

Mycologisches Centralblatt, Bd. I, Heft 5

Ausgegeben am 15. Mai 1912.

Beiträge zur Biologie und Morphologie der *Kuehneola albida* (KÜHN) MAGN. und *Uredo* *Mülleri* SCHROET.

Von S. STRELIN.

(Fortsetzung von S. 96 und Schluß.)

7. Versuch.

Zwecks der Bestätigung des vorhergehenden Versuchs ist von mir noch eine ganze Serie ebensolcher Versuche mit verschiedenen Modificationen der Versuchsbedingungen angestellt worden:

a) 16. Febr. gewöhnliche Infektionsbedingungen im Zimmer. Die Versuchspflanze hatte nur jugendliche, in Entwicklung begriffene Blätter.

b) 21. Febr. Der Versuch wird in ein warmes Treibhaus gestellt; die Glasglocke blieb $1\frac{1}{2}$ Tage mit Filtrierpapier ausgekleidet, dann $\frac{1}{2}$ Tag und länger ohne Filtrierpapier. Die übrigen Bedingungen sind die gewöhnlichen. Die Pflanze besaß einige alte Blätter und in Entwicklung begriffene junge.

c) 23. Febr. Nach 2 Tagen des Verbleibens unter Filtrierpapier-ausgekleideter Glocke wurde die Pflanze mitsamt der Glasglocke auf einen Tag in ein Treibhaus gebracht. Nachdem das Filtrierpapier weggenommen war, blieb die Glasglocke noch $\frac{1}{2}$ Tag stehen. Die Pflanze hatte wenig alte Blätter gehabt.

d) 25. Febr. Gewöhnliche Bedingungen. Die hier benutzten Versuchspflanzen sind unter allen die im besten Zustande befindlichen.

e) 27. Febr. Nachdem die Pflanze einen Tag lang unter Filtrierpapier-ausgekleideter Glocke geblieben war, wurde sie während eines Tages ins Treibhaus gebracht; die Glasglocke blieb $\frac{1}{2}$ Tag stehen. Die angesteckte Pflanze hat eine größere Zahl alter Blätter.

Gleichzeitig ausgeführte Controllversuche auf Objectträgern ergaben nur in einem Falle günstige Resultate, nämlich bei denjenigen mit dem Versuchsmaterial, welches für den Versuch *a* diente. Hier allein haben die Sporen gekeimt. Die Keimung dieser Sporen wurde nicht sofort bemerkt, sondern nach Verlauf einiger Tage, nämlich erst am 20. Febr. Dabei haben diejenigen Sporen am besten gekeimt, welche in feuchten Kammern unweit von einer Wärmequelle (eines Ofens oder Gasbrenners in einem Thermostat) sich befanden. Die übrigen Zimmerversuche gaben keine positiven Resultate.

Ergebnisse der Infection der *Rubus*-Pflanzen: Erst am 18. April 1911 ist ein Infectionserfolg auf den Versuchspflanzen *b*, *c*, *d*, *e* bemerkt worden, wobei die Pflanze des Versuches „*d*“ (vom 25. Febr.) mehr als die anderen inficiert war. Im allgemeinen war aber die Infection aller dieser Pflanzen besonders anfangs sehr gering.

- a) Kein Lager.
- b) Zwei Lager von gelber Uredo.
- c) Ein Lager von gelber Uredo.
- d) Zwei große Uredolager von gelber Uredo und einige kleine auf zwei Blättern.
- e) Ein gelbes Uredolager.

Im Laufe des Sommers ist die Zahl der Lager größer geworden und gegen Ende desselben fingen die Teleutosporenlager an zu erscheinen.

