

93. Werner Magnus und Hans Friedenthal: Ein experimenteller Nachweis natürlicher Verwandtschaft bei Pflanzen.

Eingegangen am 28. Dezember 1906.

Die Abstammungslehre hat der wissenschaftlichen Systematik ein ganz bestimmtes Ziel vorgeschrieben. Ihr fällt die Aufgabe zu, die Organismen so anzuordnen, dass ihre stammesgeschichtliche Entwicklung möglichst klar zum Ausdruck kommt. Um dieses Verwandtschaftsverhältnis der Arten zu gemeinsamen Ahnen aufzudecken, ist man, da die in Versteinerungen übermittelten Reste der Vergangenheit fast durchaus lückenhaft sind, auf vergleichende morphologische und anatomische Untersuchungen der lebenden Formen angewiesen, die sicherlich vielfach natürliche Gruppierungen ergeben haben. Es ist aber ebenso sicher, dass vielfach das heute geltende System nicht als der Ausdruck einer natürlichen Verwandtschaft bezeichnet werden kann, da die Lücken in den Entwicklungsreihen dem subjektiven Ermessen einen weiten Spielraum lassen.

Ist auch die Systematik der Pflanzen durch die Kenntnis der ungeheuren Fülle der neu aufgefundenen Formen eine immer natürlichere geworden, sind wir dennoch weit davon entfernt, die gebräuchliche Anordnung mit wissenschaftlicher Sicherheit als eine natürliche bezeichnen zu können.¹⁾ — Nicht die Stellung mancher Arten zu den Familien, besonders solcher mit durch Anpassung an spezielle extreme Verhältnisse reduziertem Bau ist eine sehr unsichere. Ob die Wasserpflanze *Ceratophyllum* in die Verwandtschaft der unter sich recht fernstehenden Nymphaeaceen oder Urticaceen zu stellen ist, oder an welche Stelle die extremer Trockenheit angepasste *Casuarina* zu verweisen ist, wissen wir nicht. Die natürliche Gliederung einer so scharf begrenzten Familie wie der Gramineen ist eine recht unsichere. Die verwandtschaftlichen Beziehungen ganzer Reihengruppen, wie der Sympetalen, sind keineswegs aufgeklärt, und es ist vielfach vermutet worden, dass sie polyphyletisch aus den Apetalen resp. Choripetalen entstanden wären. Selbst für die morphologisch anscheinend so scharf unterschiedenen Mono- und Dicotyledonen ist letzthin²⁾ behauptet worden, dass sie in gewissen Familien sich verwandtschaftlich nahe ständen und somit

1) Vgl. hierzu: ENGLER, Prinzipien der systematischen Anordnung im Syllabus der Pflanzenfamilien 1904.

2) Vgl. HALLIER, der überhaupt ziemlich die gesamte Einteilung der höheren Pflanzen als eine unnatürliche ansieht.

die bisherige Einteilung als eine natürliche nicht zu bezeichnen ist. — Diesen Beispielen für die höheren Pflanzen sind viele für die niederen anzureihen. Die Entwicklungsreihen von den niederen zu den höheren Pflanzen etwa Farne, *Cycas*, *Araucaria* sind vielfach sehr problematisch; selbst für die physiologisch scharf getrennten Gruppen der Algen und Pilze wissen wir nicht, ob diese Trennung natürlichen Verwandtschaftsverhältnissen entspricht und ob nicht etwa die verschiedenen Familien der Pilze aus ebensoviel verschiedenen Familien der Algen ihren Ursprung nehmen.

So muss jedes Mittel als sehr erwünscht erscheinen, dass imstande ist, über die natürlichen verwandtschaftlichen Beziehungen der Pflanzen Auskunft zu geben.

Auf die Möglichkeit, einen solchen Weg ausfindig zu machen, wiesen uns eine Reihe von Entdeckungen der letzten Jahre.

