

Über die Koremien des *Penicillium glaucum*.

Von

W. Wächter.

Wenn man etwas angefaulte Äpfel unter eine Glasglocke legt, so entwickeln sich bei einem gewissen Feuchtigkeitsgehalt der Luft kleine, einige Millimeter hohe bäumchenartige Gebilde, deren Stiel weiß ist, und deren Kopf sich nach einigen Tagen mit grünen *Penicillium*-Conidien bedeckt. In vielen, vielleicht den meisten Fällen findet man außer diesen „Koremien“ keinen grünen Schimmelbelag, in anderen Fällen sind die Äpfel mit einer dünnen Schimmeldecke überzogen, aus der dann die weißen Koremien herausragen.

Bekanntlich hat Link¹⁾ diese merkwürdigen, hutpilzähnlichen Gebilde von der Gattung *Penicillium* als eigene Gattung *Coremium* abgetrennt; ihm folgten Corda²⁾ u. a. und bis in die neueste Zeit hinein halten einige Mykologen³⁾ an der Spezies *Coremium glaucum* fest, während andere⁴⁾ zwar das *Coremium glaucum* als Synonym für *Penicillium glaucum* bezeichnen, aber für andere Species den Gattungsnamen *Coremium* beibehalten. Daß man jetzt im allgemeinen das *Coremium glaucum* als eine Wuchsform des *Penicillium glaucum* betrachtet, ist wohl besonders auf Brefelds Untersuchungen zurückzuführen.

Brefeld⁵⁾ nennt die Koremien „nur die zufällige Folge üppiger Ernährung“ und bemerkt dazu, daß ebenso wie die direkte Beob-

1) Vgl. z. B. R. F. Link, *Species Plantarum*. Berlin 1824, S. 71.

2) Corda, *Prachtflora*, 1839.

3) Z. B.: G. Scalia, *Prima contribuzione alla conocenza della micologica flora usw.*, spricht von *Coremium glaucum*, das er für sich, ohne Zusammenhang mit *Penicillium*, auf faulen Birnen gefunden hat (zit. nach Ref. in *Ztschr. f. Pflanzenkr.*, 1900, S. 199); und Mac Alpine u. Robinson, *Additions to the fungi of the vine in Australia*, der *Coremium glaucum* auf Weinreben gefunden hat (zit. nach Just, *Jahresber. I*, S. 152, 1898).

4) G. Lindau, *Rabenhorsts Kryptogamenflora*. 1908, IX, S. 331 ff.

5) O. Brefeld, *Botan. Untersuchungen über Schimmelpilze*, II. Heft: Die Entwicklungsgeschichte von *Penicillium*. Leipzig 1834, S. 32.

achtung auch Kulturversuche mit einzelnen Sporen zeigen, daß diese „sogleich wieder gewöhnliches *Penicillium*“ bilden, wenn man sie weniger ernährte. Früher hatten schon Ernst Hallier¹⁾ und E. Loew²⁾ auf die Identität der beiden Gattungen hingewiesen. So meinte Hallier (a. a. O.): „Man kultiviere nur reines *Penicillium* auf nicht zu feuchtem Kleister und man wird meine Angabe bestätigt finden. Noch besser eignen sich dazu Weinbeeren, welche aber rein sein müssen von Sporen anderer Pilze“. Loew findet ebenfalls, daß *Penicillium crustaceum* Fr. Koremien besonders häufig auf Traubensaft bildet. Diese Auffassung von den Koremien ist dann in die Lehrbücher³⁾ aufgenommen worden, und man bezeichnet jetzt allgemein nach dem Vorschlage von Reinke und Berthold⁴⁾ als Koremien alle Aggregationen von Hyphen von ähnlichem Bau wie das alte *Coremium glaucum*. De Barys⁵⁾ Einwände haben — wie es scheint — keinen Einfluß auf diese Nomenklatur gehabt. In seiner Besprechung der Arbeit von Reinke und Berthold (a. a. O.) meint nämlich de Bary, daß „eine bestimmte Habitus- und Strukturform“ nicht durch die Fortpflanzungsorgane, die daran entstehen, zu charakterisieren sei. Die Perithecienträger vieler Pyrenomyceten wären ebensogut „Coremien“ wie eine *Pistillaria*, ein *Stysanus* oder ein *Penicillium-Coremium*. „Ein Baum bleibt Baum, gleichviel ob er Äpfel oder Tannenzapfen trägt“.

Bei der großen Verworrenheit, die auf dem Gebiet der *Penicillium*-Systematik herrscht, hätte man eigentlich erwarten sollen, daß versucht würde, die Koremienbildung als unterscheidendes Merkmal der Species zu benutzen. Wir finden auch in den systematischen Werken (z. B. Lindau a. a. O.) bei der Beschreibung einiger Species Angaben wie: bildet Coremien, bildet leicht Coremien usw., aber derartige Angaben scheinen doch nur ganz bei-läufiger Natur zu sein, ohne daß die Autoren besonderes Gewicht auf die Fähigkeit zur Koremienbildung legen. Selbst Wehmer⁶⁾,

1) Ernst Hallier, Mykologische Studien. 7. Die Stammbildung der Schimmelpilze. Bot. Ztg. 1866, S. 389.

2) E. Loew, Zur Entwicklungsgeschichte von *Penicillium*. Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. VII, 1869/70, S. 480.

3) Vgl. z. B. F. Ludwig, Lehrbuch der Biologie. Stuttgart 1895, S. 87.

4) J. Reinke und G. Berthold, Die Zersetzung der Kartoffel durch Pilze. Berlin 1879.

5) de Bary, Besprechung der vorigen Arbeit in Bot. Ztg., 1880, S. 46.

6) C. Wehmer, Beiträge zur Kenntnis einheimischer Pilze. (Untersuch. über die Fäulnis der Früchte). Jena 1895, S. 68 ff.

durch dessen Untersuchungen in die Penicilliensystematik zuerst einiges Licht gebracht wurde, erwähnt in seinen Diagnosen die Koremien überhaupt nicht, weder bei *P. italicum* und *olivaceum*, noch bei *P. glaucum*. Man gewinnt darum den Eindruck beim Studium der Literatur über *Penicillium*, daß die Autoren — soweit sie sich überhaupt mit der Koremienfrage beschäftigt haben — die Koremien für eine „zufällige“ Wuchsform halten, die unter geeigneten Bedingungen wenigstens bei allen als *P. glaucum* bezeichneten Penicillien entstehen kann, vielleicht auch bei allen anderen *Penicillium*-Arten.

Als ich meine Untersuchungen über die Koremien begann, war ich auch der Meinung, daß man bei den grünen Penicillien Koremienbildung bewirken könne, wenn nur die richtigen Bedingungen erfüllt seien, und ich hatte mir zur Aufgabe gemacht, diese Bedingungen nach Möglichkeit klar zu stellen. In entwicklungsphysiologischer Hinsicht ist die Frage nach der Ursache oder den Bedingungen der Koremienbildung nicht uninteressanter als die Frage nach den Ursachen irgend einer anderen Formbildung. Und wenn Wehmer¹⁾ an einer anderen Stelle meint, daß die Frage nach der Ursache der Koremienbildung zu bedeutungslos sei, um darüber ins weite zu gehen, so war er offenbar der Meinung, daß die Koremienbildung für die Systematik ohne Bedeutung sei.

Daß indessen auch für die Systematik des *Penicillium* die Koremienbildung nicht ganz ohne Bedeutung ist, wurde mir im Laufe meiner Untersuchungen klar und soll im zweiten Teil dieser Abhandlung näher ausgeführt werden.

I. Die Bedingungen der Koremienbildung.

Außer den bereits erwähnten Angaben Brefelds, Halliers und Loew finden sich in der Literatur über Koremien meines Wissens keine erwähnenswerten Äußerungen darüber, wodurch die Bildung der Koremien bei *P. glaucum* veranlaßt sein könnte. Eine experimentelle Behandlung der Frage ist überhaupt noch nicht versucht worden, nur eine kritische Würdigung hat die Angabe Brefelds bezüglich der „üppigen Ernährung“ von seiten Wehmers²⁾ gefunden. „Was die Ursachen des Koremien-Auf-

1) C. Wehmer, Zur Morphologie und Entwicklungsgeschichte des *Penicillium luteum* Zukal. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 1893, S. 503.

2) Derselbe, *Penicillium luteum*, a. a. O., S. 503.

tretens anbetrifft, so hat man dafür wohl eine besonders üppige Ernährung verantwortlich gemacht. Auf welchen Tatsachen diese Ernährung fußt, ist mir nicht bekannt; nach mehreren Erfahrungen erachte ich sie aber für eine ziemlich in der Luft schwebende. Denn mit ungefähr gleichem Rechte ließe sich als Grund das Gegenteil angeben.