Es ist zu bemerken, daß bei der Ausführung dieser Versuche im Frühling ein Material verwendet worden war, welches schon überreif war. Die am besten lebensfähigen Sporen waren im Herbst aus ihren Sporenlagern ausgefallen und die zurückgebliebenen dürften wohl ausschließlich die weniger lebensfähigen gewesen sein. Daher habe ich trotz einer großen Menge Versuchsmaterial, welches im Frühling zur Infection verwendet wurde, nur wenige Uredosporengruppen der *Kuehneola albida* auf den *Rubus*-Pflanzen erscheinen sehen. Dabei muß noch der Umstand betont werden, daß die für die Versuche gebrauchten *Rubus*-Pflänzchen im Spätherbste verpflanzt worden waren, weshalb sie nicht nur keinen energischen Zuwachs aufwiesen, sondern auch bald ihre alten Blätter verloren und sie im Treibhause durch neue ersetzt, welche für die Infectionszwecke keine Bedeutung haben, weil die Sporen der *Uredo Mülleri* ausschließlich die Blätter des vorhergehenden Jahres benützen. Alle diese Umstände geben eine, wie es mir scheint, vollständig genügende Erklärung der verhältnismäßig geringen *Rubus*-Infection bei Frühlingsversuchen. Die Tatsache aber, daß die gelbe Uredoform der *Kuehneola albida* sogar unter solchen ziemlich ungünstigen Bedingungen sich entwickelten, liefert doch den Beweis dafür, daß *Kuehneola albida* aus den Sporen der *Uredo Mülleri* entsteht.

Außerdem muß ich bemerken, daß ich die Zeit der Infection des *Rubus* in den letzten Versuchen nicht genau angeben konnte, weil es mir nicht möglich war, den Gang dieser Versuche während des Zeitraumes zwischen dem Winter- und dem Sommersemester zu verfolgen. Wenn man aber in Betracht zieht, daß die am 18. April gefundenen Sporen noch sehr jung waren, so kann man wohl vermuten, daß die Infection anfangs April eingetreten sei, wahrscheinlich zu verschiedener Zeit je nach der Aussaat.

Zum Schlusse der Beschreibung meiner Versuche erwähne ich noch, daß die Pflanzen, welche ich zur Controlle uninficiert ließ, im Verlaufe aller Versuche gesund blieben.

Allgemeine Schlüsse betr. *Uredo Mülleri*:

1. Erst nach einer Ruheperiode, gewöhnlich ungefähr im Januar nach ihrer Entstehung, bekommen die Sporen der *Uredo Mülleri* die Fähigkeit zu keimen.
2. Eine niedrige Temperatur hemmt die Keimung.
3. Eine erhöhte Temperatur (20—25° C) wirkt günstig auf die Keimung der Sporen.
4. Die Sporen der *Uredo Mülleri* bilden Uredolager der *Kuehneola albida*.
5. Die Sporen der *Uredo Mülleri* dringen nur in vorjährige Blätter ein.
6. Die Keimung der Sporen der *Uredo Mülleri* geht langsamer vor sich, als die Keimung der gelben Uredosporen.

7. Der Zeitraum von der Aussaat der Sporen von *Uredo Mülleri* bis zum Auftreten der neuen Sporenlager beträgt ca. $1\frac{1}{2}$ Monate, im allgemeinen mehr als für ebensolche Versuche mit Uredosporen der *Kuehneola albida*. Von diesen Ergebnissen stehen die drei ersten mit den bereits von JULIUS MÜLLER gemachten Beobachtungen im Einklang.

Résumé sämtlicher Versuchs-Ergebnisse.

Auf Grund der oben beschriebenen Versuche und der besprochenen morphologischen Verhältnisse läßt sich nun der Entwicklungsgang von *Kuehneola albida* vollständig überblicken. Die Ergebnisse der einzelnen Versuche lassen sich folgendermaßen zusammenstellen.

