

Biologisches Centralblatt.

unter Mitwirkung von

Dr. M. Reess und **Dr. E. Selenka**

Prof. in Erlangen

Prof. in München

herausgegeben von

Dr. J. Rosenthal

Prof. der Physiologie in Erlangen.

24 Nummern von je 2—4 Bogen bilden einen Band. Preis des Bandes 20 Mark.
Zu beziehen durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

XVIII. Band.

1. April 1898.

Nr. 7.

Inhalt: **Keller**, Biologische Studien. — **Keller**, Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und -biologie. — **Brandt**, Ueber borstenartige Gebilde bei einem Hai und eine mutmaßliche Homologie der Haare und Zähne. — **Zytkoff**, Ueber die Bewegung der *Hydra fusca* L.

Biologische Studien¹⁾.

Von **Dr. Robert Keller** in Winterthur.

I. Ueber die Anpassungsfähigkeit phanerogamischer Landpflanzen an das Leben im Wasser.

4. *Myosotis palustris* With.

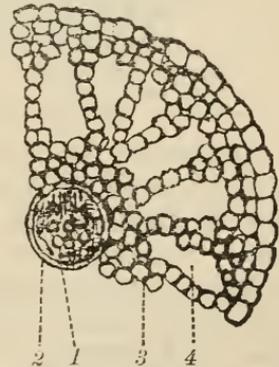
Blätter und Stengel der Individuen, die nicht als submerse Wasserpflanzen leben, sind ziemlich dicht borstig behaart. An unseren submersen Formen, die wir in der Eulach bei Oberwinterthur sammelten, fehlt diese Bekleidung vollständig. Die unteren Stengel-

Fig. 17.

Fig. 17. *Myosotis palustris* (submers). Teil eines Querschnittes durch die Wurzel.

- 1 = Centralbündel mit den Leitungselementen.
- 2 = Schutzscheide.
- 3 = Rinde.
- 4 = Rindenlücken.

Vergr. 35.



knoten tragen Wurzeln. Die untersten sind nicht einfache Fasern, sondern mehr oder weniger reichlich verzweigt. Wurzelhaare fehlen

1) Vergl. Biolog. Centralblatt, Bd. XVII, Nr. 3.
XVIII.

jedoch. Der Stengel ist ziemlich genau stielrund, an der typischen Form undeutlich kantig. Die Blätter sind im allgemeinen etwas schmaler und namentlich dünner, als an der Landform.

In den anatomischen Verhältnissen kommt in weitgehendstem Maße die Abänderung zum Ausdruck, die wir als Anpassung an das Wasserleben auffassen.

1. Wurzel (Fig. 17). Die Gewebe der Wurzel bestehen aus einem Centralbündel, das die Festigungs- und Leitungselemente enthält und aus den Rindengewebe. Zwischen beiden liegt die das zentrale Bündel umschließende Schutzscheide. Auf dem Querdurchmesser kommen 4 Teile auf die Rinde, 1 Teil auf das Centralbündel.

Um dieses sind die Rindenzellen in 2—3 Reihen angeordnet. Das subepidermale Gewebe besteht ebenfalls aus 2—3 Zellreihen. Beide verbinden radiär verlaufende Zellenreihen, zwischen denen die großen Rindenlücken liegen. Ihr größerer Durchmesser kommt dem Durchmesser des Centralbündels gleich oder übertrifft ihn selbst.

Diese anatomischen Verhältnisse wiederholen das Bild eines Wurzelquerschnittes eines echten Hydrophyten. Die Cuticula der Epidermis ist sehr schwach.

Fig. 18.

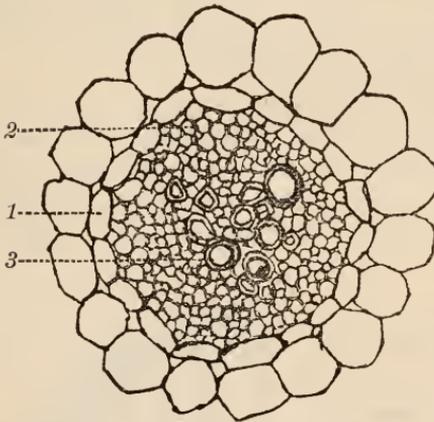


Fig. 18. *Myosotis palustris* (submers).
Querschnitt durch das Centralbündel
der Wurzel.

1 = Schutzscheide.

2 = Bast.

3 = Gefäße.

Vergr. 350.

Sehen wir uns bei stärkerer Vergrößerung das Centralbündel an (Fig. 18), dann sehen wir die Gefäße in undeutlich radiärer Anordnung über die Fläche verteilt. Neben 4—5 größeren Gefäßen, deren Durchmesser zwischen 0,01—0,015 mm beträgt, finden wir 6—7 kleinere Gefäße, die im Querschnitt nur ca. 0,005 mm messen. Eine sehr weitgehende Reduktion des Systems der Leitungselemente charakterisiert also das Leitbündel.

2. Stengel. Costantin erwähnt in der zitierten Abhandlung (4) von unserer Pflanze einfach, dass im Boden eine Verminderung der Rindenlücken zu beobachten sei gegenüber den Stengeln, die im Wasser wachsen.

Die Größenverhältnisse der den Stengel zusammensetzenden Gewebe werden durch das Wasserleben in hohem Maße beeinflusst. Wir wählen zur Erläuterung der bezüglichen Verhältnisse den Querschnitt einer Landform, dessen größter Durchmesser 2,44 mm beträgt und jenen einer submersen Form mit dem Durchmesser 2,5 mm.

	Landform	Submerse Form
Rinde . . .	1 mm	1,6 mm
Gefäßbündel .	0,46 „	0,21 „
Mark . . .	0,97 „	0,7 „

Das Rindengewebe ist also an der Landform viel weniger entwickelt als an der submersen; das Gefäßbündelsystem ist wegen der geringeren Entwicklung der leitenden Elemente an der Wasserform auf die Hälfte reduziert. Das Mark ist von geringerem Umfang geworden, d. h. das Gefäßbündelsystem ist zentral verschoben.

