

Der Irrtum als Quelle neuer Erkenntnisse Beispiele aus der Geschichte der Mykologie*

Heinrich Dörfelt

Zusammenfassung

An mehreren Beispielen aus der Geschichte der Mykologie wird gezeigt, dass falsche Gedankengänge nicht nur Hindernisse, sondern auch Triebkräfte des Fortschritts der Erkenntnisse sein können. Die erste Entdeckung der Pilzsporen im 16. Jh. fiel der Signaturenlehre der Renaissance, einer irrtümlichen Vorstellung der Mediziner, zum Opfer. Die Wiederentdeckung der Sporen durch P. A. MICHELI Anfang des 18. Jh. geschah hingegen auf der Suche nach Feinstrukturen in einer Zeit, in der die Mikroskopie neue Horizonte eröffnet hatte und man an die Präformation des Lebens im Kleinsten glaubte. Bei der Suche nach Sexualorganen an den Ascomata Ende des 18. Jh. ging der erfolgreiche Mikroskopiker J. HEDWIG in die Irre, fand aber die reguläre Achtsporigkeit der Asci. Im frühen 19. Jahrhundert führte die romantische deutsche Naturphilosophie zu extrem irrigen Ansichten in der Systematisierung der Pilze und zu einem Zwiespalt, der die Opposition und neue Untersuchungen herausforderte. Im ausgehenden 19. Jahrhundert kam es zu einer Kontroverse über den Dimorphismus der Pilze, der zur Festigung zweier konträrer, aber doch korrekter Ansichten führte. Zu allen Zeiten gab es in der Wissenschaft Irrtümer und überzogene Gläubigkeit an „moderne“ Denkweisen, dies sollte auch in der Gegenwart bedacht werden.

Summary

Scientific errors cannot only be detrimental, but may also lead to new discoveries. This is demonstrated with different examples from the history of mycology from the renaissance to modern history.

The first description of the fungal spores by G. B. PORTA in the year 1688 was not accepted by the scientists because of an erroneous opinion of the author on the medical signatures in nature. However, the new discovery of spores by P. A. MICHELI in the year 1729 happens in connection with another erroneous teaching on the pre-formation of generations of all organisms.

In the end of the 18th century J. HEDWIG was mistaken with his sexual structures in Ascomycetes, but he had found the regularity of eight spores in the asci by his research on sexuality. He describes the genus *Ooctospora*.

* Herrn Dr. DIETER BENKERT zum 70. Geburtstag gewidmet (Druckfassung des auf dem Festkolloquium am 22.11.2003 im Botanischen Verein von Berlin und Brandenburg gehaltenen Vortrags).

In the beginning of the 19th century an erroneous natural philosophy led to wrong systematic outlines, e.g. by L. OKEN. Correct discoveries happened in opposition against this teaching.

In the second half of the 19th century A. DE BARY and O. BREFELD had a dispute on whether yeasts were organisms "sua generis" or stages of filamentous fungi. But they investigated different fungi: the genera *Saccharomyces* and *Ustilago*. Both were perfectly right. The dispute was effective in the progress of knowledge on the dimorphism of fungi.

Mistakes have always occurred in the sciences. This is also important to know in the present.

Einleitung

In der gegenwärtigen Zeit ist man in der Wissenschaft eher geneigt, den Zopf der Vergangenheit abzuschneiden und sich ganz dem Fortschritt zu widmen. Rückblicke in die Geschichte der Naturwissenschaften werden nicht selten als überflüssige Zeitverschwendung betrachtet. Das Wissen über historische Zusammenhänge ist daher unter Studenten und jungen Wissenschaftlern oft sehr mangelhaft. Dies ist zwar durch das rasante Tempo, in dem uns stets neue Erkenntnisse überfluten, verständlich, sollte aber dennoch korrigiert werden. Die Wissenschaftsgeschichte vermittelt uns manche Irrwege, die den Fortschritten vorausgegangen sind, und vermag uns damit vor Überschätzung der gegenwärtigen Erkenntnisse und eigenen Leistungen zu bewahren, aber auch unsere Urteilskraft über aktuelle wissenschaftliche Leistungen und Organisationsformen zu schärfen. Wissenschaftshistorisches Grundwissen sollte nicht als überflüssiger Ballast, sondern als Notwendigkeit empfunden werden.

Die folgenden Beispiele sollen zeigen, wie einige bedeutende Fortschritte in der Mykologie, eingebettet in die naturwissenschaftlichen Erkenntnisse ihrer Zeit, entstanden sind und welchen Einfluss das Umfeld hatte. Ausschlaggebend für die Erfolge war stets der Anteil induktiver Ansätze und das kritische Hinterfragen deduktiv gewonnener Ansichten. Aus dieser Sicht fördern besonders krasse Irrtümer neue Erkenntnisse schon aufgrund der Tatsache, dass sie eine heftige Opposition herausfordern.

1. Die Zeichen des Schöpfers

Die Signaturenlehre in der Renaissance und die Entdeckung der Pilzsporen durch G. B. PORTA

Die Renaissance brachte auf nahezu allen Gebieten der Naturwissenschaften einen enormen Auftrieb. Die Abwendung von der Scholastik des Mittelalters führte nicht nur zu einer neuen Bewertung der Kenntnisse der Antike, sondern auch zu völlig neuen Ansichten über die belebte Natur.