Ordnungs-Nr.	Versuchs-Nr.	
1	1, 2, 3, 4	Aus der Uredoform der <i>Kuehneola albida</i> kann wieder dieselbe Uredoform hervorgehen.
2	1, 2, 4	Aus den Uredosporen der <i>Kuehneola albida</i> können Teleutolager desselben Pilzes hervorgehen.
3	3	Die Uredoform der <i>Kuehneola albida</i> kann in mehreren Generationen auftreten.
4	2, 4	Aus den Basidiosporen gehen Pykniden und <i>Uredo Mülleri</i> hervor.
5	5	Die Sporen der <i>Uredo Mülleri</i> keimen im Herbst nicht.
6	5, 6	Die Sporen der <i>Uredo Mülleri</i> keimen nach einer Ruheperiode.
7	5	Die Sporen der <i>Uredo Mülleri</i> sind Wintersporen.
8	6, 7	Aus den Sporen der <i>Uredo Mülleri</i> geht eine Uredoform der <i>Kuehneola albida</i> hervor.
9	7	Die Sporen der <i>Uredo Mülleri</i> dringen nur in vorjährige Blätter ein.
10	1	Der Zeitraum für die Entwicklung eines Uredolagers der <i>Kuehneola albida</i> beträgt 16—18 Tage.
11	7	Der Zeitraum für die Entwicklung der <i>Uredo Mülleri</i> beläuft sich auf ca. $1\frac{1}{2}$ Monate.
12	6, 7	Der Zeitraum von der Aussaat der Sporen von <i>Uredo Mülleri</i> auf dem Objectträger bis zur Keimung beträgt 3—4 Tage. Wenn auch eine schnellere oder langsamere Sporenbildung von der Temperatur und einigen anderen Verhältnissen abhängen kann, ist jedenfalls dieser Zeitraum augenscheinlich länger, als für die Keimung der gelben Uredosporen der <i>Kuehneola</i> , für die er in unseren Objectträgerversuchen nur 20—24 Stunden betrug.
13	6, 7	Eine niedrige Temperatur hemmt die Keimung der Sporen.
14	7	Eine erhöhte Temperatur befördert die Keimung derselben Sporen.

Durch diese Ergebnisse ist nun der Entwicklungskreis von *Kuehneola albida*, von dem schon MÜLLER und JACKY wichtige Abschnitte bekannt gemacht hatten, ganz geschlossen, indem zu den früheren Beobachtungen auch die weitere Entwicklung der Sporen von *Uredo Mülleri* hinzugefügt worden ist. Es bestätigt sich also, daß *Kuehneola albida* und *Uredo Mülleri* Entwicklungsglieder ein und desselben Pilzes sind.

III.

Die morphologische Untersuchung des Pilzes an seinem Standort und die Beobachtungen, welche die Versuche geliefert haben, bestätigen die Schilderungen MÜLLERS, welche er in seiner Arbeit für die *Chrysomyxa albida* und für die *Uredo aecidioides*, später *Uredo Mülleri* gegeben hat. Hier gebe ich in groben Zügen die mehr oder weniger charakteristischen Besonderheiten dieses Pilzes an.

Nach meinen Beobachtungen entwickelt *Kuehneola albida* ihre Uredo und Teleutosporen auf der unteren Seite des *Rubus fruticosus*. Dabei wird die erste Infection nicht reichlich und ausschließlich auf alten Blättern des vorhergehenden Jahres beobachtet. Mit der Zeit nimmt sie quantitativ zu und wird auch auf den Blättern des laufenden Jahres bemerkbar. Dieser Umstand, der durch Versuche bestätigt ist (s. Versuch 3), ist dadurch zu erklären, daß der genannte Pilz mehrere Uredogenerationen bildet und drei- bis viermal seine Uredolager aus den Uredosporen der vorhergehenden Generation wieder zu erzeugen vermag. Gewöhnlich kann man bemerken, daß die Uredosporenlager anfänglich üppiger und bedeutend größer sind als später.

Die oben erwähnten Lager haben das Aussehen blaßgelber Punkte, welche die Epidermis der Wirtspflanze etwas in die Höhe heben. Weiterhin durchbrechen sie die Epidermis des Blattes und treten an dessen Oberfläche in der Gestalt einer verstäubenden gelben Sporenmasse heraus.

Bei mikroskopischer Untersuchung (schwache Vergrößerung) zeigen diese Flecke auf der Blattoberfläche eine stark gewölbte Form, sie heben sich von ihrer Unterlage halbkugelförmig empor. Diese Form des Lagers rührt davon her, daß die sporentragenden Hyphen im Centrum des Lagers mächtiger werden, längere Stiele besitzen und teilweise herausragen. MÜLLER hat diese Entwicklungsstufe richtig abgebildet (Taf. II, Fig. 13). Bei den Lagern der ersten Generation dieser Uredoform beträgt der Durchmesser gewöhnlich 200—500 μ , bei den folgenden ist er kleiner. Diese Sporen haben ovale Form, sind ungefähr 30—50 μ lang und 10—20 μ breit, mit feinen Stachelchen bedeckt, sitzen kürzeren oder längeren Stielen auf. Nachdem die Sporen reif geworden sind, fallen sie ab und erzeugen ein neues Mycelium, welches dasselbe Uredosporenstadium oder Teleutosporen zu bilden vermag.