Nicht uninteressant ist es, den unteren und oberen Teil des Stengels ein und derselben submersen Form bezüglich der Verhältnisse der Gewebe mit einander zu vergleichen.

	Unterer Stengelteil	Oberer Stengelteil
Rinde	1,7 mm	1,7 mm
Gefäßbündelring	0,28 „	0,23 „
Mark	0,2 „	0,72 „

Die zentrale Verschiebung des Gefäßbündelsystems ist also im unteren Teile des Stengels in außerordentlich weitgehender Weise zu beobachten, so dass das typische Verhalten echter Wasserpflanzen nahezu erreicht ist.

Die Epidermis wird bei der Land- und Wasserform durch eine Zellreihe gebildet. Während hier die Außenwände der Epidermiszellen eine Dicke von 0,0036 mm haben, beobachten wir an den Epidermiszellen der Landform eine solche von 0,0058 mm. Diese sind zudem nur $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$ mal so groß, wie die der Wasserform. Auch die subepidermale Zellreihe besteht bei dieser aus nahezu doppelt so großen Zellen, während die übrigen Rindenzellen ungefähr gleich groß sind, d. h. aus Zellen bestehen, deren Durchmesser 0,04—0,07 mm beträgt. An der Land- und Wasserform sind Rindenlücken zu beobachten, hier aber in ungleich größerer Zahl als dort. Während die größten Rindenlücken der Landform einen Längsdurchmesser von 0,1 mm besitzen und einen Querdurchmesser von 0,034 mm, beträgt er an den größeren Rindenlücken der Wasserform im Mittel 0,16 mm und 0,093 mm, so dass also selbst bei gleicher Zahl der Lücken diese an der submersen Form einen ca. 5mal größeren Raum einnehmen würden, als bei der Landform.

Die genaueren anatomischen Verhältnisse des Gefäßbündelsystems bringen unsere beiden Zeichnungen (Fig. 19 u. 20) in überaus sprechen-

der Weise zum Ausdruck. Das Gefäßbündelsystem der submersen Form erscheint auf dem Querschnitt als ein überall fast gleich breiter Ring. Die bedeutende Reduktion der leitenden Elemente, die nicht nur da-

Fig. 19.

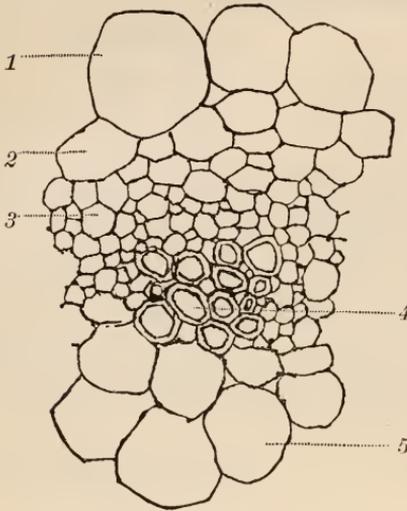


Fig. 20.

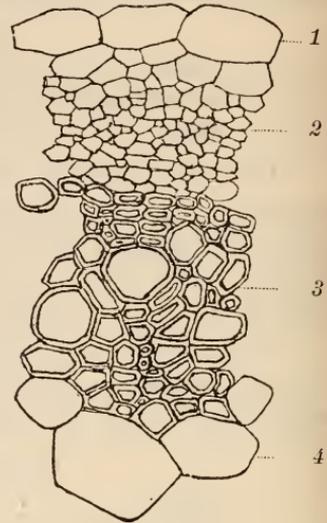


Fig. 21.

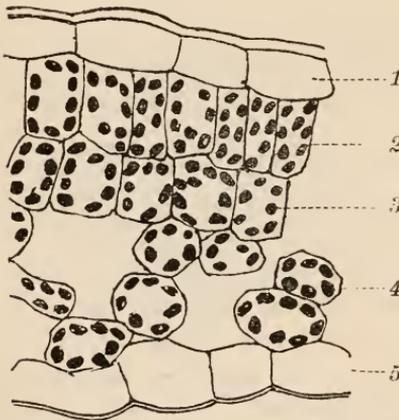


Fig. 22.

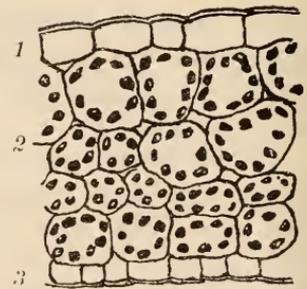


Fig. 19. *Myosotis palustris* (submers). Querschnitt durch ein Gefäßbündel des Stengels. Vergr. 350.

1 = Rindenzellen; 2 = Schutzscheide; 3 = Bast; 4 = Gefäße; 5 = Mark.
Fig. 20. *Myosotis palustris* (Landform). Mittelteil eines Gefäßbündels. Vergr. 350.
1 = Schutzscheide; 2 = Bast; 3 = Xylem; 4 = Mark.

Fig. 21. *Myosotis palustris* (Landform). Blattquerschnitt. Vergr. 350.
1 = Epidermis der Oberseite; 2 = äußere, 3 = innere Pallisadenzellen; 4 = Schwammparenchym; 5 = Epidermis der Unterseite.

Fig. 22. *Myosotis palustris* (submers). Blattquerschnitt. Vergr. 350.
1 = Oberhautzellen der Oberseite; 2 = Mesophyll; 3 = Oberhautzellen der Unterseite.

durch zum Ausdruck kommt, dass die Gefäße kleiner sind, sondern namentlich auch dadurch, dass sie in viel geringerer Zahl vorkommen, verwischt die Individualität der einzelnen Bündel. An der Landform springt jeder Gefäßbündel auf den Querschnitt gegen das Mark vor.

Auf der Außenseite des Gefäßbündelringes beobachtet man bei der Landform an den den Kanten gegenüberliegenden Stellen einen dünnen Collenchymbeleg. An der submersen Form konnte ich diese Collenchymzellen nicht beobachten.

