxalsäure-Gährung besteht darin, dass gewisse Kohlenstoffverbindungen, speciell Zuckerarten, eine theilweise Oxydation erfahren, welche zur Bildung von Oxalsäure führt.

Als Materialien für diese Gährung können dienen nach DE BARY²⁾ Traubenzucker und Fruchtzucker, nach meinen Ermittlungen³⁾ auch Galactose, Rohrzucker, Milchzucker, Maltose, Dextrin, sowie Glycerin, Mannit, Dulcit.

Die Oxalsäure-Gährung scheint einer sehr grossen Zahl von Pilzen zuzukommen, sowohl Phycomyceten, als Eumyceten. Unterer ersteren sind z. B. die Mucorineen, unter letzteren viele Basidiomyceten (Hutswämme, Löcherschwämme, Bauchpilze), zahlreiche Ascomyceten, sowohl Pyrenomyceten (z. B. Chaetomium), als Discomyceten zu nennen. Für die Hefenpilze (Saccharomyceten) wies ich³⁾ kürzlich ein Beispiel nach. Aber auch unter den Flechten hat man sehr zahlreiche Oxalsäurebildner kennen gelernt. (Man vergleiche hierüber noch pag. 388).

Die gebildete Oxalsäure scheint vielfach als Kaliumsalz zur Ausscheidung zu kommen, was nach DE BARY z. B. bestimmt bei *Sclerotinia sclerotiorum* der Fall ist, in andern Fällen (Haarbildungen der Chaetomien-Früchte, Mucor-Sporangien) als Kalkoxalat. Tritt das Kaliumsalz mit einem Kalksalz in Berührung, so wird es natürlich in Kalkoxalat umgewandelt.

Bezüglich der Intensität der Oxalsäure-Produktion giebt es bei den verschiedenen Pilzen verschiedene Grade. Zu den energischsten Oxalsäurebildnern gehört nach DE BARY (l. c.) *Sclerotinia sclerotiorum*, was ich nach eigenen Er-

¹⁾ l. c. pag. 83.

²⁾ Ueber einige Sclerotinien und Sclerotienkrankheiten. Botan. Zeit. 1886.

³⁾ Ueber Oxalsäuregährung an Stelle von Alkohol-Gährung bei einem typischen Saccharomyceten (*S. Hansenii* n. sp.). Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1889.

fahrungen bestätigen kann, zu den schwächeren mein *Saccharomyces Hansenii*, zwischen beiden steht etwa in der Mitte *Penicillium glaucum*.

Die Abscheidung dürfte bei gewissen Pilzen ausschliesslich oder doch vorzugsweise auf gewisse Organe localisirt sein, wie man wohl daraus schliessen darf, dass Haarbildungen (*Chaetomium*), Sporangien (*Mucor*) etc. förmlich mit Kalkoxalat incrustirt sein können, während benachbarte Theile dergleichen entweder gar nicht oder doch in nur wenig ausgeprägter Form zeigen.

III. Spaltungen des Nährmaterials.

Wie LEWKOWITSCH¹⁾ nachwies, vermag *Penicillium glaucum* (Brotschimmel) die Mandelsäure, die sich bekanntlich optisch inactiv verhält, zu spalten in ihre beiden activen Isomeren: die rechtsdrehende und die linksdrehende Mandelsäure und letzere zum Aufbau der Zellen zu verwenden, während erstere übrig bleibt.

Die nämliche Spaltung wird nach L. auch von einem Hefepilz (*Saccharomyces ellipsoideus*, Weinhefe) bewirkt, welcher aber im Gegensatz zu *Penicillium* die rechtsdrehende Mandelsäure aufzehrt und die linksdrehende übrig lässt.

Nach PASTEUR²⁾ nehmen Hefepilze sowohl wie Schimmelpilze, wenn sie in einer Lösung von Weinsäure cultivirt werden, die rechtsdrehende Modification derselben auf, während die linksdrehende in der Flüssigkeit zurückbleibt.

Von VAN TIEGHEM³⁾ wurde gezeigt, dass gewisse Schlauchpilze aus der Familie der Perisporiaceen (*Aspergillus niger*, *Penicillium glaucum*) die Fähigkeit haben zur Spaltung des Tannins in Gallussäure und Glycose. Es ist zu vermuthen, dass auch Pilze aus anderen Gruppen diese Wirkung äussern können.

IV. Wärmeentwicklung.

Da, wie wir gesehen haben, die Pilze Sauerstoff-Athmung besitzen, dieser Process aber den Werth eines Oxydationsvorganges besitzt, so muss nothwendiger Weise hierbei Wärme frei werden.

Auch die intramoleculare Athmung ist mit einer Erwärmung verbunden, die natürlich geringer ausfällt, als bei der Sauerstoff-Athmung.

Eine relativ bedeutende Erwärmung aber findet bei den Gährungsprocessen, speciell der Alkoholgährung statt. Sie entstammt der Spannkraft, welche bei der Spaltung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure disponibel wird.

DUBRUNFAUT⁴⁾ hat die bei der Gährung erzeugte Wärme bei einem Versuche mit 21,400 Liter einer Flüssigkeit, welche in einem Bottich von Eichenholz sich befand, 2559 Kgrm. Rohrzucker enthielt und im Verlauf von 4 Tagen vergohr, berechnet. Die ursprüngliche Temperatur von 23,7° C. stieg während dieser Zeit auf 33,75°; die wirkliche Temperaturerhöhung aber betrug, da die Abkühlung in dem umgebenden Raum, dessen Temperatur zwischen 12 und 16° schwankte, auf 4° geschätzt ward, 14,05°. Es wurden 1181 Kgrm. Alkohol von 15° und 1156 Kilogr. Kohlensäure gebildet. Durch annähernde Berechnung fand FRITZ⁵⁾ dass die bei Vergährung einer 18% Zuckerlösung durch *Saccharomyces*

¹⁾ Spaltung der inactiven Mandelsäure in ihre beiden optisch activen Isomeren. Berichte d. deutsch. chem. Gesellsch. 1883. Bd. XVI. Heft 11, pag. 1568—1577.

²⁾ Compt. rend. 1858, Bd. 46, pag. 617; u. 1860, Bd. 51, pag. 298.

³⁾ Ann. sc. nat. sér. 5. t. 8, pag. 240 (1867).

⁴⁾ in ERDMANN Journ. f. pract. Chem. Bd. 69 (1856), pag. 444. Compt. rend. 1856. No. 20, pag. 945.

⁵⁾ Berichte d. deutsch. chem. Gesellsch. 1873, Bd. 6, pag. 57.

cerevisiae aktuell werdende Energie hinreichend sei zur Erwärmung der Lösung um 21° C., natürlich die Behinderung jedes Verlustes an Wärme vorausgesetzt.

Mit der DUBRUNFAUT'schen Angabe stimmt im Wesentlichen auch die Beobachtung BREFELD's¹⁾ überein, dass bei Bierhefegährung die Nährlösung sich um 12—15° C. erwärme. ERIKSON²⁾ beobachtete, dass bei lebhafter Gährung durch Bierhefe in 500 Cbcm. einer 10% Zuckerlösung ein Temperaturüberschuss von 3,9° C. eintrat.

Dass die verschieden starken Gährungserreger unter gleichen Bedingungen verschiedene Grade der Erwärmung der Nährlösungen zeigen werden, ist von vornherein wahrscheinlich; vergleichende Untersuchungen hierüber, mit rein-gezüchteten Species vorgenommen, fehlen.

Nach NÄGELI werden bei der Vergährung von 1 Kgrm. Rohrzucker, oder nach Invertirung desselben von 1,0526 Kgrm. Traubenzucker, wobei 0,51 Kgrm. Alkohol entstehen, 146,6 Calorien an Wärme erzeugt.³⁾

V. Lichtentwicklung.

Bei der Athmung mancher Pilze findet neben Wärmeentwicklung auch noch Lichterzeugung statt. Man hat diese als »Phosphorescenz« bezeichnete Erscheinung speciell für gewisse Basidiomyceten (namentlich grössere Baumschwämme aus den Familien der Blätterschwämme und Löcherschwämme) constatirt und z. Th. eingehend untersucht.

Durch die bisherigen Forschungen sind nur erst etwa 16 Species mit Sicherheit als phosphorescirend bekannt geworden, von denen die meisten wärmeren Klimaten und fast alle der grossen Familie der Agaricineen zugehören.

Agaricus (Armillaria) melleus VAHL, der bei uns in verschiedenen Wald- und Obstbäumen schmarotzt. Beobachter der Phosphorescenz: NEES, NÖGGERATH und BISCHOFF,⁴⁾ JOS. SCHMITZ,⁵⁾ TULASNE, LUDWIG,⁶⁾ BREFELD.⁷⁾

Agaricus (Pleurotus) olearius Dec. An Oel- und anderen Bäumen im südlichen und südöstlichen Europa; BATARRA,⁸⁾ TULASNE,⁹⁾ FABRE.¹⁰⁾

Ag. (Pleurotus) phosphorus BERK. An Baumwurzeln in Australien. GUNNING.¹¹⁾

Ag. (Pleurotus) Gardneri BERK. in Australien und Brasilien; GARDENER,¹²⁾ BERKELEY.¹³⁾

Ag. (Pleurotus) illuminans MÜLL. u. BERK.¹⁴⁾ an totem Holze in Australien.

¹⁾ Ueber Gährung. Landwirthsch. Jahrb. 1876. Bd. 5, pag. 300.

²⁾ Unters. aus d. bot. Inst. Tübingen, 1881. Heft 1, pag. 105. Vergl. auch PFEFFER, Physiol. I. pag. 414.

³⁾ Vergl. NÄGELI, über Wärmetönung bei Fermententwicklung. Sitzungsber. d. Baiersch. Akad. 1880, pag. 129 u. Theorie der Gährung 1879, pag. 55—66.

⁴⁾ Die unterirdischen Rhizomorphen. Nov. acta Bd. 11 u. 12.

⁵⁾ Linnaea 1843, pag. 523.

⁶⁾ Ueber die Phosphorescenz der Pilze und des Holzes. Dissertation, 1874.

⁷⁾ Schimmelpilze III., pag. 170.

⁸⁾ Fungorum agri Ariminensis historia. Faventiae 1755.

⁹⁾ Ann. sc. nat. Sér. III. t. 9 (1848), pag. 341.

¹⁰⁾ Ann. sc. nat. Sér. IV. t. 4 (1855), pag. 179.

¹¹⁾ Vergl. SACCARDO, Sylloge Bd. V., pag. 358.

¹²⁾ In HOOKER, Journ. of bot. Bd. II. (1840), pag. 426 u. Bd. IV. (1842), pag. 217. — Flora 1847, pag. 756.

¹³⁾ Introduct. to crypt. bot. London 1857, pag. 265.

¹⁴⁾ Austral. fungi no. 15. (Saccardo, Syll. V. 352).

- Ag. (Pleurotus) facifer* B. u. C., der »Fackelträger« in Nordamerika.¹⁾
Ag. (Pleurotus) Lampas BERK., auf Pflanzenstengeln in Australien. BERKELEY.²⁾
Ag. (Pleurotus) noctilucens LÉV., auf Baumstämmen in Manilla. GAUDICHAUD.³⁾
Ag. (Pleurotus) Prometheus BERK. u. C.,⁴⁾ auf totem Holz in Hong-Kong.
Ag. (Pleurotus) candescens MÜLL. u. BERK.⁵⁾, auf totem Holz in Australien.
Ag. (Pleurotus) igneus RUMPH., in Amboina. RUMPH.⁶⁾
Ag. (Collybia) longipes BULL., bei uns vorkommend; RUMPH.
Ag. (Collybia) tuberosus BULL., „ „ „ F. LUDWIG.⁷⁾
Ag. (Collybia) cirrhatus PERS., „ „ „ F. LUDWIG.⁸⁾
Polyporus Emerici BERK. in Australien. BERKELEY.⁹⁾

Von anderen Hutpilzen, die DRUMMOND¹⁰⁾ in Australien phosphorescirend fand, kennt man die Namen nicht.

Nach LUDWIG¹¹⁾ ist auch ein Schlauchpilz, *Xylaria Hypoxylon*, als photogen zu bezeichnen; CRIÉ¹²⁾ fand *Xylaria polymorpha* leuchtend.

Zur Lichterzeugung sind zwar im Allgemeinen sowohl vegetative als fructificative Entwicklungsphasen befähigt. Doch beschränkt sich bei gewissen Species die Leuchtkraft ausschliesslich auf vegetative Zustände, während sie bei anderen Arten an den Fructificationsorganen sehr ausgesprochen zu Tage tritt. Als bekanntestes Beispiel für den ersteren Fall ist der Hallimasch (*Agaricus melleus*) anzuführen. Das Leuchten erfolgt hier nur an den strang- oder hautförmig ausgebildeten Myceltheilen, speciell an deren Vegetationsenden, oder an Stellen wo Neubildungen vegetativer Art auftreten, wie schon JOS. SCHMITZ (l. c.) angab und LUDWIG (Dissertation) bestätigte. Das schon im Alterthum bekannte Leuchten faulen Holzes rührt in gewissen Fällen von der Gegenwart des Hallimasch-Mycels her.

Auch *Xylaria Hypoxylon* phosphorescirt nach LUDWIG (l. c.) nur in den Myceltheilen (welche ebenfalls durch den Pilz vermorschtes Holz leuchtend machen können), niemals aber an den Fruchtkeulen. Aehnliches gilt nach demselben (HEDWIGIA l. c.) für die genannten sclerotienbildenden Collybien, die während der Sclerotienbildung und bei der Mycelbildung aus den Sclerotien phosphoresciren.

Den anderen Fall, betreffend die Phosphorescenz fructificativer Organe, hat man für die Mehrzahl der oben genannten Lichterzeuger constatirt, speciell für *Agaricus olearius* (TULASNE, FABRE l. c.), wo der ganze Hut (Stiel, Huthaut, Lamellen) leuchtet, bisweilen auch auf Bruch- oder Schnittstellen.

¹⁾ Ann. of nat. hist. Dec. 1853.

²⁾ London Journ. IV. pag. 44 (nach SACCARDO, Sylloge V. 357).

³⁾ GAUDICHAUD, MONTAGNE et LÉVEILLÉ. Voyage autour du monde sur la Bonite. Paris 1844—51. Ann. sc. nat. Oct. 1844, pag. 171.

⁴⁾ Proceed. of the Americ. Acad. of arts and sciences 1862.

⁵⁾ Australian Fungi 16.

⁶⁾ RUMPHIUS, Herbarium Amboinense. t. VI. pag. 130.

⁷⁾ Botanisches Centralbl. Bd. XII. (1882), No. 3.

⁸⁾ *Agaricus cirrhatus*, PERS., ein neuer phosphorescirender Pilz. Hedwigia 1865. Heft VI.

⁹⁾ Grevillea X., pag. 96.

¹⁰⁾ Flora 1847, pag. 756.

¹¹⁾ Spectroscop. Unters. photogener Pilze. Zeitschr. f. wissensch. Mikroskopie Bd. I, Heft 2, pag. 189.

¹²⁾ Sur quelques cas nouveaux de phosphorescence dans les vegetaux. Compt. rend. 93, pag. 853.

Was die Intensität des Leuchtens anlangt, so ist sie sowohl nach Species als nach Individuen und nach den Theilen eines und desselben Individuums resp. Organs verschieden. Beim *Ag. olearius* z. B. leuchten nach FABRE die Lamellen meist stärker als Stiel und Hut, den *Ag. phosphoreus* fanden GARDENER und GUNNING so stark leuchtend, dass sie Geschriebenes lesen konnten, und W. PFEFFER¹⁾ vermochte in dunkeln Nächten die Lichterscheinung an stark leuchtenden Individuen von *Agaricus olearius* noch auf etwa 1000 Schritt wahrzunehmen.

Dass das Phosphorescenzlicht nicht bei allen Species die gleiche Zusammensetzung habe, liess sich schon längst nach dem äusseren Augenschein vermuthen, da es bei der einen Species mehr bläulich, bei der andern mehr grünlich oder grünlich-gelb, bei der dritten mehr weisslich mit einem Stich ins Grünliche erscheint. Doch ist der Versuch, auf analytischem Wege zu sicheren Resultaten zu kommen, erst neuerdings, von LUDWIG,²⁾ gemacht worden, mit Bezug auf das Phosphorescenzlicht von *Trametes pini* (?), *Agaricus melleus*, *Xylaria Hypoxylon* und *Collybia tuberosa*, wobei sich jene Vermuthung als richtig bestätigte.

Hauptbedingung für das Zustandekommen des Leuchtens ist Lebensfähigkeit der betreffenden Organe. An todtten tritt die Erscheinung niemals auf. Die Theile müssen sogar eine gewisse Energie der Lebensthätigkeit entfalten; mit Eintritt in den Ruhezustand verschwindet das Leuchten. Sehr schön lässt sich dies nach BREFELD³⁾ an den Mycelsträngen vom *Ag. melleus* beobachten, wo nur die jugendlichsten, noch weissen und weichen Stellen phosphoresciren, die älteren braun und hart gewordenen, also in den Ruhezustand übergegangenen, dagegen nicht mehr leuchtfähig sind.

Eine weitere Bedingung ist Sauerstoffgehalt des umgebenden Mediums. Daher hört das Leuchten, wie schon FABRE (l. c.) feststellte und später LUDWIG (Dissertation) bestätigte, auf, sobald man leuchtfähige Theile in ausgekochtem Wasser untertaucht, oder sie ins Vacuum, in Kohlensäure oder in Wasserstoff bringt. Nach nicht zu langem Verweilen wieder an die Luft gebracht, stellt sich das Phänomen wieder ein. FABRE (an *Ag. olearius*) und NEES, NÖGGERATH, BISCHOFF fanden, dass das Leuchten in reinem Sauerstoff intensiver wurde. Als eine Function lebender Theile ist die Phosphorescenz natürlich auch von der Temperatur abhängig. LUDWIG⁴⁾ ermittelte für den Hallimasch (das ihm zu Gebote stehende Mycelmaterial war spontanes) als Minimum 4—5° C., als Optimum 25—30° C. und als obere Grenze 50° C. BREFELD, dem äusserst üppige künstlich erzeugte Mycelmassen zur Verfügung standen, bemerkte schon bei 1—2° R. ziemlich starkes Leuchten, das sich bei Zimmertemperatur nicht merklich steigerte. (Es scheinen hiernach bei demselben Pilze je nach der Ueppigkeit seiner Entwicklung die Temperaturversuche verschiedene Resultate zu liefern.) Bei FABRE's Versuchen ergab sich als untere Grenze etwa 4° C., das Maximum lag schon von 8—10° C. ab. Plötzlicher Wechsel der Temperatur von 40° auf 10° (Versuche mit dem Hallimasch-Mycel in Wasser) bewirkte nach LUDWIG l. c. sofortige Sistirung des Leuchtens.

Zum Licht steht die Erscheinung, wenigstens beim Hallimasch, offenbar nicht in irgend welcher Beziehung, denn sie findet statt, gleichgültig ob die Stränge

¹⁾ Pflanzenphysiologie II., pag. 419.

²⁾ Spectroskopische Untersuchung photogener Pilze. Zeitschr. f. wissensch. Mikroskopie, Bd. I. (1884), pag. 181 ff.

³⁾ l. c. pag. 171.

⁴⁾ Dissertation, pag. 25.

im Dunkeln, beispielsweise in der Tiefe eines Bergwerks, oder am Licht gewachsen sind. Dagegen ist es leicht verständlich, dass durch Feuchtigkeitsmangel, wenn er die Lebensthätigkeit hemmt, auch die Leuchtkraft aufgehoben wird.

Das Phosphoreszenzphänomen muss in irgend welcher näheren Beziehung zur Athmung stehen. Es geht dies vor allem aus der von FABRE ermittelten wichtigen Thatsache hervor, dass leuchtende Organe eine ausgesprochene Athmungsenergie zeigen. Er fand bei seinen Experimenten mit einem Hute von *Agaricus olearius*, dass derselbe in 36 Stunden bei 12° C. pro 1 Grm. Substanz 4,41 Cbcm. Kohlensäure aushauchte, während 1 Grm. nicht leuchtender Substanz cet. par. nur 2,88 Cbcm. CO₂ lieferte.

Die nähere Beziehung zur Athmung documentirt sich ferner darin, dass alle diejenigen Factoren, welche die Athmung herabsetzen oder unterdrücken, auch die Leuchtfähigkeit schwächen oder aufheben. Zu diesen gehören Sauerstoffmangel und Temperaturerniedrigung. Ein leuchtfähiger Hut vom *Ag. olearius* producirte bei niedriger Temperatur, wo das Leuchten erlosch, pro 1 Grm. Substanz in 44 Stunden nur 2,64 Cbcm. Kohlensäure, ein nicht leuchtfähiges Fragment unter denselben Bedingungen 2,57 Cbcm. (FABRE).

Man könnte glauben, dass die Lichterscheinung eine Folge der durch die Athmung hervorgerufenen Erwärmung sei, allein dann müssten, wie PFEFFER und SACHS mit Recht betonen, bei anderen Pilzen, die eben so energisch oder noch energischer athmen, ebenfalls Lichterscheinungen auftreten. Die Phosphoreszenz scheint demnach nicht, wie FABRE (l. c.) meint, durch die Respirations-thätigkeit allein erklärt werden zu können. Vielmehr müssen die Leucht-Pilze mit specifischen Eigenschaften resp. Stoffen ausgerüstet sein, welche die Leuchterscheinungen bei der Athmungsthätigkeit ermöglichen.¹⁾

Einen Anhalt zur Erklärung dieser Erscheinungen dürften vielleicht die Untersuchungen RADZISZEWSKI's²⁾ geben, welche lehrten, dass gewisse Aldehyde resp. Verbindungen derselben, wenn sie in Berührung mit Alkalien und Sauerstoff langsam oxydiren, schon bei einer Temperatur von +10° stark leuchten. Die betreffenden Verbindungen lassen alles Aldehyd frei werden, und es ist allem Anschein nach dieser Körper, welcher im *Statu nascendi* in Berührung mit Sauerstoff die Lichterscheinung bewirkt. Dabei stimmen diese Körper mit dem Phosphor darin überein, dass ihre Oxydation mit einer Spaltung der gewöhnlichen Sauerstoffmoleküle und deren Umwandlung in dreiatomige Ozonmoleküle verbunden ist.

Auch die als Ozonerreger bekannten ätherischen Oele (Terpentinöl, Citronenöl, Kümmelöl, Pfefferminzöl etc.), sowie die aromatischen Kohlenwasserstoffe leuchten nach R. bei höherer Temperatur anhaltend, wenn sie mit alkoholischer Kalilösung oder Natronhydrat geschüttelt werden. Aehnlich verhalten sich auch fette Oele und deren Bestandtheile, ferner die eigentlichen Fette und diejenigen Alkohole, welche mehr als 4 Atome Kohlenstoff im Molekül haben.

Es wäre demnach denkbar, dass solche Verbindungen, die ja z. Th. in den leuchtenden Hutpilzen bereits bekannt sind (z. B. fettes Oel), wenn sie in alka-

¹⁾ Ueber Lichtentwicklung bei Pilzen vergleiche man noch DE BARY, Morphol. und Physiol. der Pilze, 1864. pag. 229. SACHS, J., Experimentalphysiol. 1865, pag. 304, und Vorlesungen über Pflanzenphysiol. II. Aufl., pag. 397. LUDWIG's citirte Dissertation, wo man auch die ältere Literatur findet, PFEFFER, W., Pflanzenphysiologie II, 1881, pag. 418—422. LUDWIG, F., Selbstleuchtende Pilze, Zeitschrift f. Pilzfreunde, 1885, pag. 8—13.

²⁾ Bericht LUDWIG's im Bot. Centralbl. Bd. VII, pag. 325.

lischer Lösung mit Ozon sich verbinden, die Ursache des Leuchtens dieser Pilze darstellen.

C. Einfluss äusserer Kräfte auf Vegetation, Fructification und sonstige Lebensvorgänge.

1. Licht.

Auf die Keimung der Sporen wie auf die Mycelbildung der allermeisten Pilze scheint das Licht keinerlei Einfluss zu haben.¹⁾ Daher auch die reiche Mycelentwicklung mancher Schimmel- und Hutpilze in dunklen feuchten Kellern (an alten Weinfässern, Oelfässern, Balken, Bretterverschlagen, Steinen), und im tiefen Dunkel der Schächte (an Balkenwerk und Brettern), die reiche Mycelentfaltung im Innern der Baumstämme seitens vieler Hutschwämme, die unterirdische Entwicklung reicher Mycelsysteme der Trüffeln, Bauchpilze und mancher Hutpilze, sowie der »Mycorrhizen«, die Mycelentwicklung verschiedener Schimmel (z. B. des Brotschimmels) im Innern von Früchten und Samen etc. Dass auch die Zelltheilungen der Bierhefe bei mässigem Lichte mit gleicher Lebhaftigkeit stattfinden wie im Dunkeln, ist neuerdings von KNY²⁾ experimentell erwiesen worden.

Von Fällen, in denen die Keimung der Sporen von Licht beeinflusst wird, und zwar bei Abschluss des Lichtes früher als im Licht erfolgt, scheinen überhaupt nur zwei in der Literatur vorzuliegen, von denen der eine die *Peronospora macrospora* betrifft,³⁾ der andere den *Rhodomyses Kochii* WETTSTEIN's.⁴⁾

Was sodann die Fructification anlangt, so möchte zunächst für die Conidien-, Gemmen- und Zygosporienbildung das Licht im Allgemeinen ebenfalls bedeutungslos sein, wenigstens ist das Gegentheil bisher nur in einem Falle, der die *Botrytis cinerea* betrifft, von KLEIN (in Bestätigung der Beobachtung RIND-FLEISCH's) erwiesen worden. Derselbe legte nämlich dar,⁵⁾ dass die Conidienbildung bei dieser Schimmelform nur während der Nachtzeit erfolgt.

Dagegen ist nach BREFELD⁶⁾ die Ausbildung der Sporangienfructification von *Pilobolus microsporus* entschieden an Lichtzutritt gebunden: die Sporangienträger vergeilen bei Lichtmangel, ohne dass es zur Anlage von Sporangien kommt.

Auch die Entwicklung der Fruchtkörper gewisser Basidiomyceten und zwar der Hutpilze steht zum Lichte in Abhängigkeit. Aus BREFELD's Untersuchungen⁷⁾ an *Coprinus stercorearius* geht unzweifelhaft hervor, dass der Hut, dessen Ausbildung bei Lichtzutritt sehr gefördert und frühzeitig zu vollem Abschluss gebracht

¹⁾ Für einige Fälle ist dies bestimmt erwiesen worden, so von H. HOFFMANN (Jahrb. f. wiss. Bot. 1860, Bd. 2, pag. 321; von E. LÖW, Zur Physiol. niederer Pilze. Verhandl. d. zool. bot. Ges. Wien, 1867 (*Penicillium*, *Mucor stolonifer*); von BREFELD, Schimmelpilze III., pag. 88. (*Coprinus*).

²⁾ Beziehungen des Lichtes zur Zelltheilung bei *Saccharomyces cerevisiae*. Berichte d. deutsch. bot. Ges. 1884, pag. 129—144.

³⁾ DE BARY, Ann. sc. nat. sér. IV, t. 20 (1863), pag. 37.

⁴⁾ Untersuchungen über einen neuen pflanzl. Parasiten des menschl. Körpers. Sitzungsber. d. Wiener Ak. 1885, Bd. 41, pag. 39—40.

⁵⁾ Ueber die Ursachen der ausschliesslich nächtlichen Sporenbildung von *Botrytis cinerea*. Bot. Zeit. 1885, pag. 6.

⁶⁾ Schimmelpilze IV., pag. 76.

⁷⁾ Schimmelpilze III., pag. 87—97.

wird, bei Lichtabschluss erheblich zurückbleibt und verkümmert, während der Stiel im Vergleich zu im Licht entstandenen Fruchtkörpern starke Ueerverlängerung erfährt und dabei dünn und schwächig wird (Vergeilung). (Doch ist bei Temperaturen über 15° R. auch eine zwar langsame aber völlige Ausbildung des Hutes bis zur Sporenreife möglich.) Nicht minder hemmend wirkt nach BREFELD¹⁾ Lichtabschluss auf die Hutbildungen bei *Coprinus ephemerus*. Letztere wird auch hier meistens ganz unterdrückt. Dabei wird der Turgor der Zellen des Stieles soweit herabgesetzt, dass Letzterer schlaff erscheint, um bei Lichtzutritt wieder prall zu werden und sich aufzurichten.

Dagegen unterbleibt bei *Coprinus lagopus* nach BREFELD²⁾ die Hutbildung im Finstern nicht.

Die unterirdisch lebenden Bauchpilze haben bekanntlich für ihre Fruchtbildung Licht ebenfalls nicht nöthig. *Sphaerobolus stellatus* TODE dagegen, ein kleiner holzbewohnender Gastromycet, bildet nach BREFELD³⁾ Versuchen seine Früchte nur im Licht.

Bezüglich der Schlauchpilze ist mir aus der Literatur nur eine Bemerkung von WINTER⁴⁾ bekannt, wonach die aus den Sclerotien hervorsprossenden Früchte von *Peziza Fuckeliana* ihr Wachsthum im Dunkeln einstellen. Aus meiner eigenen Erfahrung kann ich noch für meine *Peziza Batschiana* anführen, dass wenn die Sclerotien derselben an der Bodenoberfläche liegen, also unmittelbar dem Licht zugänglich sind, stiellose, wenn sie aber im Boden liegen, mehr oder minder lang gestielte Becherfrüchte treiben, und dass letztere nur am Licht zur Ausbildung gelangen, nicht im Erdboden.

Was die Qualität des zur normalen Ausbildung von Fruchträgern resp. Sporen nöthigen Lichtes anbetrifft, so zeigte BREFELD⁵⁾ für die Sporangienträger von *Pilobolus microsporus*, sowie für die Fruchtkörper von *Coprinus stercorarius*, dass hier ausschliesslich die stärker brechbaren Strahlen des Spectrums (das blaue Licht, wie man es hinter einer Lösung von Kupferoxydammoniak erhält) in Betracht kommen, während die schwächer brechbaren Strahlen (das gelbe Licht, wie es hinter einer Kaliumbichromat-Lösung erzielt wird) ganz wie eine Dunkelkultur wirken, nämlich die Fruchträger vergeilen lassen, ohne dass es zur Fructification kommt.

Gerade das umgekehrte Verhältniss hat nach KLEIN (l. c.) bei der Conidienform von *Peziza Fuckeliana* (der früheren *Botrytis cinerea*) statt, insofern die rothgelbe Hälfte des Spectrums die Sporenbildung befördert, die blauviolette diesen Vorgang hemmt. Die Hemmung ist nach KLEIN stark genug, der Beschleunigung das Gleichgewicht zu halten: das Resultat ist daher bei Tage gleich Null. Lampenlicht dagegen, in welchem die rothgelbe Hälfte stärker ist, wirkt nach K. als positiver Reiz.

Nach KRAUS⁶⁾ findet die Entwicklung der Fruchtkörper von *Claviceps microcephala* sowohl im blauen, als im gelben Licht statt.

¹⁾ l. c. pag. 114 u. Heft IV, pag. 79.

²⁾ Schimmelpilze III, pag. 108.

³⁾ Untersuchungen aus dem Gesamtgeb. d. Mycologie. Heft VIII, pag. 287.

⁴⁾ Botan. Zeitung 1874, pag. 1.

⁵⁾ Schimmelpilze IV, pag. 77 und III, pag. 96.

⁶⁾ Berichte d. naturf. Ges. Halle, 1876 u. Bot. Zeit. 1876, pag. 506.

2. Temperatur.

Wie bei allen übrigen Organismen, so stehen auch bei den Pilzen die Lebensprocesse in Abhängigkeit zur Temperatur.

Diejenigen Temperaturgrade, bei welchen der betreffende Process sich am energischsten gestaltet, bezeichnet man als Temperatur-Optimum, von diesem nach abwärts, dem Nullpunkte zu, sowie nach aufwärts nimmt die Energie des betreffenden Processes ab. Die unterste Grenze, bei der irgend eine Lebensthätigkeit noch erfolgen kann, pflegt man Temperatur-Minimum, die oberste Temperatur-Maximum zu nennen. Bei jeder genaueren Temperaturbestimmung für irgend einen Lebensvorgang handelt es sich immer um Feststellung dieser drei Cardinalpunkte (Minimum, Optimum, Maximum). Doch sind Untersuchungen dieser Art nur erst für wenige pilzliche Objekte durchgeführt worden.

Was zunächst die Keimungstemperatur anlangt, so liegt, um vorerst die vollständigeren Untersuchungen zu erwähnen, nach WIESNER¹⁾ für die Conidien von *Penicillium glaucum*:

Das Minimum bei 1,5—2° C.

„ Optimum „ 22° „

„ Maximum „ 40—43° „

nach WETTSTEIN²⁾ für die Conidien von *Rhodomycetes Kochii*:

Das Minimum bei 2—4° C.

„ Optimum „ 20—40° „

„ Maximum „ 50° „

Nach H. HOFFMANN³⁾ erfolgt die Keimung der Conidien von *Botrytis cinerea* schon bei 1,6° C., der Sporen von *Ustilago Carbo* bei 0,5—1° C., von *Ustilago destruens* noch nicht bei 6° C., nach DE BARY⁴⁾ die der Conidien von *Cystopus candidus* bei 5° C. Wahrscheinlich liegt bei andern Pilzen das Minimum noch wesentlich höher. Giebt doch BREFELD⁵⁾ an, dass das Letztere für gewisse *Pilobolus*-, *Ascobolus*- und andere Basidiomyceten-Species 35—40° C. betrage, also etwa der Körpertemperatur entspreche. Jedenfalls schwanken hiernach die Keimungsminima der Pilze in denselben weiten Grenzen wie die der Spaltpilze.

Mit der Keimungstemperatur dürfte wohl die der kräftigen Mycelentwicklung vielfach zusammenfallen, in manchen Fällen mag sie etwas höher liegen. Doch fehlen genaue Ermittlungen hierüber.

Nach sorgfältigen vergleichenden Untersuchungen E. CHR. HANSENS⁶⁾ fallen die Temperatur-Minima und Maxima der verschiedenen Bier- und Weinhefen mit Bezug auf die Kahmhautbildung unter den angegebenen Bedingungen (Cultur in Bierwürze in Kolben) wie folgt aus:

		Minimum	Maximum
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	I	bei 5—6° C.	zwischen 34 u. 38° C.
„ <i>ellipsoideus</i>	I		
„ <i>Pastorianus</i>	I	„ 3—5° C.	„ 28 u. 34° C.
„ „	II		
„ „	III		
„ <i>ellipsoideus</i>	II	„ 3—5° C.	„ 38 u. 40° C.

¹⁾ Sitzungsber. d. Wiener Akad. Bd. 68 I. (1873), pag. 5 ff.

²⁾ ebenda Bd. 91 (1885), pag. 40.

³⁾ Jahrb. f. wissenschaftl. Botanik II (1860), pag. 267.

⁴⁾ Morphol., pag. 375.

⁵⁾ Schimmelpilze IV, pag. 20.

⁶⁾ Recherches sur la physiologie et la morphologie des ferments alcooliques. VI. Les voiles chez le genre *Saccharomyces* (Résumé du compt. rend. des travaux du laborat. de Carlsberg. Copenhague 1886)

Ausserdem wies HANSEN (l. c.) nach, dass diejenigen Hefen, welche bezüglich der Kahlhautbildung die höchsten Temperaturmaxima zeigen, auch hinsichtlich der Sprossung und Gährwirkung die höchsten Maxima aufweisen. Die frühere Ansicht, laut welcher die obergährigen Hefearten höhere Temperaturen zur Entwicklung brauchen, als die untergährigen, ist nach HANSENS Ermittlungen unrichtig, wie das Verhalten von *S. Pastorianus* II u. III beweist, denn beide Arten, obwohl obergährig, entwickeln sich bei einer niedrigeren Temperatur, als der gleichfalls obergährige *S. cerevisiae* I und bei derselben wie der untergährige *S. Pastorianus* I.

JOHAN-OLSEN¹⁾ untersuchte die Temperatur-Optima der Mycel-Vegetation von *Aspergillus* und fand, dass dieselben bei den verschiedenen Species z. Thl. recht verschieden ausfallen:

<i>Aspergillus glaucus</i>	Zimmertemp. (bei 30° C. hört Wachstum auf).
„ <i>flavus</i> BREFELD	36—38° C.
„ <i>fumigatus</i> FRES.	38—40° C. wächst hierbei sehr schnell.
„ <i>clavatus</i> DESM.	zwischen 20 u. 30° C.
„ <i>subfuscus</i> JOHAN-OLSEN	35—38° C.