Unstreitig befinden sich rasch wachsende Decken auf 10 bis 20-proz. Zuckerlösung mit den üblichen Nährsalzen unter ‚günstigen Ernährungsverhältnissen‘, ohne daß ich in zahlreichen derartigen Kulturen jedoch eine Spur von Koremienbildung beobachtete, wogegen der Pilz wiederholt, nachdem er sich auf der Decke einiger anderer Schimmelpilze angesiedelt und ausgebreitet, reichlich in Bündeln verschiedener Form emporwuchs. Hier spielen voraussichtlich andere Verhältnisse — vielleicht auch die physikalische Beschaffenheit des Substrats — eine Rolle“.

Wie bereits erwähnt wurde, nahm ich an, daß jedes *Penicillium glaucum* zur Koremienbildung veranlaßt werden könnte; infolgedessen legte ich zunächst kein großes Gewicht auf die mir bekannte Tatsache, daß *P. glaucum* keine einheitliche Species sei; es war auch nicht so ohne weiteres zu erkennen, ob ich es in meinen Kulturen mit einer einzigen Art oder Form zu tun hatte, da die Färbung der Conidien bei einer ganzen Reihe verschiedener grüner Penicillienformen keine oder nur geringe Unterschiede zeigen. Erst die mannigfachen, sich widersprechenden Resultate einer großen Anzahl von Kulturversuchen zwangen mich, die Erfahrungen früherer Forscher zu berücksichtigen und in allen Fällen von einer Conidie auszugehen. Aber selbst unter den größtmöglichen Vorsichtsmaßnahmen waren Verunreinigungen oft schwer zu vermeiden und es bedurfte größter Sorgfalt, um die Kulturen rein zu halten. Es erwies sich schließlich als das rationellste, die verschiedenen Penicillien an verschiedenen Orten des Instituts, wenn möglich im Freien, auf andere Substrate überzupfen. Bekanntlich lassen sich die Penicillien nach rein morphologischen Charakteren nicht auseinander halten, und ich bediente mich zur Isolierung der verschiedenen Formen besonders der von Weidemann¹⁾ benutzten Substrate, besonders deswegen, um meine Formen möglicherweise mit denen

1) Carl Weidemann, Morphologische und physiologische Beschreibung einiger Penicillien-Arten. Centralbl. f. Bakt., II. Abt., XIX. Bd., 1907, S. 675 ff. und die dort zitierte Literatur.

Weidemanns später vergleichen zu können. — Wie ich hier vorweg bemerken will, ist es mir nicht gelungen, die von mir benutzten Penicillien mit bekannten Formen genau zu identifizieren; offenbar ist *Penicillium „glaucum“* eine Kollektivspecies im allerweitesten Sinne und es sind ohne Frage weit zahlreichere Versuche und vor allem genügendes Vergleichsmaterial notwendig, um die einzelnen Arten oder Formen voneinander trennen zu können.

Für mich handelte es sich zunächst nur darum, festzustellen, ob die elf von mir kultivierten Penicillien wirklich alle zur Koremienbildung veranlaßt werden konnten oder ob die Koremienbildung auf einzelne dieser Formen beschränkt sei.

Nachdem sich herausgestellt hatte, daß von den elf kultivierten Formen nur zwei zur Koremienbildung geeignet waren, während neun niemals Koremien bildeten, wurde eine der Koremien bildenden Formen — vom Apfel — genauer daraufhin untersucht, ob sie nur unter ganz bestimmten Bedingungen ihre Koremien zur Entwicklung bringt, oder ob das Nährsubstrat und andere Faktoren für die Koremienbildung mehr oder weniger belanglos sind.

Da es zunächst galt, festzustellen, in wieweit eine „gute“ oder „schlechte“ Ernährung für die Koremienbildung in Frage kam, wurden zur Kultur eine Anzahl Substrate gewählt, von denen anzunehmen war, daß der Pilz üppig auf ihnen zu wachsen imstande sei. Ich bemerke, daß alle in den folgenden Protokollen aufgeführten Kulturen mehrfach vorhanden waren und daß die Versuche wiederholt wurden.

1. Frische Apfelscheiben (in Petrischalen sterilisiert). Nach 7 Tagen: fast gar kein grüner Belag, nur Koremien mit weißem Stiel und grünen Köpfchen, 3—5 mm lang.
2. Birnenscheiben (Dörrobst, in Petrischalen im Dampftopf sterilisiert). Nach 11 Tagen: aus grüner Decke erheben sich reichlich dicke Koremien, die zum Teil keinen weißen Stiel mehr haben, da sich auch hier grüne Conidien entwickelt hatten.
3. Citronenscheiben mit der Schale (in Petrischalen sterilisiert). Nach 11 Tagen: sehr reichlich gute Koremien, besonders an der Schale; auf den Schnittflächen grüner Belag, dazwischen Koremien.
4. Apfelsinenscheiben mit der Schale (in Petrischalen sterilisiert). Nach 7 Tagen: grüne flache Decke, dazwischen gute Koremien, besonders an der Oberfläche der Schale.

5. Kartoffelscheiben mit der Schale (in Petrischalen sterilisiert). Nach 16 Tagen: sehr üppiges Deckenwachstum, dickes wulstiges Mycel, starke Tropfenausscheidung; nur auf einer Scheibe deutliche Koremien. — Wie ich mich später an anderen Kulturen überzeugte, entstehen überall Koremien, die aber vielfach im Laufe der Entwicklung durch das üppige Mycelwachstum verdeckt und unkenntlich werden. Bemerkenswert ist die Tatsache, daß die Schale fast niemals einen grünen Überzug zeigt, und daß die Koremien nicht wie bei Apfel, Citronen und Apfelsinen durch die Schale dringen. Koremien besonders zwischen Schale und Grundgewebe.
6. Frische Birnenscheiben (in Petrischalen sterilisiert). Nach 7 Tagen: überall Koremien zwischen dünnem grünen Belag.
7. Scheiben von *Daucus Carota* (in Petrischalen sterilisiert). Nach 16 Tagen: sehr schöne Entwicklung, zahlreiche Koremien, einzeln oder eng miteinander verwachsen (Verbänderung).
8. Birnensaft (frische Birnen zerrieben und ausgepreßt; der Rückstand mit gleichem Gewicht Wasser gekocht, ausgepreßt und mit dem ersten Preßsaft vereinigt, filtriert und in Erlenmeyerkolben sterilisiert; in andern Fällen wurden die Birnen sofort mit dem gleichen Gewicht Wasser im Wasserbade längere Zeit erhitzt, zerdrückt, ausgepreßt, filtriert und sterilisiert. In jeden Erlenmeyerkolben wurden 30 ccm Flüssigkeit gefüllt). Nach 6 Tagen: Viel submerses steriles Mycel, einige grüne Inseln auf der Oberfläche. Koremien an den Rändern der Inseln und direkt aus dem submersen Mycel herausragend. Nach 13, 16 und 26 Tagen: Zunahme der Koremien aus dem submersen Mycel, keine weitere Entwicklung der Decke auf der Oberfläche.
9. Dekokt von *Daucus Carota* (die Rüben mit dem gleichen Gewicht Wasser im Wasserbade längere Zeit erhitzt, ausgepreßt und in Erlenmeyerkolben, je 30 ccm enthaltend, sterilisiert). Nach 11 Tagen: Ziemlich gut entwickelte Inseln, an deren Rändern schöne Koremien entwickelt waren.
10. Preßrückstand vom Dekokt 9 (in Petrischalen sterilisiert). Nach 11 Tagen: Mycel gut entwickelt, Koremien meist zusammenhängend (verbändert).

11. **Konzentrierter Birnensaft.** (Frische Birnen zerrieben, ausgepreßt, filtriert und in Erlenmeyerkolben je 30 ccm sterilisiert.) Nach 4 Tagen: Inseln mit lockerem Mycel, Nach 25 Tagen: Dünne grüne Decke, nur vereinzelte Koremien.
12. **Weintrauben** (in Erlenmeyerkolben sterilisiert). Nach 7 Tagen: sehr schöne Koremien, in Reihen angeordnet, kaum Oberflächenbelag.
13. **Traubensaft.** (Weintrauben ausgepreßt, Saft filtriert und je 30 ccm in Erlenmeyerkolben sterilisiert.) Nach 7 Tagen: grüne Inseln, viel submerses Mycel; am Rande der Inseln Beginn der Koremienbildung. Nach 13 Tagen: Sehr wenig Koremien entwickelt, Decke schwach.
14. **Rosinensaft** (Rosinen mit gleichen Gewichtsteilen Wasser 24 Stunden lang bei Zimmertemperatur digeriert, im Mörser zerrieben, im Dampftopf längere Zeit erhitzt, ausgepreßt, vom filtrierten Saft je 30 ccm in Erlenmeyerkolben sterilisiert.) Nach 11 Tagen: Decke grün, flach, keine Koremien zu erkennen.
15. **Kirschsafft** (getrocknete Kirschen mit gleichen Gewichtsteilen Wasser 24 Stunden lang bei Zimmertemperatur digeriert, entkernt, zerrieben, im Dampftopf eine Zeitlang erhitzt, ausgepreßt, vom filtrierten Saft je 30 ccm in Erlenmeyerkolben sterilisiert). Nach 11 Tagen: schwache Deckenentwicklung, keine Koremien zu erkennen.
16. **Pflaumensaft** (in gleicher Weise wie 15, aus getrockneten Pflaumen gewonnen). Nach 11 Tagen: weiße flache Decke, keine Conidien, keine Koremien zu erkennen. Nach 14 Tagen: Decke grün, etwas gekräuselt, Tropfenausscheidung, keine Koremien.
17. **Traubenzuckerlösung** nach Weidemann (dest. Wasser 100,0; KH_2PO_4 0,1; $\text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ 0,1; NH_4NO_3 0,25; Traubenzucker 3,0). Nach 7 Tagen: wulstiges Mycel, Unterseite rotgelb, wenig Conidien, dicke kurze Koremien, die vielfach unkenntlich werden, da sie mit der starken Myceldecke wieder verschmelzen. Nach 14 Tagen: Koremien fast ganz verschwunden.