3. Blatt. Im Bau der Blätter (Fig. 21 u. 22) zeigen sich die Abänderungen, wie sie nach dem Früheren zu erwarten sind. Das Blatt der Landform ist ca. $1\frac{1}{2}$ mal so dick als das submerse. An jenem sind zwei Pallisadenzellreihen unter der Epidermis der Oberseite zu beobachten. Das Schwammparenchym ist durch große Lücken ausgezeichnet. Der Bau ist also dorsoventral.

Der Bau des submersen Blattes ist nahezu isolateral. Die Pallisadenzellreihe ist in Form verkürzter meist isodiametrischer Zellen erhalten, aber doch nur so unbedeutend von der untersten Lage der Zellen des Schwammparenchyms verschieden, dass im Mesophyll die Gewebedifferenzierung eben nur angedeutet ist.

Die Cuticula ist an den submersen Blättern 0,0014 mm dick, d. h. nur ein Drittel so stark, wie an den Blättern der Landform.

Von der Fläche gesehen erscheinen die Epidermiszellen mit welligem Rande verbunden. Die Spaltöffnungen fehlen an den submersen Blättern nicht, ihre Zahl ist aber erheblich verringert. [34a]

Fortschritte auf dem Gebiete der Pflanzenphysiologie und -biologie.

Von Dr. Robert Keller.

(Fünftes Stück. — Fortsetzung von Bd. XVII S. 257.)

Die Untersuchungen über die Wirkung verschiedener Heferasen bei der Gärung haben zunächst wohl eine eminente praktische Bedeutung. Sie erscheinen uns aber auch von rein wissenschaftlichem Standpunkte aus bedeutungsvoll genug, um sie gelegentlich auch in diesen Berichten mit zu berücksichtigen.

Müller-Thurgan macht im V. Jahresbericht der deutsch-schweiz. Versuchsstation über das Zusammenwirken verschiedener Heferasen bei der Weingärung folgende Mitteilungen. 3 verschiedene Rassen von *Saccharomyces ellipsoideus*, die in Reinkulturen gezogen worden waren, wurden in gleichen Mengen im gleichen Obstsaft ausgesät. Die Gärungsenergie wurde durch die Kohlensäureabgabe bestimmt. Diese ergab folgendes Resultat pro Liter:

Heferasse	Steinberger 1.	Wädensweiler 4.	Karthaus 7.
Bis zum 2. Tage	1,3 g	1,5 g	0,7 g
" " 3. "	7,8 "	10,4 "	3 "
" " 4. "	17,5 "	21,3 "	9,5 "
" " 5. "	26,2 "	29,9 "	16,5 "
" " 6. "	32,7 "	36,2 "	23,2 "
" " 8. "	40,5 "	44,0 "	31,5 "
" " 10. "	45,3 "	49,2 "	35,8 "
" " 15. "	47,5 "	49,5 "	40,2 "
" " 20. "	48,3 "	49,8 "	41,2 "

Durch die gleichzeitige Wirkung zweier dieser Heferasen wurde die Gärungsenergie erhöht.

	Steinberger u. Wädensweiler.	Steinberger u. Karthaus.
Bis zum 2. Tage	2,3 g	1,5 g
" " 3. "	12,7 "	8,9 "
" " 4. "	22,3 "	17,5 "
" " 5. "	30,5 "	26,3 "
" " 6. "	37,5 "	33,2 "
" " 8. "	45,2 "	41,0 "
" " 10. "	48,5 "	45,5 "
" " 15. "	49 "	46,8 "
" " 20. "	49,3 "	47,7 "

Saccharomyces apiculatus ist für die Gärung der Obst- und Traubenweine nachteilig, da seine Gärungsenergie schon bei verhältnismäßig geringem Alkoholgehalt erschöpft ist. Man beobachtet aber, dass namentlich in trockenen Herbstern an den Trauben die Eigenhefe oft in ganz vorherrschendem Grade durch *S. apiculatus* gebildet wird. Für die Praxis wird es also von ganz besonderem Interesse sein, zu wissen, wie die Wirkung dieses Gärungspilzes durch das Zusammenwirken einer Heferasse von *S. ellipsoideus* beeinflusst werden kann. Die nachfolgenden Tabellen orientieren uns darüber.

	<i>S. ellipsoideus.</i>		<i>S. apiculatus.</i>
	Steinberger 1. allein	Karthaus 7. allein	3.
Bis zum 2. Tage	1,3 g	0,7 g	0,7 g
" " 3. "	7,8 "	3,0 "	2,7 "
" " 4. "	17,5 "	9,5 "	6,3 "
" " 5. "	26,2 "	16,5 "	9,0 "
" " 6. "	32,7 "	23,2 "	11,7 "
" " 8. "	40,5 "	31,5 "	16,3 "
" " 10. "	45,5 "	35,8 "	20,2 "
" " 15. "	47,5 "	40,2 "	27,5 "
" " 20. "	48,3 "	41,2 "	29,2 "
" " 25. "	48,3 "	41,7 "	30,0 "
" " 30. "	48,3 "	42,0 "	30,2 "
" " 40. "	48,3 "	42,5 "	30,3 "
" " 60. "	48,3 "	43,2 "	30,3 "

	Steinberg u. <i>S. apiculatus</i> .	Karthaus u. <i>S. apiculatus</i> .
Bis zum 2. Tage	1,4 g	0,3 g
" " 3. "	4,7 "	2,5 "
" " 4. "	9,2 "	5,2 "
" " 5. "	13,5 "	7,8 "
" " 6. "	19,2 "	10,5 "
" " 8. "	30,5 "	15,0 "
" " 10. "	38,3 "	18,7 "
" " 15. "	46,0 "	28,2 "
" " 20. "	48,0 "	34,6 "
" " 25. "	48,3 "	37,4 "
" " 30. "	48,5 "	40,0 "
" " 40. "	48,5 "	41,2 "
" " 60. "	48,5 "	43,2 "

Die langdauernde Hemmung bei einer gärschwachen Hefe führt Verf. auf 2 Ursachen zurück. Einerseits ist ein gewisser Alkoholgrad erforderlich, um die Lebensthätigkeit des *S. apiculatus* herabzudrücken, ihre gärunghemmende Wirksamkeit zu schwächen, und um diesen Alkoholgrad zu erreichen, braucht natürlich eine gärschwache Hefe länger als eine stärkere. Andererseits vermag offenbar eine kräftige Hefe schon bei einer geringeren Abschwächung des *S. apiculatus* zur Geltung zu gelangen, als eine so gärschwache wie die Karthäuserhefe.