Zu den Irrlehren der Renaissance gehörte die im 16. Jahrhundert rasch auflebende Signaturenlehre in der Medizin. Verwurzelt in der Alchemie und Volksmedizin vorwissenschaftlicher Epochen und in der Antike, gewann sie vorübergehend bedeutenden Einfluss, unter anderem durch die Werke des Mediziners PARACELSUS (1493–1591). Man glaubte, dass die göttliche Heilskraft (Arcana) zwar unergründbar sei, dass aber durch gottgegebene Zeichen (Signaturen) in der Natur Hinweise auf jene Arcana gegeben werden. Nicht in Büchern, sondern in der Natur selbst seien die Zeichen zu suchen. So entstanden die bekannten, z. T. bis in die Gegenwart

wirkenden Ansichten, dass z. B. die Lungenflechte wegen ihrer Ähnlichkeit mit einer Lunge gegen Lungenleiden einzusetzen sei, die Orchideenwurzeln oder Hirschrüffeln wegen ihrer Hodenähnlichkeit als Aphrodisiakum dienen sollten oder die *Saxifraga*-(Steinbrech-)Arten gegen Nierensteine wirksam seien. Das Agaricum (*Laricifomes officinalis*), das unnatürlich aus Baumstämmen wächst, sollte gegen unnatürliche Auswüchse am Menschen angewendet werden. Die kurze Lebensdauer der Pilze sei ein Hinweis auf die Lebensdauer der Pilzesser (vgl. JAHN et al. 1985, DÖRFELT & HEKLAU 1998). Diese Lehre wurde von einigen Wissenschaftlern in besonders extremer Weise vertreten. Dies führte dazu, dass sie, obgleich bis in das 17. Jh. wirksam, schon im 16. Jh. von vielen Medizinnern und Naturforschern als Irrlehre nicht mehr akzeptiert und abgelehnt wurde.

Dieser Ablehnung fiel ein bedeutender Fortschritt der Mykologie zum Opfer: die Entdeckung der Pilzsporen durch GIOVAN BATTISTA PORTA (1540-1615¹⁾) (auch IOANNIS BAPTISTA PORTA, JOHANN BAPTISTA PORTA, GIAMBATTISTA DELLA PORTA; Abb. 1).



Abb. 1: G. B. PORTA. Porträt aus dem Archiv des Sudhoff-Instituts der Universität Leipzig.

PORTA war ein vielseitiger Wissenschaftler. Sein Lebenswerk widerspiegelt den Forscherdrang der Renaissance. Er bereiste verschiedene Regionen des Mittelmeergebietes, befasste sich mit physikalischen und mathematischen Gesetzen und konstruierte u. a. optische Geräte mit verschiedenen Linsenkombinationen. PORTA gehörte der „Accademia dei Lincei“ (Akademie der Luchsäugigen) an. Seine Experimente mit Linsen haben, wie die Beschreibung der Pilzsporen beweist, zu Vergrößerungen geführt, die denen der Mikroskope des 17. Jh. wenigstens gleich kamen.

Im Jahre 1588¹ beschreibt PORTA in seinem Werk *Phytognomonica* (Abb. 2, 3) erstmals die Pilzsporen (Samen) mit der Formulierung:

„E fungis semen perbelle collegimus exiguum, & nigrum, in oblongis presepiolis, vel liris latenit e pediculo ad pilei circumferentiam protensis, & praecipue ex illis, qui in saxis proueniunt, vbi decidente semine perenniferacitate seritur, & pullulat.“

(Von Pilzen haben wir sehr feinen Samen gesammelt, klein und schwarz, verborgen in länglichen Furchen oder Rillen, die sich vom Stiel zum Hut – dort ringsum – erstrecken und besonders von denen, die aus Steinen wachsen [*Polyporus tuberaster*] wo der abfallende Samen [auf dem Stein] mit beständiger Fruchtbarkeit keimt und wächst.)

Die Entdeckung führt PORTA zu einem klaren Bekenntnis gegen die Urzeugung bei Pilzen:

„Falso igitur Porphyrius Deorum filios fungos, et tubera dexit, quod sine semine provenirent. Sic in tuberum corticibus, ut in cupressi pilulis nigrum etiam latet semen: ob id in siluis, vbi saebius prodieint, & computruerint, semper proueniunt.“

(Folglich erklärte Porphyrius unrichtig, dass die Fungi [Hutpilze] und Tubera [Trüffeln] die Söhne Gottes seien, weil sie ohne Samen hervorkommen würden. Es ist so, dass in den Rinden der Trüffel, wie in den Kugeln [Zapfen] der Zypresse auch die schwarzen Samen verborgen sind: deswegen treten sie in Wäldern, wo sie öfters zum Vorschein kommen und verwesen [würden], immer [wieder neu] auf.)

PORTA war einer der einflussreichsten Vertreter der Signaturenlehre, was aus seinen Werken *Physiognomonica humana* von 1586¹, *Phytognomonica* von 1588¹ und *Magia naturalis* von 1589¹ hervorgeht. Er erweiterte die „Signatura rerum“ bis hin zur Interpretation der menschlichen Physiognomie (Abb. 4, 5). Die extreme Haltung hatte zur Folge, dass PORTAS Werke zwar bekannt und relativ weit verbreitet, von Ärzten und Quacksalbern auch viel benutzt, aber seitens der Naturwissenschaftler wie die gesamte Signaturenlehre abgelehnt und ignoriert wurden. Die Beschreibung der Pilzsporen und die korrekte Verallgemeinerung über die Fortpflanzung der Pilze blieb daher ohne Wirkung auf die Diskussionen um die Urzeugung in der Folgezeit. Es wurden weiterhin die in verschiedenen Kräuterbüchern gegebenen Darstellungen hingenommen, die im Wesentlichen alle der ersten Pilzdefinition in der wissenschaftlichen Literatur der Neuzeit von H. BOCK (1498-1554) entsprachen:

„Alle Schwemme seind weder kreütter noch wurtzelen weder blümen noch samen, sonder eittel überflüssige feüchtigkeit der erden der beüme der faulen höltzer und andere faulen dingen“ (BOCK 1539).