Betrachten wir die Ergebnisse der hier mitgeteilten Kulturversuche, so fällt zunächst auf, daß in den Versuchen 14, 15 und

16 überhaupt keine Koremien zu erkennen waren, und daß die Koremienentwicklung in den Versuchen 5, 11, 13 und 17 keine besonders gute war. Die weitaus beste Mycelentwicklung finden wir auf der Kartoffel und in der Traubenzuckerlösung, und wenn wir als Kriterium eines guten Nährbodens die Menge des produzierten Mycels betrachten, so zeigen schon diese beiden Versuche, daß Koremienentwicklung und guter Nährboden nicht viel miteinander zu tun haben. — Auffällig ist besonders, daß in den Lösungen 14, 15 und 16 gar keine Koremien beobachtet wurden, und daß hier auch die Menge des Mycels keine sehr beträchtliche war, obwohl man annehmen sollte, daß die Fruchtsäfte einen guten Nährboden für die Penicillien abgeben, da ja die ganzen Früchte stets ein geeigneter Nährboden für Schimmelpilze sind. Hier ist es offenbar die physikalische Beschaffenheit, die eine gewisse Rolle spielt, worauf weiter unten noch zurückzukommen sein wird. — Die Tatsache, daß in dem verdünnten Birnenauszug (8) bessere Koremien zur Entwicklung kamen, als aus der Kultur auf konzentriertem Birnensaft (11), ließ vermuten, daß die Konzentration des Nährbodens für die Koremienbildung möglicherweise von Bedeutung sein könnte; die folgenden Versuche bestätigen die Richtigkeit der Vermutung. Die Conidien wurden geimpft auf:

18. Rosinensaft II. (Der Preßrückstand von 14 mit gleichen Gewichtsteilen Wasser längere Zeit im Dampftopf erhitzt, abgepreßt, der Saft filtriert und je 30 ccm in Erlenmeyerkolben sterilisiert.) Nach 11 Tagen: aus grüner Decke erheben sich gute Koremien mit weißem Stiel.
19. Kirschsafft II (in gleicher Weise aus dem Preßrückstand von 15 hergestellt). Nach 11 Tagen: sehr schöne Koremien aus grüner Decke.
20. Pflaumensaft II (in gleicher Weise hergestellt aus dem Preßrückstand von 16). Nach 11 Tagen: reichliche Deckenbildung, Koremien vorhanden, aber sehr kurz gestielt.
21. Traubensaft II (in gleicher Weise aus dem Preßrückstand von 13 hergestellt). Nach 11 Tagen: sehr schöne große weißgestielte Koremien aus grüner Decke hervorragend.

Wir sehen aus diesen letzten Kulturversuchen also, daß der hier zur Anwendung kommende Konzentrationsgrad für die Koremienbildung ein durchaus günstiger war und daß auch die Deckenbildung gefördert wurde, letztere jedoch in keiner Weise so üppig auftrat wie etwa bei Anwendung der Traubenzuckerlösung des Vers. 17.

Es fragte sich nun, wieweit die Verdünnung der Saftlösung getrieben werden könnte, um noch Koremien zur Entwicklung zu bringen. Als Nährlösung wählte ich verdünnten Birnensaft.

22. Konzentrierter Birnensaft (s. Vers. 11) (wurde mit Leitungswasser verdünnt und je 30 ccm der Lösung in Erlenmeyerkolben sterilisiert).

- a) Birnensaft 1 + 1 Wasser. Nach 4 Tagen: submerses Mycel, wenige Inseln und Oberflächenmycel, schön ausgebildete Koremien direkt aus dem submersen Mycel hervorragend und auf den Inseln.
- b) Birnensaft 1 + 3 Wasser. Nach 4 Tagen: submerses Mycel, keine Inseln, Koremien kurz, direkt aus dem submersen Mycel über die Oberfläche der Lösung herausragend. Nach 25 Tagen: fast nur submerses Mycel, kräftige Entwicklung der Koremien.
- c) Birnensaft 1 + 9 Wasser. Nach 4 Tagen: schwache Entwicklung, submerses Mycel, ganz kurze, aber deutliche Koremien. Nach 25 Tagen: submerses Mycel, schwach entwickeltes Oberflächenmycel, kleine Koremien.
- d) Birnensaft 1 + 19 Wasser. Nach 4 Tagen: ganz schwaches Wachstum, aber Koremien noch deutlich erkennbar.
- e) Birnensaft 1 + 40 Wasser. Nach 4 Tagen: ganz schwache Entwicklung, Koremien im Beginn der Ausbildung. Nach 25 Tagen: schwache Mycelentwicklung, aber Koremien noch deutlich erkennbar.

Ähnliche Erfolge erzielte ich mit sehr verdünntem Saft von *Daucus Carota*.

Die Resultate dieser Versuche zeigen aufs deutlichste, daß eine Koremienbildung selbst da noch zu beobachten ist, wo von einem guten Wachstum des Pilzes überhaupt keine Rede sein kann; sie zeigen ferner, was schon aus dem Versuch 8 ersichtlich war, daß zur Koremienbildung eine vorherige Deckenbildung keineswegs nötig ist, sondern daß direkt aus dem sterilen submersen Mycel Koremien über die Oberfläche herausragen können, die dann Conidien abschnüren.

Wodurch wird nun die Verhinderung der Koremienbildung in den konzentrierten Fruchtsäften bewirkt? Es ist ja eine bekannte Tatsache, daß stark gezuckerte und eingedickte Fruchtsäfte weniger

leicht, oft überhaupt nicht zur Schimmelbildung neigen, und man schreibt diese Fähigkeit des Sterilbleibens dem Zuckergehalt oder dem Gehalt an organischen Säuren zu. Wie wir nachher sehen werden, trifft weder den Gehalt an Zucker noch an Säure die Schuld am Ausbleiben der Koremien, denn sowohl das Wachstum des Mycels wie die Koremienbildung wurde nicht vermindert auf künstlichen Nährlösungen, die die gleiche Menge Zucker oder Säure wie die benutzten Fruchtsäfte enthielten. Ich führe in folgender Tabelle zunächst einige Versuche auf, die mit Zuckerlösungen verschiedener Konzentration angestellt wurden.

Versuch 23.

Nährlösung	Nach Tagen	Entwicklungszustand
Weidemanns Traubenzucker, 3 % (s. Vers. 17)	14	Gut entwickelte Decke, Unterseite gelbrot, Koremien.
Weidem. Traubenzucker, 2 %	18	Dicke wulstige Decke, kurzstielige dicke Koremien.
Weidem. Traubenzucker, 0,5 %	18	Dicke Decke, einzelne dicke Koremien.
Weidem. Traubenzucker, 1 %	18	Dicke wulstige Decke, Unterseite gelbrot, Koremien dick.
Weidem. Traubenzucker, 0,2 %	18	Ziemlich schwache Entwicklung, wenig Koremien.
Weidem. Traubenzuck., 0,1 % ¹⁾	18	Schwache dicke Mycelentwicklung, einzelne Koremien.
Weidem. Traubenzucker, 3 % = 2 Teile Destill. Wasser . . = 1 Teil	10	Dicke wulstige Decke, sehr dicke Koremien, dicht aneinander gedrängt, so daß sie sich von der Decke wenig abheben. Am Rande der Decke Koremien dünner.
Weidem. Traubenzucker, 3 % = 1 Teil Destill. Wasser . . = 2 Teile	10	Gute Deckenentwicklung, weniger Koremien.
Weidem. Traubenzucker, 3 % = 1 Teil Destill. Wasser . . = 2 Teile	10	Nicht sehr starke Decke. Koremien sehr gut entwickelt.
Weidem. Traubenzucker, 3 % a) + 3 % Traubenzucker b) + 6 % " " c) + 9 % " "	14	Dicke wulstige Decke, dicke Koremien, die in den ersten 8 Tagen noch nicht entwickelt waren.