Wodurch vermag nun der *S. apiculatus* die Rassen des *S. ellipsoideus* in so bedeutendem Maße in ihrer Thätigkeit zu hemmen? Da zu erwarten war, dass die chemische Zusammensetzung der Obst- und Traubensäfte die nächsten Anhaltspunkte für die Erkenntnis der Hemmungsursachen geben würde, unterzog Verf. die Obstweine der erwähnten Gärungsversuche einer Analyse, deren Resultate die nachfolgende Tabelle wiedergibt. Die Angaben verstehen sich pro Liter.

	Zucker	Alkohol	Glyzerin	Apfel- säure	Flüchtige Säure als Essigsäure bestimmt	Hefe rein und trocken
Steinberg 1 . . .	g 2,9	g 55,6	g 3,02	g 8,31	g Spuren	g 2,72
Wädensweil 4 . . .	4,3	54,2	2,87	8,58	"	3,19
Karthaus 7 . . .	5,2	53,2	2,74	8,04	"	2,96
Steinbg. u. Wädensw.	2,9	55,2	3,09	7,77	nicht bestimmt	3,03
Steinbg. Karth. . .	2,8	55,6	2,95	8,31	" "	3,03
<i>S. apiculatus</i> . . .	31,7	33,6	—	7,93	0,41	1,32
Steinbg. u. <i>S. apicul.</i>	1,5	55,8	2,73	8,31	0,18	2,42
Karth. u. <i>S. apicul.</i>	5,3	54,1	3,52	7,77	0,42	2,11

Die Tabelle lehrt uns, dass bei einer Heferasse von *S. ellipsoideus*, der *S. apiculatus* beigemischt ist, der Hefegehalt sich nicht unwesentlich vermindert. Es wird also schon diese Hemmung des Hefewachstums notwendig die Gärung verringern. Vielleicht übt der unter der Wirkung

des *S. apiculatus* entstandene höhere Gehalt an flüchtiger Säure einen hemmenden Einfluss aus, wenn schon die Menge auch gar gering ist, um einen so bedeutenden Einfluss auf den Verlauf der Gärung verständlich zu machen. Es wäre denkbar, dass die flüchtigen Säuren während der weiteren Gärung mit dem neu entstehenden Alkohol sich zu neutral reagierenden und weniger gärungshemmend wirkenden Aethern verbanden. Damit würde sowohl der eigentümliche Fruchtgeschmack der mit zugespitzter Hefe vergorenen Weine im Einklang stehen, als auch der Umstand, dass die Gärungshemmung abnimmt, wenn die Thätigkeit der zugespitzten Hefe durch den vorhandenen Alkohol eingeschränkt wird.

Die Widerstandsfähigkeit verschiedener Rassen des *S. ellipsoideus* gegenüber *S. apiculatus* ist eine sehr ungleiche. Während z. B. bis zum 8. Tag die Rasse Wädensweil 4 pro Liter 30,4 g Kohlensäure entwickelte und durch Beimengung einer gleichen Hefenzahl von *S. apiculatus* in ihrer Energie auf einen Drittel herabgesetzt wird, beträgt bei der Hefenrasse Bordeaux 2 die Verminderung der Energie einen Zweitel. Aber auch die Natur des gärenden Saftes ist von wesentlichem Einfluss auf die Beeinträchtigung der Gärungsenergie durch Zusatz von *S. apiculatus*. Die oben angegebenen 2 Zahlen beziehen sich auf die Kohlensäureabgabe im Traubensaft. Im Birnensaft dagegen wird für beide Rassen die Gärungsenergie durch die Anwesenheit des *S. apiculatus* auf die Hälfte herabgesetzt. Steinberghefe 1, die mit *S. apiculatus* im Traubensaft auf ein Drittel ihrer Leistungsfähigkeit herabgesetzt wird, vermindert dieselbe im Birnensaft auf ein Viertel, Karthaus 7 fast auf ein Fünftel.

Die Hemmung kann sich allerdings nach kürzerer oder längerer Zeit mehr oder weniger bedeutend verwischen. Nachfolgende Tabelle illustriert dieses verschiedene Verhalten besonders gut.

Bis zum	Im Traubensaft.				Im Birnensaft.			
	Wädensweil 4.		Steinberg 1.		Wädensweil 4.		Steinberg 1.	
	allein	mit <i>apic.</i>	allein	mit <i>apic.</i>	allein	mit <i>apic.</i>	allein	mit <i>apic.</i>
4. Tage	13,4	5,0	9,4	3,6	19,6	6,4	11,6	3,6
6. "	22,4	7,8	19,6	5,6	28,8	10,8	21,0	5,0
8. "	30,4	10,2	29,4	9,0	35,2	15,0	29,0	6,8
10. "	37,8	12,7	38,1	11,6	39,8	18,2	35,2	8,2
12. "	44,4	15,4	45,8	14,7	44,4	22,8	40,8	11,2
14. "	49,6	19,0	52,6	18,0	47,2	26,8	44,6	13,8
16. "	54,0	22,6	58,0	21,2	48,8	30,2	46,6	17,0
18. "	57,6	27,0	63,0	24,6	49,8	33,8	48,4	20,0
20. "	61,2	31,2	67,6	27,8	50,4	36,8	49,6	23,4
30. "	72,0	51,6	80,0	43,0	51,4	47,4	51,4	39,2
40. "	77,0	67,2	81,6	55,2	51,4	50,8	51,7	48,8
50. "	79,8	76,8	81,8	67,2	51,4	51,8	51,7	50,8
60. "	81,2	79,2	81,9	76,8	51,4	51,8	51,7	51,2