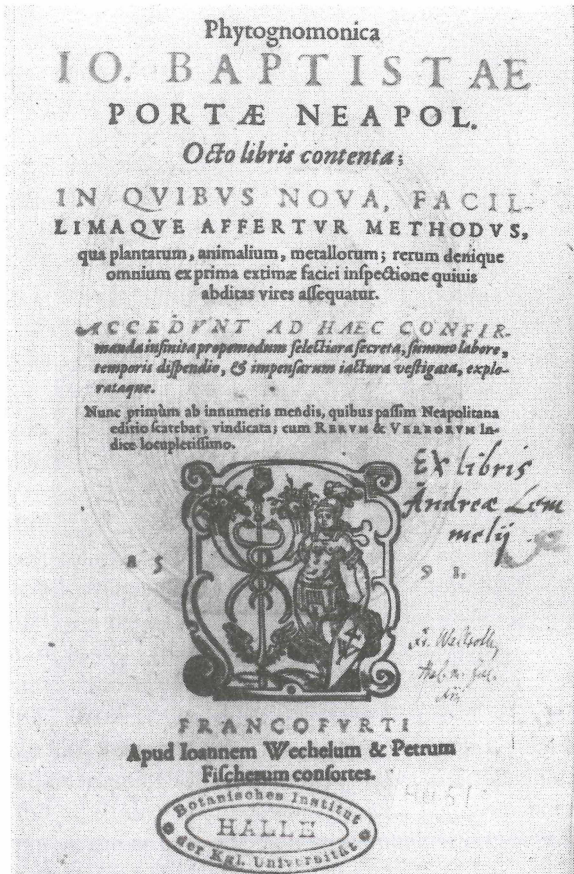


Abb. 2: G. B. PORTA: Phytognomonica. Titelblatt der Ausgabe von 1591.

E fungis se-
men perbelle collegimus exiguum, & nigrum, in oblongis præsepi-
olis, vel liris lateris e pediculo ad pilei circumferentiam protensis, &
præcipue ex illis, qui in saxis proueniunt, vbi decedente semine per-
enniferacitate seritur, & pullulat. Falso igitur Porphyrius Deorum
filios fungos, & tubera dixit, quod sine semine prouenirent. Sic in
tuberum corticibus, vt in cupressi pilulis nigrum etiam latet semen:
ob id in siluis, vbi sæpius prodierint, & computruerint, semper pro-
ueniunt.

Abb. 3: G. B. PORTA (1591): Reproduktion des Originaltextes mit der Beschreibung der Pilzsporen.

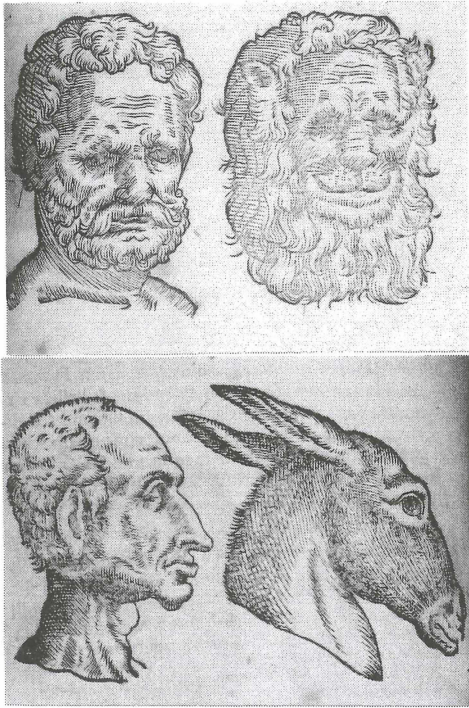


Abb. 4 und 5: G. B. PORTA: *De Humana Physiognomica*, Ausgabe von 1618, 2 vergleichende physiognomische Darstellungen, ein Beispiel der extremen Auslegung der Signaturlehre.

2. Die Blüten und Samen der Pilze

Die Präformationslehre und die Wiederentdeckung der Pilzsporen durch P. A. MICHELI

Im 17. Jh. gewann die Mikroskopie, vor allem durch den Engländer R. HOOKE (1635-1703), den Holländer A. v. LEEUWENHOEK (1632-1723) und den Italiener M. MALPIGHI (1628-1694) an Bedeutung. Viele mikroskopische Details wurden beschrieben, z. B. bildete HOOKE einen Köpfchenschimmel ab, LEEUWENHOEK sah Hefezellen, MALPIGHI beschrieb erstmals conidiogene Pilze. Im Gefolge der Entdeckung der Spermatozoide bei Vögeln, Säugetieren und Menschen durch LEEUWENHOEK erfuhr eine vorher nur wenig beachtete Lehre regen Zuspruch und behielt bis weit ins 18. Jh. hinein großen Einfluss auf das Weltbild der Wissenschaftler. Alles Leben sei im kleinsten vom Schöpfer präformiert, vorgebildet, und die Generationen seien ineinander geschachtelt erschaffen worden und würden bei

der Fortpflanzung nur ausgewickelt wie ineinander gesteckte russische Spielzeug-Puppen. Diese Präformationslehre hatte z. B. durch die Tatsache vorgebildeter Pflänzchen in den Samen ihre Anhänger und blühte durch die neue Dimension der Mikroskopie auf (vgl. hierzu JAHN et al. 1985).

Dass der Italiener PIER ANTONIO MICHELI (1679-1737, Abb. 6) ebenfalls präformistische Vorstellungen hatte, beweisen am besten seine Darstellungen zur Fruchtkörperentwicklung der Pilze aus einzelnen Sporen (Abb. 7). MICHELI suchte die Teile der Pflanzen, vor allem Blüten und Samen, bei den Pilzen im mikroskopischen Bereich. Erstmals wurden durch ihn mikroskopische Merkmale der Pilze für die Systematik genutzt. MICHELI sah, wie später auch J. HEDWIG und A.