Nach anderen Beobachtern betragen die Optima für <i>Aspergillus (Eurotium) repens</i>	10—15° C. (bei 25° C. hört Wachstum auf. ²⁾)
„ „ „ <i>niger</i>	34—35° C. ³⁾
„ „ „ <i>fumigatus</i>	37—40° C. ⁴⁾
„ „ „ <i>albus</i>	} 15—25° C. ⁵⁾
„ „ „ <i>ochraceus</i>	

Aus diesen und anderen Erfahrungen ergibt sich, dass, wenn man aus einem beliebigen Material, z. B. einem Wasser, einem Mehl, aus dem Innern oder von der Oberfläche beliebiger Thier- oder Pflanzentheile möglichst alle Pilze isoliren will, man Culturen der Keime bei variirten Temperaturbedingungen vorzunehmen hat.

Betreffs des Einflusses der Temperatur auf die fructificativen Vorgänge liegen ebenfalls nur wenige Untersuchungen vor, und zwar sind es hier wiederum die Hefe-Arten, welche sich einer näheren Berücksichtigung zu erfreuen hatten. E. CHR. HANSEN's⁶⁾ Experimente an 6 *Saccharomyces* lieferten folgendes Ergebniss:

		Minimum	Maximum
<i>S. cerevisiae</i>	I	11° C.	37° C.
„ <i>Pastorianus</i>	I	3° C.	30½° C.
„ „	II	3° C.	28° C.
„ „	III	8½° C.	28° C.
„ <i>ellipsoideus</i>	I	7½° C.	31½° C.
„ „	II	8° C.	34° C.

Nach A. FRÄNKEL⁶⁾ vegetirt das Mycel von *Aspergillus fumigatus* bei 51 bis

¹⁾ Siehe JUST's Jahresber. 1885, pag. 475.

²⁾ SIEBENMANN, Die Fadenpilze *Aspergillus* etc., pag. 24.

³⁾ Nach RAULIN, Ann. sc. 5, Sér. XI, pag. 208.

⁴⁾ Nach LICHTHEIM, Ueber pathogene Schimmelpilze. Berl. klin. Wochenschr. 1882. No. 9, 10.

⁵⁾ Recherches sur la physiologie et la morphologie des ferments alcooliques. II. Les ascospores chez le genre *Saccharomyces*. Résumé. du compte-rendu des travaux du laborat. de Carlsberg. Vol. II. Livr. 2.

⁶⁾ Deutsch. med. Wochenschr. 1885, pag. 546.

52° C. noch, fructificirt aber bei dieser Temperatur nicht. In eine Temperatur von 37° C. zurückversetzt, tritt Sporenbildung sofort ein.

Die Temperatur ist selbst im Stande, die Form der Zellen und die Art der Zellverbände zu beeinflussen, ein Factum, das, wie wiederum HANSEN's¹⁾ Untersuchungen lehrten, in eclatanter Weise zum Ausdruck kommt bei den Bier- und Weinhefepilzen und zwar bei deren Kahlhautbildungen. So producirt in Bierwürze z. B.:

S. ellipsoideus I bei 20—34° C. und 6—7° C. kleinere und verhältnissmässig mehr wurstförmige Zellen als im Bodensatz (der überwiegend runde und ovale, seltener wurstförmige Zellen enthält). Bei 13—15° C. reich verästelte und stark entwickelte Colonien von kurzen oder langen wurstförmigen Zellen, oft mit quirlständigen Aesten.²⁾

Saccharomyces ellipsoideus II: Bei allen Temperaturen dieselben Formen, wie im Bodensatz (also überwiegend ovale und rundliche Zellen, wurstförmige Individuen selten),³⁾ bei 15° C. und abwärts nur wenig mehr gestreckt.

S. Pastorianus I. Bei 20—28° C. Beinahe dieselben Formen wie im Bodensatz (der vorwiegend gestreckte, wurstförmige, auch grosse und kleine ovale und runde Zellen enthält). Bei 13—15° C. stark entwickelte, myceliumartige Colonien von sehr langgestreckten, wurstförmigen Zellen ziemlich häufig.⁴⁾

S. Pastorianus II. Bei 20—28° C. Beinahe dieselben Formen wie im Bodensatz (der sich wie bei der vorigen Species verhält), dazu barocke wurstförmige Zellen. Bei 15—3° C. überwiegend ovale und rundliche Zellen.⁵⁾

3. Mechanische Bewegung.

Von Seiten HORVATH's²⁾ gemachte Experimente ergaben, dass Bewegung der Nährflüssigkeit auf die Entwicklung von Spaltpilzen hemmend einwirke. Dieses Resultat benutzte H. als Grundlage für eine neue Hypothese, nach welcher alle niederen Organismen, also auch die Pilze, durch mechanische Bewegung ungünstig, durch Ruhe dagegen günstig in ihrer Entwicklung beeinflusst werden sollen.

Inwieweit diese Hypothese in Bezug auf die Bierhefe Geltung habe, wurde von E. CHR. HANSEN³⁾ näher geprüft:

Die Versuchsanordnung war folgende: 1 Liter Bierwürze wurde mit 2 Cbcm. einer Unterhefe inficirt und nach guter Vertheilung derselben in 2 gleich grosse Cylinder A u. B gegossen, die in gleicher Weise und gegen Staub geschützt behandelt wurden, nur mit dem Unterschiede, dass B sich selbst überlassen wurde, während die Flüssigkeit von A durch einen geeigneten, mit einem Uhrwerk verbundenen Flügelapparat in continuirliche Bewegung versetzt wurde, doch so, dass keine Einführung von Luft stattfand.

Diese Versuche, die in verschiedenen Jahren, verschiedenen Jahreszeiten und bei verschiedenen Temperaturen in obiger Weise wiederholt wurden, ergaben jedesmal, dass die Zahl der Zellen in A stets um das 2—3fache grösser war, als in B.

Es resultirt also das gerade Gegentheil von dem, was die sogenannte HORVATH'sche Hypothese verlangt.

Dass übrigens auch fädige Pilze durch continuirliche Bewegungen des Mediums nicht nur nicht in ihrer Entwicklung beeinflusst werden, sondern hier-

¹⁾ Die früher citirte Arbeit über die Hautbildungen. Vergl. auch JÖRGENSEN, die Microorganismen der Gährungsindustrie. Berlin 1886, pag. 101—109.

²⁾ Ueber den Einfluss der Ruhe und der Bewegung auf das Leben. PFLÜGER's Arch. f. d. gesammte Physiologie Bd. 17. 1878, pag. 125.

³⁾ Contributions à la connaissance des organismes, qui peuvent se trouver dans la bière et le moût de bière et y vivre; in Meddelelser fra Carlsberg-Laboratoriet; 1879.

bei sogar recht gut gedeihen können, lehrt u. A. das üppige Wachstum von *Leptomitia lacteus* in fliessenden verunreinigten Gewässern, sowie von Basidiomyceten-Mycelien in Holzrinnen rasch fliessender Gebirgsquellen. Die günstige Wirkung mechanischer Bewegungen auf das Wachstum der genannten Pilze, speciell der Hefe, beruht augenscheinlich auf der steten gleichmässigen Vertheilung des Nährmaterials, vielleicht auch theilweise auf der gleichmässigeren Vertheilung der Pilzzellen, sowie endlich auf der immer neuen Zufuhr von Sauerstoff.

Wahrscheinlich wirken mechanische Bewegungen auch auf alle in Flüssigkeiten gedeihenden Sprosszustände höherer Pilze günstig; doch fehlen noch Untersuchungen hierüber. Dagegen dürften dergleichen Bewegungen auf viele Pilze, welche nur typische Mycelien zu entwickeln vermögen, wie z. B. der Brotschimmel (*Penicillium glaucum*), ausschliesslich schädlichen Einfluss ausüben, da solche Mycelien erfahrungsgemäss leicht Knickungen erfahren.

4. Luftdruck.

Der Luftdruck übt nur insofern einen Einfluss auf Wachstum der Pilzzellen, Plasmaströmung etc. aus, als es sich dabei um Partiärpressung des Sauerstoffs (und Stickstoffs) handelt. Untersuchungen von WIELER¹⁾ mit Beziehung auf *Coprinus lagopus*, *Mucor Mucedo* und *Phycomyces nitens* ergaben, dass das Wachstum noch bei einer sehr geringen Menge von Sauerstoff vor sich geht, und zwar lag die Grenze für *Phycomyces* zwischen 3 und 5 Millim., für *Coprinus* zwischen 3 und 20 Millim. und für *Mucor* bei 3 Millim. Barometerstand. Bezüglich des erstgenannten Pilzes beobachtete JAMES CLARK,²⁾ dass zur Anregung resp. Unterhaltung der Plasmaströmung, wenn dieselbe durch Reduction des Luftdrucks oder gänzliche Verdrängung des Sauerstoffs suspendirt war, ebenfalls ein Minimalluftdruck von 7 Millim. (= einer Partiärpressung von 1,4 Millim.) genügte. Auch Schwärmsporen von *Saprolegnia* nehmen nach CLARK ihre Bewegung, wenn dieselbe durch Sauerstoffmangel sistirt wurde, bei Zufuhr einer geringen Sauerstoffmenge wieder auf.

Ueber den Einfluss höherer Sauerstoffpressungen liegen Versuche JENTY's³⁾ vor, welche ergaben, dass die Fruchträger von *Phycomyces nitens* unter einem Sauerstoffdruck von 1 Atm. ebensogut wuchsen, als in Luft, während unter einem Druck von 5 Atm. eine starke Hemmung des Wachstums stattfand.

D. Bewegungserscheinungen.

1. Heliotropische Richtungsbewegungen.

Werden Pilzorgane, die frei aus dem Substrat herausragen, solange sie noch wachsen, einseitig beleuchtet, so wendet sich vielfach ihre Achse der Lichtquelle zu (positiver Heliotropismus). Das gilt nicht nur von einzelligen, sondern auch von mehrzelligen Organen. Es scheint, als ob alle Fruchträger (im weitesten Sinne), die zu ihrer Ausbildung des Lichtes bedürfen, auch heliotropische Bewegungen ausführen können.

Als bekanntestes Beispiel für den positiven Heliotropismus einzelliger Fruchträger ist der gemeine Kopfschimmel (*Mucor Mucedo*) anzuführen. Stellt man eine Cultur desselben in weiterer Entfernung vom Fenster auf, so wenden

¹⁾ Die Beeinflussung des Wachstums durch verminderte Partiärpressung des Sauerstoffs. Unters. aus d. bot. Inst. Tübingen. Bd. I, pag. 205, 224.

²⁾ Berichte d. deutsch. botan. Gesellsch. 1888, pag. 278.

³⁾ Ueber den Einfluss hoher Sauerstoffpressungen auf das Wachstum der Pflanzen.

sich die Sporangienträger sehr entschieden nach diesem zu. Dasselbe gilt auch nach CARNOY¹⁾, VINES²⁾ für *Phycomyces nitens*, nach HOFMEISTER³⁾ für *Pilobolus crystallinus*, nach BREFFELD⁴⁾ für *P. microsporus*.

Ausserordentlich stark heliotropisch sind nach meinen Beobachtungen auch die Schläuche mancher Becherpilze und zwar der *Ascobolus*-artigen. Fällt das

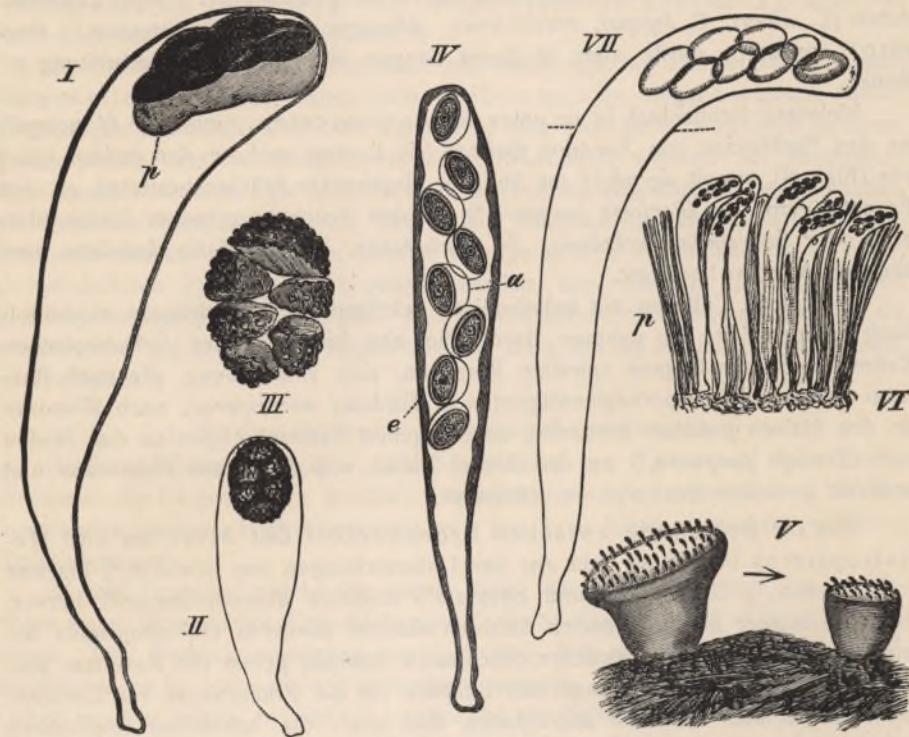


Fig. 64.

(B. 673)

I 540 fach. Schlauch eines *Saccobolus* in Eierweiss liegend. *p* das Gallertpolster, welches nicht nur die 8 Sporen verkettet, sondern auch den Sporencomplex an dem Ascusscheitel, dem es sich dicht anschmiegt, festheftet. Der Schlauch ist etwas heliotropisch gekrümmt. II 450 fach. Schlauch eines *Saccobolus* (auf Schaf-Excrementen gefunden) mit 8 zu einem pillenförmigen Körper vereinigten Sporen, der auf den ersten Blick wie eine einzige Spore erscheint. III 900 fach. Ein ebensolcher Complex stärker vergrössert, bereits ejaculirt und schon im Zerfallen begriffen. Die freie Aussenwand jeder Spore mit Wärrchen versehen, die Fugenwände skulpturlos. IV Schlauch von *Ascobolus furfuraceus*. Die Verkettung der 8 Sporen durch die meniskenförmigen Anhängsel *a* ist hier schon ein wenig gelockert in Folge der Einwirkung des Beobachtungs-Mediums. I—III nach d. Nat. IV, nach JANCZEWSKI. V—VII *Ascobolus denudatus* Fr. V 25 fach. Eine grössere und eine kleinere becherförmige Schlauchfrucht auf einem Mistfragmentchen. Aus der Scheibe sieht man zahlreiche Ascen herausragen, welche sich nach der Lichtquelle zugekrümmt haben (heliotropische Erscheinung). VI 80 fach. Stück eines Vertikalschnittes durch die Schlauchschicht. Man sieht zahlreiche Schläuche mit ihren 8 verketteten und im Scheitel angehefteten Sporen. An den längsten (ältesten) Schläuchen bemerkt man ebenfalls heliotropische Krümmungen. *p* Paraphysen, VII 300 fach. Ein einzelner Ascus in stark heliotropischer Krümmung mit seinen 8 nicht weiter ausgeführten Sporen. Die quergehende punktirte Linie bezeichnet das Niveau des Hymeniums. Die Sporen sind auch hier sämmtlich verkettet und im Scheitel angeheftet.

¹⁾ Bulletin de la Soc. roy. de Botanique de Belgique. t. 9. 1870.

²⁾ Arbeiten des botan. Inst. Würzburg, Bd. 2. (1878), pag. 134.

³⁾ Pflanzenzelle 1867, pag. 289.

⁴⁾ Schimmelpilze, IV. pag. 77 und Sitzungsber. d. Gesellsch. naturf. Freunde. Berlin 1877

Licht etwa senkrecht auf die sich streckenden Schläuche ein, so wird die heliotropische Krümmung dieser Organe nicht selten so beträchtlich, dass der Winkel 90° beträgt (Fig. 64, VI VII). Als Beispiel führe ich *Ascobolus denudatus* und *Saccobolus*-Arten an.

Aber auch Gewebekörper können Heliotropismus zeigen. Unter den Basidiomyceten ist die Erscheinung nur für die Fruchtkörper einiger *Coprinus*-Arten (*C. niveus*, *C. lagopus*, *stercorarius*, *ephemerus*) durch HOFMEISTER,¹⁾ BREFELD²⁾ constatirt, dürfte aber in dieser Gruppe sich grösserer Verbreitung erfreuen.

Mehrfach beobachtet ist sie unter den Ascomyceten, zuerst von WORONIN³⁾ an den Peritheciën von *Sordaria fimiseda* (sie kommt auch bei den andern Arten vor (Fig. 58), soweit sie nicht ins Substrat eingesenkte Früchte besitzen), an den Fruchträgern von *Claviceps purpurea*,⁴⁾ an den Früchten mancher Becherpilze, z. B. der *Sclerotinia Fuckeliana*, *Scl. Batschiana*, bei *Ascobolus denudatus* und anderen Ascoboleen etc.

Dreht man Culturen mit heliotropisch gekrümmten Fruchträgern wiederholt nach einiger Zeit, so nehmen durch die neu hinzutretenden heliotropischen Krümmungen die Organe spiralige Form an, eine Erscheinung, die nach BREFELD an vergilten Sporangienträgern von *Pilobolus microsporus*, nach WORONIN an den Halsen gewisser Sordarien, nach eigenen Beobachtungen an den Stielen von *Claviceps purpurea*,⁵⁾ an den Becher-Stielen von *Sclerotinia Batschiana* und anderen gestielten Becherpilzen stattfindet.

Was die Beziehung zwischen Brechbarkeit der Strahlen und Heliotropismus betrifft, so geht aus den Untersuchungen von SOROKIN,⁶⁾ FISCHER v. WALDHEIM,⁷⁾ G. KRAUS⁸⁾ und BREFELD⁹⁾ zunächst übereinstimmend hervor, dass die stärker lichtbrechenden Strahlen starken positiven Heliotropismus bewirken. Bezüglich der schwächer brechbaren Strahlen gehen die Resultate auseinander. So fanden G. KRAUS und BREFELD für die Fruchträger von *Claviceps microcephala* und *Pilobolus microsporus*, dass auch die schwächer brechbaren Strahlen (Cultur hinter Kaliumbichromat) intensiven positiven Heliotropismus hervorrufen, während bei FISCHER v. WALDHEIM's u. KRAUS' Versuchen mit einem andern *Pilobolus* und *Mucor Mucedo*, das gelbe Licht (Kaliumbichromat) sich nicht heliotropisch wirksam erwies. Da alle diese Versuche völlig einwandfrei zu sein scheinen, so muss man annehmen, dass die einen Pilze auch gegen schwach brechbare Strahlen empfindlich sind, die andern nicht.

Negativer Heliotropismus (Fähigkeit wachsender Theile, sich vom Licht abzuwenden—Lichtscheue) ist bisher in keinem Falle mit Sicherheit nachgewiesen. Die Angabe von J. SCHMITZ,¹⁰⁾ wonach den Mycelsträngen von *Agaricus melleus*

¹⁾ HOFMEISTER, die Pflanzenzelle. Leipzig 1867, pag. 289.

²⁾ l. c. u. Schimmelpilze, III.

³⁾ DE BARY u. WORONIN, Beiträge zur Morphologie III. pag. 10.

⁴⁾ Nach eigenen Beobachtungen.

⁵⁾ Zuerst von DUCHARTRE, Compt. rend. 1870 tom. LXX pag. 77—79 gesehen.

⁶⁾ JUST, Botanischer Jahresbericht II. pag. 214.

⁷⁾ ebenda 1875, pag. 779.

⁸⁾ Sitzungsber. naturf. Gesellsch. Halle 1876; auch in Bot. Zeit. 1876, pag. 505—506.

⁹⁾ BREFELD, Schimmelpilze, IV. pag. 77.

¹⁰⁾ Beiträge zur Anatomie u. Physiologie der Schwämme, III. Ueber Bau, Wachstum u. Lebenserscheinungen der Rhizomorpha. Linnaea Bd. 17.

(der sogenannten *Rhizomorpha*) die genannte Eigenschaft zukommen sollte, konnte seitens BREFELD¹⁾ nicht bestätigt werden.

Viele der gewöhnlichen, Conidien bildenden Schimmelpilzträger scheinen keinen Heliotropismus zu zeigen. Doch fehlen hierüber noch eingehende Untersuchungen.

Bezüglich der Erklärung der heliotropischen Krümmungen sei auf das weiter unten Gesagte verwiesen.

Im Vorstehenden handelt es sich um heliotropische Richtungsbewegungen festgehefteter Organe. Aber auch freibewegliche Organe können solche Bewegungen ausführen, und zwar handelt es sich hier um Zoosporen gewisser Phycomyceten aus der Familie der Chytridiaceen, speciell um *Polyphagus Euglenae* NOWAKOWSKI, *Chytridium vorax* STRASSBURGER, *Rhizidium apiculatum* A. BR., *Rh. acuforme* ZOPF, *Rh. equitans* ZOPF. Die Fähigkeit der Schwärmer, sich beleuchteten Stellen zuzuwenden, kommt den genannten Pilzen insofern zu Gute, als sie dadurch in den Stand gesetzt werden, den ebenfalls phototactischen Richtungsbewegungen der Algen- und Monadinenschwärmer, auf denen sie schmarotzen, um so eher zu folgen und sie, etwa wie ein Raubvogel seine Beute, zu überfallen.²⁾

2. Hydrotropische Richtungsbewegungen.

Gewisse Pilzorgane zeigen unter Ausschluss von Licht- und Schwerkraftwirkungen die Neigung, sich feuchten Gegenständen oder wasserreichen Medien zuzuwenden (positiver Hydrotropismus), oder von ihnen hinwegzuwachsen (negativer Hydrotropismus).

Zu den Organen, welche die letzere Form des Hydrotropismus zeigen, gehören nach WORTMANN's Untersuchungen³⁾ die Sporangienträger von *Phycomyces nitens*. Die Versuchsanordnung war folgende: Auf einem feuchten Brodstück wurden unter Lichtabschluss Fruchträger erzogen, die, wenn sie 1—2 Centim. Länge erreicht hatten, bis auf 1—3 vorsichtig zur Seite gebogen wurden, worauf eine in der Mitte mit ganz enger Oeffnung versehene Glasplatte so auf das Substrat gelegt ward, dass ein intacter Träger aus der Oeffnung hervorragte. Unmittelbar neben derselben befand sich eine senkrecht auf der Glasplatte stehende ziemlich dicke, aufgeklebte, mit Wasser vollständig durchtränkte Scheibe. Der Fruchträger befand sich demnach in unmittelbarer Nähe einer feuchten Fläche, während die Wirkung der Feuchtigkeit des Substrates durch jene Glasplatte aufgehoben war. Ueber die ganze Einrichtung stülpte man einen grossen, schwarzen Pappcylinder. Nach wenigen Stunden konnte man nun beobachten, dass der Fruchträger sich deutlich von der feuchten Fläche weggekrümmt hatte. War er mit der feuchten Fläche in Berührung gekommen, so betrug der Ablenkungswinkel beinahe 90°. Dass nicht die Masse der Pappscheibe die Ablenkung bewirkte, sondern nur die ungleiche Vertheilung der Feuchtigkeit auf beiden Seiten des Fruchträgers, wurde dadurch bewiesen, dass, wenn man denselben neben einer trocknen Pappscheibe emporwachsen liess, nicht die geringste Krümmung eintrat.

¹⁾ Naturf. Freunde zu Berlin. Bericht 1877. (Bedeutung des Lichtes für die Entwicklung der Pilze.)

²⁾ Vergleiche STRASSBURGER, Wirkung des Lichts und der Wärme auf Schwärmsporen. Jenaische Zeitschr. Bd. 12.

³⁾ Ein Beitrag zur Biologie der Mucorineen. Bot. Zeit. 1881. No. 23 und 24.

Modificirte man den Versuch in dem Sinne, dass die Pappscheibe anstatt der senkrechten Lage eine dem Fruchträger zugeneigte oder auch eine mit der Glasplatte parallele Lage einnahm, so trat, nachdem der Träger die Pappe berührt, ebenfalls eine Ablenkung ein.

Auch das anfänglich senkrechte Herauswachsen der *Phycomyces*-Träger aus dem Substrat hat man nach W. als eine Erscheinung des negativen Hydrotropismus aufzufassen. Die Senkrechtheitsstellung erklärt sich aus der gleichmässig von den Seiten herwirkenden Feuchtigkeit. Denn angenommen, der Träger wüchse unter irgend einem Winkel aus dem Substrat hervor, so würde er sich sofort in einer Lage befinden, wo die eine Seite der feuchten Fläche näher wäre; die Folge hiervon würde sein, dass eine Krümmung einträte, solange bis alle Seiten gleichmässig von Feuchtigkeit umgeben sind, diese Lage ist aber eben die verticale.

Negativen Hydrotropismus zeigen nach MOLISCH¹⁾ auch die Fruchträger von *Coprinus*.

3. Geotropische Richtungsbewegungen.

Manche noch wachsenden Pilzorgane haben die Fähigkeit, unter dem Einfluss der Schwerkraft eine ganz bestimmte Stellung zum Erdradius einzunehmen (Geotropismus), was meist mit Hilfe von Krümmungsbewegungen erreicht wird. Sucht sich das Organ durch Aufwärtswachsen in die Richtung der Erdachse zu stellen, so spricht man von negativem Geotropismus, sucht es sich durch Wachsen nach abwärts (dem Erdmittelpunkte zu) in eine solche Lage zu bringen, so nennt man es positiv geotropisch.

Positiv geotropisch sind nach J. SACHS²⁾ die Zähne der Hüte von Stachelschwämmen (*Hydnum*), die Röhren der Hüte der Röhrenschwämme (*Boletus*), sowie die Lamellen der Blätterschwämme (*Agaricus*), da sie sich nach Schiefstellung des Hutes abwärts krümmen.

Negativen Geotropismus zeigen die Sporangienträger der Mucorineen (*Mucor*, *Phycomyces*),³⁾ die Stiele der grossen Hutpilze, des Mutterkornpilzes, der *Xylaria*-Arten,⁴⁾ der Sclerotinien-Becher, der Morcheln und ihrer Verwandten, wie *Spathularia*, *Leotia*, *Helvella* etc., der trüffelartigen *Onygena corvina* etc.

4. Durch Contactreiz verursachte Richtungsbewegungen.

Vor einigen Jahren machte ERRERA⁵⁾ mit der Thatsache bekannt, dass die Fruchträger von *Phycomyces* (eines der grössten Kopfschimmel) in der wachsenden Zone durch seitliche Berührung mit einem festen Körper gereizt werden und infolge dieses Reizes Krümmungsbewegungen ausführen in dem Sinne, dass die berührte Stelle concav, die entgegengesetzte convex wird. ERRERA nannte diese Erscheinung (für die wir übrigens in den Rankenkrümmungen der höheren Gewächse⁶⁾ ein Gegenstück haben), Haptotropismus ($\alpha\pi\tau\omicron\mu\alpha\iota$ berühren).

¹⁾ Untersuchungen über den Hydrotropismus: Sitzungsber. d. Wiener Akad. Bd. 88, (1883) pag. 936.

²⁾ Handbuch der Experimentalphysiologie der Pflanzen. Leipzig 1865, pag. 93, und Jahrbücher f. wissensch. Bot. 1863, Bd. 3, pag. 93.

³⁾ Vergl. HOFMEISTER, die Pflanzenzelle. 1867, pag. 286. — J. SACHS, Arbeiten des botan. Instituts Würzburg, 1879. Bd. II, pag. 222 — WORTMANN, Bot. Zeit. 1881, pag. 370.

⁴⁾ J. SCHMITZ, Linnaea 1843. Bd. 17, pag. 474.

⁵⁾ Die grosse Wachstumsperiode der Fruchträger von *Phycomyces*. Botan. Zeit. 1884, pag. 563.

⁶⁾ Vergl. PFEFFER, zur Kenntniss der Contactreize. Untersuch. aus dem botan. Institut zu Tübingen, Bd. I. X.

In neuester Zeit ist dieselbe seitens WORTMANN's¹⁾ einer näheren Studie unterworfen worden. Die unter Ausschluss von heliotropischen Krümmungen in Zucht gehaltenen Träger jenes Schimmels wurden während der Periode der Streckung mittelst leiser, andauernder Berührung durch feine Glasfäden, Draht, Holz etc. gereizt, worauf eine ausgesprochene Krümmung im obigen Sinne eintrat. Bei der mikroskopischen Untersuchung stellten sich nun zwei wichtige Momente heraus, nämlich einerseits eine (schon von KOHL bei der heliotropischen etc. Krümmung gesehene) deutliche Plasma-Ansammlung an der concaven Seite der Krümmung, und andererseits das gänzlich neue Moment, dass diejenige Seite der Membran, an welcher die Plasmaansammlung stattfindet, ein stärkeres Dickenwachstum erfährt, als die gegenüberliegende. Aus diesem letzteren Momente lässt sich nun nach W. der Krümmungsvorgang ohne Weiteres erklären: »Durch die Verdickung wird die Elasticität der Membran grösser, die Dehnbarkeit geringer. Stellen wir uns nun eine, durch bestimmten Turgordruck gedehnte, gradlinig wachsende Zelle vor. Von einem gewissen Augenblick an werde die Membran an einer Seite durch Mehranlagerung von Membranelementen verstärkt, d. h. dicker als an der gegenüberliegenden, so wird nun selbstverständlich durch den gleichen Druck diese letztere Seite, weil sie dünner ist, stärker gedehnt, also länger, als die gegenüberliegende dickere und daher kürzer bleibende. Hieraus aber folgt mit Nothwendigkeit eine Krümmung der Zelle, deren Concavität an der verdickten Membranstelle liegt. Von dem Augenblick an also, wo eine ungleiche Ausbildung der Membran beginnt, verlässt auch die Zelle ihre gradlinige Wachstumsrichtung und beginnt sich zu krümmen, und diese Krümmung wird um so ausgeprägter, je grösser die Differenz in der Membrandicke der beiden antagonistisch ausgebildeten Seiten sich gestaltet.«

Uebrigens sind nach W. die Membranverdickungen infolge von Contactreiz bei vielen einzelligen Objecten bei weitem nicht so ausgeprägt, wie bei dem riesigen *Phycomyces*-Träger, ja mitunter mikroskopisch kaum zu constatiren, nichtsdestoweniger aber in Betracht zu ziehen. Als eine Folge von Contactreiz dürfte auch die mehrfach beobachtete Erscheinung aufzufassen sein, dass zwei bis mehrere Pilzfäden sich um einander oder benachbarte mehrfach rankenartig herumkrümmen, was z. B. DE BARY²⁾ für die Nebenäste von Saprolegnien (*Achlya prolifer*) beobachtete, BAINIER in exquisitester Weise an den zierlich-spirotropen Suspensoren von *Syncephalis nodosa* ausgeprägt fand und selbst an einem Pycniden-bildenden Pilze bemerkte, wo die Seitenäste des Mycel sich vielfach um die Hauptäste in steilen Spiralen herumschmiegen.

Aber auch Organen, welche Gewebecomplexe repräsentiren, scheint eine den Ranken analoge Reizbarkeit durch Contact zuzukommen, nach meinen Erfahrungen z. B. den Fruchträgern des Mutterkornpilzes (*Claviceps purpurea*), sowie den Stielen mancher Hutpilze; wenn diese nämlich beim Durcheinanderwachsen einander berühren, stellen sich immer deutliche, bisweilen rankenähnliche Krümmungen heraus.

Dass diese Erscheinungen sich in ähnlicher Weise erklären lassen, wie die Contactkrümmungen einzelliger Organe, hat WORTMANN (l. c.) ebenfalls gezeigt.

¹⁾ Zur Kenntniss der Reizbewegungen. Botan. Zeit. 1887, No. 48 u. f.

²⁾ Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pilze, IV. Reihe, 1885, pag. 85. 90 Taf. II. Fig. 1 u. 2.

Treffen in die Luft wachsende Myceläste (Stolonen) von *Mucor stolonifer* (Fig. 65 st) mit ihrem Ende auf einem festen Gegenstand, z. B. auf die Glaswand des Culturegefäßes, so bilden sich unmittelbar an diesem Ende zahlreiche kurze Seitenzweige in rosettenförmiger Anordnung, welche sich dem Substrat dicht anschmiegen und als Haftorgan (Appressorium) fungieren (Fig. 65 bei a), während mehr oder weniger vertikal zum Substrat 2 bis mehrere Sporangienträger entstehen. Etwas Ähnliches kommt, wie bereits früher (pag. 283) bemerkt, bei der *Sclerotinia sclerotiorum* (LIB.) vor, aber mit der Modification, dass nicht Haftrosetten, sondern quastenförmige Haftbüschel (Fig. 6, III. IV.) gebildet werden, deren Entstehung ebenfalls schon (pag. 283) geschildert wurde. Auch diese Erscheinungen dürften als eine Folge von Berührungsreizen aufzufassen sein, wie insbesondere auch aus den Experimenten WORTMANN'S¹⁾ mit *Mucor stolonifer* hervorgeht. Die Reizbarkeit der Stolonenspitze dieses Pilzes konnte er u. A. auch auf folgende Art nachweisen. In ein horizontal gestelltes, mit dem *Mucor* besäetes Substrat wurden einige äusserst dünne Glasfäden von etwa 4—5 Centim. Länge vertikal hineingesteckt. Die nach einigen Tagen aus dem Substrat hervorgetretenen Stolonen waren z. Th. mit ihrer Spitze mit einem der Glasfäden in Berührung gekommen, hatten ihr Spitzenwachsthum aufgegeben und an der Berührungsstelle Fruchträger getrieben.

Trifft die Spitze eines Stolo auf eine Wasserfläche, so dringt sie nach W. nicht in dieselbe ein, sondern es werden ebenfalls an der Berührungsstelle Fruchträger gebildet.

5. Rheotropismus.

Unter Rheotropismus versteht man mit JÖNSSON²⁾ die Eigenschaft wachsender Pflanzentheile, zu einer strömenden Flüssigkeit eine bestimmte Richtung einzunehmen, d. h. entweder gegen den Strom zu wachsen (positiver Rheotropismus), oder in der vorschreitenden Richtung desselben (negativer Rheotropismus). Rheotropische Erscheinungen wurden von JÖNSSON an den Mycelien von *Phycomyces* und *Mucor*, sowie von *Botrytis cinerea* beobachtet. Er säete die Sporen dieser Pilze auf eine Unterlage von Filtrirpapier und leitete einen Strom geeigneter Nährflüssigkeit durch dasselbe durch. Die Sporen keimten bald und wuchsen rasch zu einem kräftigen Mycel heran, dessen Hyphen bei *Phycomyces* und *Mucor* stets mit dem Strome, bei *Botrytis* gegen den Strom wuchsen.

Die im Vorstehenden kurz betrachteten heliotropischen, geotropischen, hydrotropischen und haptotropischen etc. Bewegungen können, wenn während des Wachstums der betreffenden Organe Licht, Schwerkraft, Feuchtigkeit, Berührungsreize gleichzeitig einwirken, mit einander combinirt sein, in der Weise, dass die eine Bewegung durch die anderen modificirt und ihre Deutung mehr oder minder erschwert wird. Hieraus folgt, dass beim Studium einer bestimmten Bewegungserscheinung die anderen eliminirt werden müssen.

Die Methoden, welche man hierbei in Anwendung zu bringen hat, sind in den physiologischen Lehrbüchern: SACHS, Experimentalphysiologie; PFEFFER, Pflanzenphysiologie, Bd. II. SACHS, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie u. DETMER, Das physiologische Practicum, nachzulesen.

¹⁾ Ein Beitrag zur Biologie der Mucorineen. Bot. Zeit. 1881, pag. 384—387.

²⁾ Der richtende Einfluss strömenden Wassers auf wachsende Pflanzen und Pflanzentheile (Rheotropismus). Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. 1883, pag. 512—521.

6. Richtungsbewegungen in Folge chemischer Reize.

Wie PFEFFER¹⁾ vor einigen Jahren constatirte, werden die Schwärmsporen von *Saprolegnia* durch diffundirendes Fleischextrakt und dementsprechend auch durch Fleischstückchen in auffälliger Weise angezogen. Auffällige Resultate erhielt Pf., wenn er in einer 6—8 Centim. weiten Krystallisirschale in einer $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Centim. hohen Wasserschicht *S. ferax* auf Fliegenbeinen cultivirte. Auf diesen war dann bei einer Temperatur zwischen 22 u. 25° C. schon nach 24 Stunden die Entwicklung bis zur Bildung der Zoosporen vorgeschritten, die bei Verwendung von 10—15 Fliegenbeinen sehr reichlich und sehr lebhaft im Wasser herumschwärmten. Wurde nun zu diesen Schwärmern ein eben abgerissenes Bein einer Stubenfliege gebracht, so strömten nach diesem, insbesondere nach der Wundstelle des Beines hin, die Zoosporen so massenhaft zusammen, dass schon nach $\frac{1}{4}$ Minute an dieser Wundstelle sehr zahlreiche Zoosporen sich fanden, die nach 1 Minute eine dichte Anhäufung gebildet hatten.