Ray's Studien über die Abänderungen niederer Pilze unter dem Einfluss verschiedener Lebensbedingungen¹⁾ verfolgen hauptsächlich zwei Ziele. Sie sollen einen experimentellen Beleg für die außerordentliche Vielgestaltigkeit der Pilze sein, zeigen, wie Formen relativ weitgehender Verschiedenheit nicht notwendig auch spezifisch verschieden sein müssen, sondern auch nur die Produkte verschiedener Lebensbedingungen sein können, die so lange konstant bleiben, als sie unter den gleichen Lebensbedingungen stehen. Sie sollen gleichzeitig aber auch erkennen lassen, welchen Merkmalen einer Art der größte Wert als Charakteristik der Species beizulegen ist, mit anderen Worten, welche Merkmale einer als Typus gedachten Form unter den verschiedensten Lebensbedingungen geringsten Schwankungen unterworfen sind, also die zu einer natürlichen Klassifikation verwertbaren Eigenschaften der Art darstellen.

Die irgend einer gegenwärtig lebenden Art zukommenden Merkmale sind nicht gleichzeitig erworbene, also gleichalterige. Die später entstandenen Eigenschaften aber hängen jeweilen als Modifikationen der älteren von diesen ab. Die Abänderungen der älteren Charaktere werden also auch die jüngern beeinflussen, während umgekehrt diese abändern können, ohne die erstern, die ältern in Mitleidenschaft zu ziehen. So kann also das experimentelle Studium der Abänderungen einer Art uns in der That auch Aufschluss über den systematischen Wert der Eigenschaften der Art geben, und damit gewinnen diese Variationsstudien nicht nur biologische, sondern auch systematische Bedeutung.

Verf. führte in erster Linie Versuche mit einem Schimmelpilz aus, mit *Sterigmatocystis alba* van Tieghem. Ein Typus, der schimmligem Käse entnommen wurde, lieferte die Sporen, die in Glykose, in Laevulose, in Saccharose, Stärkekleister, auf Rübenschnitten, auf Kartoffelschnitten, auf Rübensaft, in Nährgelatine, in verschiedenen Salzlösungen wie Kaliumnitrat, Ammoniumnitrat, Kalium- und Ammoniumphosphatlösungen ausgesät wurden. Die Sporen dieser auf verschiedenen Substraten keimenden Schimmelpilze wurden darauf während einer Reihe von Generationen auf dem gleichen Substrat gezüchtet, so dass also die veränderten Lebensbedingungen ihren Einfluss auch während einer längern Reihe von Generationen geltend machen konnten. Es kann natürlich nicht in der Aufgabe des Referates liegen, die Gesamtheit der interessanten Beobachtungen zu registrieren. Für unsere Zwecke genügt es, den ändernden Einfluss an einigen wenigen Beispielen zu zeigen.

Der Typus der Versuchspflanze bestand aus einem weißen Mycelium. Dasselbe wurde aus fadenförmigen Hyphen gebildet, deren Länge 80 μ

1) Ray, Variations des Champignons inférieurs sous l'influence du milieu. in: Revue générale de Botanique, t. IX, 1897.

betrug. Die Hyphen zeigten blasenförmige Erweiterungen, deren Durchmesser zwischen $35\text{--}45\ \mu$ schwankte. Die Basidien besaßen eine Länge von $16\text{--}17\ \mu$, die Sterigmen von $12\text{--}13\ \mu$. Die kugelige Conidien waren von weißer Farbe. Ihr Durchmesser betrug $3,2\ \mu$.

Verfolgen wir nun zunächst die Abänderungen der Pflanze auf dem durch Rübenschnitten gebotenen Substrat. Der Schimmelpilz entwickelt sich hier sehr lebhaft. Schon nach wenigen Tagen ist das Rübenstück von dem weißen Pilzgeflecht bedeckt, das reichlich fruktifiziert. Dasselbe besitzt nicht in seiner ganzen Ausdehnung den gleichen Charakter. Während die inneren Hyphen des Geflechtes ein ziemlich lockeres Mycelium darstellen, beobachtet man an der Oberfläche ein sehr dichtes Gewebe, ein Stroma, das eine weiße Haut darstellt. Form und Struktur der Hyphen sind in diesen beiden Teilen des Pilzgeflechtes verschieden. Im inneren Mycelium sind sie verkrümmt, vielfach verzweigt. Die Zweige stellen seitliche abgerundete Erweiterungen vor. Die Hyphen sind relativ breit, nämlich $4,2\ \mu$. Die quergehenden Scheidewände sind wenig zahlreich, die Glieder der Hyphen demnach sehr lang. Sie nehmen den z. B. die Peronosporeen charakterisierenden Typus an. In der Nähe der Gefäßbündel des Substrates bilden sich ferner besondere Fäden, vergleichbar den Wurzelhaaren einer höheren Pflanze. Wie diese einem Hindernis sich anschmiegen, so zeigen auch diese Hyphenteile je eine Form, die durch das ihnen entgegentrete Hindernis bestimmt wird. Die Hyphen des Stroma stellen ein dichtes Geflecht dar. Die Zweige gehen nicht bogig, sondern in scharfen, oft rechten Winkeln von den Hyphen ab. Die Breite der Fäden beträgt nur circa $\frac{2}{3}$ der Breite der Hyphen des inneren Myceliums. Die Wände, die hier sehr zart sind, werden an den Hyphen des Stroma sehr kräftig. Die Scheidewände sind einander sehr genähert, die Hyphenglieder also kurz. Nach außen, gegen den freien Teil des Stroma, beobachtet man an den Hyphengliedern eine kegelförmige oder keulenähnliche Gestalt. Der Grund des Fruchtkörpers wird durch eine Hyphe gebildet, welche $2\text{--}3$ mal dicker ist als die oberflächlichen Hyphen des Stroma. Sie ist lang. Gegen das obere Ende werden die Glieder immer gestreckter. Am Gipfel ist sie kugelig angeschwollen. Auf dieser Anschwellung trägt sie zahlreiche breite, keulenförmige aus 2 Gliedern bestehende Basidien. Sie tragen $4\text{--}5$ schmale Sterigmen. Dieselben tragen eine Reihe rosenkranzartig verbundener Sporen, deren Dimensionen die gleichen sind, wie sie an der typischen Kultur beobachtet wurden.