CORDA (s. u.), die Fruchtkörper der Pilze als Homologen blühender Pflanzen und suchte nach den Samen und Blüten. Er deutete dabei z. B. Cheilocystiden als reduzierte Blüten (Abb. 8, 9) und fand bei seiner Suche völlig unabhängig von PORTA erneut die Pilzsporen, die er als Fortpflanzungseinheiten erkannte und ebenfalls als Samen bezeichnete. Es ist von Interesse, dass MICHELI bei seinen Darstellungen keinen direkten Zusammenhang zwischen Blüten und Samen erwartet (Abb. 9, vgl. hierzu LÜTJEHARMS 1936). Daraus wird klar, dass ihm die zwangsläufige Beziehung von Blüten und Samen auch bei höheren Pflanzen im Detail nicht bekannt war. Die Entdeckung der Sexualität der Pflanzen durch R. J. CAMERARIUS (1665-1721) am Ende des 17. Jh., die den funktionellen Zusammenhang zwischen Blüten und Samenbildung klärte und bereits 1735 zur Grundlage des Sexualsystems von C. LINNAEUS wurde, war ihm noch unbekannt.

MICHELI'S mikroskopische Arbeit führte zu einem weiteren Fortschritt in der Mykologie. Er entdeckte bei der Suche nach den Pilzsporen, dass die Sporen an den Lamellen von Blätterpilzen mitunter regulär in Vierzahl angeordnet sind. Mit seiner Darstellung (Abb. 9) ging er dicht an der Entdeckung der Basidien vorbei, die erst über 100 Jahre später, unter anderem durch J. H. LÉVEILLÉ (1796-1870), beschrieben wurden.



Abb. 6: P. A. MICHELI. Porträt aus LAZZARI (1973).

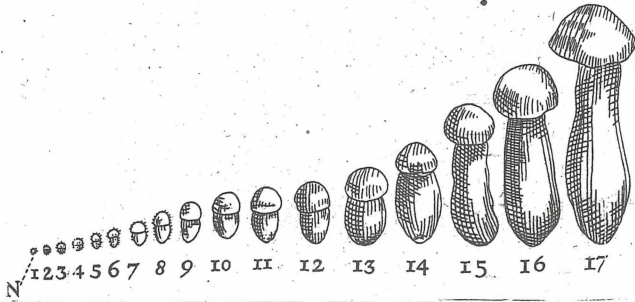


Abb. 7: MICHELI (1729). Darstellung der Fruchtkörperentwicklung aus Pilzsporen, Detail der Tafel 73 (Gattung „Fungus“), leicht verändert, aus DÖRFELT & GÖRNER (1989).

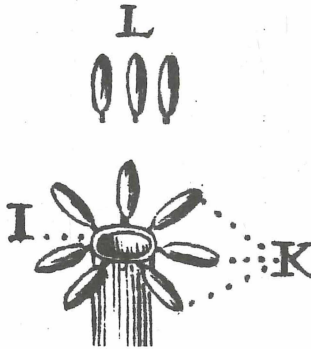


Abb. 8: MICHELI (1729). Darstellung von „Blüten“ der Pilze am Rande der Poren eines Röhrlings, die Cystiden (?) werden als reduzierte Blüten gedeutet; Detail der Tafel 68 (Gattung „Suillus“).

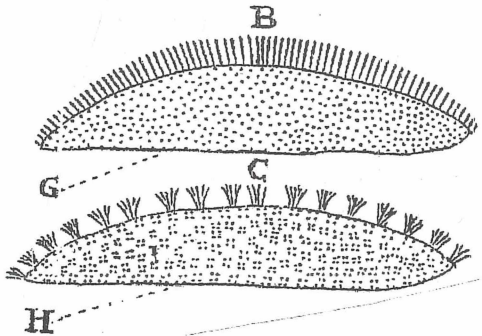


Abb. 9: MICHELI (1729). Darstellung der Pilzsporen, unten in geordneten Tetraden, auf der Lamellenfläche und der „Blüten“ (Cystiden?) an der Lamellenschneide, Detail der Tafel 73 (Gattung „Fungus“).

3. Sexualität als Zwang

Das Sexualsystem von C. LINNAEUS und die Entdeckung der *Octosporae* durch J. HEDWIG

Nachdem C. LINNAEUS (1707-1778) im 18. Jh. den Blütenbau der Spermatophyten in den Mittelpunkt seines Sexualsystems gestellt hatte und die Sexualität als allgemeines Prinzip der Fortpflanzung auch für die Pflanzen erkannt war, musste sich zwangsläufig die Suche nach der Sexualität der Sporenpflanzen anschließen. Schon die Bezeichnung „Cryptogamia“ (Verborgenblütige Pflanzen) bei LINNAEUS (1735), zeigt, dass es durchaus neben der Urzeugungsidee die Meinung gab, dass bei diesen Organismen Sexualität vorkommt, aber nicht so offensichtlich wie bei den Blütenpflanzen ist, die im Gegensatz zu den Kryptogamen später als Phanerogamen (Pflanzen mit Blüten) bezeichnet wurden². Nachdem C. C. SCHMIDEL (1718-1792) bereits die Sexualorgane bei Lebermoosen entdeckt hatte, gelang J. HEDWIG (1730-1799) dies bei den Laubmoosen.



Abb. 10: J. HEDWIG. Porträt aus DÖRFLER (1906-1907).

JOHANN HEDWIG (Abb. 10) war vom Vorkommen der Sexualität bei den Flechten und Pilzen a priori überzeugt. Da er bei den vorangestellten (HEDWIG 1787) und nachgestellten Laubmoosen (HEDWIG 1789) die Sexualverhältnisse gut erkannte und beschrieb, war es für ihn völlig außer Zweifel, dass es bei den Pilzen prinzipiell vergleichbare Strukturen gibt. Bei seiner Untersuchung von 28 apothecienbildenden Ascomyceten sah er – wie MICHELI – den Fruchtkörper als Homologon einer Pflanze, woran die Geschlechtsorgane zu suchen sind. Er beschreibt in der Arbeit von 1789³ von jeder Becherlingsart „Stamm“, „Wurzeln“, „maennliche Geschlechtstheile“, „weibliche Geschlechtstheile“, „Saamenbehältnisse“, „Saamen“, „Standort und Zeit“ (Abb. 11, 12). Die Angaben zu den Geschlechtsteilen mussten inkorrekt sein, da der Sexualvor-

