

Zeitschrift: Beiträge zur Kryptogamenflora der Schweiz = Matériaux pour la flore cryptogamique suisse = Contributi per lo studio della flora crittogama svizzera

Herausgeber: Schweizerische Naturforschende Gesellschaft

Band: 7 (1933)

Heft: 1

Artikel: Die Erysiphaceen Mitteleuropas : mit besonderer Berücksichtigung der Schweiz

Autor: Blumer, S.

Kapitel: V: Immunität und Anfälligkeit der Nährpflanzen

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-821065>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 05.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Auf *Artemisia* und auf *Cirsium heterophyllum* entstanden auf der schwach behaarten Blattoberseite Perithechien mit normal ausgebildeten, braunen Anhängseln, während diese auf der Unterseite stark zurückgebildet waren.

Auf *Potentilla Anserina* fand ich Perithechien an einer unbehaarten Stelle des Blattes (Tierfrass). Diese Fruchtkörper zeigten nun viel besser ausgebildete Anhängsel, so dass die rudimentäre Ausbildung der Anhängsel hier nur als eine durch die Nährpflanze bedingte Modifikation zu betrachten ist. Ist aber eine Form des Pilzes auf eine Nährpflanze mit stark behaarten Blättern spezialisiert, so darf hier die Reduktion der Anhängsel als Artmerkmal verwendet werden, und es würde sich fragen, ob dieses Merkmal nicht erbfest geworden ist. Wollte man diese Erscheinung auf Selektion zurückführen, so müsste man annehmen, dass sich auf einer Pflanze mit behaarten Blättern nur Perithechien mit rudimentären Anhängseln ansiedeln konnten. Dann stellt sich aber die Frage, wie die angeführten Fälle auf *Potentilla*, *Cirsium* und *Artemisia* erklärt werden müssten.

HAMMARLUND (1925) hat verschiedene Fälle von Wirtseinfluss (Matrikalmodifikationen) eingehend untersucht. Verlaufen die chemischen Vorgänge in einem Individuum einer Art schneller als in einem andern, so kann sich dieser Unterschied in der Kettenbildung der Konidienträger auswirken. In andern Fällen konnte er nachweisen, dass die verschiedenen Ernährungsverhältnisse auf verschiedenen Wirtsspezies bestimmte konstante Matrikalmodifikationen beim Pilze bedingen. *Sphaerotheca mors uvae* bildet z. B. auf *Ribes rubrum* längere Konidienketten als auf *R. Grossularia*. Die Keimungsenergie und die Vitalität der Konidien ist auf *R. rubrum*, dem Nebenwirt, kleiner. Da diese Unterschiede in den Ernährungsverhältnissen gleich bleiben, sind auch die Matrikalmodifikationen beim Pilz konstant. Zufällige Ernährungsstörungen in der Nährpflanze müssten also auch zeitweise Modifikationen des Pilzes zur Folge haben.

V. Immunität und Anfälligkeit der Nährpflanzen

Dass Immunität und Anfälligkeit der Nährpflanzen erblich fixiert sind, ist durch zahlreiche Untersuchungen sichergestellt. Die Arbeiten der verschiedenen Forscher zeigen aber keinen einheitlichen Vererbungstypus. Die Immunität der Nährpflanze beruht wohl auf verschiedenen Erbfaktoren und kann zudem relativ leicht modifikativ beeinflusst werden, was das Gesamtbild dieser Erscheinungen noch komplizierter gestaltet.

REED (1909) fand, dass Hybriden zwischen Roggen und Weizen, gegen Roggen- und Weizenmehltau sehr resistent waren. Nach HAMMARLUND (1925) hat aber REED nicht den F_1 -Bastard Roggen $\times$ Weizen, sondern Ausspaltungen späterer Generationen als Versuchspflanzen verwendet, wodurch der Wert dieser Versuche stark beeinträchtigt wird.

VAVILOV (1919) stellte fest, dass Immunität als Rassenmerkmal gelten darf. Sie ist in verschiedenen Gegenden konstant. Seine Kreuzungen von absolut immunem persischem Weizen mit zahlreichen immunen oder in verschiedenem Grade anfälligen Varietäten zeigten besonders in F_2 ziemlich komplizierte Verhältnisse, die nicht nach einem einfachen Mendelschema erklärt werden können. In einer Kreuzung persischer Weizen $\times$ *T. turgidum* var. *lusitanicum* schien in F_1 die Immunität des persischen Weizens dominant zu sein. In F_2 ergab sich eine komplizierte Aufspaltung, von 197 F_2 -Pflanzen waren 112 vollständig immun, 25 sehr resistent, 25 resistent, 21 schwach resistent und 15 empfänglich. In andern Kreuzungen konnte VAVILOV beobachten, dass die Bastarde gelegentlich stärker empfänglich waren als die Eltern.