Eine ausgezeichnete Anziehung erhielt Pf. ferner, wenn er in eine solche Cultur eine einseitig zugeschmolzene Glascapillare brachte, welche $\frac{1}{2}$ procentige Fleischextraktlösung enthielt. Die Zoosporen eilten sogleich massenhaft in die Capillare hinein und waren hier nach 5 Minuten zu einigen Hundert angesammelt. Auch eine Capillarflüssigkeit mit nur $\frac{1}{16}$ Procent Fleischextrakt brachte eine noch immer recht ansehnliche Ansammlung der Schwärmer zuwege.

Es liegen ferner in der Literatur einige Angaben vor, welche sich so deuten lassen, dass auch gewisse fädige Organe durch chemische Reize von ihrer ursprünglichen Richtung abgelenkt und veranlasst werden, sich der Reizquelle zuzuwenden.

»Wachsthumskrümmungen, als deren Ursache eine chemische Reizwirkung zunächst die grössere Wahrscheinlichkeit für sich hat, kennen wir durch DE BARY²⁾ für die in Wasser wachsenden Saprolegnieen. Die Nebenäste dieser Pflanzen krümmen sich nämlich, wenn sie in die Nähe eines Oogoniums von bestimmtem Entwicklungsstadium gelangen, nach dem Oogonium hin und zugleich ist die Bildung des Antheridiums an dem Nebenaste eine Folge dieser Reizwirkung, welche aber an ein bestimmtes Entwicklungsstadium geknüpft ist, ungefähr mit der Abgrenzung des Oogoniums beginnt und nach der Eibildung aufhört. Auch die in das Oogonium eingewachsenen Befruchtungsschläuche wenden sich in Folge einer Reizwirkung dem Ei zu.³⁾ Ferner fand KIHLMAN, dass die Ascosporen von *Melanospora parasitica* während und einige Zeit nach der Keimung bis auf eine Entfernung der 4—5 fachen Sporenlänge durch die umgebende Flüssigkeit hindurch auf die wachsenden Schläuche von *Isaria farinosa* einen Reiz ausübt welcher diese veranlasst, sich nach der Spore von *Melanospora* hinzukrümmen.⁴⁾

»Für die eben besprochenen Beispiele ist zwar als Ursache eine chemische Reizwirkung noch nicht festgestellt, die aber jedenfalls weit mehr Wahrscheinlichkeit für sich hat, als eine Reizwirkung durch die Diffusionsbewegung als solche, oder etwa durch elektrische Wirkung« (PFEFFER).

¹⁾ Locomotorische Richtungen durch chemische Reize. Unters. aus d. botan. Institut Tübingen. Bd. I. Heft 3 (1884), pag. 366 u. 466—470.

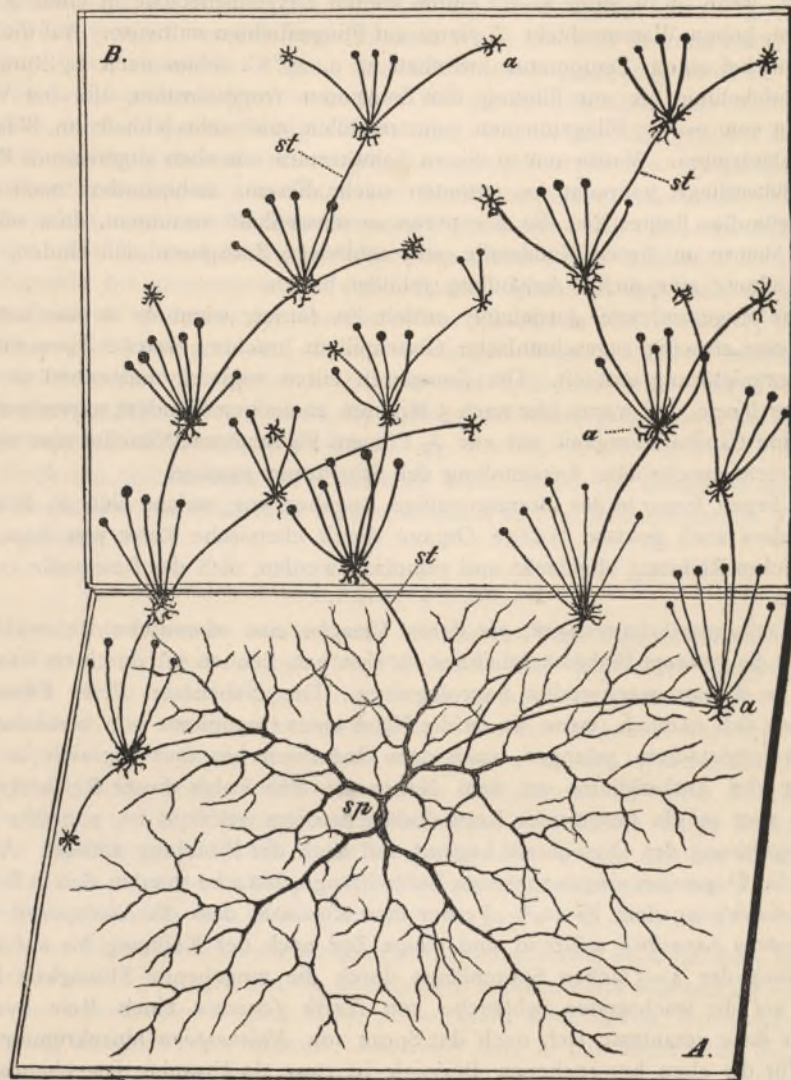
²⁾ Beiträge zur Morphologie und Physiologie d. Pilze, 1881. IV. Reihe, pag. 85, 90. —

³⁾ Ausserdem scheint diesen Schläuchen eine den Ranken analoge Reizbarkeit durch Contact zuzukommen. DE BARY, l. c., pag. 40.

⁴⁾ KIHLMAN, Zur Entwicklungsgeschichte d. Ascomyceten 1883, pag. 12. (Acta Soc. Scient. Fenn. Bd. 13).

7. Richtungsbewegungen infolge electrischer Reize.

NÄGELI hat in seiner Theorie der Abstammungslehre pag. 387 die Vermuthung ausgesprochen, dass electricische Anziehung (freibewegliche) Sexualzellen zusammenführt.



(B. 674)

Fig. 65.

Mycel und Fructification eines kletternden Pilzes *Mucor stolonifer* (*Rhizopus nigricans*), halbschematisch dargestellt, ca. 10 fach vergrößert. Auf der horizontal liegenden Glasplatte A vegetirt im Culturtropfen das aus der Spore *sp* hervorgegangene Mycel. Von diesem gehen Ausläufer- (Stolonen-) artige unverzweigte Seitenäste nach der senkrecht gestellten Platte B. Hier heften sie sich mit ihren Enden an, indem sie aus diesen rosettenartig angeordnete Kurzweiglein treiben, die sich fest an die Glasplatte anschmiegen. Aus der Region, wo diese Haftapparate (Appressorien *a*) liegen, erheben sich 2 bis mehrere Sporangienträger, welche an ihrer Spitze die kugeligen Sporangien tragen. Von jeder Rosette aus nehmen dann wiederum 1—2 Stolonen ihren Ursprung, um sich in derselben Weise zu verhalten u. s. f. So entsteht ein ganzes System von Stolonen, Haftapparaten und Sporangientruppen.

8. Nutationsbewegungen.

Mit Spitzenwachsthum versehene Pilzhypen oder Gewebesysteme führen, namentlich wenn sie ganz frei wachsen, in der Endregion Krümmungen aus welche auch bei Aufhebung heliotropischer wie geotropischer Einwirkungen auftreten. Diese als »Nutationen« bezeichneten Erscheinungen, die übrigens auch bei höheren Pflanzen ganz allgemein vorkommen, beruhen zunächst darauf, dass nach einander verschiedene Seiten des betreffenden Theils in ihrem Wachsthum stärker gefördert werden, als die anderen. Ziemlich ausgeprägt sind solche Nutationen an den (in Fig. 65 abgebildeten) Stolonen von *Mucor stolonifer*, wo sie von WORTMANN¹⁾ genauer beobachtet wurden. Wenn man das Verhalten eines Stolo's während seiner ganzen Wachstumsperiode von dem Hervortreten aus dem Substrate an bis zur abermaligen Berührung desselben fortdauernd verfolgt, so bemerkt man Folgendes: »Der Stolo, zuerst wie eine dünne feine Nadel aus dem Substrat hervordachsend, krümmt sich nach einiger Zeit gewöhnlich einige Millimeter hinter seiner Spitze derart, dass Letztere eine mehr oder weniger horizontale Lage einnimmt. Ist dieses Stadium erreicht, so treten nun fortdauernd unregelmässige eigenthümliche Nutationen ein, durch welche das fortwachsende Ende bald nach und nach in einem Kreise herumgeführt wird, bald verschiedene Zickzacklinien oder Schlingen beschreibt, oder auch in einer Ebene, welche mehr oder weniger senkrecht zur Oberfläche des Substrats steht, auf- und abwärts bewegt wird.« Diese nutirende Bewegung dauert fort, bis die ähnlich wie bei den Ranken der höheren Gewächse gleichsam umhertastende Spitze des Stolo mit einem festen Körper in Berührung kommt, worauf hier unter Aufgeben des Spitzenwachstums Rhizoïden- und Sporangienträgerbildung als Folge des Berührungsreizes antritt.

9. Hygroscopische Bewegungen.

Am längsten bekannt sind sie wohl in Bezug auf die sogenannten Capillitiumfasern der Bauchpilze (Gastromyceten); doch finden sie sich nach meinen Beobachtungen auch bei gewissen Chaetomien (*Ch. murorum* CDA., *Ch. spirale* ZOPF, *Ch. Kunzeanum* ZOPF und *Ch. bostrychodes* ZOPF) hier sind es die den Haarschopf bildenden Trichome, bei *Ch. fimeti* FÜCKEL die Rhizoïden, die mehr oder minder starke hygroscopische Krümmungen ausführen. Die Krümmungen und Dehnungen der Haarschopfhypen dienen offenbar mit zur Zerstreuung der zwischen ihnen sich ansammelnden Sporen, wie ja das in entfernt ähnlicher Weise bei den Bauchpilzen der Fall ist. Die hygroscopischen Rhizoïden von *Chaetomium fimeti* dagegen dienen der Sporenzerstreuung nur mittelbar, indem sie, wie es scheint, die Sprengung der hier vollständig geschlossenen Perithezien bewirken. Die Haarbildungen von *Magnusia nitida* dürften einen ähnlichen Zweck erfüllen.

Die Bewegungserscheinungen, welche die Abschleuderung resp. Entleerung der Sporen aus den verschiedenen Behältern zur Folge haben, sind bereits im morphologischen Theile berücksichtigt worden.

¹⁾ Ein Beitrag zur Biologie der Mucorineen. Bot. Zeit. 1881, pag. 383.

E. Lebensthätigkeit und Leben schädigende Agentien.

A. Extreme Temperaturen.

1. Niedere Temperaturen.

Zur Bestimmung der unteren Tödtungstemperatur bedient man sich entweder gewöhnlicher Winterkälte oder der sogenannten Kältemischungen, deren gebräuchlichste hier folgen.¹⁾

	von	bis
8 Thle. gepulv. Glaubersalz mit 5 Thln. roher Salzsäure übergossen	+ 10°	— 17° C.
5 Thle. Glaubersalz, 4 Thle. verdünnte Schwefelsäure	+ 10°	— 17° C.
5 Thle. Salmiak, 5 Thle. Salpeter, 15 Thle. Wasser	+ 10°	— 12° C.
1 Thl. Salmiak, 1 Thl. Salpeter, 1 Thl. Wasser	+ 10°	— 25° C.
1 Thl. salpeters. Ammoniak, 1 Thl. Wasser	+ 10°	— 12° C.
2 Thle. Schnee, 1 Thl. Kochsalz	0°	— 17,5° C.
1 Thl. Schnee, 1 Thl. verdünnte Schwefelsäure	— 7°	— 50° C.
1 Thl. Schnee, 1 Thl. verd. Salpetersäure	— 7°	— 40° C.
1 Thl. Schnee, 2 Thle. Chlorcalcium	0°	— 30° C.
2 Thl. Schnee, 3 Thle. Chlorcalcium	0°	— 40° C.

Zur Erzeugung sehr niederer Temperaturen verwendet man feste Kohlensäure und Aether, entweder ohne oder mit Benutzung des luftleeren Raumes, wobei man Temperaturen von etwa — 83° bis — 130° C. erzielt.²⁾ Auch durch Verdampfung von schwefeliger Säure und Stickoxydul erhält man Temperaturen von ungefähr — 100° C.

Bis jetzt liegen nur sehr wenige, fast ausschliesslich mit Hefe (*Saccharomyces*) angestellte Versuche vor.

Die seitens SCHUMACHER³⁾ gewonnenen Resultate besagen, dass frische Presshefe durch eine 15 Minuten lang wirkende Kälte von — 113,75° C. (wie unten gewonnen) nicht vollständig abgetödtet wird, insofern die jüngeren, mit kleinen Vacuolen versehenen oder noch vacuolenfreien Zellen durchgehends lebens- und sprossungsfähig bleiben. Selbst das Gährvermögen wird nicht aufgehoben, sondern nur bis zu einem gewissen Grade vermindert. Auch P. BERT's⁴⁾ Ermittlungen gehen dahin, dass selbst bei — 113° C. feuchte Hefe nicht zu Grunde geht.

PICTET und YOUNG experimentirten mit »*Saccharomyces cerevisiae*«. Sie setzten ihn während 108 Stunden einer Kälte von im Minimum — 70° C. aus, die dann noch auf — 130° C. gebracht und 20 Stunden lang gehalten wurde. Das Re-

¹⁾ Die Uebersicht ist entlehnt aus: E. SCHMIDT, Pharm. Chemie I.

²⁾ Die Versuchsanordnung ist gewöhnlich die, dass man in ein Becherglas, welches event. an der Aussenwand noch mit Watte bekleidet wird, die feste Kohlensäure einträgt, worauf man die zugeschmolzenen oder auch bloss verstopften Reagirgläser, welche das zu prüfende Material (Schimmelsporen, Hefezellen etc.) enthalten, nebst dem Thermometer in die Kohlensäure einsetzt und (zur gleichmässigeren Vertheilung der Kälte) etwas Aether zufügt. Schliesslich wird das Ganze event. unter die Luftpumpe gebracht. Beim Mangel eines entsprechenden Thermometers kann man sich damit helfen, dass man etwas Chloroform in einem Reagirröhrchen in die Kohlensäure einfügt. Da Chloroform bei — 83° C. gefriert, so kann man leicht constatiren, dass wenigstens diese Temperatur erreicht wurde.

³⁾ Beiträge z. Morphol. u. Biol. der Hefe. Sitzungsber. der Wiener Akad. 1874, Bd. 70. Dasselbst auch Literaturangabe über frühere Versuche.

⁴⁾ Compt. rend. t. 80, pag. 1579.

sultat war zwar insofern das nämliche, als die Zellen mikroskopisch keinerlei Alteration zeigten; doch waren sie nicht mehr im Stande, Brotteig zu treiben.

Ich selbst hielt vegetative Zellen sowohl als Sporen von *Saccharomyces Hansenii* Z., die auf dünne Glimmerblättchen in dünnster Schicht aufgestrichen und in Reagirgläser gebracht waren, 3 Stunden resp. 4 Stunden 20 Minuten lang bei mindestens — 83° C. (Kohlensäure und Aether), ohne dass die Lebensfähigkeit dieser Zustände (wie die Bierwürze-Gelatine-Plattenkultur ergab) aufgehoben worden wäre.

Ebensowenig hatte 4 stündiges Verweilen der übrigens dickwandigen und gebräunten Conidien von *Hormodendron cladosporioides* (FRES.) bei mindestens — 83° C. (unter denselben Bedingungen) Abtödtung zur Folge.

An jenem Resultat bezüglich des *Saccharomyces Hansenii* wurde auch dann nichts geändert, wenn ich die wie angegeben erkälteten Zellen sofort in Wasser von Zimmertemperatur brachte, was mit den Beobachtungen von SCHUMACHER an »Presshefe« übereinstimmt.

Bei solchen künstlichen Versuchen wird es sich freilich immer nur um eine relativ geringe Dauer der Kälte Wirkung handeln können, und es fragt sich, wie sich Pilze Monate langen Einwirkungen tieferer Kältegrade gegenüber verhalten würden. Versuche dieser Art werden so zu sagen von der Natur selbst angestellt, und die Versuchsobjekte sind beispielsweise die Hüte der grossen perennirenden Löcherschwämme (*Polyporus*) und viele Stein- und Baumflechten, die oft den ganzen Winter über (ohne vom schützenden Schnee umhüllt zu werden) der vollen, im hohen Norden bekanntlich oft mehr als 40° betragenden Kälte ausgesetzt sind, ohne jemals zu erfrieren.

Die grossen fleischigen Hutschwämme dagegen, welche aus weitleumigen, wasserreichen Zellen aufgebaut sind, erfrieren schon bei geringen Kältegraden, wie jeder Pilzbeobachter bestätigen wird.

Es ist sehr wohl möglich, dass sehr kleine behäutete Pilzzellen wie Hefezellen, Schimmelpilzsporen überhaupt nicht gefrieren. In diesem Falle würde von einer unteren Tödtungstemperatur überhaupt keine Rede sein.

Sicherlich dürfte es auch eine ganze Anzahl von Pilzen geben, deren vegetative resp. fructificative Zellen gegen grössere Kälte keine Widerstandsfähigkeit besitzen. Hierher scheint der im menschlichen Körper lebende *Rhodomyces Kochii* zu gehören, dessen Conidien nach v. WETTSTEIN¹⁾ bereits bei 2 stündiger Erkältung auf — 7° C. zum grossen Theil sich keimungsunfähig zeigten.

Voraussichtlich wird die Lebensfähigkeit solcher Pilzzellen, welche keine schützende Membran besitzen, wie die Schwärmersporen der Algenpilze (Chytridiaceen, Saprolegniaceen, Peronosporaceen, Lagenidien, Pythien) schon bei wenigen Graden unter Null vernichtet werden. Doch sind hierüber noch Untersuchungen abzuwarten. Die Schwärmersporen meines *Rhizidium acutiforme*²⁾ schwärmen noch in Gewässern, welche bereits mit dicker Eisdecke versehen sind, wie man daraus schliessen kann, dass sie an ihren Nähralgen in allen, auch den jüngsten Stadien, zu finden sind.

2. Höhere Temperaturen.

Die obere Tödtungstemperatur liegt für alle Organismen bei Anwendung trockner Wärme meist wesentlich höher, als bei Anwendung feuchter Wärme.

¹⁾ Ueber einen neuen pflanzlichen Parasiten des menschlichen Körpers. Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1885, Bd. 91, pag. 33—58.

²⁾ Nova Acta Bd. 47. Zur Kenntniss der Phycomyceten, pag. 209.

Im Allgemeinen lässt sich die Regel aufstellen, dass im dunstgesättigten Raume oder in Flüssigkeit befindliche vegetative oder fructificative Zellen schon durch längere Einwirkung von Siedetemperatur zum Absterben gebracht werden, während trockene Objekte erst durch 1—2 stündige Einwirkung trockner Hitze von 160° C. mit Sicherheit getötet werden.

Will man flüssige Nährmaterialien von Pilzkeimen völlig frei machen, so ist dieses nur dadurch möglich, dass man sie mehrere (4—6) Tage hinter einander täglich einmal stark bis zur Siedetemperatur erhitzt (discontinuirliche Sterilisation).

Was einige genauere Ermittlungen der oberen Temperaturgrenze betrifft, so verlieren die Conidien unseres Brotschimmels nach PASTEURS Versuchen bei 127—132° C. (trocken) ihre Lebensfähigkeit sämmtlich sehr schnell, bei 119 bis 121° C. nur zum grossen Theile, bei 108° nicht. Eine Erwärmung auf 100° C. in Flüssigkeit tödtete solche Sporen stets.

In HOFFMANN'S Versuchen ertrugen trockene Sporen von *Ustilago destruens* und *U. Carbo* eine Hitze von 104—128° C., während bei Anwendung von Feuchtigkeit die Tödtungstemperatur für *Ustilago Carbo* zwischen 58,5 und 62° C., für *U. destruens* bei einstündiger Erwärmung zwischen 74 und 78°, bei zweistündiger zwischen 70 und 73° C. gefunden wurde. SCHINDLER¹⁾, der Sporen des Steinbrandes (*Tilletia Caries*) im trockenen Zustande erhitzte, fand nach Anwendung von 80° C. nur noch vereinzelte Keimung; über 95° C. erhitzte Sporen keimten nicht mehr; feuchte Sporen ertrugen eine längere Erwärmung auf 50° C nicht mehr.

Nach A. MAYER²⁾ dürfte die obere Grenze, welche Hefezellen in gewöhnlicher Gährflüssigkeit sprossend eben noch ertragen können, nahe bei 53° C. liegen; lufttrockene Hefe wird nach MANASSEIN³⁾ bei 115—120° C. getödtet.

Nach eigenen Untersuchungen liegt für *Saccharomyces Hansenii* die obere Grenze der Lebensfähigkeit vegetativer Zellen bei Anwendung feuchter Wärme zwischen 75 und 80° C., bei Verwendung von trockner zwischen 100 und 105° C.

V. WETTSTEINS Versuche (l. c.) mit den zartwandigen Conidien von *Rhodomycetes Kochii* ergaben, dass bei 80—90° C. (1½—2 stündige Dauer) ein grosser Theil, bei 95° C. (eben so lange Dauer) ein noch grösserer Theil dieser Sporen, bei 95—105° C.⁴⁾ alle zur Abtödtung gelangten. Dagegen hielten die Dauer sporen 115° C. aus; erst von da ab begann die Keimfähigkeit allmählich abzunehmen, bis sie bei zweistündiger Erhitzung auf 120° C. erlosch.

Das Intervall zwischen oberer und unterer Tödtungstemperatur kann man als die Temperaturscala der Lebensfähigkeit bezeichnen. Sie wird sich selbstverständlich für solche Pilze, wie die erwähnten Hefepilze, nicht genau bestimmen lassen, so lange es nicht gelingt, die untere Grenze zu finden, was, wie wir sahen, mit den bisherigen Erkältungsmitteln nicht erreicht wurde. Man kann also nur sagen, dass die Temperaturscala der Lebensfähigkeit der Presshefe bei Anwendung trockner Wärme mehr als — 113 + 115°, also mehr als 228° C., die von *Saccharomyces Hansenii* mehr als — 83 + 100° (bei Anwendung trockner Wärme) resp. mehr als — 83 + 75 (bei Anwendung feuchter Wärme) beträgt.

Für andere Pilze scheint das Intervall erheblich kleiner zu sein und dürfte,

¹⁾ Ueber den Einfluss verschiedener Temperaturen auf die Keimfähigkeit der Steinbrandsporen. Fortschritte auf dem Gebiete der Agriculturphysik. Bd. III, Heft 3, 1880.

²⁾ Lehrbuch der Gährungschemie, pag. 153.

³⁾ S. WIESNER, Mikroskop. Unters. 1872, pag. 122.

⁴⁾ Es ist wohl trockene Wärme gemeint, was aus v. W.'s Mittheilung nicht hervorgeht.

nach den obigen Angaben v. WETTSTEINS zu schliessen, höchstens 110° C. betragen für die zartwandigen Conidien, höchstens 122—125° C. für die Dauerconidien des *Rhodomycetes*, wobei zu bemerken ist, dass der Pilz nach v. WETTSTEIN im menschlichen Magen, also bei Körpertemperatur, lebt.

B. Wasserentziehung (Austrocknung).

Da eine ausgiebige Wasserentziehung auf zartwandige und dabei wasserreiche Zellen eher schädigend wirken muss, als auf dickwandigere und wasserärmere, so ist von vornherein klar, dass die vegetativen Organe, die ja durchschnittlich aus Elementen erster Art bestehen, im Ganzen weniger Resistenz gegen Austrocknung zeigen werden, als Sporen, die bekanntlich meistens Zellen letzterer Art repräsentiren.

Was die vegetativen Fäden und die Conidienträger zarter Schimmel, die zarten weissen Mycelien mancher auf feuchtem Holze etc. wachsenden Basidiomyceten, die sogenannten Luftmycelien von *Chaetomien*, *Sordarien* und vielen andern höheren Pilzen, die zarten Fruchthyphen der Kopfschimmel (*Mucor*) etc. anbelangt, so werden dieselben entweder schon durch ein wenigstündiges oder auch noch kürzeres Abtrocknen, oder doch wenigstens durch ein- bis mehrtägiges Trockenhalten bei gewöhnlicher Temperatur partiell oder auch total abgetödtet. Daher hat die Praxis in der Anwendung von Luftzug (Durchlüftung) von jeher eines der wirksamsten Mittel zur Unterdrückung resp. Verhinderung von Schimmel- oder *Basidiomyceten*-Vegetation an Tapeten, Holzbekleidungen, Kleidern, Stiefeln etc. in feuchten Zimmern schätzen gelernt.

Ganz ausserordentliche Empfindlichkeit gegen Austrocknung zeigen die allerdings auch höchst zartwandigen Promycelien der Rost- und Brandpilze. Sie sterben meist schon nach ½—1 stündigem Trockenliegen ab.

Ziemlich widerstandsfähig dagegen erweisen sich gebräunte und verdickte, auch gallertartige Mycelhyphen höherer Pilze, wie *Fumago salicina*, *Cladosporium herbarum*, *Hormodendron cladosporioides* FRES.), wenn auch genauere Bestimmungen hierüber nicht vorliegen.

Durch ausserordentliche Resistenz bemerkenswerth sind die vegetativen Zellen meines *Saccharomyces Hansenii*, die, nachdem sie auf Glimmerblättchen in dünner Schicht ausgestrichen, 502 Tage im Schwefelsäure-Exsiccator gelegen hatten, noch sämmtlich und leicht auf der Bierwürze-Gelatine-Platte sich entwickelten; und die Austrocknung in gewöhnlicher Luft wird offenbar zur Erzielung einer Tödtung noch länger ausgedehnt werden müssen.

CLAUDE BERNARD¹⁾ sowie SCHUMACHER²⁾ ermittelten, dass die Presshefe im trocknen Zustande zwei Jahre aufbewahrt werden kann, und SCHRÖDER³⁾ fand Bierhefe nach 17 wöchentlicher Austrocknung über Schwefelsäure noch lebensfähig.

Von Sporen zeigen manche Conidien mit zarter Membran sehr geringe Widerstandsfähigkeit gegen Wasserentziehung. Zu den empfindlichsten gehören jedenfalls die Conidien mancher Peronosporen, z. B. von *Phytophthora infestans*, welche nach DE BARY⁴⁾ schon nach 24 stündiger Austrocknung zu Grunde gehen,

¹⁾ Leçons sur les phénomènes de la vie, 1878, pag. 54.

²⁾ Beiträge zur Morphologie und Biologie der Hefe. Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1874. Bd. 70.

³⁾ Ueber die Austrocknungsfähigkeit der Pflanzen. Unters. aus d. bot. Inst. Tübingen. Bd. II., pag. 38.

⁴⁾ Morphol. pag. 371.

SCHENK, Handbuch der Botanik. Bd IV.

ferner die Conidien von *Empusa Muscae*, die nach BREFELD¹⁾ bei völliger Trockenheit schon innerhalb 14 Tagen absterben.

Dagegen erwiesen sich die Endosporen mancher Kopfschimmel (*Mucor*), obwohl auch sie eine ziemlich dünne Membran besitzen, entschieden resistenter. So keimten die von *M. Mucedo* nach SCHRÖDER (l. c.) nach 8 wöchentlichem Liegen im Schwefelsäure-Exsiccator, die von *M. stolonifer* nach DE BARY (l. c.) nach einjähriger Aufbewahrung in trockener Luft noch leicht aus. In Bezug auf *Phycomyces nitens* fand VAN TIEGHEM²⁾ die Keimdauer der Endosporen in gewöhnlicher trockener Luft kaum drei Monate während, DE BARY sah in einem Falle zehn Monat aufbewahrte noch gut keimen und SCHRÖDER fand, dass sie sowohl 7 wöchentliche Schwefelsäure-, als 5, 11 resp. 17 Monate lange Lufttrockenheit und endlich gar drei Jahre anhaltende Austrocknung im Chlorcalcium-Gefäss unter Umständen recht wohl vertragen. (Im letzteren Falle war allerdings während so langer Dauer der grösste Theil der Sporen abgetödtet worden.) Wenn in dem VAN TIEGHEM'schen Versuche diese Sporen schon nach 3 monatlicher, in einem DE BARY'schen sogar schon nach etwa 1 monatlicher Lufttrockenheit abgestorben erschienen, so beweist dies auf's Neue, dass die Conidien der einen Ernte mit denen einer andern in Bezug auf Resistenz nicht immer auf gleicher Stufe stehen.

Auch betreffs der höheren Pilze (Mycomyceten) liegen mehrfache Austrocknungsversuche vor, die sich sowohl auf Ascomyceten, als auf Brand- und Rostpilze sowie auf Basidiomyceten erstrecken.

Als ganz besonders dauerhaft erwiesen sich in solchen Experimenten: von Ascomyceten die Conidien von Pinselschimmeln: *Aspergillus flavus*³⁾, der nach sechs und *A. fumigatus*⁴⁾, der nach zehn Jahren lufttrockener Aufbewahrung noch keimte, wogegen bereits ejaculirte, also völlig reife Sporen von *Sclerotinia ciborioides* zum grossen Theile schon nach 12 tägiger Austrocknung auf Glasplatten bei 20° C. keimungsunfähig geworden waren⁵⁾.

Von besonderer Resistenz zeigten sich in von HOFFMANN⁶⁾, von LIEBENBERG⁷⁾ und BREFELD⁸⁾ ausgeführten Versuchen die Dauersporen gewisser landwirthschaftlich wichtiger Brandpilze. Nach trockener Aufbewahrung im Herbar waren nach v. L. noch keimfähig: *Ustilago Rabenhorstiana* nach 3½, *Ust. Kolaczekii*, *Crameri* und *destruens* nach 5½, *Ust. Tulasnei* und *Urocystis occulta* nach 6½, *Ust. Carbo* nach 7½, *Tilletia Caries* nach 8½ Jahren; nach BREFELD *Ust. destruens*, *Crameri* und *cruenta* nach 3 Jahren, *Ust. Maydis* und *Reiliana* nach 7½ Jahren. Die Keimung erfolgte in letzteren Fällen aber nur in Nährlösung, nicht in Wasser. Es ist sehr wohl möglich, dass diese oder jene Brandpilzspecies eine noch längere Austrocknungsdauer ertrüge.

¹⁾ Untersuchungen über die Entwicklung der *Empusa muscae* und *radicans*. Abhandl. d. Naturf. Ges. Halle. Bd. XII.

²⁾ Ann. sc. sér. V, t. 17, pag. 288.

³⁾ BREFELD, Schimmelpilze. IV, pag. 66.

⁴⁾ EIDAM in COHN, Beitr. z. Biologie. III, pag. 347.

⁵⁾ DE BARY, Morphol. pag. 371.

⁶⁾ Unters. über die Keimung der Pilzsporen. PRINGSH. Jahrb. II, pag. 334.

⁷⁾ Ueber die Dauer der Keimkraft der Sporen einiger Brandpilze. Oesterreich. landwirthschaftl. Wochenblatt 1879, No. 43 u. 44.

⁸⁾ BREFELD, Schimmelpilze. V, pag. 24.

Von Basidiomyceten blieb *Coprinus stercorarius* in seinen braunen verdickten Basidiosporen über ein Jahr lebensfähig¹⁾, was nach BREFELD auch für die Sclerotien dieses Pilzes gilt. Sie schrumpfen zwar bei solch längerem Eintrocknen bedeutend zusammen, quellen aber bei Wasserzusatz leicht wieder auf. Die Sclerotien von *Claviceps purpurea*, *Peziza sclerotiorum* nach DE BARY (l. c.) können gleichfalls ohne Schaden ein Jahr getrocknet werden.²⁾ Nach einer neuesten Angabe BREFELD's (l. c. Heft VIII, pag. 37) waren sogar sieben Jahre trocken aufbewahrte Sclerotien jenes *Coprinus* noch keimfähig.

C. Insolation.

Direkte Besonnung wirkt auf den Thallus wie es scheint der meisten saprophytischen Schimmelpilze und Basidiomyceten leicht tödtlich, offenbar in Folge der dadurch bedingten schnellen Abtrocknung. Ob auch das Sonnenlicht an sich tödtlich wirken kann, ähnlich wie bei gewissen Spaltpilzen, bleibt noch zu untersuchen.

Bemerkenswerth unempfindlich ist gegen direkte Besonnung der Thallus der Flechtenpilze. Ich habe an einem sehr heissen Juni-Nachmittage 1889 (Lufttemperatur im Schatten 27° C) Temperatur-Messungen³⁾ an den Flechten der Porphyrfelsen bei Halle angestellt, welche ergaben, dass die Temperatur der Thalli von *Zeora sordida*, *Acarospora cervina*, *Candelaria vitellina* und anderen Krustenflechten bei ungefähr senkrechter Lage des Gesteins zum einfallenden Sonnenstrahl 55° C. betrug.

D. Gifte.

1. Schwefelsäure.

Eine 1,5%ige Lösung englischer Schwefelsäure ist nach J. KÜHN⁴⁾ ein wirksames Mittel, um die den Getreidekörnern anhängenden Brandpilz-Sporen abzutöden. Die Quelldauer muss 12 Stunden betragen. Das Verfahren gewährt sowohl gegen Steinbrand als gegen den Maisbrand ausreichenden Schutz.

Auf Hefe wirkt Schwefelsäure schon in kleinen Dosen schädigend ein und hemmt nach HAYDUCK⁵⁾ die Gährung bereits bei einem Prozentsatz von 0,2.

2. Salzsäure.

Wirkt nach HAYDUCK⁵⁾ auf gährende Hefe noch etwas giftiger ein als Schwefelsäure, sodass die Gährthätigkeit schon bei Anwendung von 0,1% geschädigt wird.

3. Schweflige Säure.

Sie wurde zur Abtödtung der Steinbrandsporen (*Tilletia Caries*) an Saatweizen empfohlen seitens ZOEHL⁶⁾, welcher lehrte, dass die Sporen schon nach 3—5 Minuten langer Einwirkung dieses Agens todt waren. Für landwirthschaftliche Zwecke empfiehlt es sich, die Desinfection in Fässern vorzunehmen, in denen

¹⁾ Daselbst II, pag. 76, III, pag. 15.

²⁾ Ueber einige andere Einzelheiten betreffs der Austrocknungsfähigkeit der Pilze siehe DE BARY, Morphol. u. SCHRÖDER's citirte Abhandlung.

³⁾ In Gemeinschaft mit Herrn Dr. SUCHSLAND.

⁴⁾ BIEDERMANN's Centralblatt 1883, pag. 52.

⁵⁾ Welche Wirkung haben die Bacterien auf die Entwicklung und die Gährkraft der Hefe? Industrieblatt 23, pag. 225—227.

⁶⁾ Die schweflige Säure als Mittel gegen den Steinbrand des Weizens. Oesterr. landw. Wochenbl. 1879. Nr. 13.

man Schwefel (Schwefelfäden) verbrennt, das Fass dann theilweise mit der Saat füllt, nochmals schwefelt und dann rollt. Die Einwirkung hat 3—6 Stunden zu dauern, das Schwefeln ist nach 2 Stunden zu wiederholen.

Bekanntlich benutzen die Hausfrauen das Schwefeln auch zur Vernichtung von Schimmelpilzsporen in Glasgefäßen, welche »Eingemachtes« aufnehmen sollen, die Weinbauer leichtes Einschweifeln der Fässer zum Abtöden von anhaftenden Kahmpilzkeimen etc.

Auf die Hefe wirkt nach A. MAYER¹⁾ schweflige Säure in irgend erheblicheren Mengen höchst giftig. »Es beruht hierauf das sogenannte Stummachen des Mostes, das unter Anderem bei der Entschleimethode angewendet wird, um die Gährung zu verhüten, bis ein Theil der suspendirten Stoffe, von denen man bei manchen Rebsorten einen ungünstigen Einfluss auf die Beschaffenheit des Weines voraussetzt, zu Boden gefallen ist. Durch Berührung mit der Luft beim Ablassen wird dann die schweflige Säure theilweise zu der minder schädlichen Schwefelsäure oxydirt und dann beginnt die Alkoholgährung«.