gang bei diesen ascohymenialen Fruchtkörpern auf dem Mycel stattfindet, die Fruchtkörperbildung einleitet und am Fruchtkörper in der Regel nicht mehr nachvollziehbar ist. HEDWIG schreibt z. B. zu den männlichen Teilen seiner *Octospora viridens* („Grünrandiger Achtsaame“): „... ohnfehlbar befinden sich diese, wenn die Pflanze noch sehr jung ist und blüht, an den oberen Rand ...“. Die weiblichen Teile fand er „... zwischen den fadenartigen Umsätzen ...“, sie seien „... zu der Befruchtungszeit unscheinbar ...“. HEDWIG betont mehrfach die Schwierigkeiten bei der Suche nach Sexualorganen infolge der Kleinheit der Strukturen, z. B. bei der Beschreibung seiner *Octospora minuta* („Kleiner Achtsaame“): „Die ... Geschlechtsteile ...“ können „... schwerlich sichtlich gemacht werden ..., da es schon ungemein viel Mühe verursacht, die Folgen ihrer Einwirkung zu entfalten. Ich meyne die Saamengehäuse, die sogar durch die stärksten Vergrößerungen ungemein klein erscheinen ...“. Bei den Flechten erkennt HEDWIG die Spermogonien korrekt als die „maennlichen Zeugungstheile“ und sieht in den Apothecien die „schüsselförmigen weiblichen Blumen“ (HEDWIG 1789: 6, bei „*Lichen proboscideus*“) und kommt damit der Realität ein Stück näher als bei den nicht lichenisierten Ascomyceten.

Mit den Fehldeutungen der Sexualzellen und -vorgänge steht HEDWIG in seiner Zeit nicht allein. A. J. CORDA (1809-1849) beschrieb z. B. noch ca. 50 Jahre später Cystiden von Blätterpilzen als Antheren und sah im Fruchtkörper eine blühende Pflanze (CORDA 1837, Tafel 52). Es sollten noch nahezu 100 Jahre vergehen, bevor die Klärung der Sexualvorgänge, u. a. durch A. DE BARY (1831-1888) und M. WORONIN (1838-1903), erfolgte.

Indessen verdanken wir der Suche HEDWIGS nach Sexualorganen bei Ascomyceten eine bedeutende Entdeckung. Er fand erstmals, dass die Asci („Saamengehäuse“, „Thecae seminales“) regulär acht Sporen („Saamen“) enthalten und beschreibt deswegen seine apothecienbildenden Ascomyceten unter dem Gattungsnamen *Octospora* („Achtsaame“) u. a. mit den Worten:

„Die Bestimmung dieser Gattung ist folgende:

Der Stamm ganz einfach, in hohle, oder glatte, oder zurückgebogene fruchttragende Fläche geendigt. Die darauf befindlichen

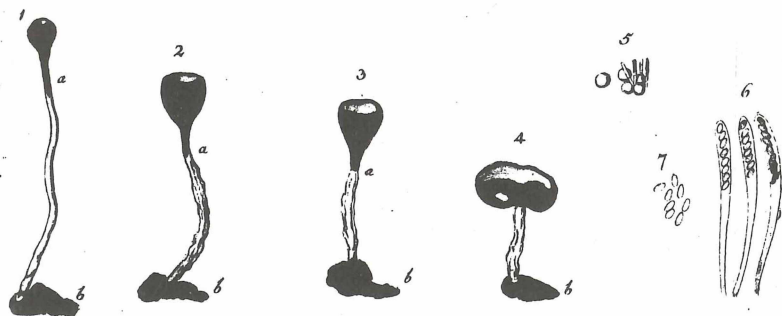
Saamengehäuse sind häutig, verlängert, sehr zahlreich und meistens mit äußerst feinen saftigen Fäden umgeben. Beyde ganz frey: und in jedem Saamengehäuse acht Saamen“.

Die wesentliche lateinische Formulierung lautet:

„... Thecae seminalis membranosulae, elongatae, numerosissimae, ut plurimum stupa filamentosa cinctae; utrisque inter se noncoherentibus, seminibus octo foetae.“

In dieser zusammenfassenden Beschreibung erwähnt HEDWIG die Sexualzellen nicht, da das gemeinsame Merkmal, die achtsporigen Asci, für die Festlegung der Gattung ein sicheres, nachvollziehbares Kriterium war. Es ist anzunehmen, dass er

selbst bei mancher seiner Deutungen der männlichen und weiblichen Geschlechtsteile Zweifel hegte. Der Gattungsname *Octospora* wurde später mit der Art *O. leucoloma* HEDWIG als Lectotypus festgelegt.



OCTOSPORA tuberosa

Der STAMM, ist schwächig, verlängert; so weit er in der Erde steckt, etwas geschwollen, uneben, blaßbraun; fein über die Erde erhabener verengter Theil aber weit dunkler gefärbt, und glatt, F. 2. a. 3. 4. Dann erweitert sich der jüngere birnförmig; im fernern Wachsthum aber wird auch die Oeffnung weiter, und bekommt die Gestalt eines Kelches mit glattem Rand, der inwendig eine weißlichbraune Farbe hat, F. 2. 3. Bisweilen, oder sehr selten erweitert sich der Stamm hierzu sobald, als er die Oberfläche seines Standortes erreicht hat; und nur einmal ist mir es vorgekommen, daß er die zweyte weit kleinere schüsselförmige Erweiterung aus der Seite der ersten, wie F. 4. angiebt, getrieben hatte.

Die WURZEL, stellt ein schwärzlicher Knoll vor, F. 1. 2. 3. 4. 6. Dieser ist aber der Pflanze in der That nicht eigen, sondern ein fremder Körper, *) auf dem sie aufgeht und von dem sie sich durch äußerst feine in ihn getriebene Würzelchen nährt.