KLAPHAAK und BARTLETT (1922) untersuchten 5 *Oenothera*-Rassen und ihre Kreuzungen gegenüber *Erysiphe communis*. Immunität und Anfälligkeit scheinen hier durch je einen Faktor bedingt zu sein. In einem Fall erhielten diese Forscher empfängliche Pflanzen aus der Kreuzung von zwei immunen; dagegen entstanden aus Kreuzungen von zwei anfälligen Varietäten nie immune Pflanzen.

Ein Beispiel einer monohybriden Aufspaltung mit Dominanz der Anfälligkeit fand HAMMARLUND bei *Erysiphe galeopsidis* auf *Galeopsis Tetrahit*. Er bemerkte in einer Gruppe stark befallener Pflanzen ein einzelnes mehltaufreies Exemplar. Von 22 Tochterpflanzen dieses mehltaufreien Exemplars blieben 19 immun, während 3 sehr stark befallen wurden. Die erstern blieben auch in der folgenden Generation immun, während die Nachkommenschaft der drei befallenen Individuen in 101 befallene und 30 immune Individuen aufspaltete. Das entspricht ziemlich deutlich dem Verhältnis 3 : 1. Die drei befallenen Ausgangspflanzen dürfen also wohl als spontane Bastarde der immunen Pflanze mit einer anfälligen betrachtet werden. In diesen Versuchen war ferner eine auffällige Parallele zwischen Anfälligkeit und der Bildung von Gerbstoffen nachzuweisen. Die Immunität der rezessiven Pflanzen kann hier vielleicht auf das Auftreten von Gerbstoffen zurückzuführen sein. In diesem Fall müsste man für Immunität und Anfälligkeit überhaupt keine besondere Gene annehmen, da diese durch das Auftreten oder Fehlen des «Desinfektionsfaktors» bedingt sind.

Bedeutend kompliziertere Verhältnisse fand HAMMARLUND für den Befall von *Pisum sativum* durch *Erysiphe pisi*, wo Immunität und Anfälligkeit wahrscheinlich durch vier polymere Faktoren mit kumulativer Wirkung bedingt ist.

A. MAURIZIO (1927) untersuchte die Empfänglichkeit der Propfbastarde gegen Mehltaubefall. Obschon *Crataegus* und *Mespilus* empfänglich sind, blieben die *Crataegomespili* in diesen Versuchen immun oder erwiesen sich als schwach anfällig. Dieses auffällige Verhalten kann durch die Periklinalchimärentheorie nicht erklärt werden. A. MAURIZIO fasst diese Erscheinung vom Standpunkt der Burdonentheorie als eine Neukombination auf.

Bei den *Pirocydonien* liegen die Verhältnisse etwas anders. Beide Eltern sind hier gegenüber *Podosphaera oxyacanthae* empfänglich, allerdings in verschiedenem Grade. *Cydonia* ist viel stärker anfällig als *Pirus*. Der Pfropfbastard *Pirocydonia Winkleri* wurde in den Versuchen von MAURIZIO sehr stark befallen, stärker als *Cydonia* selbst. Auf *Pirocydonia Danieli* ergab sich eine mittelstarke Infektion, in diesem Falle zeigte der Pfropfbastard also intermediäres Verhalten.

SALMON (1903) untersuchte, ob die Immunität der Wirtspflanzen eine rein mechanische sei. Er fand aber bei den untersuchten Gräsern keinerlei Anzeichen, dass die Resistenz einiger Arten von der Beschaffenheit der Blattoberfläche bedingt sein könnte. Auch KLAPHAAK und BARTLETT (1922) konnten keine Unterschiede im Blattbau anfälliger und immuner *Oenothera*-Arten nachweisen. Dagegen besteht nach REED (1908) bei den *Cucurbitaceen* möglicherweise ein Zusammenhang zwischen Anfälligkeit und Beschaffenheit der Blattoberfläche. In den Versuchen von REED wurden nur drei *Cucurbitaceen* nicht befallen, eine hatte Blätter mit starker Wachsausscheidung, die beiden andern zeichneten sich durch eine rauhe Oberfläche aus. In meinen Versuchen mit *Erysiphe horridula* (1922) fand ich keine Anzeichen, dass die Resistenz durch Wachsausscheidung der Blätter erhöht wird. *Cerinth major*, deren Blätter reichlich Wachs ausscheiden, erwies sich als ein sehr anfälliger Sammelwirt.