In Glykose entwickeln sich die Sporen der gleichen Mutterpflanze zu einer anders gestalteten Pflanze. Die den Thallus bildenden Hyphen bestehen aus kurzen, in der Flächenansicht rechteckigen Gliedern, die eine Breite von $3\ \mu$ besitzen. Die Fruktifikationsorgane bestehen zunächst aus einer gradständigen Hyphe, welche in ihrer Form und den

Größenverhältnissen sich von den Hyphen des Thallus nicht unterscheidet. Am abgerundeten Ende stehen 3 oder 4 sehr kurze Fäden. An gewissen Präparaten lässt sich an ihnen eine Gliederung erkennen. Diese Glieder sind kugelige Anschwellungen, die nach oben zu an Größe mehr und mehr zunehmen. Noch an andern Stellen erkennt man, dass die größten dieser Anschwellungen von einander getrennt sind. Sie haben eine kugelige Gestalt; sie stellen die Sporen vor, deren Größe wieder völlig analog mit der Sporengröße der Mutterpflanze ist.

Nachdem diese beiden Kulturen etwas einlässlicher dargestellt wurden, um die bedeutenden Differenzen der aus den Sporen der gleichen Mutterpflanze auf verschiedenen Nährsubstanzen entstandenen Individuen darzuthun, stellen wir die gesamten Versuchsergebnisse nachfolgend tabellarisch zusammen (vergl. S. 252).

Die Tabelle lässt uns erkennen, dass jedem Substrat je eine bestimmte Form entspricht. Die Variabilität des Thallus geht nach zwei Richtungen. In den einen Fällen besteht er aus ungegliederten Hyphen, in den anderen sind die Hyphen durch quere Scheidewände gegliedert. Daneben sind die relativen Größenverhältnisse einem ganz bedeutenden Wechsel unterworfen. Der Thallus steht zum Substrat jeweilen in einer doppelten Beziehung. Mit einem Teile seiner Hyphen durchdringt er das Substrat mehr oder weniger, mit einem anderen Teil liegt er auf demselben. Er befindet sich damit unter verschiedenen physikalischen Bedingungen. Dieselben beeinflussen ihn je in ähnlichem Sinne. Der oberflächliche Teil des Thallus zeigt an den Hyphengliedern eine zylindrische Form. In der Tiefe dagegen sind die Konturen der Hyphen unregelmäßig. Sie sind häufig da oder dort angeschwollen, so dass die einzelnen Glieder selbst kugelig werden können.

Am Reproduktionsapparat erscheinen, welches auch die Nährsubstanz sei, folgende Charaktere immer. 1. Der aufgerichtete Faden, welcher den Fuß des Vermehrungsapparates darstellt; 2. die Endverzweigung des Fadens; 3. die rosenkranzartige Anordnung der Sporen und 4. die kugeligen Sporen vom Durchmesser $3,1 \mu$.

Thallus und Reproduktionsapparat zeigen unter bestimmten Bedingungen das Bestreben, sich allseitig gleich zu entwickeln. Wenn der Thallus in ein Substrat eingesenkt ist, so befindet er sich allseitig unter gleichen oder sehr ähnlichen Lebensbedingungen. So hat vor allem seine Ernährung durch die ganze Oberfläche statt. Darauf ist die Anschwellung der Thallusglieder, ihre Neigung, kugelige Gestalt anzunehmen, zurückzuführen. Wenn diese Tendenz nur unvollkommen verwirklicht ist, wenn es nirgends zur wirklichen Kugelgestalt kommt, so ist dies auf die Gegenwirkung der typischen Gestalt des Thallus, die fadenförmige Natur der Pflanze, zurückzuführen.

Nährsubstanz	Thallus		Reproduktionsapparat				
	Mycelium	Stroma	Fuß	Kopf	Basidien	Sterigmen	Sporen
1. $\left\{ \begin{array}{l} \text{Glykose} \\ \text{Levulose} \\ \text{Saccharose} \end{array} \right\}$	Nicht differenziert Glieder kurz, 3 μ breit Glieder kurz, angeschwollen		Nicht bestimmt Scheidewände z. T. fehlend	Nicht bestimmt oder fehlend	fehlend oder unbestimmt	unbestimmt	3,1 μ Durchmesser
2. Stärke	Nicht differenziert Glieder angeschwollen		Länge: 233 μ Breite: 8 μ Scheidewände vorhanden	91 μ	"	"	"
3. Rübenschnitten	Differenziert Glieder lang bogig Breite 4,2 μ Haut dünn		Länge: 1125 μ Breite: 8,3 μ Scheidewände vorhanden	31 μ	37,5 μ Scheidewände vorhanden	12,5 μ (4-5)	"
4. Kartoffeln	wie vor		Länge: 1250 μ Breite: 12,5 μ	31 μ	12,5 μ	8 μ (2-3)	"
5. Mohrrüben	Oberflächlich: Glieder lang rechteckig Tief: Gl. gekrümmt länger 3,1 μ breit		Länge: 1250 μ Breite: 10 μ	36 μ	15 μ	10 μ (3-4)	"
6. Gelatine	Glieder gekrümmt lang. Breite: 3,3 μ		Länge: 600 μ Breite: 6 μ	18 μ	12 μ	6 μ (2-3)	"
7. $\left\{ \begin{array}{l} \text{KNO}_3\text{-Lösung} \\ \text{NH}_4\text{NO}_3\text{-Lösung} \end{array} \right\}$	Nicht differenziert Glieder kurz, schmal 1 μ Nicht differenziert Glieder unregelmäßig dicker		unbestimmt mit Scheidewänden unbestimmt	unbestimmt fehlt	unbestimmt fehlt	unbestimmt fehlt	"

Auf die gleiche Tendenz allseitig übereinstimmender Entwicklung sind die Rundungen am Reproduktionsapparat zurückzuführen.