Die Bildung der Teleutosporen an Stelle der Uredosporen fängt nach einigen Generationen der letzteren an, gewöhnlich im Centrum des Lagers oder in einem seiner Sektoren. Die Teleutosporen (s. MÜLLER Taf. I, Fig. 9) sind farblos, bestehen aus einer Reihe von eckigen Zellen in der Zahl von 5—8 oder 10. DIETEL¹⁷⁾ weist darauf hin, daß man sie im Gegensatz zu den Teleutosporen von *Phragmidium* als Sporenketten, Reihen von einzelligen Einzelsporen ansehen muß, die successive nacheinander am Scheitel einer gemeinsamen Hyphe abgegliedert werden und

fest miteinander verbunden bleiben. Diese Teleutosporen sind ferner von denen der *Phragmidium*-Arten dadurch abweichend, daß sie sofort nach ihrer Reife keimfähig sind. Sie bilden Sterigmen, welche Basidiosporen von kugelige Form tragen, die, wie es aus dem Versuche zu sehen ist, wenn sie auf die obere Blattseite junger Blätter gelangen, *Uredo Mülleri* bilden.

Uredo Mülleri ersetzt am natürlichen Standort gegen Ende des Sommers die allmählich zurücktretende *Kuehneola albida*. Dabei ist indes zu bemerken, daß die *Kuehneola* nicht vollständig verschwindet, sondern sich während des ganzen Winters, vorzugsweise auf alten Blättern, welche der Erde am nächsten sich befinden, erhält. *Uredo Mülleri* erscheint auf der Blattoberfläche rings um die Pykniden herum, hat zuerst ein Aussehen gelblich-grünlicher, auf dem Blatte sehr undeutlicher Flecke. Dann wachsen sie in die Breite, einige von ihnen bilden manchmal eine Gruppe und unwachsen eine Pyknide in der Gestalt eines hellen gelbrötlichen Ringes, welcher sich später öffnet und die Sporen zerstreut. Das Alter der einzelnen Teile des Ringes ist oft nicht ringsum gleich.

Die Bildung einer *Uredo Mülleri* geht in der Weise vor sich, daß die Basidiosporen der *Kuehneola albida*, die Oberseite des Blattes treffend, ihr Mycelium sogleich unter der Epidermis bilden, welches dann weiter zwischen die Zellen des Palisadenparenchyms bis zu dem Mesophyll des Blattes vordringt. Dabei wird das Lager der *Uredo Mülleri* unter der Epidermis, zwischen ihr und dem Palisadenparenchym angelegt. Das Mycelium dieser Form verbreitet sich meist nicht über das Mesophyll des Blattes hinaus und geht ziemlich selten durch dasselbe hindurch auf die untere Blattseite hinüber.

Was zunächst die Pykniden betrifft, so ist zu bemerken, daß sie zwischen der Epidermis und der Cuticula des Gewebes ihres Wirtes lagern und dünne Zellen bilden, welche zu ihrem Gewebe senkrecht stehen. Darauf reißt dieses Gebilde in der Mitte durch und es treten von dort kleine Conidien heraus, die sich von den langen Fäden, welche in den Pykniden radial convergieren, abschnüren.

Die Pykniden bilden nach dem Öffnen eine ziemlich große Höhle von der Gestalt eines abgestumpften Kegels und von blaßgelblicher bis goldglänzender Farbe; gewöhnlich stehen sie einzeln, wodurch sie sich scharf von denjenigen der Gattung *Phragmidium* unterscheiden. Bei den letzteren sind nämlich die Pykniden bedeutend kleiner und gewöhnlich schließen sich je einige von ihnen zusammen. Außerdem ist ihre Farbe goldgelb bis rötlich. (Siehe MÜLLER, Taf. II, Fig. 12.)