KRAUS¹⁾ zeigte, dass das Blutserum von Tieren, in deren Blutbahn von Bakterien produzierte Eiweissstoffe gebracht waren, sich nach einer gewissen Zeit veränderte. Abgesehen von seinem spezifischen, baktericiden und agglutinierenden Eigenschaften gab es im Reagensglas auch mit dem gleichen Stoffe, der vorher eingespritzt war, Niederschläge, und diese Niederschläge waren spezifisch, traten also nur bei Stoffen der gleichen Bakterienart auf. Späterhin wurde zuerst von TSCHISTOWITSCH²⁾ und BORDET³⁾ ein gleiches Verhalten für tierische Eiweissstoffe und besonders für artfremde Sera festgestellt. — Diese Beobachtungen wurden dann nach zwei Richtungen ausgebaut. Einmal erhielten sie grosse Bedeutung für forensische Zwecke zur diagnostischen Unterscheidung von Menschen- und Tierblut. Es sich herausstellte, dass mit vorbehandeltem Serum schon sehr geringe Spuren eingetrockneten Blutes oder Blutes, selbst wenn es in stinkende Fäulnis übergegangen war, aber auch Speichel oder Sperma Niederschläge (Präcipitine) gaben.⁴⁾ — Dann aber wurde eine weitere Eigenschaft dieser BORDET'schen Reaktion verwertet. Es zeigte sich nämlich, dass das mit einem fremden tierischen Blut behandelte Serum nicht nur mit dem gleichen artfremden Blut Niederschläge ergibt, sondern auch mit dem nahe verwandter Tierspezies, ebenso wie dies auch schon KRAUS für die Eiweisprodukte nahe verwandter Bakterien beobachtet hatte. — So schloss man umgekehrt, dass, wenn

1) KRAUS, Über spezifische Reactionen in keimfreien Filtraten aus Cholera-, Typhus- und Pestbazillenkulturen, erzeugt durch homologes Serum. Wiener kl. Wochenschrift, 1897, Nr. 32.

2) TSCHISTOWITSCH, Etudes sur l'immunisation contre le sérum d'anguille. Ann. Pasteur 1899, S. 406.

3) BORDET, Sur l'agglutination et dissolution des globules rouges. Ann. Pasteur, 1899, S. 173.

4) WASSERMANN, Verhandlungen des Kongresses für innere Medizin, April 1900, S. 501. UHLENHUT, Deutsche med. Wochenschrift, 1901 Nr. 17.

ein mit artfremdem Blut behandeltes Serum mit dem Blut derselben Tierspezies und ausserdem mit dem Blut anderer Niederschläge ergebe, dieses auf eine genetische Verwandtschaft schliessen lasse. — NUTTALL¹⁾ und sein Schüler stellten nicht weniger als 16 000 vergleichende Versuche an verschiedenen, fast ausschliesslich höheren Tieren an, bei denen sich eine sehr befriedigende Übereinstimmung mit der aus morphologischen Verhältnissen geschlossenen systematischen Verwandtschaft herausstellte. NUTTALL versuchte auch aus der Massigkeit des Niederschlags, den er in graduierten Capillaren mass, auf den Grad der Verwandtschaft der verschiedenen Tierspezies zu schliessen. Er fand weiter, dass der Ausfall der Reaktion um so weniger spezifisch ist, je länger die Vorbehandlung der Tiere andauerte, sodass er schliesslich Sera erhalten konnte, die ganz allgemeine, z. B. „Säugetierreaktionen“, ergaben. — Indem der eine von uns²⁾ so vorging, dass er den Beginn des Eintretens der Reaktion beobachtete, gelang es ihm, die verwandtschaftlichen Beziehungen des Menschen in der Affenordnung, der Nager, der Strausse und des Mammuths durch die BORDET'sche Reaktion klarzulegen.

So war die Möglichkeit nicht von der Hand zu weisen, dass auch gegen pflanzliche Säfte das mit ihnen vorbehandelte Serum entsprechend wie für Bakterien und höhere Tiere gegenüber den einzelnen resp. verwandten Arten reagieren würde, und wir hofften auf diese Weise einen wünschenswerten Fingerzeig über die natürlichen verwandtschaftlichen Beziehungen der Pflanzen zu gewinnen. — Diese Versuche erschienen auch dadurch aussichtsreich, dass die Beobachtungen CZAPEK's³⁾ gezeigt hatten, wie die Wirksamkeit gewisser Fermente resp. Antifermente um so geringer wird, je weiter die Pflanzen systematisch entfernt ständen. —

Dass pflanzliche Eiweissstoffe in die Blutbahn von Kaninchen eingeführt, Präcipitinreaction geben, ist durch einige Mitteilungen bekannt geworden. JACOBY⁴⁾ fand, dass nach Einführung des aus *Ricinus*-Samen gewonnenen eiweissartigen Giftes Ricin, nicht nur ein

1) NUTTALL, Blood immunity and Blood Relationship, a demonstration of certain Bloodrelationships amongst animals by means of the precipitintest for blood. Cambridge 1904, p. 444.