4. Carbolsäure (Phenol).

Eines der wichtigsten Mittel zur Verhinderung von Pilzentwicklung und zur Abtödtung von Pilzsporen. Zur Verhinderung der Mycelbildung von Schimmelpilzen, sowie der Sprossung von Hefepilzen reichen meist schon 1—3 procentige wässrige Lösungen aus. Solche sind auch mehrfach verwandt worden bei durch ächte Pilze hervorgerufenen Hautkrankheiten und Haarkrankheiten von Menschen und Thieren (*Herpes*, *Favus* etc.), zur Haltbarmachung von Tinte, flüssigen Klebstoffen, der als Einschlussmittel verwendeten Glycerin-Gelatine etc. Zur Desinfection von Hölzern sind 5—10procentige, zur Vernichtung von Pilzkulturen im Laboratorium stets 10 procentige Lösungen zu verwenden.

5. Salicylsäure.

Die wässrigen Lösungen sind so schwach (in 300 Thln. Wasser löst sich erst 1 Thl. der Säure), dass im Allgemeinen nicht einmal die vegetativen Zustände abgetödtet oder gehemmt werden, geschweige denn die Sporen. Dagegen sind alkoholische Lösungen (Salicylalkohol) wirksame Abtödtungsmittel. 4%ige Lösungen verwendet man, um Aspergillenvegetation und Sporen, die sich im Ohr entwickelt haben, zu vernichten, was nach mehrmaliger Anwendung erreicht wird. Die Hausfrauen schützen ihre Conserven in der Weise vor Schimmelbildungen, dass sie auf die noch heisse Conservenmasse mit concentrirter alkoholischer Lösung getränktes Papier legen. Manche Eierhändler konserviren die Eier durch kurzes Eintauchen in eine solche Lösung.

6. Essigsäure.

Sie wirkt nach MÄRKER²⁾ auf Hefe schon in geringen Mengen giftig. Die Gährung wird nach den Versuchen MÄRKER's schon durch einen Gehalt von 0,6% unterdrückt, nach denen HAYDUCK's erst durch 2,5% wesentlich verzögert, die Sprossung dagegen schon bei 1,5% behindert.

7. Milchsäure.

Ist in geringer Menge der Hefe kaum schädlich. Es tritt denn auch nach MÄRKER³⁾ ein Stillstand in der Vermehrung erst ein, wenn die Nährlösung 3,5% dieser Fettsäure enthält.

¹⁾ Lehrb. d. Gährungsschemie. III. Aufl., pag. 152.

²⁾ Handbuch der Spiritus-Fabrikation.

³⁾ Zeitschr. f. Spiritusindustrie. Neue Folge IV. 1881, pag. 114.

8. Ameisensäure.

Sie wirkt auf Hefe ziemlich giftig. Zur Störung der Gährung genügen nach MÄRKER²⁾ schon 0,2%.

9. Propionsäure.

Beeinträchtigt die Lebensfähigkeit der Hefe schon in sehr geringen Mengen; nach MÄRKER¹⁾ wird die Gährung schon durch 0,1% gestört.

10. Buttersäure.

Wirkt noch giftiger als Propionsäure auf die Hefe ein, da nach MÄRKER schon 0,05% ausreichen, um eine Störung der Gährung hervorzurufen und die Vermehrung zu verhindern. Gänzliche Behinderung derselben in einer Zuckerlösung tritt schon bei 0,1% ein.

11. Capronsäure.

Von ihr genügen nach MÄRKER bereits Spuren, um die Hefezellen soweit zu schädigen, dass ihre Gährung Störungen erleidet.

12. Alkohol.

Die zu den intensivsten Gährungserregern gehörigen Hefearten des Bieres und Weines verlieren die Fähigkeit, Gährung zu erregen, wenn der Gehalt der Nährlösung an Alkohol etwa 14 Gewichts-Prozent beträgt, während das Wachstum der Zellen etwa schon bei 12 Gewichts-Prozent sistirt wird.

Gegen die Entwicklung des Weinkahmpilzes (*Mycoderma vini*) pflegt man nach A. MAYER²⁾ namentlich in südlichen Ländern, die Weine durch Zusatz von Alkohol zu schützen.

13. Theer und Theeröl.

Sowohl der aus Holz als auch der aus Stein- und Braunkohlen gewonnene Theer besitzt in hohem Maasse die Eigenschaft, Pilze zu tödten, resp. ihre Entwicklung zu hemmen oder den Nährboden für sie von vornherein ungeeignet zu machen, was auf dem Gehalt an Carbolsäure, Kreosot und andern giftigen Substanzen beruht. Man benutzt daher diesen Stoff schon seit langer Zeit, um Baumwunden, sowie die verschiedensten Hölzer, wie sie zu Bau- und sonstigen Zwecken verwandt werden, gegen Pilzinvasion zu schützen, indem man sie entweder nur äusserlich damit bestreicht, oder sie förmlich durchtränkt, was z. T. auch durch ein Gemisch von Petroleum und Theer erreicht wird. Als sicherstes Mittel, um die verschiedensten Hölzer gegen Pilzbildung zu schützen, gilt das karbolsäurehaltige Theeröl, mit welchem die betreffenden Hölzer imprägnirt werden. Im Grossen erfolgt solche Imprägnirung in der Weise, dass die Schwellen im Trockenofen oder im Imprägnirungscylinder getrocknet und bis auf 110° C. erhitzt werden. Hierauf pumpt man den geschlossenen Cylinder auf mindestens 60 Centim. Quecksilberstand aus und lässt das erwärmte Imprägniröl einströmen, nachdem noch ein Ueberdruck von mindestens 6½ Atmosphären erzeugt wird. Das aus Steinkohlentheer bereitete Imprägniröl muss nahezu frei von leicht flüchtigen Destillationsprodukten sein und mindestens 10 Procent saure, in Alkalilaugen lösliche Bestandtheile (Carbolsäure und Kreosot) enthalten.

Man verwendet das in Rede stehende Imprägnierungsmittel auch in Verbindung mit Chlorzink.

¹⁾ l. c.

²⁾ Lehrbuch der Gährungsschemie. III. Aufl., pag. 216.

Zur Conservirung des Holzes in Wohnräumen kann das Theeröl leider wegen seines üblen Geruches nicht in Anwendung kommen; in solchen Fällen pflegt man zum Chlorzink (s. d.) zu greifen¹⁾.

14. Chlorzink.

In einer wässrigen Lösung von der Concentration 3° BAUMÉ (entsprechend einem specifischen Gewichte von 1,021 und einem Gehalte von 2,5% wasserfreiem Chlorzink angewandt) repräsentirt es ein wirksames Mittel zur Abhaltung resp. Vernichtung von Pilzvegetation in Hölzern, die damit imprägnirt werden. Da diese Imprägnierungsflüssigkeit geruchlos ist, so ist sie dem allerdings noch wirksameren, aber einen unangenehmen Geruch verbreitenden Theeröl überall vorzuziehen, wo es sich um Conservirung des Holzes in Wirtschaftsräumen oder gar Wohnräumen handelt, zumal sie zugleich ein Feuerschutzmittel darstellt.

Die Haltbarkeit der Chlorzinkimprägnirung wird erhöht durch Beimischung von karbolsäurehaltigem Theeröl, welches neben seiner kräftigen antiseptischen Wirkung das Holz vor dem theilweisen Auslaugen durch eindringende Nässe schützt.

Neuerdings findet das Chlorzink ausgebreitetste Verwendung zum Imprägniren von Bahnschwellen, was auf Grund von Vereinbarungen zwischen verschiedenen königlichen Eisenbahn-Directionen und der Firma RÜTGERS in Berlin in folgender Weise stattfindet: 1. Imprägnirung mit Chlorzink: die Schwellen werden in geschlossenen Cylindern der Einwirkung von Wasserdämpfen ausgesetzt zur möglichsten Befreiung von allen löslichen und besonders fäulnissfähigen Substanzen. Alsdann stellt man in dem Cylinder durch Auspumpen eine Luftleere von mindestens 60 Centim. Quecksilberstand her und lässt hierauf die mindestens 65° C. warme Chlorzinklaugung von 3° BAUMÉ vermöge des äusseren Luftdruckes in den Cylinder einströmen, bis letzterer gefüllt ist, wonach mittelst Druckpumpe noch ein Ueberdruck von 6½ Atmosphären hergestellt wird, welcher das Imprägnierungsmittel in das Holz einpresst. 2. Imprägnirung mit Chlorzink und karbolsäurehaltigem Theeröl: Dieses Verfahren unterscheidet sich von dem ersten nur dadurch, dass man der Chlorzinklösung während des Erwärmens für jede Schwelle 2 Kilogr. Steinkohlentheeröl mit 20–25% Karbolsäuregehalt zusetzt. Bauholz aller Art und Stärke, Telegraphenstangen, Zaunpfähle, Pfähle für Wein- und Obstpflanzungen, Dachschindeln, Holzpflaster etc. können natürlich ebenfalls in solcher Weise gegen Pilze geschützt werden²⁾. Die Kosten betragen für Imprägnirung mit Chlorzink allein: Eichenholz 5 M., anderes Holz 8 M., mit Chlorzink und Theeröl: Eichenholz 7,50, anderes Holz 9–10 M. pro 1 cbm.

14. Kupfervitriol.

Wirkt auf manche Schimmelpilze sowie namentlich auch auf Holz bewohnende Basidiomyceten schon in wenig-procentigen Lösungen tödtend resp. entwicklungshemmend ein. Daher wird es denn auch als Conservierungsmittel für Hölzer benutzt. So verwendet die deutsche Reichspost- und Telegraphen-Verwaltung eine 1½%ige Lösung zur Imprägnirung von Telegraphenstangen und zwar nach dem BOUCHERIE'schen Verfahren, welches darin besteht, dass man die auf einem schrägen Lager ruhenden Stangen, welche man spätestens 10 Tage nach dem Fällen oder nach vorheriger Aufbewahrung in Wasser in Behandlung nimmt, mit ihren nach oben gerichteten Fussenden in Röhren einsetzt, welche zu einem 10 m über dem Lager aufgestellten und mit der Lösung gefüllten Behälter führen. Dieselbe wird nun

¹⁾ Das Vorstehende ist einem Vortrage entnommen, den Herr Privatdocent Dr. G. BAUMERT im Gartenbauverein zu Halle am 10. Juli 1888 gehalten: Einiges über die Mittel und Wege, um Holz vor Fäulnis zu schützen. Auch im Folgendem habe ich diesen Vortrag mehrfach benutzt.

²⁾ Das Vorstehende im Wesentlichen nach dem citirten Vortrage G. BAUMERTS.

unter ihrem eigenen Drucke von 10 m Höhe in den Stamm vom unteren Querschnitte aus eingepresst.

In der Landwirtschaft werden sehr verdünnte Kupfervitriollösungen schon seit längerer Zeit benutzt, um die den Saatkörnern anhaftenden Sporen von Brandpilzen abzutöden. PRÉVOST erhielt bei Culturversuchen mit Getreidekörnern, die mit Brandstaub bestäubt und dann mit Kupfervitriol gebeizt worden waren, auf 4000 Aehren nur eine brandige, während die nicht gebeizten schon auf 3 Aehren eine Brandähre ergaben.

J. KÜHN¹⁾ empfahl als das wirksamste Mittel zur Vernichtung der Brandsporen²⁾ ein 12–16stündiges Einweichen der Saat in eine ½% Lösung. Durch wiederholtes Umrühren werden die Körner mit dem Desinficiens möglichst in Berührung gebracht.

Wie ungleich sich übrigens die verschiedenen Pilze dem Kupfervitriol gegenüber verhalten, zeigt der Brodschimmel, der bekanntlich selbst auf ziemlich concentrirten Lösungen dieses Salzes noch wächst.

Neuerdings empfahl PRILLIEUX³⁾ eine Mischung von 1 Kilogr. Kupfervitriol in 9 Liter Wasser gelöst mit 1 Kilogr. Aetzkalk zur Besprengung der Weinstöcke als Mittel gegen die *Peronospora viticola*. Die Resultate sollen ziemlich günstige sein. MILLARDET empfahl 8 Kilogr. Kupfervitriol in 100 Liter Wasser zu lösen und damit eine aus 15 Grm. Aetzkalk und 30 Liter Wasser hergestellte Kalkmilch zu mischen.

16. Quecksilberchlorid (Sublimat).

Wirkt wie auf alle anderen Organismen, so auch auf Pilze meist schon in starken Verdünnungen (1:1000 und weniger) giftig. Zur Vernichtung von Pilzculturen im Laboratorium reicht eine Verdünnung von 1:500 meist völlig aus⁴⁾. Die Anwendung im Grossen zur Abtödtung von Schwammbildungen in Gebäuden, von Schimmelbildungen an feuchten Wänden etc. scheint, wenigstens in Deutschland, immer mehr zurückzutreten, was z. Th. auf dem hohen Preise, z. Th. aber auch auf den giftigen Wirkungen auf den menschlichen und thierischen Körper beruht. In England dagegen findet Sublimat noch ausgedehnte Verwendung zum Imprägniren (Kyanisiren) von Bahnschwellen. Hat man Wände von Wohnräumen oder Thierställen durch Abwaschen mit Sublimatlösung desinficirt, so empfiehlt es sich, dieselben mit Schwefelwasserstoff-Wasser nachzuwaschen, damit das Gift entfernt wird.

17. Alkalipolysulfide.

Man verwendet wässrige Lösungen derselben zur Bekämpfung des Weinreben-Mehlthaus (*Erysiphe Tuckeri*) namentlich in Frankreich. Die Lösungen (½ procentig) werden durch einen Zerstäuber auf die Blätter gebracht. Nach 24 Stunden sind sie mit fein vertheiltem Schwefel bedeckt. Es wird nämlich das Alkalisulfid durch die Kohlensäure der Luft sehr bald zersetzt. Die Anwendung des pulverisirten Schwefels dürfte durch dieses Mittel vielleicht verdrängt werden, schon wegen des billigen Preises (ca. 4 Francs pro Hectar)⁵⁾. Zur Abtödtung des Mehlthaus

¹⁾ Botanische Zeitung 1873, pag. 502.

²⁾ Es handelt sich hierbei besonders um den Flugbrand (*Ustilago Carbo* und *U. Hordei*) und um den Schmierbrand (*Tilletia Caries*).

³⁾ Journ. d'agriculture 1885 t. II, pag. 731–734. Ref. in JUST's Jahresber. 1885.

⁴⁾ Doch fand JOHAN-OLSEN, dass *Aspergillus niger* v. TIEGH. selbst 1% Sublimat verträgt. (JUST's Jahresber. 1886, pag. 475).

⁵⁾ Annales agronomiques 1885 t. 9. Ref. in JUST, Jahresber. 1885, pag. 514. Revue horticole. Paris 1885, pag. 109. Ref. daselbst. — Biedermanns Centralbl. f. Agricult.-Chem. 1885, pag. 821. Ref. daselbst.

der Rosen (*Sphaerotheca pannosa*) eignet sich nach SCHULZE eine Lösung von 1 Thl. Fünffach-Schwefelkalium in 100 Thln. Wasser.

18. Schwefelcalcium.

Wird gegen die Traubenkrankheit (*Erysiphe Tuckeri*) sowohl, als gegen den falschen Mehlthau (*Peronospora viticola*) angewandt. »Man schüttet in einen eisernen oder einen glasirten thönernen Topf 250 Grm. Schwefel und ein gleich grosses Volumen frisch gelösten Kalkes nebst 3 Liter Wasser. Nachdem dieses Gemisch etwa 10 Minuten unter häufigem Umrühren gekocht hat, lässt man dasselbe sich klären und füllt die klare Flüssigkeit auf Flaschen, die fest verschlossen werden. In diesem Zustande erhält sich die Mischung mehrere Jahre hindurch. Bei der Verwendung wird 1 Liter zu 100 Liter Wasser gesetzt und die erkrankten Stöcke damit bespritzt. Auch das Schwarzfleckigwerden der Birnen soll dadurch bekämpft werden¹⁾.

19. Saurer schwefligsaurer Kalk.

Zur Beseitigung von Schimmelpilzwucherungen an den Wänden der Viehställe ward von PLAUT²⁾ eine wässrige Lösung von der Concentration 11° B. empfohlen.

20. Kalkmilch.

Sie ist in der Landwirthschaft vielfach benutzt worden, um die den Saatkörnern anhaftenden Brandsporen abzutöden. Doch ist der Erfolg kein so befriedigender wie bei Anwendung von Kupfervitriol (s. dieses) und daher kommt man mehr und mehr von ihrem Gebrauche ab. Neuerdings ist Kalkmilch (3—4%) als Mittel zur Bekämpfung der *Peronospora viticola* von BRIOSI und CERLETTI in Anwendung gebracht, wie es scheint, mit befriedigendem Erfolge. JAEGER³⁾ hat die Einwirkung von Kalkmilch auf »Rosa-Hefe« geprüft. Mit rein cultivirter Hefemasse imprägnirte Seidenfäden wurden getrocknet, auf Bretter befestigt und mit Kalkmilch (1 Thl. Kalk auf 2 Thl. Wasser) ein-, zwei- oder dreimal überstrichen. Erste Aussaat der Fäden auf Kartoffeln je 2 Stunden nach dem ersten, zweiten und dritten Anstrich, zweite Aussaat am folgenden Tage. Es ergab sich, dass mit dem zweimaligen Anstrich eine vollkommen sichere Abtödtung erreicht war.

21. Chlor und Brom.

Wie FISCHER und PROSKAUER⁴⁾ ermittelt haben, sind Chlor und Brom, in gewisser Weise angewandt, vortreffliche Mittel, um sowohl vegetative Zellen als auch Sporen der Hefe- und Schimmelpilze in ihrer Lebensfähigkeit zu vernichten. Ihre Versuche, an einer rothen »Hefe« und an *Aspergillus*-Arten ausgeführt, ergaben bezüglich des erstgenannten Stoffes, dass eine sichere Desinfection möglich ist, wenn der Chlorgehalt von 0,3 Vol. % 3 Stunden lang, resp. ein solcher von 0,04 Vol. % 24 Stunden lang auf die lufttrockenen, in nicht allzudicker Schicht vorhandenen Keime wirkt. Zur Vernichtung der Pilzsporen in geschlossenen Räumen empfehlen sie die Verwendung von 0,25 Chlorkalk und 0,25 Kilogramm. roher Salzsäure pro Cbm.

¹⁾ Nach dem Ref. SORAUERS in JUSTS Jahresber. 1883, pag. 514.

²⁾ Desinfection der Viehställe. Leipzig, Vogt 1883.

³⁾ Untersuchungen über die Wirksamkeit verschiedener chemischer Desinfektionsmittel bei kurz dauernder Einwirkung auf Infektionsstoffe. Arbeiten aus dem Kaiserl. Gesundheitsamt. Bd. V, Heft II.

⁴⁾ Ueber die Desinfection mit Chlor und Brom. Mittheilungen aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte. Bd. II. pag. 228—308.

Bezüglich des Broms ergaben die Versuche, dass wenn die Luft mit Feuchtigkeit gesättigt ist, ein Bromgehalt derselben von 0,03 Vol. % ausreicht, um die Hefezellen und *Aspergillus*-Sporen innerhalb 2 Stunden abzutöden. Das Gleiche wurde erreicht bei einem Bromgehalt von 0,006—0,002 Vol. % und 24stündiger Versuchsdauer. (Ueber die Versuchsanordnung ist das Original zu vergleichen.)

E. Mechanische Mittel zur Abtödtung resp. Entwicklungshinderung.

Sie kommen im Allgemeinen wenig zur Anwendung. Eines der bekanntesten ist das sogen. Schwefeln mancher Culturpflanzen, die von Mehlthauptilzen (*Erysiphe*-Arten) befallen sind. Es hat sich nämlich dem Mehlthau der Weinstöcke gegenüber bewährt. Man überpudert die Nährpflanzen mit Schwefelblumen oder gepulvertem Schwefel. Nach der einen Annahme ist die Wirkung eine rein mechanische, indem das Mycelium durch die Staubmasse erstickt wird, und in der That kann man denselben Effekt nach CHRETIEN, v. MOHL und R. WOLFF mit Chausseestaub, nach anderen mit Kohlenstaub oder Kalkstaub erreichen, trockenes Wetter vorausgesetzt. Andere sind geneigt, die chemische Wirkung des Schwefelns in den Vordergrund zu stellen, da, wie MORITZ¹⁾ nachwies, bei Einwirkung direkten Sonnenlichts auf das Schwefelpulver schwefelige Säure entsteht. Allein es ist sehr zweifelhaft, dass die sehr geringen Mengen derselben eine abtödtende Wirkung auszuüben vermögen.

Dass mechanische Bewegung die Entwicklung der Hefe in Flüssigkeiten nicht hemmt, wurde bereits auf pag. 419 gezeigt.

Abschnitt V.

Biologie.

Die Pilze sind unfähig, die zum Aufbau ihres Zelleibes nöthige organische Substanz selbst zu produciren, weil sie in Folge von Mangel an Chlorophyllfarbstoffen Kohlensäure nicht zu assimiliren vermögen. Sie können daher nur dann zur Entwicklung kommen, wenn sich ihnen organische Substanzen von aussen her darbieten, als Nährmaterialien oder Nährsubstrate.

Die nährenden organischen Substanzen sind entweder organisirt, wie thierische und pflanzliche Körper resp. deren Theile, oder nicht organisirt, wie thierische und pflanzliche Secrete (Milch, Blattlaushonig), Infusionen oder Lösungen (z. B. Zuckerlösungen).

Pilze, welche nicht organisirte organische Körper als Nahrung (Substrat) benutzen, werden Fäulnissbewohner (Saprophyten) genannt (ein Ausdruck, der in gewissem Sinne unzutreffend ist, insofern z. B. Brot, worauf der Brotschimmel, oder geronnene Milch, worauf der Milchschimmel vegetirt, doch keineswegs durch diese Pilze in Fäulniss versetzt werden).

Diejenigen Pilze, welche ihre Nahrung aus lebenden thierischen oder pflanzlichen Organen beziehen, heissen Schmarotzer oder Parasiten, ihre Substrate Wirthe (Wirthspflanzen, Wirthsthiere).

¹⁾ Ueber die Wirkungsweise des Schwefelns. Landwirthsch. Versuchsstationen, 24, 1880 Heft I.

Eine scharfe Grenze zwischen Parasitismus und Saprophytismus zu ziehen ist schlechterdings unmöglich, da es einerseits Parasiten giebt, welche die Fähigkeit haben, auch bei saprophytischer Ernährung zu gedeihen (facultative Saprophyten);¹⁾ andererseits Saprophyten, welche bei passender Gelegenheit parasitische Angriffskraft zeigen und Krankheiten erregen können (facultative Parasiten).²⁾

Mit dem Fortschritt der mycologischen Wissenschaft nimmt die Zahl derjenigen Pilze, die früher für strenge (obligate) Parasiten gehalten wurden, immer mehr ab.

Zu den ausschliesslich saprophytischen Formen (obligaten Saprophyten) gehören nach unseren derzeitigen Kenntnissen z. B. Bier- und Weinhefen, der Champignon (*Agaricus campestris*), gewisse Coprinus-Arten und andere Hutpilze, die mistbewohnenden *Sordaria*- und *Ascobolus*-Arten u. s. w.

Gewisse Pilze treten zu anderen Pflanzen (Algen, höheren Gewächsen) in ein eigenthümliches Verhältniss, welches man mit DE BARY als Symbiotismus oder Symbiose bezeichnet. Dasselbe charakterisirt sich dadurch, dass der Pilz mit dem betreffenden Gewächs eine innige Verbindung eingeht, um demselben gewisse Nährstoffe (anorganische) zuzuführen und als Gegenleistung gewisse andere Nährstoffe (organische) von ihm zu empfangen.

Nach dem Medium lassen sich die Pilze trennen in Wasserbewohner (Hydrophyten) und Luftbewohner (Aërophyten). Ausschliesslich auf das Wasserleben angewiesen sind nur gewisse Algenpilze und zwar die Mehrzahl der Chytridiaceen, die Saprolegnieen, Lagenidieen und gewisse Pythiaceen; zu den Luftbewohnern gehören fast sämtliche höheren Pilze (Mycomyceten) und von den Algenpilzen die Mucorineen und Peronosporaeen. Die Luftbewohner gedeihen zwar auch meistens in Flüssigkeiten, entwickeln aber untergetaucht höchstens nur myceliale Bildungen ohne zu fructificiren. Nur wenige Arten, wie die Vertreter der Hefepilze (*Saccharomyces*) sind im Stande, ihren ganzen Entwicklungsgang sowohl in flüssigen Medien, als an der Luft durchzumachen.

Ausschliesslicher Hydrophytismus ist der Ausdruck einer niederen Lebensstufe und nähert die hier in Betracht kommenden Formen biologisch den Algen.

Die saprophytischen wie die parasitischen Pilze wirken in der Weise auf ihre Substrate, dass sie die complicirten organischen Verbindungen derselben überführen in einfachere und einfachste (Kohlensäure, Wasser und Ammoniak). Zu ihrem Nährbedarf nehmen sie aber meist nur einen kleinen Theil dieser Umwandlungsprodukte, und so wird der bei weitem grössere disponibel für Verbindungen mit anderen chemischen Körpern.

Deshalb darf man sagen, dass die Pilze sich in sehr wesentlichem Grade an dem Stoffumsatz in der Natur (Kreislauf der Stoffe) betheiligen, und hierin liegt eine der hervorragendsten Rollen begründet, welche diese Organismen im Naturhaushalt spielen.

Eine andere mit der genannten zusammenhängende Rolle besteht darin, dass sie durch ihre ausgiebigen, wenn auch oft langsamen, zerstörenden Wirkungen, die sie im Verein mit Spaltpilzen ausführen, eine Anhäufung thierischer und

¹⁾ z. B. die Brandpilze, der Pilz der Kartoffelkrankheit (*Phytophthora infestans*); der Mutterkornpilz (*Claviceps purpurea*).

²⁾ z. B. die Pinselschimmel (*Aspergillus*), die *Sclerotinia*-artigen Becherpilze, *Arthrobotrys oligospora*.

pflanzlicher Leichen in der Natur verhindern und durch Erzeugung von Krankheit und Tod einer zu reichen Vermehrung besonders fruchtbarer Thier- und Pflanzenarten Maass und Ziel setzen.

Zu diesen Rollen sind sie befähigt durch ihre ausserordentliche Fertilität, ihre leichte Verbreitungsweise und ihre im Ganzen relativ grosse Anpassungsfähigkeit an verschiedene Substrate.

1. Saprophytismus.

Was zunächst die Wahl des Substrats anlangt, so scheint für eine grosse Anzahl von saprophytischen Pilzen jedes beliebige Substrat zur Ansiedelung geeignet zu sein, sobald es nur einigermaassen genügende Mengen oder selbst nur Spuren organischer Substanz enthält. In dieser Beziehung ist vor allen Dingen zu nennen der Brotschimmel (*Penicillium glaucum*), der ebenso gut auf Brot, Käse, Fruchtsaft, saurer Milch, Mist, todtten Blättern und Stengeln, wie auf alten Stiefeln, Kleidern, Tapeten, Tinte, ja selbst auf ziemlich concentrirten Kupfersulfatlösungen gedeiht.

Andere Saprophyten dagegen vegetiren nur auf bestimmten Substraten oder bevorzugen dieselben wenigstens. Das gilt u. A. für die Vertreter der Gattungen *Sordaria*, *Ascobolus*, *Pilobolus*, die fast ohne Ausnahme thierische Excremente bewohnen; die Russthaupilze, welche man in der heissen Jahreszeit in dem zuckerhaltigen Secret der Blattläuse und der Schildläuse auf vielen Laubbäumen im Freien, sowie auf unseren Gewächshauspflanzen antreffen wird; die *Onygena*-Arten (kleine trüffelartige Pilze), die nur auf den todtten Klauen und Hörnern der Säugethiere (*O. equina* und *caprina*) oder nur auf thierischen Haaren (Gewölle, alte Filzhüte) und Federn (*O. corvina*) zu finden sind; *Otidea leporina*, ein ziemlich grosser, gelbbrauner Becherpilz, *Clavaria abietina*, ein kleiner, strauchförmiger Basidiomycet, die man immer auf faulenden Coniferennadeln anzutreffen gewöhnt ist. — Zu diesen Beispielen liessen sich natürlich noch Dutzende anderer hinzufügen.

Zahlreiche Saprophyten, man kann wohl sagen die meisten, gedeihen auf sauren Substraten besser, als auf alkalischen. Daher kommt es, dass sie auf letzteren vielfach erst dann zur Entwicklung gelangen, wenn dieselben zuvor durch Spaltpilzvegetation sauer geworden sind. Das gilt z. B. für manche unserer gewöhnlichsten Schimmel, wie den Brotschimmel (*Penicillium glaucum*), den Milchsimmel (*Oidium lactis*) etc. Treten auf saurem Substrat Schimmel- und Spaltpilze gleichzeitig auf, so gewinnen erstere fast immer die Oberhand. Sie können im Allgemeinen auch viel höhere Concentration der Nährlösung ertragen, als die Spaltpilze. Man hat daher in der Ansäuerung und in der Erhöhung der Concentration ein wirksames Mittel, um die Konkurrenz der Spaltpilze zu verhindern. Auf alle solche Verhältnisse hat bereits NÄGELI¹⁾ früher aufmerksam gemacht, und heutzutage werden sie wohl in jedem Laboratorium berücksichtigt.

Was sodann die Wirkungen der Saprophyten auf ihre Substrate anbetrifft, so werden feste pflanzliche oder thierische Theile, wie Stengel, Blätter, Hölzer, Häute oder aus solchen Theilen hergestellte Kunstprodukte, wie Kleider, Stiefeln, Hüte durch die Pilzvegetation in einen Zustand versetzt, den man als Vermorschung, Vermoderung, Trockenfäule oder Nassfäule zu bezeichnen pflegt, je nachdem die betreffenden Gegenstände in trockene, leicht zerbröckelnde oder

¹⁾ Die niederen Pilze in ihren Beziehungen zu den Infektionskrankheiten.

zerreibliche, zunderartige, oder (seltener) in weiche, schmierige Massen umgewandelt werden.¹⁾ Im ersteren Falle nehmen die betreffenden Gegenstände, namentlich Hölzer, Pflanzenstengel, Brot, alte Kleider den bekannten Pilz-Modergeruch an.

Ueber die genaueren, d. h. chemischen Vorgänge bei solchen Prozessen wissen wir noch wenig.

Bezüglich der Zersetzung von gelösten organischen Substanzen liegen mehrfache genauere Untersuchungen vor, die in den Abschnitten über Gährungen und Spaltungen des Nährmaterials behandelt sind.

2. Parasitismus.

A. Uebertragung infectiöser Pilzkeime.

Sie* wird im Allgemeinen durch eine ganze Reihe verschiedener Faktoren vermittelt. Die grösste Rolle unter diesen spielt wohl die bewegte Luft, durch welche namentlich die Sporen der Mehlthau-, Rost- und Brandpilze, sowie der Peronosporaeen überall hin zerstreut werden, um dann als Staub auf die betreffenden Nährpflanzen niederzufallen.

Das Wasser vermittelt vorzugsweise die Verbreitung der Schwärmsporen echt parasitischer Chytridiaceen und Ancylisteen, sowie der fakultativ parasitischen Saprolegniaceen, also aller derjenigen Pilze, welche Wasserpflanzen (besonders Algen) und Wasserthiere in so häufiger Weise befallen. Auch Regen- und Thautropfen vermitteln die Infection vielfach, indem sie die Keime aus der Luft niederschlagen und von Pflanze zu Pflanze, von Blatt zu Blatt führen. Bekanntlich werden die Conidien der Kartoffelkrankheit (*Phytophthora infestans*) durch Regentropfen leicht von Blatt zu Blatt und schliesslich auch zur Knolle hingeführt. Auch die Keime der *Cordyceps*- und *Entomophthora*-Arten, welche oft so extensiv auftretenden Infectionskrankheiten hervorrufen, können durch tropfenden Regen, wie man beobachtet hat, leicht von den kranken auf noch gesunde Thiere übertragen werden.

Als Transporteure infectionstüchtiger Keime sind ferner die Insekten bekannt, sowohl die kriechenden als ganz besonders auch die fliegenden. An ihren Körper hängen sich, zumal wenn er behaart ist, die Sporen der pflanzenbewohnenden Parasiten leicht an, um dann auf anderen Pflanzen wieder abgestreift zu werden. Auf diese Weise werden z. B. die Conidien des Mutterkorns durch einen Käfer (*Cantharis melanura*) sowie durch Fliegen, welche den Zuckersaft der Conidien aufsuchen, von einer Roggenähre auf die andere übertragen. Dass auch grössere Thiere, wie das Wild, das durch die Felder streift, zur Verbreitung der Rost-, Brand-, Mehlthausporen etc. wesentlich beitragen können, ist jedenfalls sicher anzunehmen.

Endlich dient der Verschleppung und Uebertragung von Pilzkrankheiten der Pflanzen, Thiere und des Menschen selbst) der menschliche Verkehr. Von dem Rostpilz der Malven (*Puccinia malvacearum*) hat man früher in Deutschland und dem übrigen Europa nichts bemerkt, während er sich seit etwa 20 Jahren bei uns mehr und mehr verbreitet. In Chile einheimisch, scheint er auf dem Handelswege nach Europa gekommen zu sein.

¹⁾ Es ist übrigens noch sehr fraglich, ob bei der Nassfäule nicht gerade Spaltpilze das Wesentliche sind, jedenfalls dürften sie bei dergleichen Prozessen immer vorhanden sein, meistens siedeln sie sich reichlich an.

Dass in den Haarschneidestuben durch nicht desinficirte Kämme, Bürsten Scheeren, Haar- und Hautkrankheiten wie Herpes, Favus leicht von einem Individuum auf das andere zur Uebertragung gelangen, ist nur zu wohl bekannt.

Bedingungen für eine besonders schnelle und sichere Uebertragung infectiöser Pilzkeime sind natürlich: dichtes Zusammenwachsen von Pflanzen (Colonieenbildung bei den Algen), dichtes Zusammenleben von Thieren derselben Art, wie es namentlich bei massenhafter Insektenvermehrung vorkommt, enge Berührung zwischen kranken und gesunden Individuen.

Fliegen und Käfer inficiren sich nach PEYRITSCH mit Laboulbenien bei dem Begattungsakte. Würmer und Raupen stecken sich beim Hinkriechen über pilzkrank Individuen an. Die Raupen der Forleule und anderer Schmetterlinge fressen nach BAIL ausserdem häufig noch ihre an *Entomophthora* verendeten Brüder an und bringen so die Sporen dieses Pilzes in ihren Darmkanal, von wo aus die Infection leicht erfolgt.

Die in Colonieen zusammenlebenden Zellen mancher grünen Faden-Algen, Phycchromaceen, Diatomeen, Desmidiiden werden in Folge der dichten Zusammenlagerung oft binnen relativ kurzer Zeit so zahlreich befallen, dass nur relativ wenige Individuen oder Zellen intakt bleiben.

Man glaubte früher, dass die ansteckenden Keime immer nur von Pflanze zu Pflanze, resp. von Thier zu Thier übertragen würden. Allein wie ich neuerdings nachwies, können pflanzliche Krankheiten auch auf Thiere übertragen werden. Der einzige bisher bekannte Fall lehrt, dass eine Chytridiacee (*Rhizophyton gibbosum* Z.), welche gewisse Desmidiiden abtödtet, auch in Rädertiereier eindringen und diese in grossem Maassstabe vernichten kann.

B. Mittel und Wege der Infection.

Das wichtigste, fast allgemein zur Anwendung kommende Infectionsmittel ist der Keimschlauch (pag. 273). Er dringt entweder unmittelbar in die Zellen ein, diese durchbohrend oder mittelbar, indem er Seitenästchen entwickelt, welche als Haustorien (s. pag. 279) in die Wirthszellen hineinwachsen, wie es z. B. bei den Mehlthauptpilzen (Erysipheen) der Fall ist. Die Schwärmsporen der Chytridiaceen inficiren Algenzellen etc. in der Weise, dass sie, nachdem sie sich mit Haut umgeben haben, eine äusserst feine Ausstülpung durch die Wirthswand hindurchtreiben, die dann am Ende gewöhnlich erst blasenartig aufschwillt, bevor sie sich zum Mycel, wenn überhaupt ein solches entsteht, entwickelt.

Die Keimschläuche mancher fakultativen Parasiten dringen unter Umständen erst dann in die Wirthszellen ein, wenn sie bereits zu Mycelien erstarkt sind (Sclerotinien).

Eigenthümlicherweise besitzen manche Parasiten kein Infectionsmittel im genannten Sinne, verzichten daher auch auf jegliches Eindringen und heften sich den Wirthszellen bloss äusserlich an. Solche Pilze nennt man Epiphyten, während die anderen, in den Wirth wirklich eindringenden, Entophyten heissen.