1) Der Salzgehalt in diesen Lösungen ist immer der gleiche; es wechselt nur der Zuckergehalt.

Nährlösung	Nach Tagen	Entwicklungsstand
Weidem. Traubenzucker, 3 % a) + 3 % Traubenzucker b) + 6 % „ c) + 9 % „	14	Verhält sich ebenso wie die vorigen Lösungen mit nur Traubenzucker.
Weidem. Traubenzucker, 15 %, 20 %, 25 %, 30 %, 40 %, 50 % ¹⁾	14	Dicke wulstige Decke, nach einiger Zeit Koremien, die später überwuchert werden (in älteren Kulturen treten dann gelegentlich wieder dünnere Koremien auf).

Eine Koremienbildung ist hier also überall zu bemerken, wenn auch dort, wo die Deckenbildung eine besonders kräftige ist, die Koremien wieder undeutlich werden, wie das schon aus Vers. 17 hervorging.

Da nun

frische Birnen	7,11 %	Invertzucker und	1,5 %	Rohrzucker ²⁾
„ Kirschen	8,94 %	„	0,51 %	„
„ Weintrauben	14,96 %	„	0	„

enthalten, so kann der Zuckergehalt der Fruchtsäfte nicht die Koremien und ebensowenig die üppige Ausbildung der Decke verhindert haben. Ebenso verhält es sich mit dem Säuregehalt, was eigentlich schon daraus hervorgeht, daß sich gute Koremien auf Citronenscheiben entwickelten. Citronen enthalten nach König (a. a. O.) 5,39 % freie Säure; in den Birnen sind 0,2 %, in den Kirschen 0,72 % und in den Weintrauben 0,77 % freie Säure (s. König a. a. O.) enthalten. In künstlichen Nährlösungen erhielt ich denn auch bei Zusatz bis zu 8 % Citronensäure noch Koremien, ebenso in alkalischen Lösungen. Eine Hemmung der Koremienbildung trat erst bei 10 % Citronensäure ein; die alkalischen (Zusatz von 2 % Na_2CO_3) Nährlösungen wurden durch die Säureproduktion des Pilzes neutralisiert, und es entwickelten sich auf ihnen stets sehr gute Koremien.

Eine Förderung der Koremienbildung durch Säurezusatz, wie es Zukal³⁾ fand, war bei meinen Versuchen nicht zu beobachten.

1) Der Zucker wurde den Salzlösungen zugesetzt, so daß Weidem. Traubenzucker (50 %) einer 33 $\frac{1}{3}$ -proz. Zuckerlösung entspricht.

2) König, Die menschlichen Nahrungs- und Genußmittel. 4. Aufl., S. 956.

3) H. Zukal, Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen aus dem Gebiete der Ascomyceten. Sitzungsber. d. Wiener Akad., math.-nat. Kl., Bd. XCVIII, Abteil. 1, 1889, S. 555.

Wenn wir die hier mitgeteilten Versuche bezüglich ihrer Neigung und Fähigkeit zur Koremienbildung zu klassifizieren versuchen, so ergeben sich ungefähr folgende 5 Klassen:

1. Keine oder kaum Koremienbildung bei nicht besonders günstiger Mycelentwicklung infolge zu hoher Konzentration: Vers. 11, 13, 14, 15, 16.
2. Gute Koremienbildung aus dem submersen Mycel bei mangelnder oder schlechter Entwicklung des Oberflächenmycels: Vers. 8, 22 a u. b, 1, 12.
3. Gute Koremienbildung bei mehr oder weniger gut entwickeltem Oberflächenmycel: Vers. 2, 3, 4, 6, 9, 10, 18, 19, 21, 23 z. T.
4. Üppige Deckenentwicklung mit mehr oder weniger reichlichen dicken Koremien, die zum Teil unkenntlich werden bei zu starker Mycelentwicklung: Vers. 5, 7, 17, 20, 23.
5. Kleine, aber stets kenntliche Koremien bei schlechter Mycelentwicklung infolge zu nährstoffarmer Nährlösung: Vers. 22 c, d, e, 23 (0,1 % Traubenzucker).

Mit Ausnahme der unter 1. genannten Fälle werden also überall Koremien gebildet und aus den Versuchen der ersten Klasse manchmal noch vereinzelt. Das einzige Moment, das die Koremienbildung zu verhindern imstande ist, bleibt demnach eine gewisse Konzentration der Nährlösung. Impfen wir Conidien aus einer Kultur mit dieser konzentrierten Nährlösung in eine verdünntere, so erhalten wir, wie wir sahen, gute Koremien, selbst dann, wenn die Kulturen ohne Koremien mehrere Monate alt waren.

Worauf nun die Verhinderung der Koremienbildung hier beruht, ist auch durch meine Versuche nicht ganz klar gestellt. Jedenfalls hat weder der Zucker- noch der Säuregehalt der betreffenden Flüssigkeiten irgend eine Bedeutung, was auch schon daraus hervorgeht, daß sich Koremien auf den Früchten bilden, deren Gehalt an Zucker oder Säure natürlich der gleiche ist, wie der des ausgepreßten Saftes. Vielleicht spielt die Konzentration der Salze eine Rolle dabei; wenigstens ließ sich in einer Traubenzuckernährlösung durch sukzessive Zugabe von Chlornatrium die Koremienbildung unterdrücken. Bei Zusatz von 1 g NaCl zu 30 ccm Nährlösung waren nur ein paar Koremien zur Ausbildung gelangt, während bei Zusatz von 2 g NaCl zu 30 ccm Nährlösung keine Koremien beobachtet werden konnten. Die Deckenbildung

war eine gute, und auf der Nährlösung ohne NaCl waren zahlreiche Koremien vorhanden. Eine rein osmotische Wirkung kann hier nicht in Frage kommen; denn bekanntlich¹⁾ vermag *Penicillium* auf sehr stark konzentrierten Salzlösungen zu gedeihen, und in unseren Versuchen wuchs der Pilz auf konzentrierten Zuckerlösungen ausgezeichnet; 3 g NaCl entsprechen etwa 15 g Traubenzucker an osmotischem Wert und bei Zusatz von 50 g Traubenzucker zu 1000 ccm Nährlösung wurden Koremien und eine starke Deckenbildung beobachtet. Ob und inwieweit hier spezifische Wirkungen einzelner Salze in Frage kommen, muß weiteren Untersuchungen vorbehalten werden.

Für mich war es vor allem von Interesse, daß der hier benutzte Pilz eigentlich überall — mit Ausnahme der konzentrierten Fruchtsaftauflösungen — Koremien auszubilden imstande ist, und daß diese Fähigkeit zur Koremienbildung unabhängig von guter oder schlechter Ernährung ist. Meine Untersuchungen beschränkten sich allerdings nur auf ein einziges koremienbildendes *Penicillium*, aber es scheint mir wahrscheinlich zu sein, daß auch andere koremienbildende *Penicillium*-Species sich ähnlich verhalten. Für diese Auffassung spricht auch der Umstand, daß Weidemann²⁾ an seinem *P. Juglandis* fast auf allen Substraten Koremien beobachtet. Wenn bei einigen *Penicillien* die Autoren eine Koremienentwicklung nur für gewisse Substrate angeben, so liegt das m. E. einmal daran, daß alle Beobachtungen über die Koremienbildung nur beiläufig erwähnt werden und infolgedessen natürlich nur auf die wohl ausgebildeten Koremien geachtet wurde, während kleine Formen sicher vielfach übersehen sind. Ferner halte ich es nicht für ausgeschlossen, daß des öfteren Koremienbildung angegeben wird, wo es sich offenbar um Verunreinigungen mit anderen *Penicillien* handelt. Bei der weiten Verbreitung der verschiedensten Formen des *Penicillium* ist eine derartige Verunreinigung nach meinen Erfahrungen nur allzu leicht möglich.

Wenn nun auch, wie wir feststellen konnten, eine Beziehung zwischen Koremienbildung und guter oder schlechter Ernährung nicht besteht, so scheint doch eine Korrelation zwischen Koremienbildung und Mycelentwicklung vorhanden zu sein, soweit die Ausbildung guter oder weniger deutlicher Koremien in Frage kommt. Wir sahen schöne Koremien aus submersem Mycel über die Ober-

1) Vgl. Eschenhagen, Einfluß verschiedener Konzentration auf Schimmelpilze. Dissert. Leipzig, 1889.

2) A. a. O.

fläche herausragen und andererseits bei sehr starker Entwicklung des Oberflächenmycel die Koremienbildung undeutlich werden. In älteren Kulturen konnte man dann gelegentlich wieder normale Koremien beobachten, und vielfach traten Koremien besonders stark an den Randpartien der Decke auf, während sie an den Stellen des üppigsten Deckenwuchses fehlten.