Die MAENNLICHEN Geschlechtstheile sind sehr blasse, zwischen ungemein feine und kurze Härchen um den Rand der jungen Pflanze gestellte Kügelchen, F. 7.

Die WEIBLICHEN Geschlechtstheile, sind wie eine gallertartige gestrichelte Masse, womit die ganze innere Hohlung des Becherchens überzogen ist. Die daraus erwachsenen

SAAMENGEHÄUSE sind keulförmig, durchsichtig, ohne Umsätze, F. 6.

STANDORT UND ZEIT. Ich habe diese Art das erstemal 1783. in lehmichten Boden des Wäldchens hinter der großen Funkenburg angetroffen.

*) Ich halte ihn für den erstorbenen Stamm, oder Wurzel, wie man zu reden pflegt, der Wald-Anemone.

Wir verdanken J. HEDWIG zudem auch die Konsolidierung des Sporenbegriffes durch eine seiner letzten Arbeiten (1798). Er hatte aufgrund der Sexualvorgänge bei den Moosen deren Entwicklungszyklus aufgeklärt und erkannt, dass den Samen der Blütenpflanzen das gesamte Sporogon der Moose als Ergebnis der Sexualität homolog ist und griff für die Verbreitungseinheiten der Moose den von EHRHART (1778) geprägten Sporenbegriff auf, der sich innerhalb weniger Jahrzehnte auch für die Pilze durchsetzte. 1789 wurde er von HEDWIG bereits in der lateinischen Version (Spora) benutzt, aber noch mit dem Saamen übersetzt. (*Octospora* – Achtsaame).

4. Die Idee als Prinzip

Die romantische deutsche Naturphilosophie und die Pilzsysteme zu Beginn des 19. Jahrhunderts

Die romantische deutsche Naturphilosophie führte Ende des 18. / Anfang des 19. Jh. zu heftigen Kontroversen. Es kam in Deutschland zu einer Polarisierung der Ansichten, das zeigt sich in zahlreichen Meinungen der empirisch und rational arbeitenden Gegner, z. B.: „Ein Geistesschwindel bemächtigt sich gegenwärtig dieser eben nicht sehr ausgefüllten Köpfe, der nun beynahe die wahre Wissenschaft verbieten könnte ...“ (K. L. v. KNEBEL nach JAHN et al. 1985) oder: „Der Text ist nach der Mode jener Zeit gefertigt und der edle Verfasser war Parteigänger jener Schule, die sich die ‚Naturphilosophische‘ nannte.“ (CORDA 1842 über C. G. NEES VON ESENBECK). In der Biologie wirkten sich die spielerischen Vorstellungen von naturgegebenen Ideen, denen Strukturen und Entwicklungen der Organismen zugrunde liegen sollen, bis hin zu rational unverständlichen Zahlen- und Gedankenspielen aus (vgl. JAHN et al. 1985, DÖRFELT & HEKLAU 1998).

Mehrere von der Naturphilosophie beeinflusste Wissenschaftler, vor allem E. M. FRIES (1794-1878), C. G. NEES VON ESENBECK (1776-1858) und L. OKEN (1779-1851) schufen zu Beginn des 19. Jh. Pilzsysteme (NEES VON ESENBECK 1816-1817, FRIES 1821-1832, OKEN 1825-1826). Der naturphilosophische Einfluss auf diese Systeme ist in allererster Linie an der Anordnung der höheren Taxa zu erkennen. FRIES sah die Entwicklung der Pilze von kosmischen Kräften beeinflusst und führt seine Klassen auf die Entfaltung kosmischer Elemente zurück. Demnach unterscheidet er Urpilze, Luft-, Feuer- und Lichtpilze. Auch seine Gattungsformeln zeigen, dass FRIES an ein naturinhärentes Ordnungsprinzip glaubte (Abb. 13). NEES VON ESENBECK ordnet die Pilze zwischen Luft und Erde in einem oberen Kreis der Pilze und einem unteren Kreis der Schwämme an (Abb. 14). Diese Ordnungsprinzipien gehen völlig an den wissenschaftlichen Problemen der Zeit vorbei, in der sich die Entdeckung der Basidien und die Gliederung in Asco- und Basidiomyceten anbahnt.

Ad superiores subdivisiones omnia genera eor-
sim non proposui, cum plura non viderim. Sin-
gula subdivisio cum correspondente prioris subordi-
nis conferenda v. gr. *Helmisporia* & *Botrytides*.
Sporidia sic dicta *Helmisporiorum* eadem sunt ac
fibræ *Antennariæ*, interiores *Racodii* &c. ; in gene-
re mucedineo (*Helicosporio*) optime evoluta. Jam
Illustr. Link in *Cladosporio* ramos in sporidia abire
notavit e. s. p.

††† Gasterotrichi. Cf. Nees p. 278.

Genera: 1. *Clisosporium*. Fr. (*MM²UC*).

— 2. *Antennaria*. Lk. (*MM²UU*).

— 3. *Epichysium* Tod (*MM²UH?*).

Antennariam hujus loci non dubito. Cf. *Raco-*
dium.

†††† Hymenotrichi l. Geogenii. — *Inomycetes test-*
restres. Fr. Nees. Rad. Mycet. p. 7.

Genera plurima; typi sunt:

— 2. *Ozonium*. Lk. (*MM²HM*).

— 3. *Rhizomorpha*. Roth. *MM²HU!*).

— 4. *Xylostroma*. Tod. (*MM²HH*).

Medium inter *Rhizomorpham* & *Xylostroma* *Rhi-*
zostroma Fr. — Horum natura quam reliquorum
magis dubia, non videtur.

Ord. III. STILBOIDEI. *Sarcocephali* Nees p. 87.

Huc pertinet vastum *Stilborum* genus, quod
propriam ordinem necessario constituet. Genus
ad Hymenotrichos abiens est *Chordostylum* Tode
— & ad Cephalotrichos *Periconia*. Tod.