Der Epiphytismus stellt eine ziemlich seltene Erscheinung dar¹⁾, insofern er bisher nur für gewisse auf Pilzfäden schmarotzende Mucoraceen (*Chaetocladium*-Arten) von BREFELD²⁾, die das Chitinskelet gewisser Insekten bewohnenden La-

¹⁾ Von den so zahlreichen Flechtenpilzen, die sich den Algen von aussen anheften, ist hier nämlich abgesehen.

²⁾ Schimmelpilze, Heft I.

boulbeniaceen von PEYRITSCH und die auf den Fäden von *Isaria*-Arten (es sind dies Insekten bewohnende Pilze) schmarotzende *Melanospora parasitica* seitens KIHLMANN's (l. c.) constatirt wurde.

Während aber die Fäden der *Melanospora* und *Isaria* an der Berührungsstelle nicht in offene Verbindung treten, wird eine solche bei *Chaetocladium* thatsächlich hergestellt, indem die trennende Membran an der Berührungsstelle resorbiert wird.

Als Eindringstellen in den pflanzlichen Körper wählen manche Entophyten ausschliesslich die natürlichen Oeffnungen der Oberhaut, indem sie ihre Keimschläuche in den Spalt des Spaltöffnungsapparates hineinsenden (KÜHN's *Sporidesmium exitiosum*); andere durchbohren stets direkt die Epidermiszellen, was z. B. bei dem Pilz der Kartoffelkrankheit (*Phytophthora infestans*) der Fall ist, noch andere benutzen beiderlei Infectionsweisen (z. B. *Exobasidium Vacinii*, *Cystopus candidus*).

Die sogen. Wundparasiten siedeln sich an Wundstellen der Pflanzenorgane an, werden hier zunächst wohl saprophytisch sich entwickeln, dringen dann aber mit parasitischem Angriff auf die an die Wunde stossenden Gewebe vor (z. B. *Nectria*-Arten, manche baumbewohnenden Basidiomyceten).

Das wichtigste Eintrittsthor für infectiöse Pilze in den thierischen und menschlichen Körper bildet der Mund. Von hier aus können die Keime (es handelt sich vorzugsweise um Schimmelpilzsporen), durch den Inspirationsstrom auf die Schleimhäute des Mundes und der Luftröhre, sowie in die Lunge gelangen, andererseits mit der aufgenommenen Nahrung auf die Schleimhäute von Mundhöhle, Magenwand und Darmwand.

So werden z. B. mit der Muttermilch die an der Brustwarze sich ansiedelnden Keime des *Oidium albicans* (Soorpilz) auf die Schleimhäute der Mundhöhle von Säuglingen (des Menschen, der Katzen und Hunde) gebracht, wo sie sich zu den sogenannten Schwämmchen entwickeln. Die Sporen von WETTSTEIN's *Rhodomycetes Kochii*, eines rothen Schimmels, der sich auf den Magenwänden etablirt und, wie es scheint, das Sodbrennen veranlasst, gelangen offenbar mit den Speisen in den Magen.

Nach vielfachen neueren Erfahrungen kann es nicht mehr zweifelhaft sein, dass auch die Keime der als »*Actinomyces*« bezeichneten Pilzform mit der Nahrung in den Verdauungstractus geführt werden und von hier aus in die Organe eindringen.

BREFELD's Fütterungsversuche mit Sporen der *Entomophthora radicans*, an Raupen des Kohlweisslings angestellt, haben unzweifelhaft ein Eindringen vom Darmrohr aus ergeben.

Die Infection von kleinen Krebsen (Daphnien) durch die *Monospora cuspidata* METSCHNIKOW's, eines Hefepilzes, erfolgt in der Weise, dass die durch die Mundöffnung aufgenommenen nadelförmigen Sporen dieses Pilzes sich durch die Darmwand hindurch bohren.

Das Eindringen der eingeathmeten Keime *Aspergillus*- oder *Actinomyces*-artiger Schimmel¹⁾ kann in jedem Theile des Athmungssystems geschehen und scheint am häufigsten an den Schleimhäuten der Trachea und in den Lungenalveolen zu erfolgen (wie man auch aus der weiter unten gegebenen Uebersicht der

¹⁾ Ich rechne *Actinomyces* vorläufig noch den ächten Pilzen zu, da mir die Ansicht BOSTROEM's von der Spaltpilznatur dieser Bildungen noch nicht völlig sicher gestellt zu sein scheint.

thierischen Krankheiten ersehen wird). Ob infectiöse Pilzkeime etwa auch von den Tracheenöffnungen (Stigmata) aus in den Insektenkörper Eingang finden, blieb bisher unermittelt.¹⁾

Von sonstigen natürlichen Eingangspforten für Schimmelpilze in den menschlichen und thierischen Körper ist noch die Ohröffnung hervorzuheben.

Die Hautpilze können, wie es scheint, an den verschiedensten unverletzten Stellen der Körperhaut eindringen resp. die Haare befallen. Auch die Sporen von *Entomophthora radicans* dringen nach BREFELD's²⁾ Experimenten durch die intacte Haut in Kohlweisslings-Raupen ein.

Pilze, welche die Eier der Vögel, namentlich auch die Hühnereier, befallen, scheinen ihre Keimschläuche resp. Mycelfäden zum Theil durch die Poren der Eischale, zum Theil aber auch durch andere Stellen derselben hindurchzusenden.

Wie bei den Pflanzen, so werden wohl auch bei Thieren und beim Menschen Pilzinvasionen von Wunden aus erfolgen können. Experimentell freilich scheint die Sache noch nicht geprüft zu sein. Doch ist es sehr wahrscheinlich, dass z. B. *Actinomyces* von Wunden des Mundes, Magens oder Darmes aus in benachbarte Organe eindringt, und einige Forscher halten selbst dafür, dass dieser Pilz in Wunden der Haut geeignete Eintrittspforten findet.³⁾

Während man die Invasionsstellen derjenigen Pilze, welche den Leib von Pflanzen und niederen Thieren befallen, im Ganzen ziemlich genau kennt, resp. durch das Experiment unschwer ermitteln kann, ist für manche Mycosen der höheren Thiere und namentlich auch des Menschen eine sichere Feststellung des Ortes, wo das Eindringen in den Körper erfolgt, kaum möglich (z. B. bei primärer Actinomyose des Gehirns).

Von dem Infectionspunkte aus verbreiten sich die fädigen Elemente oder Sprosszellen des Parasiten entweder in der Weise, dass sie nur zwischen den Wirthszellen (intercellular) verlaufen, und dann senden sie gewöhnlich, wie es z. B. bei den Peronosporaceen der Fall ist, Haustorien (pag. 279.) in die Zellen selbst hinein, oder so, dass sie die Wirthszellen und deren Intercellularräume nach allen Richtungen durchsetzen (intracellulärer Verlauf), was z. B. für Rostpilze, Mutterkornpilz (*Claviceps*), die Insekten bewohnenden Schmarotzer aus den Gattungen *Cordyceps* und *Entomophthora* etc. zutrifft.

C. Wahl des Wirthes. — Wahl der Organe.

Zahlreiche Parasiten bewohnen nur eine einzige Wirthsspecies. So lebt *Empusa Muscae* nur auf unserer Stubenfliege, *Laboulbenia Baeri* ebenfalls nur auf diesem Thier, *Melampsora Padi* nur auf *Prunus Padus*, *Phragmidium carbonarium* (SCHLTB.) nur auf *Sanguisorba officinalis*, *Ustilago echinata* nur auf *Phalaris arundinacea*, *Entyloma Aschersonii* nur auf *Helichrysum arenarium*, *Zopfia rhizophila* nur auf *Asparagus*.

Andere Schmarotzer wählen wenigstens einige oder alle Vertreter einer Gattung. In dieser Beziehung sind zu nennen: *Uromyces Geranii* auf verschiedenen Geranien, *Puccinia Porri* auf vielen *Allium*-Species, *Phragmidium Potentillae* auf verschiedenen *Potentilla*-Arten, *Chytridium Olla* A. BR. auf manchen Oedogonien.

¹⁾ Die DE BARY'sche Angabe (Morphol. pag. 388), dass die Keimschläuche der Conidien von *Cordyceps militaris* in die Stigmen von Raupen eintreten, bedarf, wie der Autor selbst hervorhebt, noch der Revision.

²⁾ Untersuchungen über die Entwicklung von *Empusa*. Halle, 1871, pag. 18 ff.

³⁾ Man vergleiche die Literatur in BAUMGARTEN's Jahresberichten 1885—1887.

Noch andere dehnen ihre Wirthswahl schon auf verschiedene Gattungen desselben Verwandtschaftskreises (Familie) aus: so *Ustilago violacea* die in den Blüten von *Dianthus*-, *Silene*-, *Melandryum*-Arten, *Saponaria officinalis*, *Viscaria vulgaris*, *Coronaria flos cuculi* etc. lebt; *Cystopus candidus*, der die verschiedensten Cruciferen (*Capsella Bursa pastoris*, *Alliaria officinalis*, *Coronopus Ruellii*, *Cochlearia Armoracia*, *Lepidium*-, *Brassica*-, *Raphanus*-Arten etc.) befällt; *Protomyces macrosporus*, welcher sich auf einer Anzahl von Umbelliferen (*Aegopodium Podagraria*, *Heracleum Sphondylium*, *Meum Mutellina*, *Anthriscus vulgaris* und *silvestris*, *Chaerophyllum hirsutum*) ansiedelt; *Erysiphe Graminis*, die auf sehr zahlreichen Gräsern den Mehlthau bildet; das Mutterkorn sowie *Epichloe typhina*, welche ebenfalls viele Gräser aus verschiedenen Gattungen bewohnen. *Puccinia Hieracii*, deren Angriff auf eine Menge von Compositen aus den Gattungen *Hieracium*, *Picris*, *Cirsium*, *Carduus*, *Carlina*, *Centaurea*, *Lappa*, *Serratula*, *Cichorium*, *Leonodon*, *Scorzonera*, *Hypochaeris*, *Achyrophorus*, *Crepis*, *Taraxacum* constatirt wurde. In dieser Beziehung sehr bekannt sind namentlich auch die meisten Arten von *Peronospora* (im weiteren Sinne).

Wiederum andere Pilze dehnen ihren Angriff auf verschiedene Familien einer Gruppe aus: so die sowohl auf Schmetterlingen als auf Käfern schmarotzende Muscardine (*Botrytis Bassiana*); *Erysiphe communis*, welche Compositen, Scrophulariaceen, Polygoneen, Ranunculaceen, Geraniaceen, Dipsaceen, Convolvulaceen und andere Dicotylen befällt; *Sclerotinia sclerotiorum*, die alle möglichen Monocotylen und Dicotylen heimsuchen kann. Solche in ihrer Wirtswahl so wenig beschränkte Arten, wie die beiden letztgenannten, pflegt man auch als vagante Parasiten zu bezeichnen.

Die Parasiten befallen entweder alle Organe eines Körpers (oder doch möglichst viele) oder sie bleiben auf ganz bestimmte Theile beschränkt. In jenem Falle spricht man von Allgemein-Myosen, in diesem von lokalisirten Myosen. Erstere verlaufen, wenigstens bei niederen Thieren und Pflanzen meist tödtlich; letztere afficiren den Gesamtorganismus meist wenig oder gar nicht, sind bei Thieren sogar meistens heilbar (durch die Reactionen des Organismus selbst oder durch Arzneien resp. operative Eingriffe), bei Pflanzen in seltensten Fällen zu heilen, höchstens zu beschränken.

Die spontanen Pilzkrankheiten der höheren Thiere und des Menschen bleiben fast durchweg lokalisirt: so die weiter unten aufgeführten *Aspergillus*-Myosen der Vögel, welche sich auf die Respirationsorgane beschränken; alle durch ächte Pilze hervorgerufenen Hautaffectionen der höheren Thiere und des Menschen, die nur bestimmte Haut- resp. Haarbezirke ergreifen, wie *Favus*, *Herpes*, *Tinea Galli*; die Schwämmchenkrankheit der Säuglinge, die nur auf die Schleimhäute der Mundhöhle sich erstreckt; die *Actinomyces*-Myosen von Mensch und Thier.

Doch lassen sich mit gewissen Pilzen, die spontan lokalisirt auftreten, bei künstlicher Einverleibung grösserer Mengen von deren Sporen auch Allgemein-Myosen erzeugen, was namentlich für *Aspergillus*- und *Mucor*-Arten gilt.

Dagegen tragen die Myosen der niederen Thiere im Ganzen den Charakter tödtlicher Allgemein-Infektionen. Für die einzelligen (z. B. Monadinen, Euglenen, Infusorien) gilt dies selbstverständlich ohne jede Einschränkung, aber auch Würmer und Gliederthiere werden mit wenigen Ausnahmen total befallen und vernichtet. Ich erinnere nur an die Schimmelpilz- und Sprosspilzkrankheiten der Daphnien, Anguillulen, Regenwürmer, Räderthiere und namentlich auch

an die *Entomophthora*-, Muscardine-, *Cordyceps*-Krankheiten der Mücken, Fliegen, Käfer und Schmetterlinge, die weiter unten näher berücksichtigt wurden. Zu jenen Ausnahmen gehört die Laboulbenien-Infektion der Dipteren und Käfer, die nur auf das Chitinscelet und hier wiederum vorzugsweise auf gewisse Bezirke beschränkt erscheint.

Was die Schmarotzer der höheren Pflanzen anbetrifft, so durchwuchern auch diese nur in relativ wenigen Fällen den ganzen Organismus, wie es z. B. seitens der *Sclerotinia sclerotiorum* und der *Phytophthora omnivora* der Fall ist (namentlich wenn diese an Keimpflanzen auftritt).

In der überwiegenden Mehrzahl der Fälle durchwuchert der Pilz nur wenige Organe, resp. nur ein einziges.

So ist der Parasitismus des Mutterkorns, soweit bekannt, streng auf den Fruchtknoten von Gräsern und Cyperaceen lokalisirt. *Sclerotinia Batschiana* ZOPF entwickelt sich nur in den Cotyledonen der Eichel.

Das Mycel einer Spore des Malvenrostes (*Puccinia Malvacearum*) beschränkt sich bloss auf einen ganz kleinen Theil des Blattes resp. Stengels dieser Nährpflanze (nach MAGNUS und REESS).

Allbekannt ist, dass die Mehlthaupilze (*Erysipheen*) nur (mit ihren Haustorien) in die Epidermis eindringen (Oberhautparasiten), gewisse *Exoascus*-Arten sogar nur zwischen Cuticula und Wandung der Epidermiszellen vegetiren, während *Protomyces macrosporus* und Verwandte nur im Grundgewebe ihrer Nährpflanzen sich entwickeln (Grundgewebeparasiten).

Genaue Untersuchungen über den Ausdehnungsbezirk der Mycelien der meisten Parasiten höherer Pflanzen fehlen übrigens zur Zeit noch.

Die Pilzkrankheiten der niedersten mehrzelligen Pflanzen tragen entweder den Charakter von Allgemein-Myosen, oder sie sind nur auf einzelne Zellen beschränkt. Ein exquisites Beispiel letzterer Art ist *Chytridium Olla* A. BR., das immer nur die Oosporen gewisser Fadenalgen (*Oedogonien*) befällt. Einzellige Algen (*Diatomeen*, *Desmidiiden*, *Palmellaceen* etc.) werden von Chytridiaceen natürlich immer total vernichtet.

Es giebt ferner eine ganze Summe von Pilzen, welche in ihren Wirth oder ihr Wirthsorgan stets nur dann eindringen, wenn sich dieselben in einem ganz bestimmten Altersstadium befinden. Ist dieses Stadium bereits überschritten, so findet keine Infektion mehr statt.

Als bekannteste Beispiele in dieser Beziehung verdienen erwähnt zu werden der Mutterkornpilz, der immer nur in die jüngsten Zustände der Gras-Fruchtknoten einwandert, weiter vorgeschrittene aber nicht mehr zu befallen vermag; ferner der weisse Rost (*Cystopus candidus*), der, um in Cruciferen zur Entwicklung zu gelangen, nach DE BARY in die Keimpflanze, speciell die Cotyledonen eindringen muss. Ist dieses Keimstadium vorüber, so kann zwar der Pilz auch noch in dieses oder jenes oberirdische Organ eindringen, aber er kommt hier nur zu spärlicher Entwicklung und geht schliesslich meist zu Grunde. Aehnlich verhält sich *Phytophthora omnivora* gegenüber den Pflanzen der Buche etc., während die ihr so nahestehende *Phytophthora infestans* (Kartoffelkrankheit) auch ältere Organe (Blätter, Knollen) der Kartoffel befallen kann.

Die näheren Gründe, warum jeder Entophyt oder Epiphyt immer nur mit gewissen Thieren oder Pflanzen, resp. immer nur mit gewissen Organen und gewissen Altersstadien derselben in parasitische Beziehungen tritt, sind im Ganzen noch unaufgeklärt. Einerseits mögen ganz bestimmte Stoffe in den Organismen

nöthig sein, um die Parasiten zum Angriff zu reizen¹⁾, und diese Stoffe müssen in den verschiedenen Wirthen verschieden sein. Andererseits werden die verschiedenen Pilze verschiedene Stoffe produciren, von denen sich die einen nur zum Angriff auf diesen, die andern nur zum Angriff auf jenen Organismus eignen mögen. Jedenfalls dürften zum Zustandekommen des Parasitismus immer besondere chemische und physikalische Eigenschaften des Angreifers sowohl als des anzugreifenden Organismus oder Organs zusammenwirken.

Manche Racen von Pflanzen oder Thieren werden leichter und häufiger oder auch gar nicht von Parasiten befallen, während andere sehr darunter zu leiden haben. Man sagt dann, letztere sind mehr zu Pilzkrankheiten geneigt (disponirt, prädisponirt). Die Prädisposition kann innere Ursachen haben, deren Natur schwer zu ermitteln ist, oder durch äussere Verhältnisse verursacht sein, wie z. B. reichliche Feuchtigkeitzufuhr,²⁾ oder in anatomischen Verhältnissen, z. B. stärkere Cuticularisirung der Epidermis, stärkere Peridermbildung etc. begründet liegen.

D. Wirkungen des Pilzparasitismus auf den Pflanzen- und Thierkörper.

1. Hypertrophische Wirkungen.

Dieselben beruhen zum Theil auf der Einwirkung nicht näher bekannter, seitens der Schmarotzer ausgeschiedener Stoffe, welche als chemische Reize auf die Zellen des Nährwirths einwirken, zum Theil mögen sie auf mechanischen Reizen basiren, hervorgerufen dadurch, dass Mycelfäden die Zellwandungen durchbohren, Haustorien ihre saugenden Wirkungen ausüben, oder Sporenbildungen im Gewebe einen Druck auf benachbarte Zellen verursachen etc.

Die Folgen solcher Reizwirkungen machen sich entweder nur in mehr oder minder starker Vergrösserung der Wirthszellen, oder in lebhafter Theilung derselben bemerkbar, die oft noch nebenher mit einer Vergrösserung verbunden ist.

Wenn sich die hypertrophische Wirkung auf ganze Gewebstheile erstreckt spricht man von Gewebehypertrophieen.

In seltneren Fällen ergreifen sie als totale Hypertrophieen den ganzen Wirthsorganismus (so werden z. B. junge Sprosse von *Euphorbia Cyparissias* durch die Aecidienform von *Uromyces Pisi* oft in allen Theilen dick und fleischig), meist sind sie jedoch auf einzelne Theile von Wurzeln, Stengeln, Blättern, Blütenorganen lokalisiert (partielle Hypertrophie), dann aber der Regel nach um so voluminöser und charakteristischer, bisweilen sogar sehr sonderbar gestaltet.

Da sie äusserlich den durch thierische Parasiten hervorgerufenen »Gallen« mehr oder minder ähnlich — oft sogar täuschend ähnlich — sehen, so hat man sie auch als Pilzgallen (*Mycocecidien* THOMAS) bezeichnet.

Dass das Auftreten solcher Pilzgallen an Pflanzen meist Torsionen, Verkrümmungen, Faltungen, Kräuselungen, Einrollungen der befallenen Wirthsorgane zur Folge hat, ist nicht zu verwundern. Mitunter nehmen ganze Organe, ja ganze Pflanzen dadurch den Charakter von Missbildungen (Deformationen) an.

¹⁾ Dies haben namentlich die Untersuchungen W. PFEFFER'S in hohem Grade wahrscheinlich gemacht (Unters. aus d. bot. Institut Tübingen. Bd. I. Heft 3.)

²⁾ Es ist bekannt, dass Gräser und andere Pflanzen, welche bei der Aussaat reichlich mit Brandpilzsporen inficirt wurden, nicht brandig werden, wenn in dem Jahre grosse Trockenheit herrscht, während bei stetigem reichlichen Feuchtigkeitsgehalt des Bodens oft jedes Individuum befallen wird.

Auffälliger Gallenbildungen rufen hervor: Zwei Brandpilze, *Entyloma Aschersonii* und *Magnusii* (ULE), indem sie etwa Erbsen- bis Wallnuss- grosse Auswüchse an den Wurzeln und (unteren) Stengeltheilen von *Helichrysum arenarium* und *Gnaphalium luteo-album* verursachen; *Protomyces macrosporus*, der an Blattstielen, Blatttrippen und Stengeln von Umbelliferen, namentlich *Aegopodium Podagraria* mehr oder minder grosse schwielenförmige Anschwellungen bewirkt (Fig. 43, A); *Urocystis Violae*, ein Brandpilz, der an unserm Gartenveilchen schmarotzend dessen Blattstiele und Blattnerven oft stark schwielig auftreibt; *Calyptospora Göppertiana* KÜHN, durch deren Einfluss die sonst dünnen Stengel der Preisselbeeren in federkielartige Gebilde umgewandelt werden, während auf derselben Wirthspflanze *Exobasidium Vaccinii* auffällige dicke Polsterbildungen an den Blättern, zum Theil auch an Stengeln und Blüten hervorruft; *Cystopus candidus*, der die Blütentheile (namentlich auch den Fruchtknoten) von *Raphanus Raphanistrum* und anderen Cruciferen oft in erhebliche Anschwellung und Streckung versetzt.

Zu den auffälligsten Erscheinungen in der Reihe der Pilzgallen-Bildungen gehören ohne Zweifel die erbsen- bis wallnussgrossen saftigen und schön rothgefärbten Auswüchse, welche man an den Blättern der Alpenrosen (*Rhododendron ferrugineum*) nicht selten antrifft und von *Exobasidium Rhododendri* FCKL. hervorgerufen werden; sowie auch besonders die bis Decimeterlangen keulenförmigen oder hirschgeweihartigen Wucherungen, welche auf den Canaren am Stamme des *Laurus canariensis* in Luftwurzeln täuschend ähnlicher Form gefunden werden und gleichfalls einem *Exobasidium* ihre Entstehung verdanken¹⁾, endlich sind hier auch hervorzuheben die bis 2 Centim. langen keuligen oder bandförmigen Gallen, welche *Exoascus Alni* an den Zapfenschuppen der Erlen durch starke Hypertrophie derselben hervorruft.

Im Grunde sind auch die im thierischen Körper durch Schimmelpilze hervorgerufenen Tumoren- und Knotenbildungen, wie sie z. B. bei *Actinomyces*-Erkrankungen der Kiefern des Rindes oder bei *Aspergillus*-Mycosen in Nieren, Lungen der Kaninchen, Vögel u. s. w. auftreten, von den Pilzgallen des pflanzlichen Körpers in nichts verschieden und könnten daher ebensogut wie diese als *Mycocecidien* bezeichnet werden.

2. Metamorphosirende Wirkungen.

Sie kommen im Ganzen selten vor. DE BARY²⁾ beobachtete, dass in den Blüten von *Knautia arvensis* seitens der *Peronospora violacea* die Staubfäden öfters in schön violette Blütenblätter umgewandelt werden, wodurch dann gefüllte Blüten entstehen. Häufiger sind an den Blüten von Cruciferen, namentlich *Raphanus Raphanistrum* Erscheinungen zu beobachten, welche darin bestehen, dass durch den weissen Rost (*Cystopus candidus*) die Blumenblätter und Staubgefässe in grüne, allerdings meist sehr deformirte Blattgebilde umgewandelt werden (Vergrünung). Wir haben hier also ähnliche Erscheinungen vor uns, wie sie auch von thierischen Parasiten (z. B. Gallmilben) hervorgerufen werden.

3. Erzeugung von Neubildungen.

Einige auf Laub- und Nadelhölzern schmarotzende Pilze rufen an manchen Trieben eine so übermässig reiche Sprossbildung hervor, dass solche Triebe gewöhnlich den Charakter kleiner Sträucher annehmen und von den Forstleuten

¹⁾ Vergl. GEYLER, Bot. Zeit. 1874, pag. 321, Taf. VII.

²⁾ Morphol. pag. 395.

als »Hexenbesen« bezeichnet wurden. Bekannt sind dergleichen Bildungen von der Weisstanne, wo sie durch einen Rostpilz (*Accidium elatinum*) veranlasst werden, ferner von der Hainbuche, hier entstehend in Folge der Vegetation von *Exoascus Carpini* ERICKS. und endlich von einigen *Amygdalaceen*, wie *Prunus avium*, *Cerasus*, *Chamaecerasus*, wo sie nach RATHAY von *Exoascus deformans* f. *Cerasi* FKL. (*Exoascus Wiesneri* RATHAY), *Prunus insititia*, wo sie nach SADEBECK von *E. Insititiae* SAD., *Persica vulgaris* und *Amygdalus communis*, wo sie nach RATHAY durch *Exoascus deformans* FKL. entstehen. Auch auf der Birke kommen solche Bildungen vor, hervorgerufen seitens des *E. turgidus* SAD.¹⁾

Nach BECKER und CORNU²⁾ werden die Blüten brandkranker Pflanzen von *Lychnis diurna* hermaphrodit, während sie sonst bekanntlich diöcisch sind.

4. Pseudomorphosen-Bildungen und Mumificationen.

Wenn ein Parasit ein Organ des Wirthes derartig durchwuchert, dass dasselbe vollständig in Pilzmasse umgewandelt wird, ohne jedoch seine ursprüngliche Gestalt wesentlich zu verändern, so entsteht eine Pilz-Pseudomorphose. Das Mutterkorn-Sclerotium z. B. ist eine Pseudomorphose des Roggenkorns, das Sclerotium von *Sclerotinia Batschiana* ZOFF eine Pseudomorphose der Eichel-Cotyledonen, das Sclerotium von *Sclerotinia Vaccinii* WORONIN eine Pseudomorphose der Preisselbeerfrucht. In Rücksicht auf die leder- oder hornartige Beschaffenheit solcher Bildungen spricht man wohl auch von einer Mumification der betreffenden Pflanzenorgane.

Auch gewisse thierbewohnende Pilze bewirken Mumification, so nach COHN *Tarichium megaspermum*, das die Raupen der Saateule (*Agrotis segetum*) und *Entomophthora radicans*, die namentlich, wenn sie Dauersporen bildet, nach BREFELD die Kohlraupen in Mumien umwandelt.

5. Destruirende Wirkungen.

Die destruirenden Wirkungen der Parasiten auf den Wirth³⁾ äussern sich entweder ausschliesslich darin, dass nur der Inhalt der Zellen zerstört wird, oder es wird ausser dem Inhalt auch die Membran angegriffen.

Zu den Pilzen, welche bloss den Zellinhalt zerstören, gehören die meisten Chytridiaceen, welche in Algen, Pilzen, Thieren und höheren Pflanzen schmarotzen, ferner die in *Mucor*-Arten eindringenden Piptocephalideen, Syncephalideen, Chaetocladiaceen, ausserdem die in Algen lebenden Lagenidieen, die in höheren Pflanzen schmarotzenden Peronosporaceen, Pythiaceen, Protomyceten, die meisten Exoasci, die Erysipheen, Exobasidium u. A.

Sie alle kommen darin überein, dass sie Zellkerne, Plasma, Stärke, Paramylum, Pyrenoide, Fett, Gerbstoffe, Farbstoffe etc. mehr oder minder vollständig zersetzen und ganz oder theilweis aufzehren. Ueber die Produkte, welche bei den Zerstörungen dieser organisirten und unorganisirten Substanzen entstehen, wissen wir im Ganzen noch wenig. Thatsache ist, dass die plasmatischen Theile der Wirthszellen von gewissen Parasiten in Fett umgewandelt werden (fettige Degeneration), was nach meinen Beobachtungen z. B. für Isoetes-Sporen, die

¹⁾ Näheres über Hexenbesen und deren Literatur in den Handbüchern der Pflanzenkrankheiten von FRANK, von SORAUER, dem Handbuch der Baumkrankheiten von HARTIG.

²⁾ Vergl. SORAUER, Pflanzenkrankheiten. II, pag. 209.

von *Rhizophidium Sphaerotheca* Z., sowie für Anguilluliden gilt, welche von *Arthrobotrys oligospora* FRES. befallen werden. Wie R. HARTIG ermittelte, wird ein Theil des Inhalts der Kiefernzellen vom Kiefern-Blasenrost (*Peridermium Pini*) in Terpentinöl umgewandelt.

Die destruirenden Wirkungen der Parasiten auf die Membran der Wirthszellen äussern sich entweder nur in mehr oder minder weitgehender Durchlöcherung dieser Häute, also rein mechanisch, oder so, dass dieselben chemisch verändert, resp. partiell oder gänzlich aufgelöst werden. So bringt nach DE BARY¹⁾ *Sclerotinia sclerotiorum* mit ihren Mycelfäden die Mittellamelle der Wirthspflanzenzellen, wohl auch theilweise die übrige Cellulosemembran zur Auflösung.

Die zersetzende Einwirkung des Mycels der grossen baumbewohnenden Schwämme auf die Wirthsmembranen ist zuerst von R. HARTIG eingehender studirt worden.²⁾ Sie besteht bei gewissen Polyporeen darin, dass zunächst die sogen. incrustirenden Substanzen aus den Holzzellwandungen entfernt wurden, sodass dieselben Cellulosereaction zeigen; hierauf wird dann die Cellulose und schliesslich auch noch die Mittellamelle aufgelöst (*Polyporus annosus* FR.) Oder es wird nach Entfernung der incrustirenden Substanzen erst die Mittellamelle in Lösung gebracht und später die Cellulosehaut (*Trametes Pini*). *Hydnum diversidens* bewirkt, dass die inneren Wandschichten der Holzzellen (von Eiche und Buche), bevor sie aufgelöst werden, zu einer Gallerte aufquellen, ohne vorher die Cellulosereaction angenommen zu haben. Seitens des schon genannten Blasenrostes können die Zellwände der befallenen Kieferntheile nach HARTIG theilweis in Terpentinöl umgewandelt werden.

Was die Ursache der genannten Zersetzungserscheinungen an Inhalt und Membran anbetrifft, so ist dieselbe jedenfalls wesentlich mit in der Abscheidung von Cellulose-, Eiweiss-, Stärke- etc. lösenden Fermenten zu suchen. (Siehe den Abschnitt »Fermente«).

E. Uebersicht der durch Pilze hervorgerufenen Krankheiten der Thiere und des Menschen.

I. Krankheiten der wirbellosen Thiere.³⁾

Von Parasiten pilzlicher Natur haben im Ganzen und Grossen alle Thiergruppen zu leiden. Während aber die Pilzkrankheiten der niederen Thiere im Allgemeinen tödtlich verlaufen, weil sie meist den ganzen Körper stark afficiren, ist dies bei den höheren Thieren, wo die spontane Erkrankung gewöhnlich nur bestimmte Organe ergreift, im Allgemeinen nicht der Fall.

Die Pilzkrankheiten der niederen Thiere fanden bisher im Ganzen wenig

¹⁾ Botan. Zeit. 1886, pag. 416.

²⁾ Wichtige Krankheiten der Waldbäume. Berlin 1874. Die Zersetzungserscheinungen des Holzes der Nadelbäume und der Eiche. — Lehrbuch der Baumkrankheiten. II. Aufl.

³⁾ Ich weise darauf hin, dass BOLLINGER (Ueber Pilzkrankheiten niederer und höherer Thiere [Vorträge, gehalten in den Sitzungen des ärztlichen Vereins zu München: Zur Aetiologie der Infectionskrankheiten 1880]) eine sehr brauchbare zusammenfassende Darstellung der wichtigsten Krankheiten niederer Thiere (ohne Literaturnachweise) gegeben hat, und dass andererseits viele Angaben in TULASNE, Carpologia fungorum, in den citirten Schriften BAIL's und PEYRITSCH's sowie in den systematischen Pilzwerken (WINTER, Pilze in RABENHORST's Kryptogamenflora. SCHRÖTER, J., Kryptogamenflora von Schlesien, Bd. III, Pilze, sowie in SACCARDO's Sylloge fungorum) zu finden sind.

Beachtung, offenbar nur deshalb, weil sie meist kein unmittelbares praktisches Interesse haben; nichtsdestoweniger aber spielen gerade sie im Haushalt der Natur eine ausgiebige Rolle, insofern nämlich, als sie, vom teleologischen Standpunkte betrachtet, als Regulatoren der Vermehrung dienen, indem sie die Zahl der Individuen gewisser, unter besonders günstigen Verhältnissen zu übermässiger Vermehrung tendirender, geselliger Arten durch ausgiebige und dabei relativ schnelle Vernichtung wesentlich beschränken. Für die Insekten namentlich ist diese Thatsache längst bekannt; hier ist sie oft so handgreiflich, dass sie selbst dem Laien in die Augen springt, und es lässt sich mit einiger Sicherheit behaupten, dass z. B. jeder grösseren Insektenepidemie fast ausnahmslos eine Pilzepidemie entspricht, die ihr auf dem Fusse nachfolgt.

Im Folgenden mögen die Mycosen der Thiere an der Hand des zoologischen Systems in der Weise betrachtet werden, dass wir von den niederen Gruppen zu den höheren vorschreiten.

Selbst die niedersten Thiere (Protozoen) fallen vielfach Pilzen zum Opfer. So z. B. manche Monadinen: Auf *Mastigomyxa avida* ZOPF schmarotzt eine kleine Chytridiacee (*Rhizophydium equitans* ZOPF)¹⁾ und zwar befällt sie merkwürdiger Weise die sehr agilen Schwärmsporen jener Art. In die Schwärmsporen bildenden Cysten einer in Spirogyren lebenden *Pseudospora* dringt eine andere Chytridiacee (*Olpidiopsis longicollis* ZOPF) ein, um den Inhalt ganz oder theilweise aufzuzehren und auf diese Weise die Schwärmsporenproduction mehr oder minder auffällig zu beschränken.²⁾

Einige *Pythium*-artige Algenpilze durchbohren nach meinen Beobachtungen die Sporocysten verschiedener in Spirogyren, Charen etc. schmarotzender *Pseudospora*-artiger Monadinen (z. B. *Ps. infestans* CIENKOWSKI) und zehren den Inhalt der Dauersporen auf.

Für den, der die Euglenaceen zu den Thieren rechnet, sei hier darauf hingewiesen, dass Repräsentanten der Gattung *Euglena* von den Fäden einer Chytridiacee [*Polyphagus Euglenae* (BAIL.)] durchbohrt und unter Verfärbung des Chlorophylls abgetödtet werden, wie zuerst TH. BAIL.³⁾ und später L. NOWAKOWSKI⁴⁾ darlegten.⁵⁾

Besonders häufig scheint *Euglena viridis* von diesem Schmarotzer heimgesucht zu werden. Einen anderen, zu den nicht fädigen Chytridiaceen (?) gehörigen Feind dieser und anderer Species hat KLEBS⁶⁾ mehrfach beobachtet.

Für die Schalen verschiedener Polythalamien hat KÖLLIKER⁷⁾ (l. c.) an Dünnschliffen sicher constatiren können, dass in denselben vielfach fädige Gebilde vorkommen (so bei *Amphistegina*, *Heterostegina*, *Calcarina*, *Orbitolites complanata*, *Polystomella*, *Alveolina Boscii*), welche typischen einzelligen Pilzmycelien durchaus ähnlich sind und von dem genannten Forscher parasitischen Pilzen

¹⁾ Vergl. meine »Pilzthiere oder Schleimpilze, 1885, pag. 6.

²⁾ Vergl. meine Abhandlung: Zur Kenntniss der Infektionskrankheiten niederer Thiere und Pflanzen. Nova Acta. Bd. 52, Nr. 7, pag. 39.

³⁾ Mycologische Berichte. Bot. Zeit. 1855.

⁴⁾ Beiträge zur Biol. Bd. II. Heft 2: *Polyphagus Euglenae* pag. 201—220.

⁵⁾ Ueber die Organisation einiger Flagellaten-Gruppen. Unters. aus d. bot. Inst. Tübingen Bd. I, Heft 2.

⁶⁾ Vergl. den systematischen Theil.