Dieses Verhalten ist teleologisch z. Teil verständlich; für das submerse Mycel, das immer steril bleibt, ist es ohne Frage von Nutzen, wenn die Fähigkeit besteht, Koremien über das Flüssigkeitsniveau zu senden, weil sich an ihnen die Conidien bilden können. Wird hingegen eine Decke gebildet, so ist Gelegenheit zur Conidienbildung genügend vorhanden. Wenn trotzdem auch hier Koremien gebildet werden, so müssen wir das als eine durch die Organisation des Pilzes gegebene Eigenschaft hinnehmen, für die irgendwelche teleologischen Gründe nicht gesucht werden brauchen, da eine flüssige Nährlösung, wie sie hier angewandt wurde, als natürlicher Standort des Pilzes kaum in Betracht kommt. Der natürliche Standort unseres *Penicillium* ist der Apfel, und wie wir sahen, werden hier fast immer nur Koremien an der Oberfläche angetroffen; offenbar ist die glatte Wachsschicht an der Oberfläche des Apfels für eine Deckenbildung ungeeignet, die Fähigkeit zur Koremienbildung demnach eine nützliche und zweckmäßige. Das Hervorbrechen der Koremien aus dem Inneren an die Oberfläche des Apfels hat vielleicht Wehmer (a. a. O.) dazu geführt, die Möglichkeit zu erwägen, ob etwa physikalische Eigenschaften des Substrates auf die Koremienbildung von Einfluß sein könnten. In der Tat scheint nun die physikalische Beschaffenheit des Nährbodens nicht ganz ohne Bedeutung zu sein. Wenn man nämlich Nährlösung, die an und für sich nur wenige Koremien entwickelt, mittels Filtrierpapier oder Sägemehl zu einem dicken Brei verarbeitet, so kann man in vielen Fällen beobachten, daß die Koremienentwicklung eine bessere wird, während die Decke mehr oder weniger verschwindet. Die Hyphen durchwuchern dann das Substrat wie unter natürlichen Verhältnissen den Apfel, und die Koremien erscheinen zeitlich später als auf dem flüssigen Nährboden. — Es erinnert dies Verhalten an die Angaben Falks¹⁾ über die Fruchtkörper von *Coprinus*, deren Ausbildung erst dann erfolgt, wenn die Mycelien das Substrat durchwachsen haben. Dieses Durchwachsen des Substrates ist in konzentrierten

1) Rich. Falk, Die Oidien und ihre Rückführung in die höhere Fruchtkörperform bei den Basidiomyceten. Cohns Beitr. z. Biologie d. Pflanzen, 8. Bd., 1902, S. 1315.

Nährlösungen nicht möglich; es kommt dort nur zur Bildung submersen Mycel, da auch eine Deckenbildung nicht eintritt. Durch Vermischen der Lösung mit festen indifferenten Massen wird die Möglichkeit des Durchwachsens gegeben, und so erklärt sich auch, daß auf den ganzen Früchten gute Koremien gebildet werden und nicht auf dem ausgepreßten Saft dieser Früchte¹⁾; ich erinnere z. B. an das Verhalten des konzentrierten Birnensaftes, der wenig Koremien hervorbrachte, im Vergleich zu den Kulturen auf Scheiben von ganzen Birnen, auf denen sehr gute Koremienentwicklung zu beobachten war. — Eine Erklärung für seine Beobachtungen an *Coprinus* gibt Falk nicht; vielleicht ist die Möglichkeit einer besseren Durchlüftung des Substrates die Ursache guter Myceldurchwucherung und die Koremienbildung kann erst dann erfolgen, wenn das Substrat nach irgendeiner Richtung hin erschöpft ist oder wenn das Mycel eine Art Reifezustand erreicht hat. So sahen wir an Kulturen mit kräftig entwickeltem Oberflächenmycel Koremien vielfach erst bei relativem Alter auftreten, indessen eine Beziehung der Zahl der Koremien zur Menge des Mycel, aus dem sich die Koremien erheben, wurde nicht beobachtet, ebensowenig wie eine regelmäßige Anordnung der Koremien auf dem Substrat. Gelegentlich sahen wir allerdings, wie bereits erwähnt wurde, daß die Ränder der Inseln auf einer Nährlösung ein bevorzugter Ort der Koremienbildung waren, aber ebenso häufig traten Koremien, über die ganze Oberfläche zerstreut, auf, ohne daß eine Regelmäßigkeit des Abstandes, die auf eine Beziehung zwischen Koremien und dazugehöriger Mycelmenge schließen ließ, wahrgenommen werden konnte²⁾.

Gelegentliche Beobachtungen an Kulturen mit gut entwickelten Koremien zeigten, daß bisweilen eine gleichmäßige Abweichung der Wachstumsrichtung von der Vertikalen stattfand. Orientierende Versuche zur Beantwortung der Frage, ob hier geotropische oder heliotropische Krümmungen in Frage kamen, führten bisher noch zu keinem Resultat; möglicherweise handelt es sich um hydrotropische Krümmungen, doch können weitere Untersuchungen in dieser Richtung erst angestellt werden, wenn es gelingt, jederzeit Koremien von der gewünschten Größe zu erhalten.

1) Es ist wohl kaum anzunehmen, daß die Cellulose als solche von irgend einem Einfluß sein kann.

2) Vgl. hierzu W. Magnus, Über die Formbildung der Hutpilze. Berlin 1906. Sep. d. Arch. f. Biontologie, Bd. 1.

2. Ist die Fähigkeit, Koremien zu bilden, bestimmten Arten oder Formen vorbehalten?

Es wurde oben (S. 525) bereits erwähnt, daß von den elf untersuchten und kultivierten *Penicillien* nur zwei imstande waren, Koremien zu bilden, und daß die übrigen neun Arten oder Formen unter den gleichen Kulturbedingungen niemals Koremien hervorbrachten. In den folgenden Tabellen seien hier in Kürze die Ergebnisse meiner Untersuchungen in dieser Richtung mitgeteilt.

Tabelle 1. Kulturen auf Scheiben von *Daucus Carota*¹⁾.

Objekt	Tage nach d. Aussaat	Charakteristik der Decke	Farbe der Conidien	Bemerkungen
<i>Penicillium</i> I	5	Oberfläche fast bedeckt, dünn, glatt, in der Mitte etwas lockerer; schmale weiße Randzone	bläulichgrün	
<i>Penicillium</i> II	5	Wie I	bläulichgrün	
<i>Penicillium</i> III	5	Oberfläche zur Hälfte bedeckt, dünn und glatt; schmale weiße Randzone	bläulichgrün	
<i>Penicillium</i> IV	5	Oberfläche fast bedeckt, dünn und glatt; schmale weiße Randzone	bläulichgrün	
<i>Penicillium</i> V	5	Oberfläche zur Hälfte bedeckt, dünn und glatt; schmale weiße Randzone	bläulichgrün	
<i>Penicillium</i> VI	5	Oberfläche bedeckt, zum Teil wulstig gewölbt; keine weiße Randzone	dunkel blau-grün	deutliche Koremien
<i>Penicillium</i> VII	5	Oberfläche zu zwei Dritteln bedeckt, zum Teil wulstig gewölbt, ziemlich breite, weiße Randzone	dunkel blau-grün	deutliche Koremien, starke Tropfenausscheidung
<i>Penicillium</i> VIII	5	Oberfläche ganz bedeckt, mäßig dick, weich, sammetartiger Charakter; keine weiße Randzone	dunkel blau-grün	

1) Alle Kulturen, hier wie immer, mehrfach mit gleichem Resultat angestellt, das Impfmateriale war jeweils aus einer Reinkultur auf Stärke entnommen, da dieser Nährboden sich für Dauerkulturen als besonders günstig erwies. Sämtliche Kulturen wurden bei Zimmertemperatur angestellt.

Objekt	Tage nach d. Aussaat	Charakteristik der Decke	Farbe der Conidien	Bemerkungen
<i>Penicillium</i> IX	5	Decke aus sich berührenden runden Inseln gebildet, dünn und glatt, in der Mitte der Inseln etwas lockerer; keine weiße Randzone	dunkel blau-grün	
<i>Penicillium</i> X	5	Oberfläche fast bedeckt, glatt und dünn, in der Mitte etwas lockerer; schmale weiße Randzone	bläulichgrün	
<i>Penicillium</i> XI	5	Oberfläche zu zwei Dritteln bedeckt, dünn und glatt; schmale weiße Randzone	hellgrün	

Tabelle 2. Kulturen auf Citronenscheiben.