Sicher ist aber, dass die Anfälligkeit in hohem Grade durch das Alter der Nährpflanze oder ihrer Organe bedingt ist. Im allgemeinen kann man den echten Mehltau im Gegensatz zum falschen als eine Alterskrankheit bezeichnen. Schon das jahreszeitliche Auftreten weist darauf hin. In verschiedenen Fällen wurde aber doch nachgewiesen, dass die Infektion nur an jungen, saftreichen Pflanzenteilen erfolgen kann. Dies ist der Fall beim *Oidium evonymi-japonici* (SALMON, 1905) und wohl auch bei *Podosphaera leucotricha*. Ebenso werden ausgewachsene Eichenblätter nicht vom Mehltau befallen. Ob dies auf die

dickere Epidermis oder auf den erhöhten Gehalt an Gerbstoffen zurückzuführen ist, müsste noch untersucht werden. ED. FISCHER (1919) fand, dass *Prunus laurocerasus* nur dann durch *Podosphaera tridactyla* befallen wird, wenn im Spätsommer noch junge Blätter vorhanden sind. Bei Infektionsversuchen mit *Erysiphe cichoracearum* auf Compositen konnte ich feststellen, dass die Kotyledonen meist hochgradig resistent sind. GASSNER (1916) beobachtete ein meist sehr plötzliches Nachlassen und Erlöschen des Mehltaubefalles in einem gewissen Altersstadium der Nährpflanze (*Erysiphe graminis* auf Gerste). Aber auch die Altersresistenz gegenüber Mehltau ist nicht absolut, sie kann durch äussere, offenbar klimatische Faktoren beeinflusst werden. Die Beziehungen zwischen der Resistenz und dem Alter der Nährpflanze sind wohl in den einzelnen Fällen verschieden, und es wäre noch verfrüht, allgemeine Gesetzmässigkeiten ableiten zu wollen.

Es gibt in der Literatur zahlreiche Angaben über die Art der Einflüsse, die neben den erblich fixierten Faktoren die Anfälligkeit oder Resistenz einer Pflanze bedingen. Es handelt sich allerdings meistens um blossе Feststellungen. Experimentell wurden diese Fragen speziell für den Mehltaubefall nicht genauer studiert.

Nach RIVERA (1915) ist der Befall um so stärker, je schwächer der Turgor des Wirtes ist. Eine Verminderung der Turgeszenz durch Austrocknung des Bodens oder durch plötzliche Temperaturerhöhung macht die Pflanze empfänglich. VAVILOV (1919) fand dagegen keine Unterschiede in den osmotischen Verhältnissen der Zellen anfälliger und immuner Getreidesorten. PANTANELLI (1914) glaubte, dass empfindliche Eichenblätter weniger organische Stickstoffverbindungen im Verhältnis zu den anorganischen Bestandteilen und dafür mehr lösliche Phosphorverbindungen aufweisen. Ebenso fand er, dass in resistenten Eichenblättern die Konzentration des Zellsaftes grösser sei. ARTI (1916) und AVERNA-SACCA (1910) stellten eine Korrelation zwischen Säuregehalt und Resistenz fest. VAVILOV (1919) konnte diese Angaben nicht bestätigen. Er beobachtete, dass gerade Pflanzen mit hohem Säuregehalt in den Blättern (*Rosa centifolia cristata*) gegenüber Rost und Mehltau anfällig sind. Immune und anfällige *Avena*-Arten unterscheiden sich im Säuregehalt ihrer Blätter nicht. VAVILOV anerkennt zwar, dass zwischen anfälligen und immunen Arten chemische Unterschiede bestehen; er glaubt aber, dass diese Unterschiede nur in korrelativer Beziehung zu Immunität und Anfälligkeit stehen, und dass sie die Natur der Immunität nicht erklären.

Etwas wahrscheinlicher ist der direkte Zusammenhang zwischen Anfälligkeit und dem Gerbstoffgehalt der Blätter, auf den HAMMARLUND (1925) hingewiesen hat, da hier die direkte Einwirkung der Gerb-

säure als Antiseptikum durchaus im Bereiche der Möglichkeit liegt.

Die Untersuchungen von HAMMARLUND zeigen auch, dass Immunität kaum auf einen einzigen Faktor zurückgeführt werden kann. Seine Beobachtungen an *Phyllactinia* beweisen, dass auch die Intensität, mit der die chemischen Umsetzungen in der Nährpflanze verlaufen, für das parasitische Verhältnis von ausschlaggebender Bedeutung sein kann.