2) FRIEDENTHAL, Neue Versuche zur Frage nach der Stellung des Menschen im zoologischen System. Sitzungsbericht der kgl. preuss. Akad. der Wiss. XXXV, 1902, S. 830. Über einen experimentellen Nachweis von Blutsverwandtschaft. II Teil. Über die Verwertung der Reaktion auf Blutsverwandtschaft. Arch. für Anat. und Phys., Phys. Abt. 1905.

3) CZAPEK, Antifermente im Pflanzenorganismus. Diese Ber. XXI, 1903, S. 229. und Oxydative Stoffwechselvorgänge bei pflanzlichen Reizreaktionen. Jahrb. für wiss. Bot., Bd. XLIII, Heft 3, 1906.

4) JACOBY, Über Ricinimmunität, 1901. Beiträge zur chemischen und physiologischen Pathologie I.

Atintoxin entstand, sondern das Serum auch präcipitierende Eigenschaften gegen Ricin bekam. — Zur Differentialdiagnose pflanzlicher Eiweissstoffe behandelte KOWARSKI¹⁾ Kaninchen mit aus Weizenmehl gewonnenen Albumosen und erhielt ausser mit der Weizenalbumose Niederschläge mit Albumosen von Gerste und Roggen, keine mit Hafer, sehr schwache mit der von Erbsen. Er schloss daraus, dass pflanzliche Eiweisskörper nicht so verschieden wie tierische seien. SCHÜTZE²⁾ legte sich die Frage vor, ob einzelne Hefearten etwa durch ihre biologische Reaktion unterschieden werden können. Er fand, dass das mit Saft verriebener Hefe behandelte Kaninchenserum wohl einen starken Niederschlag ergab, derselbe aber für ober- und untergärrige, für Bäcker- und Kartoffelhefe derselbe war.

Es gelang uns nun vorläufig, für einen Spezialfall zu zeigen, dass sowohl die BORDET'sche Reaktion für pflanzliche Säfte spezifisch wirkt, als auch das den pflanzlichen Säften die gleiche für Beurteilung der Verwandtschaftsgrade höchst wichtige Eigenschaft zukommt, ebenso wie den tierischen Säften, bei intensiverer Behandlung Reaktionen in immer weiterem Umkreis zu geben.

Wir legten uns die Frage vor, ob die morphologisch und ernährungsphysiologisch so differenten Pilzformen der Hefe (*Saccharomyces cerevisiae*) und der Trüffel (*Tuber brumale*) wirklich als genetisch verwandt zu bezeichnen sind, ob also die endogene Sporenbildung in einer bestimmten Anzahl von Sporen (Ascus) wirklich als sicheres Merkmal einer nahen Verwandtschaft (Ascomyceten) anzusehen ist, da doch die sonstigen Wachstumsverhältnisse, Kopulation usw. kaum Analoga bieten. Zum Vergleich wurde dann noch ein Vertreter der Basidiomycetenreihe (exogene Sporenbildung in bestimmter Anzahl) der Champignon (*Agaricus campestris*) herbeigezogen, um seine eventuelle Verwandtschaft zu den Ascomyceten festzustellen.

Der Bau der pflanzlichen Zelle, die starre Zellmembran, der ein zumeist dünner Protoplasmaschlauch anliegt, macht es schwierig, durch einfaches Zerreiben eine genügende Menge plasmatischer Inhaltsbestandteile zu erhalten. Wir benutzten daher die Methode, die von BUCHNER für die Herstellung des zymasehaltigen Hefepresssaftes angegeben ist. Wir sind Herrn Prof. ED. BUCHNER zu grossem Dank verpflichtet, dass er uns in liberalster Weise die Benutzung der Presse seines Instituts (Chemisches Institut der landwirtschaftlichen Hochschule) gestattete und uns auch einige Male Hefepresssaft selbst zur Verfügung stellte. Der Eiweissgehalt der benutzten Säfte betrug im Durchschnitt, gemessen mit dem Albumini-

1) KOWARSKI, Über den Nachweis von pflanzlichem Eiweiss auf biologischem Wege. Deutsche med. Wochenschrift XXVII, 1901, S. 442.