⁷⁾ Ueber das ausgebreitete Vorkommen von pflanzlichen Parasiten in den Hartgebilden niederer Thiere. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 10, 1859, pag. 219.

zugesprochen werden. Ob diese Deutung richtig ist, muss vorläufig dahin gestellt bleiben, doch ist schon die Thatsache, dass Pilzfäden in solche verkalkte Hartgebilde einzudringen und sich daselbst zu verbreiten vermögen, von physiologischem Interesse. Die Stellung dieser Pilze im System bleibt gleichfalls noch zu ermitteln.

Dass auch Heliozoen von Schmarotzerpilzen heimgesucht werden können, ist für *Actinosphaerium Eichhornii* durch K. BRANDT¹⁾ gezeigt worden, der in den »Nahrungslacunen« des Sonnenthierchens einen sehr einfachen Phycomyceten (*Pythium Actinosphaerii* BR.), oft in grosser Anzahl vorfand und die Schwärmsporen bildende Generation näher studirte.

Von Coelenteraten sind nach KÖLLIKER (l. c. pag. 221) die Steinkorallen in ihrem kalkigen Scelette äusserst häufig von Pilzen durchzogen (so *Porites clavaria*, *Astraea annularis*, *Oculina diffusa*, *Millepora alcornis*, *Lobalia prolifera*, *Alloporina mirabilis*, *Mäandrina*, *Fungia*, *Corallium rubrum*, *Isis hippuris*, *Madrepora muricata*, *Tubipora musica*).

Nach demselben Autor bohren sich Mycelfäden gewisser Pilze in die Hornfasern von Spongien ein, oft reiche Verästelungen und Anastomosen bildend. Auch hier ist noch festzustellen, ob das bei Lebzeiten der Schwämme geschieht oder nach dem Tode. Jedenfalls lehrt dieser Befund, dass manche Pilze hornartige Substanzen zu lösen vermögen.

Was die Infusorien anbetrifft, so dürften sich deren Pilzkrankheiten bei weiteren Untersuchungen an Zahl wohl noch mehren. Bis jetzt hat man fast ausschliesslich Cystenzustände (z. B. von *Vorticella microstoma*,²⁾ *Nassula*-Arten,³⁾ *Stylonichia pustulata* und *Oxytricha mystacea*⁴⁾ befallen gefunden von Schmarotzern die zu den Chytridiaceen zu gehören scheinen. BÜTSCHLI beobachtete (l. c. pag. 359) im Kern von *Paramaecium Aurelia* Sprosszellen (zu *Monospora* gehörig?) unter Verhältnissen, die es nicht ganz sicher erscheinen lassen, ob Parasitismus oder Saprophytismus vorlag.

Indem wir uns dem Typus der Würmer zuwenden, ziehen wir zunächst die Rotatorien in Betracht. Die Erscheinung, dass Räderthier-Eier von Pilzen, speciell von Algenpilzen und zwar von *Olpidium*-ähnlichen Chytridiaceen vernichtet werden, ist nicht selten. Ich selbst habe Parasiten letzterer Art vielfach in sehr grossen Räderthiereiern zu Berlin gefunden, ihre Sporangien erreichten eine relativ bedeutende Grösse. Nach NOWAKOWSKI⁵⁾ parasitirt in genannten Organen sein *Chytridium* (*Olpidium*) *gregarium* und eine andere Chytridiacee *O. (?) macrosporum* in genannten Organen. Aehnliche Parasiten fand SOROKIN⁶⁾ in Räderthiereiern. In allen Fällen wird der Eiinhalt völlig aufgezehrt und die Membran von den Hälsen der Pilzsporangien durchbohrt.

Unter den Fadenwürmern (Nematoden) wurde Pilzerkrankung zunächst

¹⁾ Ueber *Actinosphaerium Eichhornii* (Dissertation). Halle 1877, pag. 47 ff. und Untersuchungen über Radiolarien. Sitzungsber. d. Berliner Akad. 1881, pag. 399. Fig. 33—53.

²⁾ STEIN in Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. III (1850) pag. 475.

³⁾ CIENKOWSKI, daselbst Bd. VI, pag. 301.

⁴⁾ STEIN FR., der Organismus der Infusionsthiere. Bd. I (1859). Taf. IX, Fig. 16 und pag. 105—106. Derselbe, die Infusionsthiere auf ihre Entwicklungsgeschichte untersucht; 1854. Taf. IV. Fig. 52 und 53. Vergl. auch BÜTSCHLI, Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle. Abhandl. d. Senkenb. Gesellschaft 1876. Bd. II, pag. 425.

⁵⁾ Beiträge zur Kenntniss der Chytridiaceen. Beitr. z. Biol. Bd. II, Heft I.

⁶⁾ Note sur les végétaux parasites des Anguillulac. Ann. sc. nat. bot. Ser. VI, t. IV.

constatirt für *Ascaris mystax* (Katzenspulwurm). Nach KEFERSTEIN¹⁾ ist dieser Wurm bisweilen Sitz einer Mucorinee, die DE BARY als *Mucor helminthophthorus* bezeichnete. Sie befällt die Geschlechtstheile und den Darm und kann daselbst Mycelien, Sporangien und — nach den Zeichnungen des Autors zu schliessen — auch Gemmen erzeugen. Genauere Untersuchungen über diesen Pilz, der mitunter bei allen Spulwürmern einer Katze vorkommt, und jede Ei- oder Samenbildung in den Genitalien jener verhindern, oder doch die Eier stark verändern kann, fehlen noch²⁾.

In grossem epidemischen Maassstabe treten Mycosen gelegentlich bei den *Anguillula*-artigen Nematoden auf.

Als besonders häufigen Feind hebe ich auf Grund eigener Untersuchungen einen bekannten Schimmelpilz (*Arthrobotrys oligospora* FRESENIUS) hervor (vergl. Fig. 10), der unter den gewöhnlichen Verhältnissen als Saprophyt auftritt. Er ist dadurch ausgezeichnet, dass er schlingen- oder ösenförmige Zweige (Fig. 10, IV, V) bildet, in denen sich Mist-, Erde-, Wasser etc. bewohnende Anguilluliden leicht und sicher fangen. Ist dies geschehen, so treibt der Pilz von den Oesen aus Seitenzweige in den Körper des Thieres hinein (Fig. 10, Vb, VI, VII), die sich verlängern und verzweigen und das ganze Innere meist unter Erscheinungen der fettigen Degeneration zerstören und aufzehren, sodass schliesslich nur die chitinisirte Haut und beim Männchen noch der chitinisirte Penis übrig bleiben (Fig. 10, VI, VII).

Als nicht minder gefährlich für die in Rede stehenden Thierchen dürfte LOHDE'S³⁾ *Harposporium Anguillulae* zu bezeichnen sein, das sich namentlich auf manchen Mistsorten, in der oberflächlichsten Erdschicht und in Wasser findet und von der Ebene bis ins Hochgebirge weit verbreitet ist. Es vernichtet in einer einzigen grösseren Pferdemit-Cultur die Anguillulen oft zu Hunderttausenden, und zehrt ihr Inneres ebenfalls vollständig aus.

Weniger häufig, aber gelegentlich ebenfalls epidemisch auftretend sind nach meinen Beobachtungen verschiedene andere, den ächten Pilzen zugehörige Schimmel, sowie einige Algenpilze aus den Familien der Lagenidieen und Chytridiaceen. Ich erinnere an mein *Myzocythium proliferum* var. *vermicolum*⁴⁾ (Lagenidiee) und an einige von SOROKIN⁵⁾ gefundene Arten, welche eine Epidemie unter wasserbewohnenden Anguilluliden hervorriefen (*Achlyogeton entophyllum* SCHENK, A. (?) *rostratum* SOROKIN, *Catenaria Anguillulae* SOR., *Chytridium endogenum* A. BR.) Von Interesse ist ferner die von BÜTSCHLI⁶⁾ eruierte Thatsache, dass freilebende Anguilluliden (*Tylenchus pellucidus*) auch von typischen Hefepilzen (Saccharomyceten), speciell von einer *Monospora* (im Sinne METSCHNIKOFF'S) befallen werden können. »Sie füllten die Leibeshöhle der Würmchen in dichten Massen an. Der eigentliche Sitz ihrer Entwicklung schien jedoch die sogen.

¹⁾ Ueber parasitische Pilze aus *Ascaris mystax*. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 11, 1862. pag. 135, Taf. 15.

²⁾ Die Sporangien (oder auch Gemmen) dieses Pilzes scheinen von BISCHOFF (Ueber Ei- und Samenbildung und Befruchtung von *Ascaris mystax*, Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 6, 1855. pag. 402) für Zoospermien gehalten worden zu sein.

³⁾ Tageblatt der Naturforscherversammlung zu Breslau 1874, pag. 206.

⁴⁾ Zur Kenntniss der Phycomyceten I. Zur Morphologie und Biologie der Ancylisteen und Chytridiaceen. Nova acta, Bd. 47, pag. 167. Taf. 14, Fig. 35—37.

⁵⁾ Note sur les végétaux parasites des Anguillulae. Ann. des sc. nat. bot. Sér. VI, t. IV.

⁶⁾ Studien über die ersten Entwicklungsvorgänge der Eizelle. Frankfurt 1876, pag. 360.

Markschicht der Muskelzellen zu sein, in welcher sie sich gleichfalls in grossen Mengen vorfinden. Ob dieser Schmarotzer, den BÜTSCHLI für einen Spaltpilz ansah, etwa mit *Monospora cuspidata* METSCHNIKOFF identisch ist, wie es nach BÜTSCHLI'S und METSCHNIKOFF'S übereinstimmenden Zeichnungen anzunehmen, kann ich nicht sicher entscheiden.

Neuerdings hat SADEBECK¹⁾ in dem Essigälchen *Anguillula aceti* ein *Pythium* (*P. anguillula aceti* S.) schmarotzend gefunden.

Was die Borstenwürmer (*Chaetopodes*) anbetrifft, so werden nach meinen Beobachtungen verschiedene Arten von Regenwürmern (*Lumbricus*), namentlich bei plötzlich auftretenden Ueberschwemmungen, von einigen *Saprolegnia*-artigen Pilzen befallen, und zwar theils noch während des Lebens, theils und meistens nach vorhergegangener Abtödtung.

Endlich sind auch Pilze in Röhrenwürmern (*Tubicolae*) und zwar bei Serpulen von KÖLLIKER (l. c. pag. 227) beobachtet worden, und zwar waren die Gehäuse zweier Arten von der schottischen Küste in reichlichster Menge von Pilzfäden durchzogen. Ob hier ein wirklich parasitisches Verhalten vorliegt, bleibt noch zu untersuchen.

Jedenfalls dürften weitere Bemühungen die Zahl der Wurm-Myosen noch erheblich vergrössern.

Wenn wir innerhalb der grossen Abtheilung der Gliederfüsser (Arthropoden) zunächst die Crustaceen in Betracht ziehen, so ist zu constatiren, dass diesen krebsartigen Thieren in Bezug auf Pilzkrankheiten noch wenig Aufmerksamkeit zugewandt wurde. Von eingehenden Untersuchungen liegt eigentlich nur eine einzige vor, die von METSCHNIKOFF²⁾ herrührt und uns mit einer interessanten Krankheit von Daphnien (Wasserflöhe) bekannt macht, welche verursacht wird durch einen typischen Saccharomyceten (Sprosspilz) und sich, da der Pilz die gesammte Leibeshöhle bis in die letzten Antennenglieder hinein mit seinen Zellen anfüllen kann, äusserlich schon durch weisse Färbung der Thiere bemerkbar macht. Ueber das nähere Verhalten dieses von M. *Monospora cuspidata* genannten Hefepilzes im Daphnia-Körper soll weiter unten Näheres mitgetheilt werden (Vergl. auch den speciellen Theil).

Von gelegentlichen Beobachtungen über Pilzkrankheiten der Daphniden liegen vor solche von LEYDIG³⁾, ferner von CLAUS⁴⁾, der das Blut von *Moina brachiata* »mit Pilzsporen imprägnirt« fand, die er mit den von LEYDIG für *Daphnia rectirostris* beobachteten identificirt; und von WEISMANN⁵⁾, der *Daphnia pulex* von einem nicht näher charakterisirten Pilz befallen sah, welcher seine Fäden unter der Haut hersandte. »Die Thiere waren schon fürs blosse Auge leicht kenntlich an gelbrothen Massen, die den Darm und die Ovarien umlagerten und bis in die Füsse hineindrangten. Sie bestanden aus Klumpen zahlloser Schaaren kleiner ovaler, stark lichtbrechender Körperchen« (Conidien oder Sprosszellen?) mit röthlichem Inhalt. Genannter Autor führt übrigens an, dass schon P. E. MÜLLER⁶⁾

¹⁾ Berichte der Gesellschaft für Botanik. Hamburg. Heft II (1886), pag. 39.

²⁾ Ueber eine Sprosspilzkrankheit der Daphnien. Beitrag zur Lehre über den Kampf der Phagocyten gegen Krankheitserreger. Virch. Archiv. Bd. 96. 1884, pag. 177—195 u. 2 Taf.

³⁾ Naturgeschichte der Daphniden, 1860, pag. 78 ff.

⁴⁾ Zur Kenntniss der Organisation und des feineren Baues der Daphniden. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 27 (1876), pag. 388.

⁵⁾ Beiträge zur Naturgeschichte der Daphnoïden. Daselbst Bd. 33 (1880), pag. 189.

⁶⁾ Bidrag til Cladocernes Forplantnings historie Kjöbenhavn, 1868.

eine Beobachtung mittheilte, nach welcher pelagische Daphnoïden der nordischen Seen massenweise an einem Pilz (*Saprolegnia*) zu Grunde gingen, dessen Mycelium sich unter der Haut entwickele, alle Organe mit seinen durchsichtigen Fäden bedecke und endlich mit seinen zur Fructification gelangenden Aesten nach aussen durchbreche.

Moina rectirostris O. F. MÜLLER, *Daphnia pulex* und andere Daphniden von vielen Localitäten um Halle fanden sich im Jahre 1888 im Herbst öfters besetzt mit einem mycellosen Pilz, der sich mitunter massenhaft an allen Theilen des Thieres, insbesondere aber an den Antennen und Füssen, sowie an den Afterkrallen ansiedelte. Er stellt in der Jugend eine kleine, schmal-spindelförmige Zelle dar, die sich zu einem sehr langen cylindrischen oder keuligen Sporangium ausbildet, in welchem eine Zerklüftung des Plasmas durch schief inserirte Querwände in spindelförmige Fortpflanzungszellchen erfolgt. Wahrscheinlich können die Zellchen in Form von Schwärmen austreten, da sie sich, wie es sonst Schwärmer thun, immer mit ihrem Pole auf die Thiere anheften, aber gewöhnlich schon im Sporangium auswachsen. Ob der Pilz zu den Saprolegnieen in Verwandtschaft steht, bleibt noch festzustellen¹⁾. Er sitzt den Thieren augenscheinlich bloss äusserlich an, doch oft so reichlich, dass sie in ihrer Bewegung gehemmt werden.

Ein mit Septen versehener Schimmelpilz, den ich nicht näher bestimmen konnte, befällt den *Cyclops brevicaudatus* CLAUS²⁾ und zwar dessen Eier, wenn sie noch im Eiersäckchen am Mutterthier hängen. Die Eier werden vollständig durchwuchert und zerstört.

Unter den höheren Krebsen scheint unser Flusskrebs bisweilen von einer *Saprolegnia* befallen zu werden, wie RAUBER³⁾ mitgetheilt. DE BARY⁴⁾ fand *Saprolegnia hypogyna* PRINGSH. »an einem halbtodten Flusskrebs«. Mit der eigentlichen Krebspest hat die Saprolegnieen-Krankheit nichts zu thun; auch ist ein grösseres Auftreten der Letzteren meines Wissens noch niemals constatirt.

Für eine Cirrhipeden-artige Crustacee (*Balanus*) hat KÖLLIKER⁵⁾ gezeigt, dass in den Schalen ein Pilz vorkommt.

Bezüglich der spinnenartigen Gliederthiere (Arachnoidea) ist mir aus der Literatur nur eine Mittheilung von BOUDIER⁶⁾ bekannt geworden, nach welcher eine kleine Keulensphäre (*Torubiella arancida* BOUD.) Spinnen abzutöden vermag.

Ungleich häufiger als bei den Crustaceen und Spinnen sind Pilzinfektionen bei den Vertretern der Insekten.⁷⁾ Sie tragen hier überdies meistens den Charakter ausgesprochener, oft grossartiger Epidemien.

¹⁾ Das Material erhielt ich durch die Gefälligkeit des Herrn Lehrer SCHMEIL in Halle. Eine ausführlichere Mittheilung über das in Rede stehende Object behalte ich mir vor.

²⁾ Material und Bestimmung verdanke ich ebenfalls Herrn Lehrer SCHMEIL.

³⁾ Sitzungsberichte der naturforschenden Gesellschaft Leipzig. 1883.

⁴⁾ Species der Saprolegnieen. Bot. Zeit. 1888, pag. 616.

⁵⁾ Ueber das ausgebreitete Vorkommen von pflanzlichen Parasiten in den Hartgebilden niederer Thiere. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 10 (1860) pag. 227.

⁶⁾ Revue mycol. 1865 u. Notice sur deux «nucédinées nouvelles, l' *Isaria cuneispora* ou état conidial du *Torubiella arancida* BOUD. et le *Stilbum viridipes*. (Revue Mycol. IX, pag. 157—159).

⁷⁾ Reiche Literatur-Angaben über Insekten-Krankheiten findet man auch in dem neuerdings erschienenen Werke O. TASCHENBERG's: *Bibliotheca zoologica II*. Leipzig. ENGELMANN, und zwar in dem Abschnitt: Insekten, Allgemeines, Anatomie und Physiologie, pag. 1326—1385; Lepidopteren, pag. 1729—2195. — Die Arbeit von THAXTER, The Entomophthorae of the United States. Memoirs of the Boston Society of Natural History. Vol. VI., in der nach dem im Bacteriol. Centralbl. Bd. IV., pag. 145 gegebenen Referat zahlreiche Insektenkrankheiten durch Pilze verursacht, aufgeführt sind, war mir leider nicht zugänglich.

1. Schnabelkerfe (*Rhynchota*). Unter den Aphiden (Blattläusen) sind mehrfach Krankheiten beobachtet worden, welche sämmtlich verursacht wurden durch *Entomophthora*- (*Empusa*-) Arten. So wird eine auf *Cornus sanguinea* lebende *Aphis* (*A. Corni*) von *E. Aphidis* HOFFMANN¹⁾, die auf *Vicia sativa* parasitirende *A. Craccae* und andere Arten von *E. Fresenii* NOWAKOWSKI²⁾, eine andere Species von *E. Planchoniana* CORNU³⁾ abgetödtet.

Auf einer grossen *Coccus*-Art aus Neu-Guinea fand TULASNE⁴⁾ seine *Torrubia* (*Cordyceps*) *coccigena*, die mit ihren Keulen aus dem Körper des Thieres hervorbricht. Cicaden Neuseelands, Brasiliens etc. werden nach TULASNE⁵⁾ ebenfalls von *Cordyceps* bewohnt. Für *Jassus sexnotatus*, eine andere Cicadine, wies COHN⁶⁾ *Entomophthora Jassi* als Parasiten nach.

2. Was die Dipteren anbetrifft, so kommen auf unserer Stubenfliege zwei Parasiten vor. Von diesen ist am verbreitetsten die berühmte *Entomophthora* (*Empusa*) *Muscae* (COHN), welche, wie allbekannt, alljährlich im Herbst eine grosse Menge von Fliegen vernichtet. (Ausführlicheres über die Krankheit im speciellen Theile). Ein anderer typischer Parasit der *Musca domestica* gehört der Familie der Laboulbenien an. Es ist dies der säulchenförmige *Stigmatomyces Baeri* (KNOCH) (= *Laboulbenia Muscae* PEYRITSCH⁷⁾). Er bewohnt ausschliesslich das Chitinscelet, mit seiner Basis in dasselbe eingesenkt, und bildet beim Weibchen, speciell an Kopf und Thorax oft förmliche pelzartige Ueberzüge, während er beim Männchen an den Beinen sitzt. Die Uebertragung der Sporen geschieht nach PEYRITSCH beim Begattungsakte. In Osteuropa häufig und etwa bis Wien gehend, kommt er in Deutschland, soweit bekannt, nur noch in Sachsen (z. B. bei Zwickau) vor.

Auf *Calliphora vomitoria* beobachtete GIARD⁸⁾ seine *Entomophthora Calliphorae*, auf anderen grösseren, in Wäldern und Gebüsch sich aufhaltenden Fliegen fand SCHRÖTER⁹⁾ seine *E. muscivora* (vielleicht mit jener identisch.)

Nach NOWAKOWSKI¹⁰⁾ erkrankt eine kleine Fliegenart (*Simulia latipes* MEIGEN) an *E. curvispora* COW. (um Warschau beobachtet), eine andere Species (*Lonchaea vaginalis* FALLEN) durch *E. ovispora* NOW.

Unter den Dungfliegen (*Scatophaga stercoraria*) grassirte nach genauen Untersuchungen BAILS¹¹⁾ in der Umgebung von Danzig im Juni 1866 eine von *Entomo-*

¹⁾ FRESENIUS, Ueber die Pilzgattung *Entomophthora*. Abhandl. d. Senkenbergischen naturf. Gesellsch. Bd. II., pag. 208.

²⁾ Bot. Zeit. 1882, pag. 561. Vergl. auch SCHRÖTER, Kryptogamenflora von Schlesien. Pilze, pag. 222.

³⁾ BULL. de la Soc. bot. de France. 1873, pag. 189.

⁴⁾ Selecta fungorum Carpologia. II, pag. 19. Tab. I fig. 10.

⁵⁾ l. c. pag. 10. II.

⁶⁾ Jahresber. d. schles. Gesellsch. f. vaterländische Cultur. 1877, pag. 116.

⁷⁾ PEYRITSCH, J., Ueber einige Pilze aus der Familie der Laboulbenien. Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1871, und Beiträge zur Kenntniss der Laboulbenien. Dasselbst 1873. Vergleiche auch KARSTEN über *Stigmatomyces muscae* in »Chemismus der Pflanzenzelle.« Wien 1869, und KNOCH: »*Laboulbenia Baeri* KNOCH, ein neuer Pilz auf Fliegen.« Assemblée des naturalistes de Russie à St. Pétersbourg. 1868. Vol. I. pag. 908.

⁸⁾ Deux espèces d'*Entomophthora* nouvelles pour la flore française. BULL. scient. du départ du Nord. Sér. II. ann. II.

⁹⁾ Kryptogamenflora von Schlesien. Pilze, pag. 223.

¹⁰⁾ Die Copulation bei einigen Entomophthoreen. Bot. Zeit. 1877, pag. 217 u. 220.

¹¹⁾ Programm der Realschule I. Ordnung in Danzig, Ostern 1867. — Derselbe, Ueber Epidemien der Insekten durch Pilze. Entomol. Ztg. 1867.

phthora (*Empusa*) *Grylli* (?) verursachte Seuche in geradezu staunenerregender Ausdehnung. Namentlich an feuchteren Lokalitäten (Gräben und Wasserrändern) fanden sich auf weite Entfernungen die Leichen mit geschwellenem Leibe und ausgebreiteten Flügeln in zahlloser Menge an Gräsern und anderen Pflanzen festgeklammert.

Eine Epidemie von ähnlicher Ausdehnung habe ich selbst im Jahre 1884 (September) in Berlin am Landwehrkanal (Schöneberger und Lützower Ufer) an Mücken zu beobachten Gelegenheit gehabt. Mauern und Stackete der dortigen Vorgärten waren derart mit den todtten Thieren überzogen, dass sie stellenweise ganz graugrünlich erschienen. Die Ursache war eine *Entomophthora* (*Empusa*).

Schon A. BRAUN¹⁾ zeigte, dass unsere Stechmücke (*Culex pipiens*) von einer *Entomophthora* (*Empusa*) heimgesucht wird (*E. Culicis* A. BRAUN) und FRESSENIUS²⁾ fand eine *Tipula* (Bachmücke) von *E. Tipulae* FRES. befallen.

SCHRÖTER³⁾ führt auch *E. Grylli* FRESSENIUS als Mücken bewohnend an, SOROKIN⁴⁾ *E. ramosa* SOR., die aber nach NOWAKOWSKI mit *E. culicis* A. BR. identisch ist und nach ihm auch auf *Culex annulatus* vorkommt.

Ja selbst die parasitirenden Lausfliegen-artigen Dipteren haben ihre Pilzschmarotzer, wie PEYRITSCH⁵⁾ nachwies, der mehrere Nycteribien (Parasiten auf Fledermäusen) mit der im Chitinscelett nistenden Laboulbeniacee *Helminthophana Nycteribiae* PEYRITSCH, behaftet fand.

3. Lepidopteren (Schmetterlinge). Unter den Geometrinen (Spannern) wird bisweilen der Fichtenspanner (*Fidonia pinaria* FR.) im Raupen- wie im Puppen-Zustande von der Keulensphärenkrankheit (*Cordyceps militaris*) heimgesucht. Von den beiden Fructificationen trifft man in der Regel nur die Conidienform (*Isaria*) an.⁷⁾

An den Nachtfaltern (*Noctuidae*) sind vielfach verschiedene Pilzkrankheiten beobachtet, darunter einige in Form ausgedehnter Epidemien. Namentlich die Forleule (*Noctua [Panolis] piniperda* L.), die in manchen Jahren so stark auftritt, dass sie Tausende von Morgen Kiefernwaldes total befressen kann, ist in Zeiten solch starker Vermehrung, wie BAIL⁸⁾ zeigte, ein Lieblingsobjekt gewisser Pilze, unter denen namentlich eine *Entomophthora* und andererseits *Cordyceps militaris* unzählbare Raupen dieses Forstfeindes binnen relativ kurzer Zeit inficiren und vernichten können. Die Vernichtung ist nach BAIL mitunter so vollständig, dass fast sämtliche Raupen, 80—90%, ihren Untergang durch die *Entomophthora* finden.⁹⁾ Die Raupen werden mumificirt, brüchig wie Hollundermark und sind im Innern

¹⁾ Algarum unicellularium genera nova et minus cognita, pag. 105.

²⁾ Botan. Zeit 1856, pag. 883.

³⁾ Kryptogamen-Flora von Schlesien, Bd. III. Pilze, pag. 222.

⁴⁾ Ueber zwei neue Entomophthora-Arten, Beitr. z. Biologie Bd. II. Heft 3. 1877.

⁵⁾ Beiträge zur Kenntniss der Laboulbenien. Sitzungsber. d. Wiener Akad. Bd. 48. 1873. Oktober.

⁷⁾ LEBERT, die Pilzkrankheit der *Fidonia pinaria*, hervorgebracht durch *Verticillium corymbosum* LEB. Ueber einige neue oder unvollkommen gekannte Krankheiten der Insekten, welche durch Entwicklung niederer Pflanzen im lebenden Körper entstehen. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie Bd. 9, 1858, pag. 444.

⁸⁾ Pilzepidemie an der Forleule, DANKELMANN'S forstwirtschaftliche Blätter 1867. Zeitschr. f. Forst- und Jagdwesen II. 1868.

⁹⁾ Auch SCHRÖTER, a. a. O. erwähnt eine grosse Entomophthora-Epidemie unter der Forleule, die 1884 in den Forsten von Primkenau in Schlesien auftrat.

mit Pilzsubstanz ganz ausgefüllt. Die Krankheit verbreitet sich dadurch, dass gesunde Thiere über inficirte hinwegkriechen, deren Koth und die *Empusa*-Sporen selbst fressen, und Regen sowie feuchte Luft begünstigen sicher noch die Uebertragung und Infection.

Uebrigens hat die Forleule auch hier und da von der Muscardine zu leiden (*Botrytis Bassiana*), einem Schimmelpilz, der, wie wir sehen werden, auch auf manchen Schmetterlingen aus andern Familien, sowie auf Käfern etc. auftritt.

An den Raupen der Winter-Saateule (*Agrotis segetum*) beobachtete COHN eine Krankheit, die er schwarze Muscardine nannte und gleichfalls von einer *Entomophthora*, *E. (Tarichium) megasperma* (COHN), herrührt. Sie trat einmal in den 60er Jahren in Schlesien, wo die den Raps- und Roggenfeldern schädlichen Raupen sich in ungeheurer Zahl entwickelt hatten, in epidemischer Ausbreitung auf und verwandelte die Thiere in mit kohlschwarzer, zunderartiger, zu meist aus Sporen bestehender Masse gefüllte Mumien.

Eine andere Krankheit derselben Raupen, verursacht durch *Sorosporella Agrotidis* SOR. beobachtete SOROKIN³⁾ in Russland. Die Raupen werden durch den Pilz in bräunlich-röthliche Mumien verwandelt.

Auf andern Nachtfaltern siedeln sich an *Cordyceps Sphingum* TULASNE¹⁾, der z. B. auf *Dianthoecia albomaculata* und *Cerastis Vaccinii*, sowie auf dem nord-amerikanischen *Amphiorryx Jatrophae* FABR. und *Ancerix Ello* vorkommt, sowie ein Conidienpilz, *Isaria leprosa* FR., den man auf *Orthosia incerta*, speciell auf deren Puppen beobachtet hat.²⁾

Durch die Beobachtungen von VITTADINI⁴⁾ LEBERT⁵⁾ TULASNE⁶⁾ BAIL, DE BARY ist ferner längst festgestellt worden, dass auch unter den Sphingiden (Schwärmern) mehrere Pilzkrankheiten bald vereinzelt, bald verbreitet vorkommen. Am häufigsten scheint die Muscardine zu sein, die z. B. an den Larven und Puppen von *Sphinx Euphorbiae*, *Sph. Pinastri*⁶⁾ und *Sph. Galii* auftritt. Nicht selten ist an Puppen und Schmetterlingen von *Sphinx*, *Pinastri*, an Larven von *Sph. Euphorbiae*,⁷⁾ an Puppen von *Sph. Convoluti* und *Sph. Galii* auch die Keulensphäre (*Cordyceps Sphingum* TULASNE) zu constatiren, theils mit der gewöhnlichen Schimmel-form (*Botrytis*-Form) theils mit Conidienbündeln (*Isaria*-Form) theils in der Schlauchform.

Grösser noch ist die Zahl der Arten, die man innerhalb der Familie der Bombyciden (Spinner) mit Pilzen behaftet gefunden. Es kommt hier ausser der Muscardine (*Botrytis Bassiana*) und der Keulensphäre (*Cordyceps militaris*) auch noch eine *Entomophthora*-Krankheit in Betracht. Mit der letzteren hat BAIL die Raupe des Schlehs spinners (*Orgyia antiqua*) behaftet gefunden. REICHARDT,

¹⁾ Selecta fungorum Carpologia III pag. 12.

²⁾ COHN, Jahresber. d. schles. Gesellsch. f. vaterl. Cultur 1878, pag. 116.

³⁾ Parasitologische Skizzen. Centralbl. f. Bacteriol. u. Parasitenk. Bd. IV. pag. 644.

⁴⁾ Della natura del calcino o mal del segno. Inst. Lombard. t. III. pag. 143. (1852).

⁵⁾ LEBERT, Pilzkrankheit eines Exemplars von *Sphinx pinastri*, hervorgebracht durch eine neue Pilzart. (Ueber einige neue oder unvollkommen gekannte Krankheiten der Insekten, welche durch Entwicklung niederer Pflanzen im lebenden Körper entstehen. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 9. 1858, pag. 448.) Vergl. TULASNE, Carpol. III. pag. 12.

⁶⁾ Carpologia fungorum III.

⁷⁾ DE BARY, Zur Kenntniss insektentödtender Pilze. Botan. Zeit 1867 und 1869 und vergleichende Morphol., pag. 398—402.

die Raupe von *Auprepia Aulica*¹⁾. Die Muscardine der Seidenraupe (*Bombyx Mori*), schon seit 1763 bekannt, war früher in den südlichen Gegenden Europas (Frankreich, Italien) als Epidemie gefürchtet, hat aber seit 30 Jahren keine besondere Bedeutung mehr und tritt nur noch in einzelnen Zuchten in den verschiedensten Ländern auf, meist in feuchten Jahren.²⁾ Derselben Krankheit unterliegen mehr oder minder häufig: die Raupen des Kiefernspinners (*Gastropacha Pini* L.) nach DE BARY, des Brombeerspinners (*G. Rubi*) nach TULASNE und DE BARY, des Eichenspinners (*G. Quercus* L.), von *Liparis dispar*, von *Euprepia caja* L., von *Bombyx neustria*, sowie die Puppe von *Saturnia Pavonia*.

Grossartigste Ausdehnung nehmen oft die *Cordyceps militaris*-Epidemien an, wenn der forstverheerende Kiefernspinner in Unzahl auftritt. So wurden im Jahre 1869 im Regierungsbezirk Köslin 68% der Raupen in einem stark befressenen Revier getötet, bei Neustadt-Eberswalde, wo die Raupenplage in ähnlicher Stärke auftrat, etwa 59%. Auch *Bombyx pudibunda* wird im Raupenstadium durch *Cordyceps militaris* zum Tode geführt. Auf der Raupe eines ausländischen Spinners (*Hepiolus virescens*) fand man eine andere *Cordyceps* (*C. Robertsii*), die in sehr lang gestielten Keulen aus dem Nacken des Thieres herauswuchs.

Unter den Tagfaltern (Papilioniden) treten, soweit bekannt, drei Krankheiten auf: die Muscardine, gefunden auf der Raupe des Schwalbenschwanzes (*Papilio Machaon*) und des Heckenweisslings (*Pieris crataegi* L.) sowie auf der Puppe des Segelfalters (*Papilio Podalyrius*); eine Entomophthora-Krankheit verursacht durch *Ent. radicans* BREFELD³⁾ auf den Raupen des Kohlweisslings (*Pieris Brassicae* L.) (Genaueres über diese Krankheit im speciellen Theile) und eine zweite Entomophthora-Krankheit, hervorgerufen von *E. Aulicae* REICHARDT⁴⁾ an den Raupen des grossen Perlmutterfalters (*Argynnis Aglaja* L.), sowie von *Melitaea Cinxia* L. und *M. Athalia* ESP.

3. Die Orthopteren (Geradflügler) dürften wenig von Pilzen heimgesucht werden, oder aber Krankheiten dieser Kategorie noch wenig Beachtung gefunden haben. FRESSENIUS⁵⁾ fand eine Grille mit seiner *Entomophthora Grylli* und NOWAKOWSKI *Gomphocerus biguttulatus* (eine Heuschrecke) von demselben Pilz befallen.

4. Noch seltener sind Mycosen an Netzflüglern (Neuropteren) beobachtet, Ich finde in der Literatur nur eine Angabe SCHNEIDER'S⁶⁾, nach welcher *Limnophilus vitripennis* von einer *Entomophthora* zum Substrat gewählt wurde.

5. In um so grösserer Häufigkeit schmarotzen Pilze auf oder in Käfern,

¹⁾ REICHARDT nannte den Pilz *Entomophthora (Empusa) Aulicae*, in BAIL, Ueber Pilzepizootien. Schriften d. naturf. Gesellsch. Danzig. Neue Folge Bd. II. 1869. Auch auf *Eupr. villica* kommt nach SCHRÖTER genannter Pilz in Schlesien vor.

²⁾ Ueber die Krankheiten der Seidenspinner-Raupen und der Lepidopteren überhaupt findet man reiche Literaturangaben bei O. TASCHENBERG, *Bibliotheca zoologica* II. Verzeichniss der Schriften über Zoologie, welche in den periodischen Werken enthalten und vom Jahre 1861 bis 1880 selbständig erschienen sind. Leipzig, ENGELMANN: pag. 1729—2195; speciell über Seidenraupen-Krankheiten, pag. 2135—2151.

³⁾ Untersuchungen über die Entwicklung von *Empusa Muscae* und *E. radicans*. Halle 1871.

⁴⁾ In BAIL, Ueber Pilzepizootien der forstverheerenden Raupen. Danzig 1899, pag. 1.

⁵⁾ Botanische Zeit. 1856. pag. 883.

⁶⁾ Jahresber. d. schles. Gesellsch. f. vaterl. Cultur 1872, pag. 180.

wie folgende Uebersicht zeigt; vorherrschend sind nach PEYRITSCH¹⁾ die das Chitinskelet bewohnenden Laboulbeniaceen, scheinbar harmlose echte Parasiten; minder häufig hat man die stets tödtlichen *Cordyceps*-Arten und den Muscardinepilz (*Botrytis Bassiana*) constatirt.