Wichtig für den Grad der Anfälligkeit ist sicher auch der Wasserhaushalt der Nährpflanze. Die Infektion von *Echium vulgare* von *Symphytum* aus gelingt z. B. am besten bei wasserreichen, saftigen Blättern.

Von zahlreichen Autoren wurde darauf hingewiesen, dass der Grad der Anfälligkeit auch durch die Ernährung der Nährpflanze bedingt wird. Es handelt sich allerdings meistens um gelegentliche Beobachtungen, die nicht ohne weiteres verallgemeinert werden dürfen. HENNINGS (1903) glaubte, dass die Resistenz einer Pflanze zunehme, wenn man sie in einen reichern Boden verpflanzt, wo sie kräftig gedeiht. Diese Ansicht steht in einem gewissen Widerspruch zu der Feststellung zahlreicher anderer Autoren, die alle darin übereinstimmen, dass reichliche einseitige Stickstoffdüngung, die Anfälligkeit heraufsetze. SCHAFFNIT und VOLK (1929) beobachteten, dass bei *Sphaerotheca pannosa*, *S. mors-uvae*, *Podosphaera leucotricha* und *Uncinula necator* reichliche Stickstoffdüngung und geringe Kali-Gaben den Befall begünstigen. Pflanzen, die an Stickstoff- und Phosphormangel litten, waren weniger anfällig. Nach SCHAFFNIT und MEYER (1930) ist der Befall junger Weizenpflanzen bei alkalischer Bodenreaktion sehr stark und nimmt mit zunehmendem Säuregehalt ab. G. SCHULZ (1930) glaubt, dass keine Getreidesorte wirklich immun sei. Der Grad der Anfälligkeit wird durch Ernährungsfaktoren bestimmt. Einseitige Stickstoffdüngung und Kalimangel fördert die Anfälligkeit. Dagegen erhöht Phosphorsäure die Resistenz, und zwar wohl dadurch, dass damit die Entwicklung der Nährpflanze beschleunigt wird. Auch RIVERA (1915) gibt an, dass Pflanzen in gutem Boden empfänglicher seien.

Die bis jetzt ausgeführten Versuche über die experimentelle Modifikation der Anfälligkeit durch Kultur in Nährlösungen, die von RIVERA (1913) und SPINKS (1913) ausgeführt wurden, erlauben ebenfalls noch keine zwingenden Schlüsse. RIVERA beobachtete den stärksten Befall in 0,2%igen Nährlösungen. Bei geringern oder höhern Konzentrationen wurde die Blattbildung verlangsamt und die Anfälligkeit herabgesetzt. In den Wasserkulturen von SPINKS wurde durch Zusatz von Natriumnitrat und Ammoniumsulfat eine stärkere, durch Chlorkalium eine verminderte Anfälligkeit erzielt. Ebenso wurde in

Bodenkulturen durch Begiessen mit verschiedenen Lithiumsalzen die Anfälligkeit erheblich herabgesetzt. Auch VAVILOV (1919) fand nach Behandlung mit diesen Salzen eine gewisse Verminderung der Anfälligkeit, aber nur in ungedüngten Böden. Leichtere Schwankungen der Anfälligkeit erzielte SPINKS auch mit Zugaben von Zink- und Bleisalzen.