Bei einer mikroskopischen Untersuchung der jungen *Uredo Mülleri* sieht man, daß die Sporen succedan auf vertikal sich erhebenden Hyphen abgeschnürt werden (MÜLLER Taf. II, Fig. 12). Alle diese Reihen zerfallen bei der Reife, und auf späteren Entwicklungsstufen kann man nur einzelne Sporen unterscheiden, welche der Form nach sehr an die gelben Uredosporen der *Kuehneola albida* erinnern. Die ersteren unterscheiden sich von den letzteren nur dadurch, daß sie etwas länger sind und die Stachelchen, welche bei den letzteren mehr ausgeprägt sind, hier viel schwächer zutage treten, obgleich sie auch wahrnehmbar sind. Die Größe eines ganzen Lagers, welches in seinem Centrum Pykniden enthält, beträgt ungefähr 600—700 μ im Durchmesser.

Ein besonderes Interesse bieten die Verhältnisse der Keimung der Sporen von *Uredo Mülleri*. Aus den Versuchen von JUL. MÜLLER und den unserigen ergibt sich, daß diesen Sporen die Fähigkeit abgeht, sofort nach der Reife zu keimen. Nur diejenigen Sporen, welche Ende Januar unter dem Schnee ausgegraben wurden und welche in den Lagern der *Uredo Mülleri* geblieben waren, konnten zum Keimen gebracht werden. Der kältere Februar war bei unseren Versuchen wiederum für die Keimung der Sporen ungünstig und neue Keimungen konnte ich erst wieder vom 21. Februar an beobachten. Die für die Keimung dieser Sporen erforderliche Zeit ist etwas länger als für die gelben Uredosporen der *Kuehneola*, sie beträgt 3—4 Tage. Die Keimschläuche der Sporen von *Uredo Mülleri* sind mit einem goldfarbigen Inhalte gefüllt, welcher aus den Sporen stammt. Eine Verzweigung derselben ist von mir nicht sicher beobachtet worden.

So ergab es sich, daß die Sporen der *Uredo Mülleri* Wintersporen sind, d. h. sie spielen in biologischer Hinsicht die Rolle, welche bei den meisten anderen *Uredineen* den Teleosporen zukommt.

Um das gesagte zu vervollständigen ist es nötig die Möglichkeit der Überwinterung und der Verbreitung der *Kuehneola albida* mittels der gelben Uredosporen nicht unbeachtet zu lassen. Die letzteren können tatsächlich auf *Rubus fruticosus* überwintern. Ich habe beständig die Gelegenheit gehabt, sowohl ziemlich alte gelbe Uredosporen, als auch unlängst entstandene im Laufe des ganzen Winters auf Schnee bedeckten *Rubus*-Blättern zu beobachten, so daß die Frühjahrsinfection der *Rubus*-Pflanzen mit Uredosporen, sowohl durch die überwinterte gelbe Uredoform, als auch durch die Keimung der Sporen von *Uredo Mülleri* bedingt sein könnte. Freilich habe ich in dieser Richtung mit den gelben Uredosporen keine Versuche gemacht. Eine Aussaat derselben, welche im Juli auf Objectträger gemacht wurde, ergab keine Keimung. Auch kam ich nicht dazu, im vorangehenden Jahre gesammelte Sporen im Frühjahre auf ihre Keimfähigkeit zu prüfen.

Die Existenz zweier Uredoformen wie die gelbe Uredo und die *Uredo Mülleri* bei dem gleichem Pilze, läßt mich vermuten, daß es sich um zwei physiologisch verschieden funktionierende Uredoformen handeln könnte; die eine (gelbe Uredo) ist in erster Linie eine Sommer-Uredoform, die andere eine Winter-Uredoform (*Uredo Mülleri*).

Wenn dem aber so ist, so liegt bei *Kuehneola albida* ein gleiches Verhalten vor, wie es ARTHUR¹⁴⁾ für einige *Puccinien* aus Nordamerika beschreibt, bei denen neben dünnwandigeren typischen Uredosporen noch dickwandige vorkommen, für die CARLETON die Bezeichnung „Amphisporen“ eingeführt hat. — Es sei hier auch auf die Fälle von Uredoüberwinterung hingewiesen, welche KLEBAHN¹¹⁾ zusammengestellt hat, sowie auf die Beobachtungen von BOCK¹²⁾, betreffend Überwinterung von *Uredo alpestris* und von DIETEL¹³⁾ über *Hyalopsora Polypodii*.