Abb. 13: FRIES (1821). Abschnitt der Einleitung (p. 47) mit Darstellung der Gattungsfor-
meln.

Während FRIES und NEES VON ESENBECK durch empirische Detailarbeit trotz
der naturphilosophischen Grundgedanken beachtliche Fortschritte in mancherlei
Hinsicht erzielten, blieb das Sytem von L. OKEN ein vollkommen abwegiges Ge-
dankenspiel (Abb. 15). OKEN sieht das Pflanzenreich als selbständige Entwicklung
der „Pflanzenorgane“. Er gliedert die Pflanzen zunächst in Stock und Blust, den
Stock in Mark und Stamm, den Blust in Blüte und Frucht. Mark, Stamm, Blüte und
Frucht haben insgesamt 13 Teile: das Mark die Teile: 1. Zellen, 2. Adern, 3. Dros-
seln; der Stamm 4. Wurzel, 5. Stengel, 6. Laub; die Blüte 7. Samen, 8. Gröps, 9.
Blume, die Frucht 10. Nuß, 11. Pflaume, 12. Beere und 13. Apfel. Jedem Teil ent-
spricht eine Klasse des Systems, von der Klasse der Zeller, Drossler usw. bis zur

Klasse der Pflaumer, Beerer und Apfler. Jede Klasse hat wiederum 2 Stufen (Stock und Blust) und 4 Ordnungen (Mark, Stamm, Blüte, Frucht) und 13 Zünfte entsprechend der 13 Teile. Die Pilze bilden die erste Klasse (Classe Zeller, lat. Cellulæriae), ihre erste Stufe sind die Stock-Zeller mit den Ordnungen Mark-Zeller, Stamm-Zeller usw. Die erste Zunft der Mark-Zeller sind die Zellen-Zeller, die zweite die Ader-Zeller usw., schließlich wird in je vier Sippschaften (Mark-, Wurzel- usw.) mit insgesamt 13 Sippen gegliedert. Diese Sippen belegt OKEN mit den bekannten Gattungsnamen. Die erste Zunft des OKENSchen Systems, die Zellen-Zeller, sind die „Brande“. Zu den Stock-Branden gehört die erste Sippschaft der Mark-Brande usw. Der Zellen-Brand als erste Sippe der Sippschaft ist die Gattung *Uredo*, der Ader-Brand die Gattung *Uromyces* usw. Wie man sieht, werden lateinische Fachbegriffe durch deutsche ersetzt und ein System deutscher Namen eingeführt. Das zeigt den nationalistischen Trend dieser Zeiterscheinung. So heißt z. B. *Cyathus striatus* Apfel-Buff; der Hausschwamm, *Serpula lacrymans* ist der Gemeine Pflaumen-Volz, *Geastrum quadrifidum* der Vierspaltige Samen-Buff.

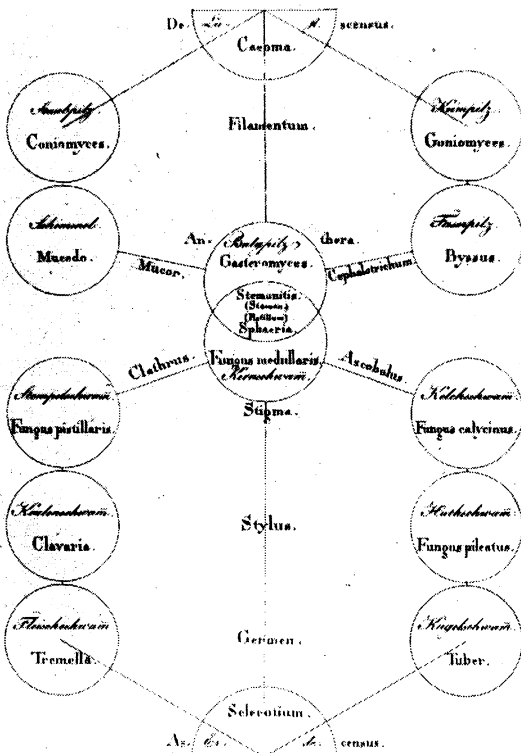


Abb. 14: NEES VON ESENBECK (1815-1816). Naturphilosophisch begründete Anordnung der Pilze und Schwämme in einer „Verknüpfung der nachbildenden Vegetation“.

Das System OKENS wurde kaum zur Kenntnis genommen. Es zeigt sich an diesem Beispiel deutlich, dass im Labyrinth einer Irrlehre letztlich die realen, induktiv gewonnenen Fakten den überdauernden Anteil der Arbeit ausmachen, wenn die Irrlehre den Realitäten gewichen ist. Im System OKENS gab es einen solchen Anteil nicht.

Organ		systematische Einheit		Classe
deutsch	lateinisch	deutsch	lateinisch	Nr.
Stock	<i>Stirps</i>	Stocker	<i>Stirpariae</i>	
- Mark	<i>Parenchyma</i>	Marker	<i>Parenchymariae</i>	
-- Zelle	<i>Cellula</i>	Zeller	<i>Cellulariae</i>	I
-- Ader	<i>Vena</i>	Aderer	<i>Venariae</i>	II
-- Drossel	<i>Trachea</i>	Drossler	<i>Tracheariae</i>	III
- Stamm	<i>Caudex</i>	Stammer	<i>Caudicariae</i>	
-- Wurzel	<i>Radix</i>	Wurzler	<i>Radicariae</i>	IV
-- Stengel	<i>Caulis</i>	Stengler	<i>Cauliariae</i>	V
-- Laub	<i>Folium</i>	Lauber	<i>Foliariae</i>	VI
Blust	<i>Anthemon</i>	Bluster	<i>Anthemariae</i>	
- Blüte	<i>Flos</i>	Blüther	<i>Floriariae</i>	
-- Samen	<i>Semen</i>	Samer	<i>Seminariae</i>	VII
-- Gröps	<i>Capsulae</i>	Gröpsen	<i>Capsulariae</i>	VIII
-- Blume	<i>Corolla</i>	Blumer	<i>Corollariae</i>	IX
- Frucht	<i>Fructus</i>	Fruchter	<i>Fructuariae</i>	
-- Nuß	<i>Nux</i>	Nusser	<i>Nuculariae</i>	X
-- Pflaume	<i>Drupa</i>	Pflaumer	<i>Drupariae</i>	XI
-- Beere	<i>Bacca</i>	Beerer	<i>Baccariae</i>	XII
-- Apfel	<i>Pomum</i>	Apfler	<i>Pomariae</i>	XIII