Carabiden (Laufkäfer)

<i>Nebria brunnea</i> DUET	} <i>Laboulbenia Nebria</i> PEYRITSCH.
„ <i>Villae</i> DEJ.	
<i>Brachinus crepitans</i> L.	} „ „ „ <i>Rougetii</i> MONTAGNE et CH. ROBIN.
„ <i>explosus</i> DUFT	
„ <i>sclopeta</i> F.	
<i>Carabus</i> } Arten im Larvenzustand: <i>Cordyceps</i> -Arten z. B. <i>C. cinerea</i>	} TULASNE ²⁾ .
<i>Calosoma</i> }	
<i>Anchomenus marginatus</i> L.	} <i>Laboulbenia flagellata</i> PEYR. befällt die Chitinhaut
„ <i>albipes</i> F.	
<i>Anchomenus viduus</i> Pz.	} der Extremitäten und Flügeldecken. PEYRITSCH l. c.
<i>Clivina fossor</i> L.	
<i>Harpalus distinguendus</i> DUFT.	} <i>Laboulbenia anceps</i> PEYR. Extremitäten. PEYRITSCH l. c.
<i>Chlaenius vestitus</i> F.	
<i>Laboulbenia fasciculata</i> PEYR.	} Auf den Flügeldecken und Extremitäten. PEYRITSCH l. c.
<i>Bembidium lunatum</i> DUFT.	
<i>Laboulbenia flagellata</i> PEYRITSCH.	} Chitin der Extremitäten und Flügeldecken. PEYRITSCH l. c.
„ <i>varium</i> OLIV.	
<i>Laboulbenia luxurians</i> PEYRITSCH.	} Flügeldecken und Extremitäten. PEYRITSCH l. c.
„ <i>littorale</i> Pz.	
„ <i>fasciolatum</i> DUFT	} <i>Laboulbenia vulgaris</i> PEYRITSCH l. c.
„ <i>punctulatum</i> DRAPIER	
„ <i>lunatum</i> DUFT	
„ <i>obsoletum</i> DEJ.	
„ <i>decorum</i> ZENKER	

Lamellicornien.

Melolontha vulgaris (Maikäfer) *Botrytis Bassiana* (Muscardine) sowohl auf der Larve, als dem Käfer. TULASNE l. c.

Rhynchophoreen (Rüsselkäfer)

Rhynchites conica ILLIG. *Cordyceps*-artiger Pilz (nach TULASNE l. c.)

Dytiscinen (Schwimmkäfer).

<i>Laccophilus minutus</i> L.	} Ansiedelung von Laboulbenien: <i>Chitonomyces melanurus</i> (von PEYRITSCH stets am linken Rand der linken Flügeldecke gefunden) und von <i>Heimatomyces paradoxus</i> PEYRITSCH l. c.
„ <i>hyalinus</i> DEGEER	
L.	
<i>Gyretes sericeus</i> Laboulbène: <i>Laboulbenia Guerinii</i> CH. ROBIN. ³⁾	

Melanosomata.

Tenebrio molitor (Mehlwurm) Larve: *Botrytis Bassiana* (Muscardine).

Helops caraboides, Larve: *Cordyceps Helopis* QUÉLET⁴⁾.

¹⁾ Beitrag zur Kenntniss der Laboulbenien. Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1873.

²⁾ Selecta fungorum Carpologia. I, pag. 61.

³⁾ Vegetaux parasites, pag. 624.

⁴⁾ BULL. de la Soc. bot. de France. 1879. pag. 235.

Staphylinen.

Deleaster dichrous GRAV. — *Laboulbenia vulgaris* PEYRITSCH, l. c.

6. Von Aderflüglern (*Hymenoptera*) sind bereits zahlreiche Vertreter bekannt, welche an der *Cordyceps*-Krankheit leiden, nur wenige fallen anderen Pilzen zum Opfer, so eine Vespide, *Polistes gallica*, in deren Blute COHN Zellen eines *Entomophthora*-ähnlichen Schmarotzers vorfand, unsere Honigbiene (*Apis mellifica*), in deren Magen (und auch im Blut) LEUKART Mycel und Conidien eines Oidium-artigen Schimmels, HOFFMANN¹⁾ eine Kopfschimmelart (*Mucor meliophthorus* HOFFM.) nachwies; und eine Blattwespe (*Tenthredo*-Art auf *Alnus*), welche FRESSENIUS²⁾ mit seiner *Entomophthora Tenthredinis* behaftet sind.

Auf Ameisen kommen vor *Cordyceps formicivora* auf *Formica ligniperda* LATR., *C. unilateralis* TULASNE (auf einer brasilianischen) und *C. myrmecophila* CES. (auf einer italienischen).

Letzterer Pilz wurde auch auf einer Schlupfwespenart (*Ichneumon*) gesehen. Wespenartige (*Vespa vulgaris* und *V. crabro*) bewohnen *Cordyceps sphecophila* (KLOTZSCH) TULASNE³⁾ und *Cordyceps Ditmari* QUÉLET. Larven von Blattwespen (*Tenthredo*-Arten) werden von *C. entomorrhiza* TULASNE befallen.

Unter den Aderflüglern scheint selten vorzukommen eine Muscardine (*Botrytis tenella*), von SACCARDO⁴⁾ für *Vespa* angegeben, vorerst nur aus Italien bekannt.

Für die Abtheilung der Weichthiere sind durch die Untersuchungen KÖLLIKER'S⁵⁾ und WEDL'S⁶⁾ viele Fälle von pilzartigen Bildungen eruiert, und zwar treten die letzteren localisirt auf die als »Schalen« bekannten Hartgebilde auf, wo sie sich oft in reicher Entwicklung finden. Die die bekannte Festigkeit dieser Organe bedingende massenhafte Einlagerung von Kalk stellt der Ausbreitung der Mycel-systeme insofern kein Hinderniss dar, als letztere allen Erfahrungen nach Säure abzuscheiden die Fähigkeit besitzen. Merkwürdigerweise ist die Erscheinung bisher nur für meerbewohnende Mollusken, nicht aber für Süßwasserformen nachgewiesen worden, und selbst bei fossilen Meeresbewohnern wiedergefunden. Auf die Pilznatur weisen ausser der ganzen Art der Verzweigung namentlich die Anastomosenbildung und das Vorkommen von sporangienartigen Entwicklungszuständen hin, was auch für die genannten Spongien und Polythalamien gilt, von einigen zweifelhaften Fällen abgesehen, wo streng dichotome Verzweigung vorliegt und es sich vielleicht um Algen handelt. Ob die beschriebenen Pilzbildungen obligat-parasitischen Charakter haben oder sich als gelegentlich eindringende Saprophyten erweisen, wissen wir nicht.

Von Muscheln (Acephalen), welche mehr oder weniger reichlich Schalenpilze führen, sind durch KÖLLIKER und WEDL ermittelt: *Anomia ephippium*, *Cleidothaerus chamoides*, *Lima scabra*, *Arca Noae*, *Thracia distorta*, *Ostrea edulis*

¹⁾ Hedwigia, Bd. I, pag. 117.

²⁾ Abhandl. d. Senkenberg. naturforsch. Gesellschaft Bd. II, pag. 205.

³⁾ l. c. Eine amerikanische Wespe, *Polistes americana* ist auf Jamaika mit derselben Species behaftet gefunden. (Vergl. LEBERT, Zeitschr. f. wissensch. Zoologie. Bd. 9, 1838. pag. 441 bis 450.)

⁴⁾ Sylloge fungorum IV, pag. 119.

⁵⁾ Ueber das ausgebreitete Vorkommen von pflanzlichen Parasiten in den Hartgebilden niederer Thiere. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. 10, 1859, pag. 223—227.

⁶⁾ Ueber die Bedeutung der in den Schalen von manchen Acephalen und Gasteropoden vorkommenden Kanäle. Sitzungsber. d. Wiener Akad. Bd. 33, 1859.

(Auster), *Meleagrina margaritifera*, *Pecten Jacobaeus*; von fossilen z. B. eine *Nucula*, eine *Arca*, *Spondylus crassica* (Lam.), ein *Pectunculus*, eine *Venus*, *Lucina Columbella*, eine *Cardita*.

(Bei anderen meerbewohnenden Formen, ein *Cardium*, ein *Solen*, *Pinna ingens* und *nigrina*, *Mya arenaria*, *Unio occidentis*, *Perna ephippium*, *Avicula*, *Crenatula*, *Malleus albus* und Süßwassermuscheln konnten WEDL und KÖLLIKER keine solchen Einwanderer nachweisen.)

In Schiffen von Schalen gewisser Armfüßer (*Brachiopoda*) und zwar Terebratulinen fand KÖLLIKER (l. c.) ebenfalls Gebilde, welche nach diesem Autor kaum für etwas anderes als Pilzfäden genommen werden können; so bei *Kraussia rubra*, *Terebratula australis*, *T. rubicunda*. Nach WEDL (l. c.) kommen ähnliche Dinge bei fossilen Brachiopoden (*Leptaena lepis* und *Productus horridus*) vor.

Von Gasteropoden (Schnecken) wurden durch WEDL (l. c.) und KÖLLIKER (l. c.) ebenfalls eine ganze Reihe als mit »Pilzparasiten« behaftet nachgewiesen: *Murex truncatulus*, *M. brandaris*, *Vermetus spec.*, *Haliotis*, *Tritonium cretaceum*, *Littorina littorea*, *Terebra myurus*, *Turbo rugosus*, *Aporrhais pes Pelecani*, *Fissurella graeca*, *Conus*-Arten.

In den Schalen von *Oliwa*, *Cypraea pantherina*, *Nautilus pompilius* und *Aptychus*, sowie in denen der untersuchten Süßwasserschnecken konnten die Autoren keine Schmarotzer zu Gesicht bekommen.

Bei fossilen Gasteropoden (*Conus*, *Ancillaria glandiformis* (LAM.), *Ranella marginata* (SOWERBY), *Turbo rugosus*, *Buccinum spec.*, *Neritopsis spec.*) haben genannte Beobachter ähnliche Dinge in den Schalen gefunden.

II. Krankheiten der Wirbelthiere.

1. Fische.

Grosse Verluste erleiden die Fischzüchter vielfach dadurch, dass Saprolegniaceen die Eier der verschiedenen Species befallen.

Genauere Bestimmungen der Pilzarten fehlen fast durchweg. Ich selbst habe an Fischeiern, die mir vor einiger Zeit aus Holland gesandt wurden, *Saprolegnia Thuretii* DE BARY und als vorwiegend *S. asterophora* constataren können. Erstere wurde bestimmt auch an entwickelten Fischen und zwar an den Kiemen gefunden.

Auch in Bezug auf die pathologischen Veränderungen, welche die in Rede stehenden Pilze in den befallenen Geweben hervorrufen, fehlen, soweit mir bekannt, eingehendere Untersuchungen.

Was die Infectionsquellen anbelangt, so konnte ich in einem Falle constataren, dass die Infection junger Fische ausgehen kann von Regenwürmern, die, in grosser Anzahl von Saprolegnien befallen, auf dem Boden des flachen, für die Zucht benutzten Teiches lagen. Nach H. HOFFMANN giebt es auch Fischkrankheiten, welche durch *Mucor Mucedo* hervorgerufen werden.

Die Thatsache, dass die verschiedensten Fischarten (z. B. Goldfische, Forellen, Stachelbarsch, Lachs, Aal etc.) von Pilzen aus der Familie der Saprolegniaceen befallen und getödtet werden können, ist allbekannt. Die Krankheit geht entweder von den Kiemen oder von beliebigen Theilen der Oberfläche aus, von wo aus die Pilze sich schliesslich über die ganze Oberfläche verbreiten können. Meistens ergreift die Krankheit nur einzelne Individuen. Doch kommen in den Züchtereien sowohl, wie selbst draussen in der Natur weitgreifende Epi-

demieen vor. Solche wurden z. B. neuerdings in Schottlands und Englands Flüssen beobachtet.¹⁾

MURRAY²⁾ hat Fische mit »*Saprolegnia ferax*« mit Erfolg geimpft. In den Schuppen eines fossilen Fisches (*Beryx ornatus*) aus der Kreide hat KÖLLIKER³⁾ einen »parasitischen Pilz« aufgefunden, dessen Mycel durch zierliche dichotome Verzweigung ausgezeichnet ist. Nach ROSE's Erfahrung scheinen ähnliche Bildungen auch in den Schuppen lebender und fossiler Ganoïden und Teleostier vorzukommen,³⁾ was aber noch genauerer Untersuchung bedarf.

2. Vögel.

Durch eine ziemlich grosse Anzahl gelegentlicher Beobachtungen und durch einige wenige experimentelle Untersuchungen ist ferner festgestellt worden, dass auch die Vögel vielfach von Mycosen zu leiden haben.

Dieselben sind, so weit die Untersuchungen reichen, fast durchweg auf die Respirationsorgane localisirt und werden, wie folgende Uebersicht zeigt, mit wenigen Ausnahmen von Schimmelpilzen, meist *Aspergillus*-artigen hervorgerufen. Die durch *Aspergillen* hervorgerufene Lungenentzündung pflegt man als *Pneumonomycosis aspergillina*« zu bezeichnen.

Uebersicht nach den Familien.

1. Raubvögel.

Strix nivea (Schneeeule), Schimmelbildung in Lungen und Luftsäcken: *Aspergillus spec.*⁴⁾

Falco rufus (Falke), *Pneumonomycosis aspergillina*. *Aspergillus* nicht bestimmt.⁵⁾

Astur palumbarius (Habicht), Affection der Lunge und Luftsäcke: *Aspergillus glaucus*.⁶⁾

Aquila imperialis (Königsadler), Erkrankung der Lunge und Luftsäcke: *Aspergillus*?⁷⁾

2. Kletternvögel.

Pittacus erithacus (Graupapagei); Broncho- und *Pneumonomycosis aspergillina*: *Aspergillus glaucus*⁸⁾ Wellensittich; Mycose des Respirationsapparats.⁹⁾

3. Singvögel.

Fringilla domestica (Haussperling) und verschiedene andere kleine Singvögel. Tödtlich verlaufende Pneumonie: *Aspergillus fumigatus*.¹⁰⁾

¹⁾ HUXLEY, Nature. Vol. 25, pag. 437.

²⁾ Notes on the Inoculation of Fishes with *Saprolegnia ferax*, Journ. of bot. XXIII, pag. 302.

³⁾ KÖLLIKER, A., Ueber das ausgebreitete Vorkommen von pflanzlichen Parasiten in den Hartgebilden niederer Thiere. Zeitschr. f. wissensch. Zool. 1860. Bd. 10, pag. 228.

⁴⁾ JOH. MÜLLER und RETZIUS, Ueber pilzartige Parasiten in den Lungen und Lufthöhlen der Vögel. MÜLLER's Archiv für Physiologie 1842, pag. 148.

⁵⁾ DUBOIS in MÜLLER l. c.

⁶⁾ VACHETTA, *Aspergillus glaucus* in den Luftsäcken eines Habichts. Gazzetta medica veterinaria 1871.

⁷⁾ GLUGE ET D'UDEKEM, De quelques parasites végétaux développés sur les animaux vivants. Ann. de méd. vétérin. de Bruxelles 1858, pag. 362.

⁸⁾ WOLFF, M. Eine weitverbreitete thierische Mycose. Virch. Arch. Bd. 92, 1883, pag. 281.

⁹⁾ BOLLINGER, Ueber mycotische Erkrankungen bei Vögeln. Deutsche Zeitschr. f. Thiermed. 1878, pag. 253.

¹⁰⁾ SCHÜTZ, Ueber das Eindringen von Pilzsporen in die Luftwege der Vögel. Mittheil. des Gesundheitsamtes II, pag. 219 u. 221.

Coccothraustes cardinalis (Kardinal). Mycose der Lungen und der Trachea: *Aspergillus spec.*¹⁾

Fringilla canaria (Kanarienvogel). Tödtlich verlaufende Pneumonie: *Aspergillus fumigatus*.²⁾

Corvus spec. (Rabe), Schimmelbildung in Lunge und Luftbehältern: »grau-grüner Schimmel«. ³⁾

Garrulus glandarius (Holzheher), Affection der Lungen.⁴⁾

4. Taubenvögel.

Haustaube. Mycosen der Bronchien, der Lungen und der Luftsäcke: *Aspergillus niger*, *fumigatus* und *glaucus*.⁵⁾

5. Hühnervögel.

Phasianus colchicus (Fasan). Affection der Respirationsorgane: *Aspergillus niger*.⁶⁾

Gallus domesticus (Haushuhn). Die Hühner leiden bisweilen an einer unter dem Namen Hühnergrind, weisser Kamm oder Hahnenkammgrind (*Tinea Galli*) bekannten Schimmelpilzkrankheit, welche sich dadurch characterisirt, dass sich an Kamm- und Kehllappen weissgraue, rundliche, schliesslich zusammenfliessende Flecke bilden, infolge deren die Kämme wie von einer rauhen, weissgrauen Masse überzogen erscheinen, der Prozess kann später auf Hals, Brust und Rumpf fortschreiten, sodass auf der Haut zwischen den Federn und um dieselben dicke Krusten entstehen, wobei sich die Federn auflockern, aufrichten, und schliesslich ausfallen können. Mit der Ausbreitung beginnt Abmagerung der Thiere, die schliesslich mit dem Tode enden kann. Der von SCHÜTZ isolirte Pilz dürfte nach der vorliegenden dürftigen Beschreibung in die Verwandtschaft von *Oidium lactis* gehören.⁷⁾

Wie PLAUT⁸⁾ zeigte, lässt sich die durch *Oidium albicans* bewirkte Soor-Krankheit bei den Hühnern auch künstlich erzeugen, und zwar im Kropf.

Meleagris gallopavo (Puter) leidet bisweilen am Soor.⁹⁾

¹⁾ BOLLINGER l. c., pag. 253.

²⁾ SCHÜTZ, l. c., pag. 219.

³⁾ THEILE, Neue Beobachtungen der Schimmelbildung im lebenden Körper. In HEUSINGERS Zeitschr. f. organ. Physik Bd. I. 1827.

⁴⁾ MEYER, A. C., Verschimmelung im lebenden Körper. MERKEL'S deutsches Archiv, Bd. I (1815), pag. 310.

⁵⁾ BOLLINGER, Ueber mycotische Erkrankungen bei Vögeln. Deutsche Zeitschr. f. Thiermedizin 1878, pag. 253. GENERALI, Ueber eine epizootische Krankheit bei Tauben. Revue für Thierheilkunde und Viehzucht 1880, pag. 33.

⁶⁾ ROBIN, Ch. Histoire naturelle des vegetaux parasites, qui croissent sur l'homme et les animaux vivants. 1853, pag. 518. 526.

⁷⁾ GERLACH, Magazin für Thierheilkunde, Berlin 1858, pag. 236 u. f. — MÜLLER, Vierteljahrsschrift f. Thierheilkunde 1858. Heft 1, pag. 37 ff. — LEISERING, Veterin. Bericht des Königreichs Sachsen. 1858, pag. 32. — ZÜRN, Krankheiten des Hausgeflügels. Weimar 1882. pag. 138. — PÜTZ, Seuchen und Heerdekrankheiten. Stuttgart 1882 pag. 580. — SCHÜTZ l. c., pag. 224.

⁸⁾ Beitrag zur systematischen Stellung des Soorpilzes. Leipzig 1885.

⁹⁾ MARTIN, Soor beim Truthahn. Jahrb. d. K. Thierarzneischule zu München 1882—83.

6. Sumpfvögel.

Phoenicopterus ruber (Flamingo). Von OWEN¹⁾ wurde ein »grüner Schimmel« in den Luftwegen, von LEIDY²⁾ eine Lungenkrankheit durch *Aspergillus nigrescens* (?) constatirt.

Charadrius pluvialis (Goldregenpfeifer), Schimmelbildung im abdominalen Luftsack: *Aspergillus candidus* (nach ROBIN l. c.).

7. Schwimmvögel.

Anas mollissima (Eiderente); nach DESLONGCHAMP³⁾ Schimmelbildungen in den Bronchien und Luftsäcken: *Aspergillus* (?).

Anser domesticus (Gans); sporadisch oder epidemisch auftretende Lungenentzündung durch *Aspergillus fumigatus* (SCHÜTZ l. c.).

Anser segetum (Saatgans), Schimmel auf den Lungen (*Mucor*)⁴⁾.

Colymbus arcticus (Taucher). Affection der Lungen und Luftsäcke durch eine *Aspergillus*art.⁵⁾

Alca torda (Alk)

Cormoranus Carbo (Kormoran) } *Mucor* auf den Lungen (Hannover l. c.).

Cygnus olor (Schwan), Affection der Luftsäcke durch einen »grünen Schimmel« nach HEUSINGER⁶⁾.

8. Laufvögel.

Otis tarda (Trappe). *Aspergillus fumigatus* »in den Bronchien und anderen Lufthöhlen« FRESENIUS⁷⁾.

Struthio camelus (Strauss). Erkrankung der Lungen und Luftsäcke (GLUGE und D'UDEKEM l. c.) *Aspergillus*?

Dass auch die Eier der Vögel ihre Schimmelpilzkrankheiten haben, ist durch zahlreiche gelegentliche Beobachtungen, die man bei ZIMMERMANN⁸⁾ zusammengestellt findet, sowie auch durch experimentelle Untersuchungen längst sichergestellt. Es handelt sich dabei fast ausschliesslich um Hühnereier. Doch sind die Untersuchungen über die betreffenden Pilze fast durchweg dürftig, die meisten unbrauchbar. Die eingedrungenen Pilze verhalten sich in der Eiweissflüssigkeit zum Theil insofern wie in anderen künstlichen Nährflüssigkeiten, als sie gallertige Mycelmassen von Halbkugel-, Warzen- oder Kugelform bilden, von denen man die ersteren an der Eihaut, die letztere frei im Eiinhalt findet.

Je nach Species bleiben die Mycelmassen ungefärbt oder nehmen im Alter grünliche bis olivenbraune Färbung an. Da in Flüssigkeiten befindliche Mycelien der Regel nach niemals in Conidien fructificiren, so findet man auch die Eier-

¹⁾ Philosophical Magazin. Bd. 2, 1833, pag. 1.

²⁾ O na fungus in a Flamingo. Proceed. of the Akad. of Nat Sciences of Philadelphia. 1875, I, pag. 11. Deutsche Zeitschr. f. Thiermed. 1877, pag. 209.

³⁾ Note sur les moeurs du Canard Eider (*Anas mollissima*) et sur les moisissures développées pendant la vie à la surface interne des poches aériennes d'un de ces animaux. Ann. sc. nat. 1841, sér. 2, t. 15, pag. 371.

⁴⁾ Hannover, Ueber Entophyten auf den Schleimhäuten des todtten und lebenden menschlichen Körpers. MÜLLER's Arch. 1872, pag. 294.

⁵⁾ STIEDA, Beiträge zur Kenntniss der Parasiten. Ueber *Pneumonomycosis aspergillina* bei Vögeln. VIRCH. Arch. 1866, Bd. 36, pag. 279.

⁶⁾ De generatione mucoris in organismo animali.

⁷⁾ Beiträge zur Mycologie, pag. 18.

⁸⁾ Ueber die Organismen, welche die Verderbniss der Eier veranlassen. 6. Bericht der naturwissensch. Gesellsch. Chemnitz 1878.

mycelien stets steril, so lange nicht Luft von aussen eintritt (was beim schliesslichen Eintrocknen der Eiflüssigkeit geschieht) oder im Innern gebildet wird. Ob der Eiinhalt von den Pilzen bloss aufgezehrt oder aber gleichzeitig zersetzt wird, ist noch nicht genauer untersucht. Thatsache ist, dass z. B. bei dem von mir aus kranken Eiern rein gezüchteten *Hormodendron cladosporioides*, intensiv schimmel- oder moderartige Gerüche auftreten.

Nach MOSLER¹⁾ kann man intakte Eier mit *Penicillium glaucum* und *Mucor Mucedo* inficiren. MONTAGNE züchtete aus dem Mycel eines Eierpilzes ein *Dactylium* (*D. oogenum* MTG.)

ZIMMERMANN (l. c.) fand in einem kranken Ei sein *Macrosporium verruculosum*.

Ich selbst machte die Erfahrung, dass der olivengrüne Strauchschimmel (*Hormodendron cladosporioides* [FRES.]²⁾, der bekanntlich sehr gemein ist, öfters in kranken Eiern vorkommt.³⁾ Dieser Pilz dringt, wie Dr. DRUTZU in meinem Laboratorium durch mehrfache künstliche Infectionen mittelst Aufstreichen reiner Sporen feststellte, sehr leicht durch die ganz intakte Schale ein und bildete von der Infectionsstelle aus im Laufe von mehreren Monaten zwischen der Eihaut und dem Dotter einen mehrere Millimeter dicken, sterilen, gallertigen, dunkel-olivengrauen Mycelmantel, während das Eiweiss zum grossen Theile oder ganz aufgezehrt wurde, ohne dass vorher Coagulation auftrat.

Weitere Infectionsversuche mit Reinmaterial von *Acrostalagmus cinnabarinus* CORDA und einem *Trichothecium* ebenfalls von DRUTZU ausgeführt, ergaben, dass auch diese Schimmel durch die intakte Eischale und Eihaut eindringen und an Stellen, wo sich die Schale von der Eihaut zurückgezogen hat, also ein Luftraum gebildet wurde, in Conidienträgern fructificiren können.

3. Säugethiere.⁴⁾

1. Erkrankungen durch den Strahlenpilz (Actinomycosen). Sie sind zuerst von BOLLINGER⁵⁾ beim Rinde entdeckt worden, woselbst sie am häufigsten an den Kiefern auftreten. Hier entsteht von den Alveolen der Backenzähne oder von der Spongiosa des Knochens aus eine weissliche, den Knochen aufblähende, schliesslich meist nach aussen durchbrechende weiche Geschwulst, in welcher meist zahlreiche gelbe, abscessähnliche Herde gefunden werden. Diese enthalten bis hanfkorn-grosse gelbe rundliche Körper, welche Fadencorplexe von radiärer Struktur — Kugelmycelartige Entwicklungsformen des *Actinomyces* genannten Pilzes — darstellen. Sie kommen beim Rinde mitunter auch *ces Bovis* in der Zunge, den äusseren Weichtheilen des Kopfes, den Lungen, sowie im *Peritoneum* etc. vor. Nach BANG⁶⁾ kann die Krankheit auch ende-

¹⁾ Mycologische Studien am Hühnerei. Arch. f. pathol. Anatomie von VIRCHOW. Bd. 29, 1864, pag. 510—525.

²⁾ Von E. LÖW näher studirt. Zur Entwicklungsgeschichte von *Penicillium*. II. *Penicillium cladosporioides* FRES. Jahrbücher f. wissensch. Botanik. Bd. VII (1870) pag. 494—506.

³⁾ Im Laufe eines Jahres habe ich ihn dreimal in Eiern beobachtet.

⁴⁾ Allgemeine Literatur: ZÜRN und PLAUT, die pflanzlichen Organismen auf und in dem Körper unserer Haussäugethiere. 2. Aufl. PÜTZ, die Seuchen und Heerdekrankheiten unserer Hausthiere. Stuttg. 1882. Vergl. auch FLÜGGE, die Mikroorganismen und DE BARY's Morphologie, sowie BAUMGARTEN's Jahresbericht.

⁵⁾ Centralblatt für die med. Wissensch. 1877.

⁶⁾ Tidskrift far Veterinaerer 1883. Vergl. Fortschr. d. Med. II. Heft 6.

misch auftreten, wahrscheinlich nach dem Genuss von demselben pilzhaltigen Futter.

Von actinomycotischen Affectionen haben ferner zu leiden die Schweine. Sie können von zwei verschiedenen Pilzen befallen werden, von denen der eine mit *Actinomyces Bovis* identisch zu sein scheint und in Geschwülsten der Zunge, des Rachens, der Lungen, des Euters, der Rückenwirbel nachgewiesen ward, während der andere von DUNCKER aufgefundene, eine besondere (*Actinomyces suis* DUNCKER genannte) Species darstellt, welche nur in den Muskeln lebt. Hauptfundstätten sind die Zwergfellspfeiler, Bauch- und Zwischenrippenmuskel. Auf Grund zahlreicher Befunde vermuthet HERTWIG,¹⁾ dass die Thiere die Pilzkeime im Sommer oder Anfang Herbst aufnehmen; im Oktober findet man im Fleische ganz junge Rasen des Pilzes, im December völlig entwickelte, im Januar sind schon einzelne verkalkt; je näher dem Sommer zu, desto mehr steigert sich die Zahl der verkalkten Rasen.

Nach JOHNE²⁾ kommen actinomycotische Erkrankungen (durch *Actinomyces Bovis*) auch bei Pferden vor und zwar als Ursache chronischer Samenstrangverdickungen castrirter Thiere. Ohne Zweifel erfolgt hier die Infection von der offenen Samenstrangwunde aus. In anderen Fällen von Samenstrangverdickung fanden RIVOLTA und JOHNE einen anderen Pilz, der schon früher von BOLLINGER bei chronischen Entzündungen und fibromatösen Tumoren, z. B. der Lunge, constatirt wurde und ähnlich dem *Actinomyces* als sandkorngrosses Gebilde auftritt. BOLLINGER,³⁾ der ihn im Pferd häufig beobachtete, nannte ihn *Botryomyces*. Seine morphologische Natur ist noch zu erforschen.

2. Durch Pinselschimmel (*Aspergillus*-Arten) hervorgerufene Mycosen.

In spontaner Form treten sie bei Säugethieren im Ganzen viel weniger häufig auf als bei Vögeln. Bezüglich der pathologischen Wirkung stimmen die Aspergillen darin überein, dass sie Knötchenbildung in den inneren Organen hervorrufen. In den Knötchen sind die Pilze, mögen sie sich nun von einer einzigen Spore oder von einem Sporenhäufchen aus entwickeln, in Form von rundlichen Mycelien mit radiärer Anordnung der Elemente vorhanden. Zur Bildung von Conidien kommt es in den Geweben selbst nicht, nur wenn die Mycelien in eine luftefüllte Höhlung hineinwachsen, fructificiren sie.

Künstliche *Aspergillus*-Mycosen sind, namentlich bei Kaninchen, Katzen, Hunden leicht zu erzielen, entweder durch Injection der Sporen ins Blut, wie es LEBER⁴⁾ und LICHTHEIM⁵⁾ thaten, oder indem man, wie LIST, die zerstäubten Sporenmassen durch die Pilze inhaliren lässt.

Die Intensität der Erkrankung richtet sich nach der Sporenmenge (ist dieser direkt proportional). Zur Erzeugung von tödtlicher Allgemein-Mycose durch Injection bei kleineren Thieren wie Kaninchen, Katzen etc. gehört immerhin eine

¹⁾ Ueber den *Actinomyces musculorum* der Schweine. Archiv f. wissensch. und pract. Thierheilkunde. Bd. 12 (1886), Heft 5 und 6.

²⁾ Beiträge zur Aetiologie der Infectionsgeschwülste. Bericht über das Veterinärwesen im Königr. Sachsen f. d. Jahr 1884, pag. 46.

³⁾ Ueber Botryomycose beim Pferd. Deutsche Zeitschr. f. Thiermed. Bd. 13 (1887). Heft 2—3.

⁴⁾ Ueber Wachstumsbedingungen der Schimmelpilze im menschlichen und thierischen Körper. Berl. klin. Wochenschr. 1882. Nr. 11.

⁵⁾ Ueber pathogene Schimmelpilze. Aspergillusmycosen. Berl. klin. Wochenschr. 1882. No. 9 und 10.

sehr bedeutende Sporenzahl, nach den für *A. subfuscus* geltenden Untersuchungen von OLSEN und GADE¹⁾ im Minimum etwa 100 Millionen. Injectionen geringerer Dosen riefen nur mehr oder minder lange und schwere Krankheit hervor. Je erheblicher die genannte Zahl überschritten wurde, desto schneller erfolgte der Tod. *A. fumigatus* und *flavescens* übertreffen, ins Blut eingeführt, den *A. subfuscus* noch an Malignität.

Wenn die Aspergillusvegetationen im Gehirn zur Entwicklung kommen (im häutigen Labyrinth) so treten bei Kaninchen nach LEBER und LICHTHEIM Gleichgewichtsstörungen ein.

3. Erkrankungen durch Kopfschimmel (*Mucor*).

LICHTHEIM²⁾ wies nach, dass die Sporen von *M. corymbifer* und *rhizopodiformis*, wenn man diese in die Blutbahn von Kaninchen einführt, schwere, meist schon innerhalb 3 Tagen letal endende Krankheit bewirken. Von Organen, in welchen diese Pilze krankhafte Veränderungen hervorrufen, sind besonders Nieren und Darm hervorzuheben, während Milz und Knochenmark schon minder starke Affectionen erfahren, Leber und Lunge selten afficirt werden.

Für den Hund scheint der Pilz nicht gefährlich zu sein.

Dass auch andere Mucorineen, auf dieselbe Weise in den Thierkörper (Kaninchen) eingeführt, ähnliche krankhafte Affectionen hervorrufen, hat LINDT³⁾ für seinen *Mucor pusillus* und seinen *M. ramosus* näher dargelegt.

4. Soorkrankheit. Erkrankungen durch den Soorpilz (*Oidium albicans* ROBIN) kommen spontan auf der Schleimhaut des Mundes, Rachens und Oesophagus von jungen, noch saugenden Katzen und Hunden vor, hier ähnliche Wucherungen (Schwämmchen) hervorrufend wie im Munde kleiner Kinder. Durch Injection grösserer Mengen dieses Schimmels in die Blutbahn rief KLEMPERER⁴⁾ Allgemeinmycose bei Kaninchen hervor, welche tödtlichen Verlauf nahm. Der Obductionsbefund war makroskopisch übrigens derselbe wie bei generalisirter *Aspergillus*-Mycose.

5. Affectionen der äusseren Körperhaut, hervorgerufen durch Schimmelpilze von *Oidium* artigem Charakter.

a) Waben-Grind (*Favus*) der Mäuse. FLUEGGE⁵⁾ berichtet über diese Krankheit Folgendes: NICOLAIER constatirte in F's Institut die Uebertragbarkeit der Krankheit durch Application von Schüppchen auf die mit dem Messer etwas abgeschabte und von der Epidermis befreite Haut gesunder Mäuse. Nach etwa 8 Tagen zeigt sich dann eine etwa linsengrosse weissgelbe, in der Mitte vertiefte Borke; dieselbe breitet sich immer weiter aus, occupirt schliesslich die ganze Stirn, die Ohren, zieht sich über die Augen hin und verwandelt den Kopf des Thieres in eine unförmliche weissgraue trockene Masse von blättrigem Gefüge, die in dicker Schicht der Haut aufliegt. Kleine Bröckchen, auf sauren Nähragar oder auf mit Weinsäure imprägnirte Kartoffeln gebracht und bei 30—35° gezüchtet, ergeben nach wiederholten Uebertragungen die Reincultur eines Pilzes, der ein dichtes niedriges Mycel von anfangs rein weisser Farbe bildet, mit sehr engstehen-

¹⁾ Undersögeler over Aspergillus subfuscus som patogen mugsop. Nord. med. arkiv. 1886. — BAUMGARTEN, Jahresber. 1886, pag. 326.

²⁾ Ueber pathogene Mucorineen. Zeitschr. f. klin. Med. Bd. 7.

³⁾ Mittheilungen über einige neue pathogene Schimmelpilze. Arch. f. experim. Pathol. und Pharmacol. Bd. 21 (1886), pag. 269.

⁴⁾ Ueber die Natur des Soorpilzes. Centralbl. f. klin. Med. 1885, pag. 849.