Andererseits könnte man aber auch die *Uredo Mülleri* als eine Caeomaform ansehen. Dafür spricht die charakteristische Stellung der Lager rings um die Pykniden, wie sie uns ja in ganz ähnlicher Weise auch beim Caeoma von *Phragmidium Rubi-Idaei* entgegentritt. Was die Anordnung der Sporen anbelangt, die ja bei Aecidiumformen stets eine kettenförmige ist, so weist der vorliegende Pilz nicht ein ganz klares Bild auf. In sehr frühen Entwicklungsstadien konnte man solche Ketten auf

Mikrotomschnitten beobachten, auf reiferen Entwicklungsstufen aber wurden sie gänzlich zerstreut und es gelang mir nicht mehr, ihre Lagerung zu erkennen.

In cytologischer Hinsicht spielen die Sporen von *Uredo Mülleri* sicherlich die Rolle der Aecidiosporen, weil ihrer Entwicklung die Bildung des Syncaryon vorangeht. Das Mycel, welches sie bildet, hat einkernige Zellen, während die Sporen der *Uredo Mülleri* zweikernig sind. Die Richtigkeit dieser Thesen hoffe ich noch in einer nächsten Mitteilung nach der Beendigung der cytologischen Untersuchung, die ich angefangen habe, zu bringen.

Es erübrigt mir, bevor ich meine Arbeit abschließe, die angenehme Pflicht, dem hochverehrten Leiter des Berner Institutes, Herrn Prof. Dr. ED. FISCHER, meinen innigsten Dank auszusprechen, der nicht nur meine Aufmerksamkeit auf das interessante und große Uredineenforschungsgebiet gelenkt hat, sondern auch durch Rat und Tat mir bei meinen Untersuchungen behilflich war.

Charkow, December 1911.

Literatur.

1. OTTH, G., Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft in Bern aus dem Jahre 1865, S. 180.
 2. COHN, F., Cryptogamenflora von Schlesien. Bd. III: Pilze von J. SCHRÖTER.
 3. FISCHER, ED, Die Uredineen der Schweiz, 1904.
 4. KÜHN, Botanisches Centralblatt, 1883, Bd. XVI, S. 154.
 5. SACCARDO, Sylloge fungorum, Bd. VII, S. 761, 854.
 6. DIETEL, Botanisches Centralblatt, 1887, Bd. XXXII, S. 118.
 7. LÜDWIG, Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde, 1888, Bd. III, S. 760.
 8. Derselbe, Botanisches Centralblatt, 1889, Bd. XXXVII, S. 413.
 9. JACKY, E., Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde, 1907, Bd. XVIII, S. 78.
 10. MÜLLER, JULIUS, Die Rostpilze der Rosa- und Rubusarten und die auf ihnen vorkommenden Parasiten. (Landwirtschaftliche Jahrbücher, 1886, S. 719 ff.)
 11. KLEBAHN, Die wirtwechselnden Rostpilze, 1904, S. 47.
 12. BOCK, Centralblatt für Bacteriologie, 1908, II. Abt., Bd. XX.
 13. DIETEL, Annales Mycologici, 1911 S. 530.
 14. ARTHUR, Bull. of the Torrey Botanical Club, 1905, Vol. XXXII, S. 35 ff.
 15. MAGNUS, Botanisches Centralblatt, 1898, Bd. LXXIV, S. 169.
 16. Derselbe, Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft, 1899, S. 179.
 17. DIETEL, Annales Mycologici, 1912, S. 205 ff.
-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mycologisches Centralblatt. Zeitschrift für Allgemeine und Angewandte Mycologie](#)

Jahr/Year: 1912

Band/Volume: [1](#)

Autor(en)/Author(s): Strelin S.

Artikel/Article: [Beiträge zur Biologie und Morphologie der Kuehneola albida \(Kühn\) Magn. und Uredo Mülleri Schroet 131-137](#)