<i>Penicillium</i> I	11	Oberfläche halb bedeckt, dünn und glatt; schmale weiße Randzone	bläulichgrün	
<i>Penicillium</i> II	11	Oberfläche bedeckt, dicker als I, körniges Aussehen; keine Randzone	schmutzig graugrün	
<i>Penicillium</i> III	11	Oberfläche bedeckt, dick und weich (wollig); keine Randzone	graugrün	
<i>Penicillium</i> IV	11	Oberfläche halb bedeckt, dünn und glatt; schmale weiße Randzone	hellgrün	
<i>Penicillium</i> V	11	Oberfläche fast bedeckt, etwas wulstig; keine Randzone	bläulichgrün	
<i>Penicillium</i> VI	11	Oberfläche zu zwei Dritteln bedeckt, wulstig; keine Randzone	dunkel blau-grün	Koremien, Tropfenausscheid.
<i>Penicillium</i> VII	11	Oberfläche zur Hälfte bedeckt, etwas wulstig; keine Randzone	blaugrün	gute Koremien, schwache Tropfenausscheidung
<i>Penicillium</i> VIII	11	Oberfläche fast bedeckt, sehr locker durch in die Luft ragende Einzelhyphen; keine Randzone	graugrün	
<i>Penicillium</i> IX	11	Oberfläche bedeckt, Decke z. T. wulstig, locker; keine Randzone	schmutzig dunkelgrün	
<i>Penicillium</i> X	11	Oberfläche zu zwei Dritteln bedeckt, etwas wulstig, locker; keine Randzone	graugrün	
<i>Penicillium</i> XI	11	Oberfläche zu zwei Dritteln bedeckt, aus kreisrunden Inseln hervorgegangen, die verschmelzen, locker; keine Randzone	hell blaugrün	

Tabelle 3. Kulturen auf Kartoffelscheiben.

Objekt	Tage nach d. Aussaat	Charakteristik der Decke	Farbe der Conidien	Bemerkungen
<i>Penicillium</i> I	4	Beginn der Entwicklung; kleine weiße Inseln		
	9	Oberfläche fast bedeckt, Decke wellig, kraus; ca. 5 cm breite weiße Randzone	bläulichgrün	
<i>Penicillium</i> II	4	Beginn der Entwicklung, kleine weiße Inseln		
	9	Oberfläche fast bedeckt, gekröseartig gewunden, schmutzig grau, nur am Rande Conidien	hell graugrün	
	19	Wie vorher, nur mehr Conidien, auch in der Mitte	dunkler graugrün	geringe Tropfenausscheidung
<i>Penicillium</i> III	4	Inseln von ca. 1 cm Durchmesser; weiße Randzone	hellgrün	
	9	Oberfläche je ein Viertel bedeckt, sammetartig; weiße Randzone	graugrün	
	19	Oberfläche zur Hälfte bedeckt, sammetartig; weiße Randzone	hellgrau	
<i>Penicillium</i> IV	4	Inseln von 1—2 cm Durchmesser, weiß, dünn		
	9	Oberfläche fast bedeckt, wellig gekräuselt, körnig; weiße Randzone	dunkel blaugrün	
<i>Penicillium</i> V	4	Inseln von ca. 1 cm Durchmesser, dünn, weiß		
	9	Oberfläche fast ganz bedeckt, etwas wellig gekräuselt, körnig; weiße Randzone	dunkel blaugrün	
	19	Oberfläche ganz bedeckt; weißer Rand verschwunden	dunkel blaugrün	
<i>Penicillium</i> VI	13	Oberfläche ganz bedeckt, glatt, nicht gekräuselt oder gewellt	blaugrün	Koremien, besonders am Rande z. T. verbändert
<i>Penicillium</i> VII	4	Inseln von 0,5 cm Durchmesser, dünn, in der Mitte Conidien	hellgrün	kleine kaum erkennbare Koremien
	9	Oberfläche fast bedeckt, dick, aber nicht gewellt oder gekräuselt	dunkel blaugrün	kurze Koremien, z. T. verbändert, starke Tropfenausscheidung
<i>Penicillium</i> VIII	4	Inseln von ca. 1 cm Durchm., locker durch in Luft ragende Hyphen; in der Mitte Conidien	hellgrün	

Objekt	Tage nach d. Aussaat	Charakteristik der Decke	Farbe der Conidien	Bemerkungen
<i>Penicillium</i> VIII	9	Oberfläche fast bedeckt, glatt, in der Mitte runzlich	hellgrün	starke Ausscheid., braune Tropfen
<i>Penicillium</i> IX	4	Oberfläche ganz bedeckt, Decke gekröseartig gewunden, grauweiß, wenig Conidien	hell blaugrün	
	9	Wie vorher	hell blaugrün	
	19	Wie vorher; Conidien zahlreicher	dunkel grau-grün	geringe Tropfenausscheidung
<i>Penicillium</i> X	4	Inseln von ca. 1,5 cm Durchm., schmutzig grauweiß		
	9	Oberfläche fast bedeckt, gekröseartig gewunden, am Rande glatter, schmutzig grauweiß; wenig Conidien	hell blaugrün	
<i>Penicillium</i> XI	4	Dicke Inseln von ca. 1,5 cm Durchmesser; in der Mitte Conidien	hellgrün	
	9	Oberfläche fast ganz bedeckt, fast glatt; weiße Randzone	blaugrün	starke Tropfenausscheidung

Die Angaben über *Penic. VI* stammen aus einer anderen Kulturreihe, da die Conidien hier nicht gekeimt waren. In dieser zweiten mit mehreren Scheiben wiederholten Kulturreihe verhielten sich die *Penicillien* im wesentlichen gleich; die Differenzen bestanden nur in der mehr oder weniger deutlichen Wellung oder Kräuselung der Decke. Die Koremienbildung des *P. VII* war die gleiche, ebenso wie das von den übrigen Kulturen stark abweichende Aussehen der *Penicillien* II, IX und X.

Tabelle 4. Kulturen auf Apfelscheiben.

Objekt	Tage nach d. Aussaat	Charakteristik der Decke	Farbe der Conidien	Bemerkungen
<i>Penicillium</i> I	7	Reichlicher dünner Belag	hellgrün	
	15	Etwas stärkere Entwicklung	dunkler grün	
<i>Penicillium</i> II	7	Reichlicher dünner Belag	grün	
	15	Keine Veränderung	grün	
<i>Penicillium</i> III	7	Spärliche Entwicklung	hellgrün	
	15	Keine Veränderung	hellgrün	

Objekt	Tage nach d. Aussaat	Charakteristik der Decke	Farbe der Conidien	Bemerkungen
<i>Penicillium</i> IV	7	Ziemlich reichlicher dünner Belag	grün	
	15	Etwas stärkere Entwicklung	grün	
<i>Penicillium</i> V	7	Spärlicher Belag	grün	
	15	Keine Veränderung	grün	
<i>Penicillium</i> VI	7	Spärlicher Belag	grün	schöne Koremien
	15	Keine Veränderung	grün	weit. Koremien
<i>Penicillium</i> VII	7	Spärlicher Belag	grün	schöne Koremien
	15	Keine Veränderung	grün	weit. Koremien
<i>Penicillium</i> VIII	7	Dünnere Belag	hellgrün	
	15	Keine Veränderung	hellgrün	
<i>Penicillium</i> IX	7	Dünnere Belag	grün	
	15	Keine Veränderung	grün	
<i>Penicillium</i> X	7	Spärlicher Belag	grün	
	15	Keine Veränderung	grün	
<i>Penicillium</i> XI	7	Dünnere Belag	grün	
	15	Etwas stärkere Entwicklung	grün	

Tabelle 5. Kulturen auf Roggenbrot.

<i>Penicillium</i> I	7	Starke Entwicklung, pelzartiges Aussehen	dunkel blau-grün	
<i>Penicillium</i> II	7	Dichter Belag	graugrün	
<i>Penicillium</i> III	7	Schwache Entwicklung, Luftmycel (einzelne Hyphen in die Höhe ragend)	hellgrün	
<i>Penicillium</i> IV	7	Gute Deckenentwicklung, Luftmycel; weiße Randzone	grün	
<i>Penicillium</i> V	7	Gute Deckenentwicklung, Luftmycel; weiße Randzone	grün	
<i>Penicillium</i> VI	4	Weiße Decke, Luftmycel		Koremien
	7	Gut entwickelte Decke, Luftmycel	grün	reichl. Koremien
<i>Penicillium</i> VII	4	Weiße Decke, gute Entwicklung		reichl. Koremien
	7	Decke locker, pelzartig, starke Entwicklung	hellgrün	Koremien vom Deckenmycel überwuchert, an den Rändern einzelne gute Koremien
<i>Penicillium</i> VIII	7	Insel, locker pelzartig, weiße Randzone	hellgrün	

Objekt	Tage nach d. Aussaat	Charakteristik der Decke	Farbe der Conidien	Bemerkungen
<i>Penicillium</i> IX	7	Dichter Belag	graugrün	
<i>Penicillium</i> X	7	Dichter Belag	graugrün	
<i>Penicillium</i> XI	7	Flache Decke, wenig Luftmycel	dunkelgrün	

Tabelle 6. Kulturen auf Weidemanns KNO_3 -Rohrzucker¹⁾.