⁵⁾ Die Mikroorganismen. Leipzig 1886, pag. 100.

den zarten Hyphen, so dass die ganze Masse (namentlich auf Kartoffeln) wie Zuckerguss aussieht. Später bildet sich an der Oberfläche des Mycels eine röthliche oder röthlich-bräunliche Farbe aus. Im mikroskopischen Präparat von den Favusborken oder von der Cultur zeigt sich ein Gewirr von gegliederten Fäden, die mit ovalen, etwas kolbig aufgetriebenen oder auch mehr kugligen Zellen enden. Besondere Sporenträger und deutliche Sporenbildung konnten bis jetzt nicht beobachtet werden. Auf Impfung mit kleinen Mengen der mehrfach übertragenen Reincultur reagierten Mäuse ausnahmslos mit der geschilderten eigentümlichen Krankheit; auf einen Hahn wurde die Uebertragung ohne Erfolg versucht.

b) Waben- oder Erbgrind der Hausthiere (Pferde, Hunde, Katzen, Kaninchen). Es bilden sich hierbei, namentlich am Kopfe, schildförmige oder schüsselartig-vertiefte Schollen oder Borken von meist schwefelgelber Farbe, ganz ähnlich denen, wie sie beim Kopfgrind des Menschen auftreten. Man glaubte bisher, dass der Pilz, welcher die Ursache dieser Schollenbildungen ist, wegen seiner grossen morphologischen Aehnlichkeit mit dem *Oidium (Achorion) Schönleinii* (REMAK) identisch sei, doch sind noch genauere Untersuchungen hierüber abzuwarten. Man will öfter beobachtet haben, dass die Krankheit von Katzen auf Kinder übergang, wenn dieselben mit solchen Favuskranken Thieren gespielt hatten.

c) Glatzflechte oder Rasirflechte (*Herpes tonsurans* oder *H. tonsdens*). Sie kommt am häufigsten beim Rinde, minder häufig bei Hunden, selten bei Pferden, Ziegen, Katzen, am allerseltensten bei Schweinen und Schafen vor und ist gekennzeichnet durch scharf begrenzte rundliche Flecken auf der äusseren Haut, welche im Durchmesser von wenigen Millimetern bis zu mehreren Centim. variiren und oft in ziemlich regelmässigen Zwischenräumen auseinander stehen, zuweilen aber auch zusammenfliessen; letzteres ist besonders bei Pferden und Hunden weniger selten, als bei andern Hausthieren. Im Anfange der Hauterkrankung kann man zahlreiche Bläschen an den betreffenden Stellen wahrnehmen, die eine übelriechende Flüssigkeit absondern; diese trocknet zu Borken ein, welche eine verschiedene, graue oder braune Farbe zeigen und asbest- oder lederartige Schuppen von manchmal 2 bis 8 mm. Dicke bilden. Die von Schuppen entblössten Hautstellen sind entweder frei von Schwellung und Verschwärungsprocessen, oder aber es findet sich unter denselben eine eiternde Hautstelle; ja es werden die Borken sogar nicht selten durch Eiter abgestossen. Der Ausschlag zeigt sich in der Regel zuerst am Kopfe oder am Halse, von wo aus er sich über den Körper weiter verbreiten kann. Auf dicht behaarter Haut bilden sich immer mehr oder weniger dicke Borken, während an Hautstellen, welche kein eigentliches Deckhaar, sondern nur Flaumhaar besitzen, sich gar keine oder nur dünne Borken bilden (Pütz).¹⁾

Der Ausschlag wird, so nahm man bisher an, von *Oidium (Trichophyton) tonsurans* MALMSTEN hervorgerufen. Vielleicht ist auch diese Species eine Sammel-species, welche mehrere Arten in sich begreift. Bezüglich des äusseren Baues und der Art und Weise, wie sie die Haarbälge und Haarwurzeln befallen und zerstören, stimmen die Pilze mit denen der Glatzflechte des Menschen überein.

4. Mensch.

1. Affectionen der äusseren Körperhaut (Dermatomycosen), hervorgerufen durch Schimmelpilze von *Oidium*-artigen Charakter.

¹⁾ Seuchen- und Heerdekrankheiten unserer Hausthiere. Stuttgart 1882, pag. 573.

a) *Oidium (Microsporon) furfur* (ROBIN) bewirkt die Entstehung der »Kleinflechte« (*Pityriasis versicolor*) an verschiedenen Hautstellen, namentlich auch auf der Brust und am Halse, wobei gelbe bis gelbbraunliche Flecken entstehen. Mittelst der Fingernägel findet bisweilen eine Uebertragung auf die Haut des äusseren Gehörganges statt.

b) *Oidium (Trichophyton) tonsurans* (MALMSTEN) ruft eine als Glatzflechte, Rasirflechte (*Area Celsi*, *Herpes tonsurans*) bezeichnete Affection behaarter Hautstellen, besonders der Kopfhaut hervor und hat das Ausfallen der Haare an den betreffenden Stellen zur Folge, da ausser der Epidermis auch noch die Haarbälge und Haare angegriffen werden.

c) *Oidium (Achorion) Schönleinii* (REMAK) ist der Erzeuger des Kopf- oder Wabengrindes (Favus). Derselbe tritt bekanntlich namentlich bei Kindern auf und ist dadurch ausgezeichnet, dass sich schwefelgelbe, linsen- oder schildförmige oder auch schüsselartig vertiefte Schollen oder Borken bilden, deren Unterseite feucht erscheint. Die Masse eines solchen Schöllchens (*Scutulum*) besteht vorwiegend aus Elementen des Pilzes und ist an der Oberseite mit Epidermiselementen bedeckt.

Während die Favus-Krankheit früher immer nur localisirt aufgetreten war, hat neuerdings KAPOSI die bisher wohl einzig dastehende Beobachtung von *Favus universalis* gemacht. Binnen 3 Wochen verbreitete sich die Krankheit vom Kopf aus fast über die ganze äussere Körperoberfläche; als der Patient bald darauf an einer Kniegelenksphlegmone starb, wurde eine offenbar durch den Favuspilz verursachte croupös-diphtheritische Entzündung des Magens und Darmes constatirt (eine echte *Gastro-Enteritis favosa*). Vielleicht hatte ein bei dem Kranken (Säufer) jahrelang bestehender Magencatarrh die Ansiedelung der verschluckten Favuspilzelemente in der Magen-Darmschleimhaut begünstigt.¹⁾

Im Gegensatz zu der früheren Annahme, dass das *Oidium Schönleinii* eine einheitliche Species sei, hat sich jetzt durch die Untersuchungen QUINCKE's herausgestellt, dass man es mit einer Sammel-species zu thun hat, die mindestens drei verschiedene Arten umfasst (α -, β -, γ -Pilz QUINCKE's.)

d) Ein vierter Schimmel, der aber noch nicht näher untersucht ist, wird als Ursache der Schuppenflechte (*Psoriasis*) angesprochen, einer Affection, bei welcher eine reichliche Abstossung der Epidermis in Form von Schuppen stattfindet.

Neuerdings hat UNNA²⁾ (in Verein mit GRÜNDLER und TÄNZER)³⁾ aus den Schuppen des *Eczema seborrhoicum* eine Reihe von Schimmelpilzen gezüchtet.

2. Krankheiten der inneren Theile, verursacht von *Actinomyces hominum* (Actinomycosen).

Durch ISRAEL's Untersuchungen ist festgestellt worden, dass nicht bloss im thierischen, sondern auch im menschlichen Körper Erkrankungen durch *Actinomyces* hervorgerufen werden können. Nach seinen und Anderer Beobachtungen traten die Affectionen auf als centrale Heerdbildungen in der Mandibula, am Unterkieferrand, in der Submaxillar- und Submentalgegend, in der Zunge, am Halse, im Schlunde, am Unterkieferperiost, in der Backen-Wangengegend (offenbar wandert in allen diesen Fällen der Pilz durch Mund und Rachenhöhle ein), ferner auf der Bronchialschleimhaut, im Lungenparenchym mit eventueller Aus-

¹⁾ Entnommen aus BAUMGARTENS Jahresbericht 1886, pag. 335.

²⁾ Ueber Favuspilze, Archiv f. exp. Pathol. u. Pharmacol. Bd. 22 (1886.)

³⁾ *Flora dermatologica*. Monatshefte für praktische Dermatologie. Bd. VII. Sept. 1888.

breitung auf die Pleura, das peripleurale und prävertebrale Gewebe, sowie die Brustwand, sodann auf der Darmschleimhaut, in der Darmwand mit Ausbreitung auf das *Peritoneum* und die Bauchwand, endlich auch im Herzen, in der Milz, in der Frauenbrust, im Gehirn, in den Hoden.

Die Erkrankungen des Respirationsapparats entstehen durch Keime, welche durch Aspiration entweder direkt aus der Luft oder aus der Mundhöhle in jene Organe gelangen, während die Actinomykose von Darm und diesen umgebender Theile offenbar von Keimen ausgeht, die aus dem Darmrohr stammen, also mit der Nahrung in den Verdauungskanal eingeführt wurden.

In der Neuzeit sind seitens der Aerzte Erfahrungen gemacht worden, welche es unzweifelhaft erscheinen lassen, dass der Strahlenpilz ausserhalb des Körpers lebt und seine Keime Gräsern und andern Pflanzen, Hölzern, Stroh etc. anhaften können. So hat z. B. E. MÜLLER¹⁾ einen Fall von Actinomykose der Hand constatirt, in welchem die Infection durch einen Holzsplitter, den sich die 28jährige Patientin beim Reinigen des Fussbodens eingestossen hatte, erfolgt war. In andern Fällen scheinen die Keime durch Verwundungen mittelst der scharfen Grannen unserer Culturgräser in den Körper gebracht worden zu sein. Thatsache ist, dass gerade bei Landleuten Actinomykose öfters beobachtet wurde. SOLTSMANN²⁾ macht die Angabe, dass ein Knabe nach dem Verschlucken einer Aehre der Mäusegerste Actinomykose in der Nähe der Wirbelsäule bekam. BERTHA (Wiener med. Wochenschrift 1888) berichtet über Fälle von *Actinomyces* bei Schnittwunden an den Händen.

Mitunter scheinen die mit dem Munde aufgenommenen Actinomyceskeime sich zunächst in hohlen Zähnen oder auch in den Taschen der Tonsillen zu entwickeln, um erst von hier aus invasiv zu werden, wie zuerst J. ISRAEL³⁾ auf Grund bestimmter Beobachtungen vermuthete. (Beschreibung des Pilzes und Literatur im speciellen Theile.)

3. Pinselschimmel-Krankheiten (*Aspergillusmycose*, *Mycosis aspergillina*) hervorgerufen durch verschiedene *Aspergillus*-Arten.

Am längsten bekannt und am häufigsten gefunden sind Aspergillusmycosen des Ohres (*Otomycosis aspergillina*), durch *Aspergillus fumigatus* FRES., *A. niger* (VAN TIEGH.), *A. flavus* BREF., *A. glaucus* DE BY. und *A. repens* DE BY. verursacht, insbesondere durch die ersten beiden Arten. Sie siedeln sich namentlich nicht selten im äusseren Gehörgange, bisweilen auch im Mittelohr an, scheinen aber nur dann ihre Vegetationsbedingungen zu finden, wenn in Folge sonstiger Erkrankungen des Ohres eine Serumschicht secernirt ist, die ihnen als Nährboden dient. Nach SIEBENMANN⁴⁾ dringen nämlich die Pilze nicht durch die Hautelemente hindurch ein, verhalten sich also auch nicht als Parasiten im strengen Sinne, eine Auffassung, die von anderer Seite bestritten worden ist. Namentlich wenn die Pilzwucherungen auf dem bereits entzündeten Trommelfell auftreten,

¹⁾ Ueber Infection mit Actinomykose durch einen Holzsplitter. Beitr. zur klinischen Chirurgie herausgegeben von BRUNS. Bd. III. 1888, pag. 355. Ref. Bacteriol. Centralbl. Bd. 5, pag. 353.

²⁾ Breslauer ärztl. Zeitschrift 1885. Ref. in BAUMGARTEN'S Jahresber. 1885.

³⁾ Klinische Beiträge zur Actinomykose. Berlin 1885. — Derselbe, ein Beitrag zur Pathogenese der Lungenmykose. Centralbl. f. d. med. Wissensch. 1886.

⁴⁾ SIEBENMANN, Die Fadenpilze *Aspergillus flavus*, *niger* und *fumigatus*, *Eurotium repens* (u. *Aspergillus glaucus*) und ihre Beziehungen zur *Otomycosis aspergillina*. Wiesbaden 1883. Hier auch ausführlich die frühere Literatur.

sind die subjectiven Symptome vielfach: Schwerhörigkeit, Ohrensausen, Schmerz, Jucken, Ausfluss.

Die Aspergillen haben sich ferner mehrfach als Erreger von Affectionen der Athmungswege gezeigt.

So fand SCHUBERT¹⁾ den *Aspergillus fumigatus* in der Nase einer alten Frau, hier die ganze Nasen-Rachenhöhle mit seinem Mycel und Conidienmassen ausfüllend.

Eine Aspergillen-Krankheit der Lunge constatirte OSLER.²⁾ Die Frau, bei welcher dieselbe auftrat, hustete seit 12 Jahren anfallsweise bohnen-grosse, weiche flaumige, graue Massen aus, welche aus Mycel und Sporen einer nicht näher bestimmten *Aspergillus*-Species bestanden. POPOFF³⁾ beobachtete einen Fall von *Aspergillus* Erkrankungen bei einer 21jährigen, erblich tuberkulös belasteten Frau, welche das klinische Bild von *Asthma bronchiale* darbot. Aus dem mikroskopischen Befunde am Sputum war zu schliessen, dass ausser den Bronchien auch die Lunge, und zwar durch *Aspergillus fumigatus* inficirt war.

Die *Aspergillus*-Krankheiten der Lunge führen vielfach zu tödtlichem Ausgange.

Endlich wurde von LEBER⁴⁾ reichliche Entwicklung von *Aspergillus*-Vegetation auch in der Hornhaut beobachtet, welche, hervorgerufen durch Verletzung mittelst einer Haferspelze, von eitriger Entzündung begleitet war.

4. Durch Kopfschimmel (Mucorineen) verursachte Krankheiten des Menschen sind selten. PALTAUF⁵⁾ wies nach, dass sie sogar in Form von tödtlichen Allgemein-Mykosen auftreten können. In dem von ihm untersuchten Falle fanden sich im Darm eine Anzahl grösserer, mehr oder minder tiefgreifender Ulcerationen, Darmblutungen, abgekapselte eitrige peritonitische Exsudate, derbe pneumonische Lungenheerde, Gehirnabscesse, Pharynx- und Larynx-Phlegmone, Milztumor. In allen diesen Organen fand sich ein nicht näher bestimmter Mucor vor.

Seitens JAKOWSKI'S⁶⁾ wurde aus dem äusseren Ohre einer Frau, die hier an Schmerzen und Sausen litt, *Mucor ramosus* LINDT isolirt, der die langdauernde Krankheit verursacht hatte.

5. Auf den Schleimhäuten des menschlichen Magens kommt, wie von WETTSTEIN⁷⁾ wahrscheinlich machte, bei der als Sodbrennen (*Pyrosis*) bekannten Krankheit ein Schimmelpilz (*Rhodomycetes Kochii* WETTST.) vor, dessen Conidien gelegentlich auch im Sputum gefunden werden. Er bewirkt wahrscheinlich im Magen Gährungserscheinungen.

6. Viel häufiger ist diejenige Krankheit, welche in Gestalt der Schwämmchen oder des Soors (Aphten) auf der Schleimhaut des Mundes, des Rachens und des Oesophagus auftritt und vorzugsweise bei Säuglingen, seltener bei Erwachsenen beobachtet ist. Sie wird wie bei jungen Katzen, Hunden und Vögeln veranlasst

¹⁾ Zur Kasuistik der Aspergillus-Mykosen. Deutsch. Archiv f. klin. Med. Bd. 36. (1885) Heft 1 u. 2.

²⁾ Aspergillus from the lung. Transact. of the pathol. Soc. of Philadelphia. Vol. 12 u. 13. Vergl. BAUMGARTEN, Jahresbericht 1887.

³⁾ BAUMGARTEN, Jahresber. 1887, pag. 316.

⁴⁾ Eitrige Keratitis mit Wucherung von *Aspergillus*-Mycel. Gräfers Arch. 1879.

⁵⁾ *Mycosis mucorinea*. Ein Beitrag zur Kenntniss der menschlichen Fadenpilz-Erkrankungen. VIRCHOW'S Archiv Bd. 102 (1885).

⁶⁾ Bacteriol. Centralbl. 1888. Bd. V., pag. 388.

⁷⁾ Sitzungsberichte der Wiener Akad. Bd. 68. I. (1873).

durch das dem Milchschnitzpilz (*Oidium lactis*) verwandte *O. albicans* und äussert sich in der Bildung weisslicher (grauweisser) Häufchen oder Pusteln, die auch noch Epithelzellen, Spaltpilze und wie es scheint, Entwicklungszustände anderer Schimmelpilze enthalten. Wahrscheinlich entwickelt sich der Pilz (in Sprossform) an der Brustwarze der Mutter (in der ausgetretenen Milch) und wird beim Säugen des Kindes in den Mund eingeführt, in manchen Fällen vielleicht auch mit anderer Nahrung aufgenommen. VALENTIN¹⁾ beobachtete einen Fall von Soor des Mittelohrs bei einem 9jährigen Mädchen.

7. Krankheiten der menschlichen Zähne durch echte Pilze sind, wie es scheint, recht selten. In einem Zahnpräparat, das mir Prof. W. MILLER zeigte, waren Sprosszustände eines Schimmelpilzes tief in den im Uebrigen intacten Schmelztheil eingedrungen.

Zum Schluss sei noch hervorgehoben, dass die Zahl der pilzlichen Parasiten der Thiere der Zahl der pilzlichen Schmarotzer der Pflanzen bedeutend nachsteht, denn die erstere dürfte höchstens 200, die letztere an 10000 betragen. Diese auffällende Differenz scheint sich vorzugsweise durch zwei Momente zu erklären, nämlich einerseits dadurch, dass die überwiegende Mehrzahl der Pilze saure Säfte, wie sie in den Pflanzen dargeboten werden, den alkalischen Säften des Thierkörpers vorzieht, andererseits dadurch, dass der Körper der höheren Thiere Temperaturen aufweist, die von dem Optimum der Vegetationstemperatur der meisten Pilze nicht erreicht werden. Hierzu mag als drittes Moment vielleicht noch die ausgiebigere Durchlüftung des pflanzlichen Körpers vermittelt des Systems der Interzellularräume hinzutreten. Etwas ähnliches finden wir in dem Tracheensystem der Insekten, und daher mag es kommen, dass die Insektenbewohnenden Pilze sich so schnell entwickeln, in Kürze den ganzen Körper mummificirend.

F. Der Kampf der thierischen Zellen und Gewebe mit den eingedrungenen Pilzzellen.

Wir haben im Vorstehenden das Verhältniss zwischen den krankheitserregenden Pilzen und den Thieren nur in seiner gröberen, mehr äusserlichen Form aufgefasst, um zunächst nur einen Ueberblick über die zahlreichen Krankheitserscheinungen, ihre äusseren Symptome, ihren verschiedenen Verlauf, ihre Verbreitung in der Natur, ihr Vorkommen in den verschiedenen Thier-Gruppen, und damit eine Vorstellung von der Bedeutung der Krankheitserreger im Haushalt der Natur zu gewinnen.

Die Geschichte zeigt, dass die Forschung zunächst ebenfalls nur darauf bedacht war, jene mehr äusseren Momente festzustellen.

Erst die Neuzeit hat, namentlich auf Anregung VIRCHOW's, ein neues Moment in die Parasitenforschung hineingetragen, nämlich das Studium des Kampfes der thierischen Zellen und Gewebe mit den Zellen der Parasiten.

Es ist a priori klar, dass eine ausgiebige Lösung der Frage, wie sich die thierischen Zellen gegenüber den Pilzzellen verhalten und umgekehrt, nur erfolgen kann an solchen Thieren, welche klein und durchsichtig genug sind, um auch bei stärkeren Vergrösserungen in ihren einzelnen Elementen, womöglich in der ganzen Ausdehnung beobachtet werden zu können und dabei so organisirt sind, dass sie während der Dauer der Beobachtung nicht durchs Medium, Temperatur

¹⁾ Archiv f. Ohrenheilkunde Bd. 26. (1888) pag. 81.

etc. geschädigt werden. Diese Bedingungen sind nur bei den niedersten Thieren zu finden und darum hat die Forschung der Mycosen hier ihre Haupthebel anzusetzen. Erst wenn hier eine grössere Reihe von Resultaten gewonnen worden sind, dürfte es möglich sein, den Kampf zwischen Thierzelle und Pilzzelle im Körper der höheren Thiere einer tieferen Beurtheilung zu unterziehen.

Dass in der That das Studium der Mycosen der niederen Thiere höchst werthvolle Aufschlüsse zu bringen vermag, zeigt bereits die treffliche Untersuchung METSCHNIKOFF's betreffend die Sprosspilzkrankheit der Daphnien. Ihre Ergebnisse sind folgende:

In der Leibeshöhle der Thiere findet man in den früheren Perioden der Krankheit nur Sprosszellen, während in späteren Stadien die gestreckt-keuligen Schläuche vorherrschen, die je 1 nadelförmige Ascospore enthalten. In den an Hefekrankheit gestorbenen Daphnien sind nur reife Asci vorhanden, welche nun von gesunden Individuen verschluckt werden.

Die Schlauchmembran löst sich im Verdauungscanal der Thiere auf und die auf diese Weise frei gewordenen nadelförmigen Sporen dringen in Folge der peristaltischen Bewegungen des Darmes mit ihren sehr spitzen Enden theilweise in die Darmwand resp. durch dieselbe hindurch in die Leibeshöhle. Sobald sich eine solche Nadel in die letztere halb oder ganz einschiebt, heften sich sofort ein oder mehrere Blutkörperchen an sie fest, um den Kampf gegen den Eindringling zu beginnen. Die Blutzellen setzen sich so fest an die Spore, dass sie nur selten vom Blutstrom fortgerissen werden. In diesem Falle werden sie durch neue Blutkörperchen ersetzt, sodass schliesslich in der Mehrzahl der Fälle die Spore doch von ihnen mehr oder minder vollständig umhüllt wird. Hin und wieder verschmelzen die Blutzellen um die Spore zu einem Plasmodium (einer sogenannten Riesenzelle). An der umhüllten Spore machen sich nach einiger Zeit stets auffällige Veränderungen bemerkbar. Sie verdickt sich zuerst, nimmt hellgelbe Farbe an und erhält zackige Contouren. Dann schwillt sie an mehreren Stellen zu rundlichen oder unregelmässigen Blasen an, welche eine braungelbe Farbe annehmen, während der noch nicht deformirte, noch stabförmige Theil heller und gelblicher erscheint; noch später zerfällt die ganze Spore in unregelmässige, braungelbe, dunkelbraune und fast schwarze grosse und kleine Körner, deren Zugehörigkeit zu den früheren zierlichen Sporen nur durch die Uebergangsstufen bestimmt werden kann. Um diese Zeit sind die Blutkörperchen zu einem feinkörnigen Plasmodium vereinigt, welches die Fähigkeit amoeboïder Bewegung noch behalten hat. Dass die beschriebenen Veränderungen der Sporen von der Einwirkung der Blutkörperchen herrühren, geht daraus hervor, dass wenn eine Spore nur zur Hälfte in die Leibeshöhle ragt, zur Hälfte aber in der Darmwand stecken bleibt, allein die erstere Hälfte, an der die Blutkörperchen sitzen, deformirt und zum Zerfall gebracht wird. Dieser Zerstörungsprocess beruht nach M. wahrscheinlich auf der Abscheidung eines flüssigen Secrets seitens der Blutkörperchen.

In Fällen, wo in die Leibeshöhle eine zu grosse Anzahl von Sporen gelangt, als dass sie alle von Blutzellen zerstört werden könnten, kommt die Krankheit zum Ausbruch. Die Sporen keimen dann aus und schnüren vegetative Sprosse ab, die sich vermehren und die Daphnie immer mehr inficiren. An Punkten, wo das Blut minder stark circulirt, bilden sich förmliche Haufen von Sprosszellen. Auch solche Conidien werden von den Blutzellen aufgenommen und faktisch abgetödtet, und oft verschmelzen solche Blutkörperchen gleichfalls zu Plasmodien.

Andererseits aber werden die Blutzellen in der Nachbarschaft der Sprosszellen allmählich aufgelöst, sodass die Daphnie schliesslich, zu der Zeit wo die Sprosse zu Ascen geworden sind, keine oder nur noch wenige Blutkörperchen aufweist. Wahrscheinlich sondern die Sprosszellen eine für die Blutkörperchen schädliche Flüssigkeit ab.

Aus diesen Beobachtungen folgt, dass bei der Krankheit der Daphnien ein Kampf stattfindet zwischen den Blutzellen einer- und den Pilzzellen andererseits. Die ersteren verhalten sich wie Amöben. Sie nehmen die Hefesprosse und Sporen in ihrem Plasmakörper auf, werden daher als Fresszellen (Phagocyten) bezeichnet, und vernichten sie (wahrscheinlich durch Abscheidung eines abtödtenden Stoffes) unter auffälligen Deformationserscheinungen. Andererseits vermögen die Sprosszellen beim Ueberwiegen die Blutzellen abzutöden und zur Auflösung zu bringen (wahrscheinlich ebenfalls durch Abscheidung eines besonderen Stoffes). Offenbar sind die Blutkörperchen viel besser für den Kampf mit den Nadelsporen, als mit den stark proliferirenden Sprosszellen angepasst. In allen diesen Fällen handelt es sich, wie angegeben, um Hefe- und Spaltpilze, also um einfachste, einzellige Pilze. Es fragt sich nun, wie verhält es sich mit dem Kampf niedriger und höherer Thiere gegen höher organisierte Pilzformen, die Schimmelpilze. Eigenthümlich ist nach meinen Untersuchungen das Verhalten zwischen einem auf toten Substanzen, z. B. Pferdemit, häufigen Schimmelpilz, der *Arthrobotrys oligospora* FRESENIUS, und manchen freilebenden Anguillulen. Jener Pilz hat die Eigenthümlichkeit, auf seinen Mycelien Schlingen oder Oesen zu bilden, die gerade so gross sind, dass die dasselbe Substrat bewohnenden Anguillulen hineinpassen. Letztere stossen bei ihren lebhaften Bewegungen sehr häufig in diese Schlingen hinein und werden stets unfehlbar darin festgehalten, in Folge der federnden Eigenschaft dieser turgescirenden Pilzorgane. Sät man zwischen das Mycel der *Arthrobotrys* z. B. Weizenälchen und beobachtet direkt in der feuchten Kammer, so fangen sich unmittelbar unter dem Auge des Beobachters in Zeit von wenigen Stunden die Thierchen zu Dutzenden, ohne dass es auch nur einem einzigen Individuum, trotz heftigsten Kampfes, gelänge, sich aus der Oese zu befreien.

Unmittelbar nachdem das Thier gefangen ist, treibt eine Zelle der Oese einen Seitenzweig durch die Chitinhaut in den Körper hinein; von ihm aus gehen alsbald Aeste ab, welche sich verlängern und die Anguillula in paralleler Lage durchziehen. In dem Maasse als der Pilz sich ausbreitet, nehmen die Bewegungen des Thieres an Energie ab, um schliesslich ganz aufzuhören. Endlich tritt der Tod ein. Das Innere der Anguillula hat unterdessen eigenthümliche Veränderungen erlitten.

In Thieren, welche bei Beginn der Beobachtung gänzlich fettfreie Elemente besitzen, sieht man in dem Maasse, als die Pilzfäden sich verlängern und vermehren, Fetttröpfchen auftreten, die später zu grösseren Tropfen und unregelmässigen, stark lichtbrechenden Massen verschmelzen, wie man durch mehrtägige Beobachtung eines und desselben Thieres leicht feststellen kann. Wir haben hier also einen Fall, wo ein Schimmelpilz exquisite fettige Degeneration thierischen Gewebes verursacht, und wo sich diese Wirkung in allen ihren Phasen direkt beobachten lässt. Schliesslich wird das Fett aufgezehrt, und es bleibt von dem Thiere nur die Chitinhaut und beim Männchen der chitinisirte Penis übrig.

Leider eignet sich der, überdies gerade im Beginne der Infection sich noch

lebhaft bewegende Körper der Anguillulen nicht zu einem genaueren Studium der Frage, ob seine Zellen auch hier einen Kampf führen, oder ob derselbe von vornherein durch das schnelle Wachstum des Pilzes und etwaige Abscheidung schädlicher Stoffe lahm gelegt wird.

Was den Kampf zwischen Schimmelpilzen und den Zellen der höheren Thiere anbetrifft, so ist derselbe neuerdings von RIBBERT¹⁾ eingehender untersucht worden, nachdem schon andere Forscher (siehe die vorausgegangene Uebersicht) mehr den anatomischen Endeffekt berücksichtigt hatten. R. experimentirte einerseits mit Kaninchen, andererseits hauptsächlich mit *Aspergillus flavus*. Er kam zu folgenden Resultaten:

1. Die Sporen pathogener Schimmelpilze werden im Körper durch Ansammlung dicht gedrängter Leukocyten in ihrer Umgebung entweder schon am Auskeimen gehindert, sodass nur eine rudimentäre Entwicklung stattfindet, oder wenigstens in ihrem weiteren Wachstum erheblich eingeschränkt. Im ersteren Falle gehen sie sehr bald, im letzteren langsamer zu Grunde.

Die Wirkung der zelligen Umhüllung kommt nur dann voll zur Geltung, wenn sie sehr dicht ist und sich früh genug einstellt. Andernfalls keimen die Sporen aus und bilden kürzere oder längere Fäden, welche späterhin durch die zunehmende Ansammlung der Rundzellen in wechselndem Umfange eine Hemmung ihres Wachstums erfahren.

Die Anhäufung der Zellen ist von mancherlei Umständen abhängig, so von der Menge der injicirten Sporen, weil bei grossen Quantitäten derselben die Leukocyten zur gleichmässigen und frühzeitigen Einhüllung aller Keime nicht ausreichen, weiterhin von mechanischen Bedingungen, insofern als haufenweise zusammenliegende Sporen nicht so gut mit einem ausreichenden Mantel von Zellen umgeben werden können, wie einzeln liegende.

2. Der Einfluss der Umhüllung durch Zellen ist hauptsächlich darin zu suchen, dass den eingeschlossenen Sporen die nöthigen Lebensbedingungen abgeschnitten werden.

Der Unterschied der Keimentwicklung in den einzelnen Organen beruht vorwiegend auf der verschiedenen raschen Ansammlung der Leukocyten, zum Theil aber vielleicht auch darauf, dass die protoplasmatische Hülle um so energischer hemmend wirkt, je weniger günstig ohnehin schon die Verhältnisse liegen.

In erster Linie muss wohl an die grössere oder geringere Menge des zu Gebote stehenden Sauerstoffs gedacht werden.

Die einzelnen Arten pathogener Schimmelpilze werden nicht in gleichem Maasse durch die entzündlichen Vorgänge beeinflusst, die einen (*Mucor*) kommen eben mit geringerem Nährmaterial aus, als die anderen (*Aspergillus*).

3. Die fixen Gewebszellen betheiligen sich an der Vernichtung der Pilze in der vorderen Augenkammer gar nicht, in anderen Organen, wie Lunge und Leber nur secundär, indem sie Riesenzellen bilden, von welchen die im Innern der Leukocytenknötchen ganz abgestorbenen oder in ihrer Lebensenergie herabgesetzten Keime völlig vernichtet werden. Je länger die Pilze lebend bleiben, desto länger werden sie von Rundzellen eingeschlossen.

4. Die Ausheilung der kleinen entzündlichen Heerde erfolgt durch Zerfall und Resorption der Sporen sowohl wie der Leukocyten und Riesenzellen, der grösseren durch Narbenbildung.

5. Die Zellen, welche die Schimmelpilze umhüllen, sind die polynucleären, neutrophilen, den grössten Theil der weissen Blutkörperchen repräsentirenden myelogenen Leukocyten. Sie erfahren in Folge

¹⁾ Der Untergang pathogener Schimmelpilze im Körper. Bonn 1887.

der Infection mit Schimmelpilzen auf Grund einer im Knochenmark vor sich gehenden gesteigerten Neubildung eine Vermehrung, andere lymphatische Apparate betheiligen sich nicht.

6. Wenn ein Kaninchen, welchem geringe Mengen von Sporen des *Aspergillus flavescens* in den Blutkreislauf gebracht waren, und welches in Folge dessen eine Leukocytose bekam, eine nochmalige Infection erleidet, so werden die Sporen von den vermehrten Leukocyten rascher und ausgiebiger umgeben und im Wachsthum viel erheblicher beschränkt, als beim Controlthier.«

Zu den Kampfmitteln, welche die thierischen Gewebe gegenüber den Parasiten anwenden, ist auch die Abscheidung von Kalksalzen um die Pilzherde zu rechnen, welche namentlich bei Actinomyose mehrfach beobachtet worden ist.

JOHAN OLSEN's Untersuchungen¹⁾ ergaben, dass, »wenn Conidien der *Aspergillus*-Arten in lebende thierische Organismen hineingebracht werden, Involutionsformen entstehen können. Von der Membran der angeschwollenen Spore stehen dann Stacheln allseitig hervor, welche entweder gleich dick oder keulenförmig sind. Diese können ihrerseits von ähnlichen Stacheln besetzt sein (*Aspergillus subfuscus*). Diese Stacheln bringen dasselbe pathologisch-anatomische Krankheitsbild hervor und zeigen dieselben mikrochemischen Reactionen wie *Bacillus tuberculosis*.« Es ist sehr wohl möglich, dass auch die sogen. Actinomyces-Drusen Vegetationszustände von Schimmelpilzen darstellen, die in Folge des Kampfes der Wirthszellen gegen den Eindringling unterdrückt und dabei eigenthümlich deformirt worden sind.

3. Symbiotismus oder Symbiose.

Hierunter versteht man die organische Verbindung von Pilzen mit anderen Gewächsen zum Zwecke gegenseitigen Austausches von Nährstoffen.

Eine solche Verbindung führt im Allgemeinen zur Entstehung von äusserlich einheitlichen, in ihrer Form charakteristischen Gebilden.

Der gegenseitige Austausch von Nährstoffen erfolgt in dem Sinne, dass der Pilz an das andere Gewächs Wasser und anorganische Substanzen abgibt und dafür von dem Letzteren organische Stoffe zugeführt erhält.

Man kann nach dem jetzigen Stande der Kenntniss zwei Hauptfälle von Symbiose unterscheiden:

In dem einen Falle verbindet sich der Pilz mit Algen, in dem anderen mit Wurzeln höherer Gewächse.

Im ersteren Falle entsteht eine als Pilzalge oder Flechte, im letzteren eine als Pilzwurzel oder *Mycorrhiza* bezeichnete Bildung.

Die Theorie der Flechtensymbiose wurde von SCHWENDENER,²⁾ die Hypothese der Wurzelsymbiose von FRANK aufgestellt.

Was zunächst die Flechten anbetrifft, so gehört der eine Component fast durchweg den Schlauchpilzen (Ascomyceten), seltener den Basidiomyceten an; während der andere, die Alge den verschiedensten Typen der blaugrünen (Phycochromaceen) und chlorophyllgrünen (Chlorophyceen) Algen zugehören kann. Die Verbindung beider geschieht in der Weise, dass die Pilzfäden mit ihren Zweigen die

¹⁾ JUST, Jahresbericht 1886, pag. 475.

²⁾ Die Algentypen der Flechtengonidien. Basel 1869. — BORNET, Recherches sur les Gonidies des Lichens. Ann. sc. nat. Sér. V, Vol. 17 (1873).

Verlag von EDUARD TREWENDT in

Koerber, Dr. G. W., **Systema Lichen**

Die Flechten Deutschlands systematisch
teristisch beschrieben. 1855. Gr. 8.
drucktafeln. Eleg. brosch. 24 Mk.

— **Parerga lichenologica.** E

Lichenum Germaniae. 1865. Gr. 8. Eleg. brosch. 18 Mk.

Nitschke, Dr. Th., **Pyrenomycetes germanici.** Die Kern-
pilze Deutschlands. 1867—1869. Gr. 8. Elegant brosch.
Erster Band. Lieferung 1 und 2, à Lieferung 5 Mk.

Zu beziehen durch alle Buchhandlungen.

ni Inw.:

Syg.: 9072.8/IV

ZBIORY SŁASKI

Verlag von Friedrich Vieweg & Sohn in Braunschweig.

Naturwissen-

Wöchentlich eine Nummer von 1¹/₂
bis 2 Bogen.

Wöchentliche Berichte
über die Fortschritte

schaftliche

Preis
pro Quartal 4 M.

auf dem Gesamtgebiete der Naturwissen-
schaften.

Rundschau.

Herausgeber: Dr. W. Sklarek in Berlin W.,
Magdeburgerstrasse No. 25.

Begründer und während 18 Jahren Redacteur des „Naturforscher“.
Nach dem mit dem 1. Oktober 1888 erfolgten Eingehen des „Naturforscher“
ist die **Naturwissenschaftliche Rundschau** gegenwärtig die einzige derselben
Aufgabe dienende Zeitschrift.

Probenummern gratis und franko. Bestellungen nimmt jede Buchhandlung und
Postanstalt entgegen. (Deutsche Zeitungspreisliste 1889, No. 4027.)

Verlag von Eduard Trewendt in Breslau.

In neuer vermehrter Auflage erschien

Stoll's Obstbaulehre.

Illustriert. Geheftet 2 Mark. Gebunden 2 Mark 40 Pf.

Für alle Freunde des Obstbaues, namentlich Volksschullehrer, Geistliche und Landwirte
empfehlenswert.

Vorrätig in allen Buchhandlungen.

Geschmackvolle Einbanddecken

zur

Encyklopädie der Naturwissenschaften

liefert zum Preise von 2 Mark jede Buchhandlung.

Verlagsbuchhandlung Eduard Trewendt.

Breslau, Eduard Trewendt's Buchdruckerei (Setzerinnenschule).