2) SCHÜTZE, Über weitere Anwendungen der Präcipitine. Deutsche med. Wochenschrift, XXVIII, 1902, S. 809.

meter nach ESBACH, für Hefepressaft über 2 pCt., Trüffelsaft 0,025 pCt., Champignonsaft 0,1 pCt. Die Reaktion der Pflanzensäfte gemessen mit der FRIEDENTHAL'schen Indikatorenmethode war allgemein 1×10^{-6} H. Sie wurden durchgehend vor der Einspritzung mit Soda schwach alkalisch gemacht, wodurch ihre Giftigkeit sichtlich herabgesetzt wurde. Dass eine Reihe mit den Säften höherer Pflanzen vorgenommene Injektionen bald zu dem Tod der Versuchstiere führten, schieben wir zum grössten Teil dem Umstande zu, dass wir unterlassen hatten, die Säfte alkalisch zu machen. Die Einspritzung geschah subcutan. Folgende Tabelle gibt die Resultate für je ein mit Hefe, Champignon und Trüffel behandeltes Tier nebst des Kontrolltieres.

	Hefe	Trüffel	Champignon	Kontrolltier
Anfangsgewicht	2400 g	2500 g	2000 g	
Gewicht bei Blutentnahme	1900 g	2500 g	1800 g	
Zeit der Behandlung . .	14 Tage	14 Tage	12 Tage	
Summe des Saftes	12 ccm	13 ccm	12 ccm	
1 ccm Serum + 0,02 Hefesaft	rasch eintretende starke Trübung	leichte Trübung	fast klar bleibend	dauernd fast klar
1 ccm Serum + 0,02 Trüffelsaft	do.	rasch eintretende starke Trübung	do.	do.
1 ccm Serum + 0,02 Champignonsaft	dauernd klar bleibend, geringe Flocken	so gut wie klar	rasch eintretende starke Trübung	do.

Zur Kontrolle wurde auch stets Presssaft zu 1 ccm 1 pCt. Kochsalzlösung gefügt und ergab stets eine minimale, mit dem positiven Ausfall der Reaktion nicht in Vergleich zu setzende Trübung. — Wir sehen also, dass ganz wie bei Bakterienprodukten oder tierischen Säften schon bei Zusatz sehr geringer Mengen des vorher injizierten Pflanzensaftes im vorbehandelten Serum alsbald ein Niederschlag entsteht von einer Stärke, wie er im normalen Serum oder in der Kochsalzlösung nie eintritt. — Während diese Reaktion nun bei unseren drei Testobjekten: Hefe, Trüffel, Champignon für den Champignon durchaus spezifisch ist, und auch das Serum des Trüffeltieres nur mit Trüffelsaft ein Präcipitin ergibt, wird das Serum des Hefetieres auch von Trüffelsaft präcipitiert; wir müssen also schliessen, dass die Hefe in näherer verwandtschaftlicher Beziehung zu der Trüffel als zum Champignon steht, dass mit Recht die Hefe als Ascomycet be-

trachtet wird, und dass die morphologischen Unterschiede der Ascus- und Basidien tragenden Pilze auch stammesgeschichtlichen Verschiedenheiten entsprechen. — Wir hatten schon gesehen, dass die Weite der Reaktion in Beziehung steht zu der Intensität der Vorbehandlung und müssen schliessen, dass die Vorbehandlung des Hefetieres, das mit Hefe- und Trüffelsaft Reaktion ergibt, eine intensivere war als die des Trüffeltieres, das nur auf Trüffelsaft reagiert. Da die Dauer der Behandlung und die Quantität des eingeführten Saftes die gleiche, werden wir dazu geführt, einen Unterschied in der Qualität der Säfte annehmen zu müssen.