<i>Penicillium</i> I	8	Kleine Inseln, darunter submerses flockiges Mycel; submerser Flocken	hellgrün	Unterseite weiß
	25	Ziemlich dicke Decke	hellgrün	Unterseite schmutziggelblich, starke Ausscheidung gelber Tropfen
<i>Penicillium</i> II	8	Beginn der Keimung		
	25	Dünne Decke	grün	Unterseite weiß
<i>Penicillium</i> III	8	Dünne Inseln	hellgrün	Unterseite weiß
	25	Dünne geschlossene Decke	graugrün	Unterseite schmutziggelb
<i>Penicillium</i> IV	8	Einige Oberflächeninseln, viele submerser Inseln		
	25	Oberfläche halb bedeckt	gelbgrün	Unterseite gelblichweiß
<i>Penicillium</i> V	8	Einige Oberflächeninseln, viele submerser Inseln	hellgrün	
	25	Decke fast geschlossen	bläulichgrün	Unterseite weiß
<i>Penicillium</i> VI	8	Große Inseln, locker, Mycel rötlich schimmernd	dunkelgrün	Unterseite orangefarben; reichlich weiße Koremien
	25	Decke fast geschlossen	heller grün	Unterseite orangefarben; reichlich Koremien
<i>Penicillium</i> VII	8	Große gewölbte Inseln, viele submerser Inseln	hellgrün	Unterseite gelblich, dicke kurze weiße Koremien
	25	Decke fast geschlossen	dunkler grün	Unterseite kanariengelb mit einem Stich ins Orange, viele kurze Koremien

¹⁾ Vgl. Weidemann (a. a. O.) S. 679 (H_2O 100,0; K_2HPO_4 0,1; $\text{MgSO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ 0,1; KNO_3 0,25; Rohrzucker 3,0).

Objekt	Tage nach d. Aussaat	Charakteristik der Decke	Farbe der Conidien	Bemerkungen
<i>Penicillium</i> VIII	8	Große weiße Inseln mit starkem flockigen submersen Mycel		
	25	Decke nicht geschlossen, submerse Inseln	blaugrün	Unterseite weiß
<i>Penicillium</i> IX	8	Dünne Decke	hell graugrün	Unterseite hell orange/b
	25	Dünne Decke	graugrün	Unters. schmutzig orange
<i>Penicillium</i> X	8	Beginn der Keimung		
	25	Decke geschlossen	graugrün	Unters. gelblich, z T. orange/b
<i>Penicillium</i> XI	8	Einige Inseln	hellgrün	Unterseite weiß
	25	Decke fast geschlossen	blaugrün	Unterseite weiß

Tabelle 7. Kulturen auf Weidemanns Arrow Root¹⁾.

<i>Penicillium</i> I	9	Inseln mit darüberliegendem flockigen submersen Mycel; weiße Randzone	hellgrün	Unterseite weiß
	25	Keine Veränderung	hellgrün	Unterseite weiß
	55	Keine Veränderung	hellgrün	Unterseite weiß
<i>Penicillium</i> II	9	Dünne Decke, starkes submerses Mycel	blaugrün	Unterseite weiß
	25 55	Keine Veränderung	blaugrün	Unterseite weiß
<i>Penicillium</i> III	9	Keine Entwicklung		
	25	Fast kein Oberflächenmycel, viel submerses Mycel, keine Conidien		Unterseite weiß
	55	Keine Veränderung		Unterseite weiß
<i>Penicillium</i> IV	9	Dünne Decke, fast geschlossen, starkes submerses Mycel	hellgrün	Unterseite weiß
	25 55	Keine Veränderung	hellgrün	Unterseite weiß
<i>Penicillium</i> V	9	Dicht bedeckt mit kleinen Inseln, dickes submerses Mycel	hellgrün	Unterseite weiß
	25 55	Keine Veränderung	hellgrün	Unterseite weiß

¹⁾ Vgl. Weidemann, a. a. O., S. 679 (H₂O 100,1; K₂HPO₄ 0,1; MgSO₄ + H₂O 0,1; NH₄NO₃ 0,25; Arrow Root 0,4).

Objekt	Tage nach d. Aussaat	Charakteristik der Decke	Farbe der Conidien	Bemerkungen
<i>Penicillium</i> VI	9	Eine große weiße Insel, darunter reichliches submerses Mycel	dunkler grün	Unterseite orange-rot, kleine Koremien
	25	Keine Veränderung	dunkelgrün	Unterseite rotorange, Koremien
	55	Keine Veränderung	dunkelgrün	Unterseite fast gelb, der orangefarbene Ton beinahe verschwunden. Koremien
<i>Penicillium</i> VII	9	Starkes submerses Mycel, etwas gelblich gefärbt, keine Oberflächendecke	dunkelgrün (an den Koremien)	einzelne Koremien aus dem submersen Mycel hervorragend
	25 55	Keine Veränderung	dunkelgrün	Koremien
<i>Penicillium</i> VIII	9	Inseln, fast zur Decke vereinigt, viel submerses Mycel	hell graugrün	Unterseite weiß
	25 55	Keine Veränderung	hell graugrün	Unterseite weiß
<i>Penicillium</i> IX	9	Dicke fast ganz submerse Inseln, wenig Conidien	blaugrün	Unterseite rotgelb
	25	Keine Veränderung	blaugrün	Unterseite gelblich, roter Farbstoff fast verschwunden
	55	Keine Veränderung	blaugrün	gelbliche Unters.
<i>Penicillium</i> X	9	Dicke, fast ganz submerse Inseln	blaugrün	Unterseite weiß
	25 55	Keine Veränderung	blaugrün	Unterseite weiß
<i>Penicillium</i> XI	9	Inseln fast zur Decke verschmolz.	hell blaugrün	Unterseite weiß
	25 55	Keine Veränderung	hell blaugrün	Unterseite weiß

Wir ersehen aus den vorstehenden Tabellen, daß stets nur die *Penicillien* VI und VII Koremien bildeten, und zwar auf allen sieben Nährböden. Da stets mehrere Parallelversuche gemacht wurden, so unterliegt es für mich keinem Zweifel, daß die Fähigkeit, Koremien zu bilden, durchaus nicht jedem grünen *Penicillium* zukommt, daß vielmehr die Koremien Wuchsformen bestimmter Arten, Unterarten oder Varietäten sind. Im Grunde genommen hatte also Link gar nicht so Unrecht, wenn er die Gattung *Coremium* aufstellte; denn für Link existierte nur ein grünes *Penicillium*,

das *P. glaucum*, und eine Trennung der Penicillien auf Grund biologischer Eigentümlichkeiten und differenten Verhaltens gegenüber dem Nährsubstrat ist als Methode systematischer Forschung noch so neu, daß sie in den systematischen Handbüchern bisher kaum Eingang gefunden hat. Link konnte sich also nur an morphologische Merkmale halten, und wie mir scheint, ist das Koremium ein gutes morphologisches Merkmal, das sehr wohl zur Unterscheidung der Species zu verwenden ist, vorausgesetzt, daß man mit Reinkulturen arbeitet. Wie nützlich aber die Verwendung morphologischer Unterscheidungsmerkmale bleibt, sieht man ein, wenn man versucht, unbekannte Arten nach den bisher bekannten physiologischen Merkmalen zu bestimmen. Weidemann (a. a. O., S. 769) hat z. B. versucht einen Schlüssel zur Erkennung seiner Penicillien aufzustellen, von dem er meint, daß man mit dessen Hilfe die beschriebenen Species sicher trennen kann. Weidemann beginnt seinen Schlüssel mit „1. a) Wächst auf Stärke gut b) Wächst auf Stärke schlecht“. Eine Unterscheidung nach Begriffen wie gut und schlecht ist aber schon an sich höchst mißlich, weil es zu sehr dem subjektiven Ermessen überlassen bleibt, etwas gut oder schlecht zu finden. Nach Weidemann wachsen nun *Penicillium roquefortii* und *P. olivaceum* schlecht auf Stärke, während er das Wachstum der übrigen von ihm untersuchten Penicillien für ein gutes erklärt, obwohl er bei den Einzelbeschreibungen dieser Species von mittelmäßigem, mittelgutem, mittelstarkem Wachstum spricht. — Will man demnach untersuchen ob die von mir kultivierten Pilze identisch mit einem der Weidemannschen Penicillien sind, so fehlt bezüglich des Wachstums auf Stärke jeder Maßstab; das Charakteristische am Wachstum meiner Penicillien auf Stärkelösung war die starke Entwicklung des submersen flockigen Mycels, das von Weidemann gar nicht erwähnt wird. Auf Grund seines Schlüssels ist es also gar nicht möglich, zu bestimmen, ob die von mir benutzten und kultivierten Penicillien mit einem der Weidemannschen übereinstimmen. Aber auch nach Vergleichung der Diagnosen finde ich nirgends eine völlige Übereinstimmung meiner Penicillien mit denen Weidemanns, Stolls¹⁾ oder Wehmers. So verdienstvoll ohne Frage die Arbeiten dieser Autoren für den Ausbau der Penicilliensystematik auch sind, so kann doch kaum geleugnet werden, daß im Vergleich mit guten morphologischen Unterscheidungsmerk-