In einer 2. Versuchsreihe prüft Verf. den Einfluss einer sich bewegenden Flüssigkeit auf die Gestaltung des Pilzes. Es diente als Nährflüssigkeit Mohrrübenbrühe. Unter den gleichen Bedingungen erfolgte die Aussaat und Kultur in einem fixierten und einem bewegten Tubus. Nach Verlauf von 3—4 Tagen beobachtet man im bewegten Gefäß eine Anzahl kleiner, vollkommen kugeligter Massen von gelblich weißer Färbung. Die kleinsten derselben haben einen Durchmesser von ca. 2 mm, die größte von ca. 5 mm. Im fixierten Gefäß beobachtet man an der Oberfläche kleine, schwimmende Miniaturinseln mit schwacher Fruktifikation. In den bewegten Kulturgefäßen fehlte diese, während die Pilzmasse etwa doppelt so groß ist, wie in den ruhenden. An einem Schnitte durch eine solche Pilzkugel beobachtet man eine feine, vom Centrum ausgehende radiäre Streifung, ferner 2 konzentrische Zonen, von denen die innere durch braune, die äußere durch helle Färbung ausgezeichnet ist. Die Streifung rührt von den radiär angeordneten Hyphen her, die aus den zentral liegenden Sporen entspringen. Von einem Sporenhäufchen aus geht also die Hyphenentwicklung allseitig vor sich.

Werden die Sporen in einer besonders lebhaft sich bewegenden Flüssigkeit kultiviert, dann entstehen zunächst analoge Bilder. Nach 15—20 Tagen dagegen ändert sich das Aussehen. Die Oberfläche des Thallus wird glänzend, ähnlich wie eine Elfenbeinkugel. Nach etwa 1 Monat haben die Flächen ein sehr kompaktes Gewebe erzeugt, ein Stroma, das viel dichter ist, als das Stroma einer ruhenden Kultur. Die Zahl der Scheidewände erscheint auch etwa auf das Sechsfache erhöht. Die Dicke der Wände hat ebenfalls zugenommen.

Eine eigenartige Veränderung zeigt auch der Fruktifikationsapparat. Er besteht aus kurzen dicken, durch sehr zahlreiche Scheidewände gegliederten Hyphen. Oben sind sie stark angeschwollen. Sie bilden ein Köpfchen, dessen Durchmesser 29μ beträgt. Auf demselben stehen die 14μ langen Basidien, darauf die 7μ Sterigmen. Die von ihnen abgeschnürten Sporen haben einen Durchmesser von $3,1 \mu$. Als besonderer Charakter der so lange hinausgeschobenen Fruktifikation erscheint einerseits der solide Aufbau der Organe, ihre besondere Dickwandigkeit, andererseits die geringe Fruchtbarkeit.

Außerdem beobachtet man nun hin und wieder an der Oberfläche der Pilzkugeln kleine, sehr harte schwarze, dem Stroma eingefügte Körper, die aus polygonalen Zellen bestehen. Sie sind durch außerordentliche Dickwandigkeit ausgezeichnet. Sie stellen also Bildungen dar, wie sie an Sklerotien beobachtet werden. Vom Momente des Erscheinens der Sklerotien an erscheint das Wachstum bedeutend verzögert.

In den unbewegten Kontrollkulturen entstanden diese Sklerotien ebenfalls. Sie erschienen aber viel später, erst zur Zeit der Erschöpfung der Nährsubstanz.

Unter den neuen Lebensbedingungen wurde also die Abänderung des Pilzes nach ganz bestimmten Bahnen gelenkt, welche deutlich die Abhängigkeit der Variation von den Lebensbedingungen verraten. Die Bewegung der Kulturflüssigkeit erhöht die Widerstandsfähigkeit der Pflanze. Durch die Bewegung werden die durch die Nährflüssigkeit gegebenen Bedingungen rings um die Pflanze zu gleichartigen, Ernährung, Beleuchtung, Einfluss der Schwere. Darauf ist die kugelige Gestalt des Pilzkörpers zurückzuführen.

Die Geschwindigkeit des Wachstums des Myceliums in der bewegten Flüssigkeit führt Verf. auf die Wirkung der Schwere zurück. Kann diese stets in gleichem Sinne wirken, dann verzögert sie das Wachstum der Schimmelpilzkultur, wird durch die Bewegung die konstante Richtung der Schwere aber aufgehoben, dann muss eine Beschleunigung des Wachstums erfolgen. Nachfolgende Zahlen beleuchten diese Wirkung der Schwere.

		Zahl der gekeimten Sporen.					
Bewegte Kultur	75	{	37	erzeugten	einen	langen	Keimfaden
			38	"	"	kurzen	"
Feste	"	14	{	9	"	"	langen
				5	"	"	kurzen

Die Länge der Keimfäden war zudem im 2. Fall geringer als im ersten.

Interessant ist das Ergebnis einer anderen Versuchsreihe, welche den Einfluss eines Hindernisses in einer bewegten Flüssigkeit auf die Gestaltung der Pflanze darthun soll. In der Rübenbrühe wurde ein Stück Holz fixiert. An ihm setzten sich Sporen fest und keimten in der bewegten Flüssigkeit. Aus ihnen entstand ein Mycelium, das mit gewissen in der Meeresbrandung lebenden Algen große Aehnlichkeit hatte. Die Hyphen sind zu Schnüren vereint, von denen seitlich isolierte Hyphen abgehen. Die Schnüre sind sehr fest, die Gestalt genau zylindrisch, die Verzweigungen kurz. Zur Fruktifikation kommt es bei diesen Formen nicht.

In einer folgenden Versuchsreihe wird dadurch die Atmosphäre, in welcher der Pilz lebt, modifiziert, dass das Luftvolumen ein begrenztes ist. Die Wirkung ist eine allseitige Reduktion der Pflanze, verbunden mit einem frühzeitigen Erscheinen der Sklerotien.