Es liegt nun nahe, diesen Unterschied in dem grossen Unterschiede des Eiweissgehaltes (2 pCt. und 0,025 pCt.) zu sehen. In der Tat ist von mancher Seite der Gedanke ausgesprochen worden, dass die Reaktion durch jedes genuine Eiweiss und auch von manchen anderen Eiweisskörpern ausgelöst wird und auch für verschiedene Eiweisskörper der gleichen Tierspezies spezifisch präcipitierende Substanzen gebildet werden.¹⁾ Nachdem der eine von uns²⁾ gezeigt hat, dass während der ganzen Entwicklung eines Tieres seine Organsäfte stets gleiche Reaktionen geben, ist er auch durch andere experimentelle Erwägungen dazu geführt worden, anzunehmen, dass ganz speziell Kernstoffe als wesentlicher Faktor bei der Verwandtschaftsreaktion zu betrachten sind. Es ist hier nicht die Stelle, darauf näher einzugehen. Es mag nur darauf hingewiesen werden, wie dies in Übereinstimmung stünde zu den Anschauungen, wie sie die moderne Cytologie begründet hat, die in dem Kern den Träger der Vererbungssubstanzen sieht. Gelingt es nun, zu zeigen, dass wirklich die chemischen Eigenschaften der Kernstoffe verwandter Arten sich nur wenig von einander unterscheiden, dann könnten wir wirklich in ihnen die materielle Grundlage des von NÄGELI theoretisch postulierten Idioplasmas sehen, das nur sehr langsam und schwer Veränderungen einzugehen im Stande ist. — Auf ein solches Resultat dürfen wir bei Abwesenheit eines scharfen Gegensatzes zwischen somatischen und generativen Zellen bei den Pflanzen um so eher hoffen, als selbst bei den Tieren mit ihrer weit-

1) L. MICHAELIS und C. OPPENHEIMER, Über Immunität gegen Eiweisskörper, Arch. für Anat. und Physiol. (Phys. Abt.), Supplement 1902 L MICHAELIS, Weitere Untersuchungen über Eiweisspräcipitine, Deutsche med. Wochenschrift 1904, S. 1240. Über die grosse diesbezügliche Literatur bis 1904. Vgl. R. KRAUS: Über spezifische Niederschläge (Präcipitine) in KOLLE und WASSERMANN, Handbuch der pathogenen Mikroorganismen, Bd. IV, T. 1, 1904, S. 532.

2) L. c. 1905.

3) FRIEDEMANN und FRIEDENTHAL, Über Immunitätsreaktionen und Gerinnungsvorgänge, Beziehungen der Kernstoffe zu den Immunkörpern. Zeitschr. für exper. Pathologie und Therapie, 1906.

gehenden Zelldifferenzierung die Artspezifität jeder Körperzelle, wie oben erwähnt, von dem einen von uns hat nachgewiesen werden können. Ausser diesen mehr praktischen Fragen über die Sicherstellung der verwandtschaftlichen Beziehungen der Arten scheint also das nähere Studium dieser Verhältnisse bei Pflanzen berufen zu sein, Resultate von weittragender theoretischer Bedeutung für die Zellbiologie und Vererbungslehre zu liefern.

Aus dem Privatlaboratorium von HANS FRIEDENTHAL, Nicolassee bei Berlin.

Übersicht der Hefte.

- Heft 1 (S. 1—54) ausgegeben am 21. Februar 1906.
 Heft 2 (S. 55—122) ausgegeben am 28. März 1906.
 Heft 3 (S. 123—184) ausgegeben am 25. April 1906.
 Heft 4 (S. 185—206) ausgegeben am 23. Mai 1906.
 Heft 5 (S. 207—272) ausgegeben am 27. Juni 1906.
 Heft 6 (S. 273—352) ausgegeben am 25. Juli 1906.
 Heft 7 (S. 353—406) ausgegeben am 12. August 1906.
 Heft 8 (S. 407—476) ausgegeben am 28. November 1906.
 Heft 9 (S. 477—532) ausgegeben am 27. Dezember 1906.
 Heft 10 (S. 533—608) ausgegeben am 24. Januar 1907.
 Generalversammlungsheft (Schlussheft) [S. (1)—(100)] ausgegeben am
 30. April 1907.