1) Stoll, Beiträge zur morphologischen und biologischen Charakteristik von Penicillienarten. Würzburg, Dissertation, 1904.

malen die bisher ermittelten physiologischen Merkmale mit wenigen Ausnahmen weniger zuverlässig und eindeutig sind, zumal wenn man immer wieder gezwungen ist, die Farbe der Conidien zu Hilfe zu nehmen, die selbst auf dem gleichen Substrat variieren kann, besonders mit dem Alter der Kulturen. Daß Kulturen auf Kartoffeln zur Trennung der Species sehr geeignet sind, hebt Weidemann mit Recht hervor; aus meiner Tabelle 3 z. B. läßt sich entnehmen, wie die Penicillien II, IX und X ein wesentlich anderes Wachstum zeigen wie alle übrigen. — Sollte es sich bei weiteren Untersuchungen herausstellen, daß außer den von mir untersuchten Koremien bildenden Penicillien sich alle etwa sonst noch existierenden grünen Penicillien mit Koremien ebenso verhalten, so dürfte m. E. die Fähigkeit zur Koremienbildung als systematisches Merkmal nicht außer acht gelassen werden; die Gattung *Coremium* indessen sollte man für diese hier erwähnten Penicillien nicht wieder einführen, vielmehr versuchen, auch diejenigen z. T. recht verschiedenen Pilze, die noch als *Coremium* bezeichnet werden, an richtiger Stelle einzuordnen und die Fähigkeit zur Koremienbildung lediglich als Artunterscheidungsmerkmal benutzen¹⁾.

Es lag nicht in meiner Absicht, die Arbeiten Weidemanns usw. fortzusetzen; ich habe darum auch vermieden, auf Grund meiner bisherigen Untersuchungen meine Pilze mit einem Speciesnamen zu versehen, obwohl ich sie nicht mit bekannten Arten zu identifizieren vermochte. Aber ich bin mit Weidemann (a. a. O.) der Ansicht, daß es notwendig ist, den natürlichen Standort der Pilze nach Möglichkeit zu berücksichtigen neben allen biologischen usw. Merkmalen, und das war bei meinen Penicillien nicht möglich. Wenn ich in der folgenden Übersicht versucht habe, die von mir kultivierten Pilze auf Grund meiner Beobachtungen zu ordnen, so geschah das lediglich in der Absicht, um zu zeigen, daß ich es mit einer größeren Anzahl verschiedener Species oder Formen zu tun hatte; es ist darum auch ohne Belang, wenn sich bei vollkommeneren Kulturmethoden herausstellen sollte, daß einige der hier aufgeführten Penicillien unter sich identisch sind. An der prinzipiellen Seite der Frage würde dadurch nichts geändert werden.

1) Bezüglich einer ebenso vielseitigen Gruppe wie *Penicillium*, bei *Fusarium* nämlich, kommen Appel und Wollenweber in ihrer eben erschienenen Arbeit: Grundlagen einer Monographie der Gattung *Fusarium* (Arb. a. d. k. biolog. Anstalt 1910) allerdings zu der Ansicht, daß bei *Fusarium* eine Koremienbildung nicht charakteristisch für bestimmte Arten ist. (Anm. während der Korrektur).

Übersicht der kultivierten Penicillien.

1. Auf Apfelscheiben fast kein Belag, gute Kormienbildung	a) Auf Weidemanns KNO ₃ Rohrzucker: Unterseite orangefot, Conidien dunkelgrün:	<i>Penicillium</i> VI
	b) " " : Unterseite gelblich, später kanariengelb, Conidien hellgrün	<i>Penicillium</i> VII
	α) Kultur auf Weidemanns KNO ₃ -Rohrzucker: Unterseite orange, Conidien graugrün	* verflüssigt Gelatine ¹⁾ nach acht Tagen: <i>Penicillium</i> X
	β) Kultur auf Weidemanns KNO ₃ -Rohrzucker: Unterseite weiß, Conidien hellgrün,	** verflüssigt Gelatine nicht <i>Penicillium</i> IX
		* auf KNO ₃ -Rohrzucker. <i>Penicillium</i> II
		Unterseite schmutziggelb, gelbe Tropfenausscheidung, Conidien hellgrün <i>Penicillium</i> I
	α) Auf Citronenschalen Conidien bläulichgrün	** auf KNO ₃ -Rohrzucker. Unterseite weiß, Conidien bläulichgrün. <i>Penicillium</i> V
	β) Auf Citronenschalen hellgrün.	<i>Penicillium</i> IV
	α) sammetartig weich, Conidien graugrün, später hellgrün	<i>Penicillium</i> III
	β) nicht sammetartig	* ohne weiße Randzone, Conidien hellgrün <i>Penicillium</i> VIII
		** weiße Randzone, Conidien blaugrün <i>Penicillium</i> XI

¹⁾ 10 proz. Traubenzuckergelatine.

In der nebenstehenden Übersicht unterscheide ich zwei Formen nach ihrem Verhalten gegen Gelatine: ob diese verflüssigt wird oder nicht. Bei meinen Gelatinekulturen, über die hier nicht weiter berichtet worden ist, habe ich allerdings die Erfahrung gemacht, daß die Verflüssigung nach einem gewissen Zeitraum nicht immer konstant ist; ebenso ist für die Koremienbildung Gelatine kein besonders geeignetes Substrat. Meist trat eine Koremienbildung erst auf etwas älteren Kulturen ein.

Als Ergänzung zu den in der Übersicht erwähnten Merkmalen mag noch hervorgehoben werden, daß die Penicillien X, IX und II, also diejenigen Formen, die das eigentümliche Wachstum auf den Kartoffelscheiben zeigten, noch dadurch charakterisiert waren, daß die Verzweigung der Sterigmen eine überwiegend doldenförmige war, ähnlich der Verzweigung von *Citromyces*, aber ohne die keulenförmige Anschwellung der Achse.

Schlußbemerkungen.

Fassen wir das Ergebnis der vorliegenden Untersuchungen kurz zusammen, so ist als wichtigstes Resultat hervorzuheben, daß die Fähigkeit zur Koremienbildung nicht allen grünen Penicillien zukommt, sondern nur ganz bestimmten Arten oder Formen. Diese bilden fast unter allen Bedingungen Koremien, die zwar verschieden deutlich oder verschieden groß sein können, aber stets zu erkennen sind. Nur auf Fruchtsäften bestimmter Konzentration wurden Koremien nicht entwickelt. — Da von elf verschiedenen Penicillien nur zwei Koremien bildeten, die übrigen neun hingegen unter den gleichen Versuchsbedingungen niemals Koremien entwickelten, so wurde der Schluß gezogen, daß die Fähigkeit zur Koremienbildung als morphologisches Unterscheidungsmerkmal für die Systematik der Penicillien Verwendung finden kann. Es wurde hervorgehoben, daß morphologische Merkmale physiologischen oder biologischen vorzuziehen sind, obwohl letzteren besonders deswegen eine nicht zu unterschätzende Bedeutung zukommt, weil es erst durch das Studium des biologischen Verhaltens der Penicillien gelang, festzustellen, daß das *Penicillium glaucum* oder *crustaceum* der älteren Autoren eine Kollektivspecies ist. Nur unter der Annahme, daß der grüne Schimmel im wesentlichen einer Species angehörte, konnte die Ansicht Brefelds so allgemeine Beachtung finden, daß das *Coremium glaucum* Links nur eine Wuchsform des *Penicillium glaucum*

sei. Die Behauptung Brefelds, daß sich die Koremien unter besonders günstigen Ernährungsverhältnissen entwickeln, wurde bereits von Wehmer (a. a. O.) bezweifelt, und ist durch die vorliegenden Untersuchungen als unzutreffend nachgewiesen. Wir sahen, daß selbst unter den ungünstigsten Bedingungen noch Koremien gebildet wurden, wenn das kultivierte *Penicillium* überhaupt Koremien zu bilden imstande war¹⁾.

Berlin, Pflanzenphysiologisches Institut der Universität,
Juli 1910²⁾.

1) Die sehr interessante Arbeit von Charles Thom: Studies of species of *Penicillium* (Sep.-A. aus Department of Agriculture, Bureau of animal Industrie Bulletin 118, Washington 1910) kam mir erst während der Korrektur zu Gesicht. Thom kommt bezüglich der Verwertung der Koremien als systematisches Merkmal zu ähnlichen Resultaten wie ich. In seinem Schlüssel (a. a. O., S. 95) unterscheidet er die einzelnen Penicillien u. a. nach ihrer Fähigkeit, Koremien bilden zu können.

2) Für die Überlassung eines Arbeitsplatzes und der Institutsmittel sage ich Herrn Geheim. Rat Prof. Dr. L. Kny, dem Direktor des Instituts, auch an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik](#)

Jahr/Year: 1910

Band/Volume: [48](#)

Autor(en)/Author(s): Wächter Wilhelm

Artikel/Article: [Über die Koremien des *Penicillium glaucum*. 521-548](#)