Der Mehltaubefall kann auch durch Verwundung der Blätter oder durch andere Schädigungen der Pflanze erhöht werden. SALMON (1905) konstatierte eine erhöhte Empfänglichkeit, wenn die Blätter mit einer Nadel angestochen wurden. Dasselbe erreichte er auch durch Ausschneiden eines Blattstückes oder durch Pressung des Blattes. In der Natur kann durch den Angriff tierischer Schädlinge wie Insekten und Schnecken die Anfälligkeit erhöht werden. Ebenso kann das Walzen der jungen Pflanzen diese Folge zeitigen; Frost-, Hagel- und Windschäden können ebenfalls im gleichen Sinne wirken. SALMON (1904) infizierte auch «immune» Pflanzen mit Erfolg, wenn er mit einem Rasiermesser die Epidermis entfernte und die Konidien auf das blossgelegte Mesophyll aussäte. Eine Erhöhung der Anfälligkeit erzielte SALMON ferner durch Einwirkung von Äther-, Chloroform- und Alkoholdämpfen, durch Eintauchen der Pflanzen in Wasser von 50° und in eine Mischung von Wasser und Alkohol. Dass die Empfänglichkeit durch Verletzungen erhöht wird, konnte auch von HAMMARLUND bestätigt werden. SALMON glaubte, dass der Pilz auf diese Art imstande sei, seinen Infektionskreis zu erweitern, indem er sich der Verletzungen gewissermassen als Brücken bedient, um schliesslich auch gesunde Pflanzen zu befallen. Versuche, die diese naheliegende Ansicht bestätigen sollten, ergaben allerdings die Möglichkeit, einen Pilz einige Generationen auf einem fremden Wirt zu züchten, aber in keinem Falle liess sich nachweisen, dass der Pilz sich an den neuen Wirt angewöhnte. HAMMARLUND (1925) infizierte verwundete Gerstenblätter mit Weizenmehltau und züchtete den Pilz durch 128 Klongenerationen auf dem fremden Wirt. Von jeder 5. oder 10. Generation wurde das Infektionsvermögen durch Impfungen auf intakten Weizen- und Gerstenblättern nachgeprüft. Weizen wurde stets gut befallen, während unverletzte Gerstenblätter nie infiziert wurden. Nach der 128. Generation konnte der Pilz auch nicht mehr auf verwundete Gerstenblätter übertragen werden. In einem andern Versuch mit dem gleichen Pilz zeigte schon die 30. Klongeneration eine deutliche Abnahme der Vitalität, d. h. der Prozentsatz der gelungenen Infektionen wurde immer kleiner, bis der Pilz überhaupt nicht mehr infektiös-kräftig war.

Nach RIVERA (1913) kann die Anfälligkeit einer Nährpflanze

auch durch das Licht modifiziert werden. Im Dunkeln gezogene Eichen wurden nicht befallen, dagegen war der Befall bei Pflanzen, die im blauen und roten Licht gezogen worden waren, sehr stark. Auch REED (1914) bestätigte, dass etiolierte Pflanzen immun sind. Man darf wohl annehmen, dass sich der Einfluss des Lichtes in diesen Fällen in erster Linie indirekt durch Beeinflussung der Assimilation geltend macht.

Durch besondere Kulturbedingungen, die im einzelnen noch nicht analysiert sind, lässt sich die Anfälligkeit in vielen Fällen erheblich modifizieren. Es können so unter abnormalen Kulturbedingungen Pflanzen befallen werden, die sonst als nahezu immun gelten dürfen. So lässt sich der Befall von *Dendroseris* (vgl. BLUMER, 1922) vielleicht erklären. STEINER (1908) beobachtete, dass die Gruppe der *Alpinae* (*Alchemilla*) nur unter gewissen Kulturbedingungen befallen wird. Er trennte die Stöcke von drei Arten dieser Gruppe in je zwei Teile. Der eine Teil wurde im Freien gezogen, die andere Hälfte kam in ein sehr warmes und schlecht gelüftetes Gewächshaus. Während weder die Mutterpflanzen, noch die im Freien wachsenden Teile eine Infektion aufwiesen, wurden die im Gewächshaus stehenden Stöcke ziemlich stark befallen. P. CRUCHET fand in einer Gewächshauskultur eine deutliche Infektion von *Ranunculus alpestris*, einer Art, die im Freien noch nie befallen gefunden wurde.

Durchgeht man die gärtnerische Literatur, so findet man häufig Angaben über den Einfluss von Boden, örtlicher Lage, Insolation und Witterung auf die Stärke des Mehлтаubefalls. Es erübrigt sich, hier auf diese Angaben, die sich im einzelnen oft widersprechen, näher einzugehen. Es sei nur erwähnt, dass die meisten Beobachter eine eingeschlossene, warme Lage mit wenig Luftzirkulation für den Mehлтаubefall als fördernd betrachten (PAPE, 1928; GROSS, 1930).

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Immunität und Anfälligkeit einer Pflanze erblich fixiert sind. Sie können aber durch verschiedene direkt oder indirekt wirkende Faktoren weitgehend modifiziert werden. Immerhin bleiben diese Modifikationen in einem gewissen Rahmen. Bis jetzt konnte in keinem Falle nachgewiesen werden, dass durch sie neue Wirte dauernd befallen worden wären. Es ist neben der Erbverfassung die individuelle Disposition, die über Befall oder Nichtbefall entscheidet. Da der letztere Faktor für den Mehлтаubefall eine viel grössere Rolle spielt als für den Befall durch andere parasitische Pilze, darf man die Erysiphaceen wohl als *Dispositionparasiten* bezeichnen (FALCK, 1924; BLUMER, 1926). Dass neben der passiven Immunität der Nährpflanze auch eine aktive Immunität der Nährpflanze möglich und sogar wahrscheinlich erscheint, soll später ausgeführt werden.