Berichtigungen.

Seite 1 oben lies „Vorsitzender: Herr S. SCHWENDENER“ statt „Vorsitzender: Herr L. KNY“.

Seite 38, Zeile 11 von oben setze statt „auch“ die Worte „dass sie hingegen“.

„ 38, „ 12 und 13 von oben ersetze die Worte „weit mehr oder weniger tief auch entfernt von der Peripherie“ durch „auch mehr oder weniger weit entfernt von der Peripherie“.

„ 42, „ 1 von oben lies „bestätigte“ statt „bestätige“.

„ 42, „ 8 von unten streiche die Worte „mit dem“.

„ 135, „ 5 von oben lies „aktiviert“ statt „ätherisiert“.

„ 135, „ 19 von oben lies ebenfalls „aktiviert“, statt „ätherisiert“.

„ 136, „ 18 von oben lies „Gesetzmässigkeit“ statt „Regelmässigkeit“.

„ 137, „ 1 von unten setze „Portion c“ statt „Portion a“.

„ 139, „ 18 von oben setze „20 ccm H₂O, 20 ccm H₂O₂“ statt „20 ccm H₂O“.

„ 140, „ 8 von unten setze „POLOWZEW“ statt „POLAWZEW“.

„ 403, „ 12 von oben setze „bestimmen“ statt „beschreiben“.

„ 406, „ 12 von oben setze „*ramealis*“ statt „*borealis*“.

„ 439 fehlt hinter der zweiten Gasanalyse die Angabe

CO₂ = 11,53 pCt.

H₂ = 0,0 „

N₂ = 88,47 „

„ 441 muss es in dem gesperrt gedruckten Satze unter der letzten Gasanalyse heissen: „dass bei der Atmung mannitführender Samenpflanzen **keine** Wasserstoffbildung stattfindet“ statt „dass . . . eine Wasserstoffbildung stattfindet.“

„ 460, Zeile 19 von oben setze „II, S. 458“ statt „I, S. 458“.

„ 467 muss es in Tabelle 4 in der ersten Kolumme unter „III. Generation“ heissen „ $\overline{\text{♀}}$ und schwach $\overline{\text{♀}} \overline{\text{♀}}$ “ statt „ ♀ und schwach $\text{♀} \text{♀}$ “.

„ 468 muss in Tabelle 5 in der letzten Kolumme die Gesamtzahl bei Versuch Nr. 9 die Zahl „37“ statt „34“ gesetzt werden.

„ 475 ist in der untersten Zeile der Textanmerkung das Wort „Frage“ ausgefallen.

„ 519, Zeile 4 von oben setze „vielleicht ostwärts nicht“ statt „vielleicht ostwärts, nicht“; das Komma muss fortfallen.

- Seite 569, Zeile 18 von oben setze „lebten, meist“, statt „lebten: meist“.
- „ 570, „ 21 von oben setze „diesen“ statt „dieser“.
- „ 599, „ 5 des Textes von unten lies „Eigenschaft“ statt „Eisenschaft“.
- „ 600, „ 8 von oben lies „Scrophulariaceen“ statt „Scrophulariceen“.
- „ 600, „ 13 des Textes von unten lies „Salpiglossideae“ statt „Salpiglonideae“.
- „ 600, „ 12 des Textes von unten lies „Blütenmerkmalen“ statt „Blütenmerkinalen“.
- „ 600, „ 1 des Textes von unten lies „Plasmaverbindungen“ statt „Plasmarverbindungen“.
- „ 600 lies in der letzten Zeile von Anm. 2 „eingehende“ statt „eingehenden“.
- „ 601, Zeile 15 des Textes von unten ist das Wort „nur“ hinter „Nicht“ einzufügen.
- „ 602, „ 11 des Textes von unten ist hinter dem Worte „Tierblut“ der neue Satz einzuleiten: „Zumal“ es“, d. h. das Wort „Zumal“ einzufügen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1906

Band/Volume: [24](#)

Autor(en)/Author(s): Magnus Werner, Friedenthal Hans Wilhelm Carl

Artikel/Article: [Ein experimenteller Nachweis natürlicher Verwandtschaft bei Pflanzen. 601-607](#)