Die im Voranstehenden erörterten Abänderungen von *Sterigmato-cystis alba* treten je nicht unmittelbar mit der veränderten Kulturbedingung auf. Die Anpassung an die neuen Lebensverhältnisse vollzieht sich allmählich. Es bedarf einer längeren Reihe von Genera-

tionen, bis schließlich eine Form erzielt ist, die unter den gegebenen Lebensbedingungen nicht mehr abändert. Der Gang der Veränderung vollzieht sich in nachfolgender Weise:

Thallus	Reproduktionsapparat
Dimension	a) Dimension der verschiedenen Organe. b) Differenzierung des Fußes. Dabei variieren sein Kopf, Sterigmen und Basidien, die Zahl derselben. c) Kopfanschwellung.

Gruppieren wir nach der Häufigkeit der Abänderungen, wobei α das am häufigsten, β das selten und γ das nicht variierende Organ bedeutet, so ergibt sich folgendes:

Thallus	Reproduktionsapparat
α . Dimensionen	α . Dimensionen β . Differenzierung des Fußes. Kopfanschwellung mit Sterigmen und Basidien.
γ . Hyphen (fadenförmige Glieder)	γ . Aufrichtung der die Fruktifikationsorgane bildenden Fäden. Endständige Verzweigung. Rosenkranzartige Anordnung der Sporen. Volumen der Sporen.

Danach rekonstruiert Verf. die Stammesgeschichte der Art: Bezüglich des Thallus erscheinen die fadenförmige und gegliederte Struktur als die zuerst erworbenen Charaktere, für den Reproduktionsapparat die aufgerichteten am Ende zu rosenkranzförmig angeordneten Sporen sich verzweigenden Fäden. Später entstand die Differenzierung des Fadens zu Fuß mit Kopf, später die Gliederung zu Basidiensterigmen.

Aehnlich wie *Sterigmatocystis* verhalten sich auch andere Pilze, wie *Aspergillus* und *Penicillium*. Die Versuche lehrten, dass im Allgemeinen die „Artcharaktere“ die unter verschiedenen Kulturbedingungen wechselnden Eigenschaften sind. Während bei *Penicillium* die Gattungscharaktere nicht ändern, sehen wir *Sterigmatocystis* und *Aspergillus* unter bestimmten Bedingungen auch ihre Gattungscharaktere verlieren, indem sie zu einem Pinsel sporentragender Fäden werden. Damit nehmen sie den Charakter eines *Penicillium* an.

Es mögen im Anschluss an Ray's Studien hier auch einige Angaben über ähnliche Versuche von Schostakowitsch¹⁾ folgen. *Mucor proliferus* dient ihm als Versuchspflanze. Als typisch bezeichnet

1) Schostakowitsch, Einige Versuche über die Abhängigkeit des *Mucor proliferus* von den äußeren Bedingungen. in: Flora, Bd. 84, 1897.

er eine bei 12—18° C auf Brot zur Entwicklung kommende Schimmelart. Seine Versuche ergeben auch, dass die Nährsubstanz auf die Art der Entwicklung des Pilzes von bedeutendem Einfluss ist. Die Größe des Myceliums, wie die Größe der Sporangienträger ist mannigfaltigem Wechsel unterworfen. Während z. B. die Sporangienträger der typischen Form eine Höhe von 7 cm erreichen, haben sie in Zuckertlösungen nur eine Höhe von 1,5 cm. Während nach den Versuchen von Ray die Sporen von dem abändernden Einfluss ausgeschlossen sind, scheint das Verhalten von *Mucor* ein anderes zu sein. Die Sporen, welche eine ovale Gestalt haben, sind an der typischen Form 17,5 μ lang und 7,5 μ breit. Kulturen auf Zwiebeln waren nun dadurch ausgezeichnet, dass eine *Mucor*-Form entstand, die sowohl in Bezug auf die Größe als auch auf die Form der Sporen nicht unwesentlich variierte. Neben den runden, ovalen, langgestreckten kann man auch bisquitförmige und unregelmäßige Sporen treffen. Die Größe ändert sich von 3 μ im Durchmesser bei kugeligen bis zu 65 μ in der Länge bei gestreckten Sporen. Außerdem sind die Sporangienträger durch niederen Wuchs ausgezeichnet. Ein Unterschied zwischen Haupt- und Nebensporangie wird nicht mehr beobachtet. Alle Sporangien haben den Charakter von Nebensporangien. Weiter gehenden Abänderungen ist der Pilz unterworfen, wenn er auf abgekochten Zwetschgenfleisch kultiviert wird. Mycelium und Fruktifikationsorgane erleiden in gleicher Weise Abänderungen, welche teils die relativen Größenverhältnisse betreffen, teils die Gestalt. So sind z. B. auch hier alle Sporangien gleichartig, die Sporen sind meist kugelig oder unregelmäßig.

Wie verschiedene Nährstoffe, so wirken auch verschiedene Temperaturen abändernd ein. Bei 25° liegt das Optimum der Temperatur, bei 32° das Maximum. An Kulturen, die bei 30° erzogen wurden, sind die Sporangienträger nur bis $\frac{1}{2}$ mm hoch. Sie sind reichlich unregelmäßig baumförmig verzweigt. An vielen Stellen zeigen sie kugelige Anschwellungen, eine Art Verzweigungszentrum, von dem aus 2 bis 3 Zweige sprossen. Diese Anschwellungen sind nichts anderes als umgeformte Sporangien. Nur wenige Sporangien erzeugen unregelmäßige, kugelige, im Durchmesser 7—14 μ große Sporen.

Während Ray in der Anordnung der Organe nach dem Grade der Variabilität die Sporen als invariabel in letzte Reihe stellt, erklärt nun umgekehrt Schostakowitsch die Sporen als die am besten auf äußere Einflüsse reagierenden Organe von *M. proliferus*. Aus der Entstehung von Anschwellungen unterhalb des Sporangiums, wie sie typisch bei *Pilolobus* beobachtet wurde, einer Abänderung des *Mucor*, die an Zwetschgenkulturen beobachtet werden, schließt Verf. auf den phylogenetischen Zusammenhang beider Gattungen. [34b]

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1898

Band/Volume: [18](#)

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

Artikel/Article: [Biologische Studien 241-256](#)