Abb. 15: OKEN (1825-1826). Die Beziehungen der „Organe“ von Pflanzen mit den 13 Klassen des Systems, Übersicht nach DÖRFELT & HEKLAU (1998)

5. Huhn oder Ei – der Glaube ans Prinzip

Die Hefen als Stadien filamentöser Pilze

In der Mitte des 19. Jh. wurden die Hefen als organismische Ursache der Gärung erkannt, und durch die Experimente von T. SCHWANN (1810-1882) und L. PASTEUR (1822-1895) hatte sich erwiesen, dass sie nicht durch Urzeugung entstehen, sondern nur durch Hefekeimzellen aus der Luft in die Flüssigkeit gelangen können. Sie seien also Organismen „sua generis“, die sich nur aus Keimen ihrer Art entwickeln können. Dennoch existierte in der 2. Hälfte des 19. Jh. noch immer die Vorstellung der spontanen Entstehung von Hefen. Hauptsächlich wurden drei Mei-

nungen vertreten (vgl. BARY 1866): Hefen seien 1. spontan gebildete Zellen in gärungsfähigen Flüssigkeiten; 2. in Flüssigkeiten entstehende Sporenformen von Schimmelpilzen, die in der Luft in anderer Gestalt vorkommen; 3. Bestandteile des Fruchtfleisches, die in saftigen Früchten entstehen.

A. H. DE BARY (1831–1888) gehörte zu den bedeutendsten Mykologen der 2. Hälfte des 19. Jh. Er beschäftigte sich mit der Lebensgeschichte von Vertretern nahezu aller Pilzgruppen und beeinflusste auch durch seine zahlreichen Schüler die mykologische Forschung. M. REES, einer seiner Schüler, beobachtete 1869 die endogene Meiosporenbildung bei *Saccharomyces cerevisiae*. Damit war neben der Zellbildung durch Sprossung ein weiterer Modus der Keimzellenbildung gefunden. DE BARY schloss sich in seinen Arbeiten, besonders in den sehr wirksam publizierten Übersichtsdarstellungen (1866, 1884) der Meinung an, dass Hefen Organismen sua generis seien.

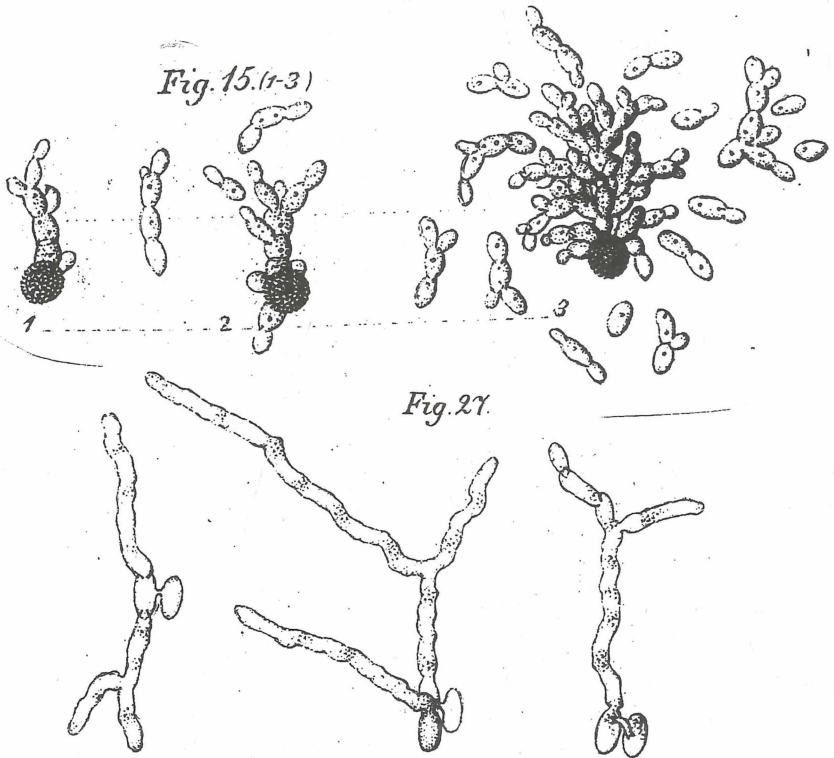


Abb. 16: BREFELD (1883). 2 Figuren aus Tafel 1, „*Ustilago antherarum*“; oben (Fig. 15, 1-3) Sprosszellenbildung (Hefestadium) aus einem Promyzel (Basidie, gekeimte Brandspore), unten (Fig. 27) filamentöse Stadien aus keimenden Zygoten.

Dies forderte seinen einstigen Mitarbeiter und späteren Kontrahenten O. BREFELD (1839–1925) heraus. Er zeigte 1883 anhand sehr detaillierter mikroskopischer Studien an Brandpilzen, dass in deren Entwicklungszyklen Hefestadien vorkommen (Abb. 16) und postulierte, dass alle Hefen „... nichts anderes wie Conidienfruchtformen anderer Pilze ...“ seien, „... welche sich in Nährlösungen in direkter Sprossung vermehren ...“.

Da beiden Meinungen korrekte Beobachtungen zugrunde liegen, musste sich bald herausstellen, dass in der Natur beides vorkommt: Hefen als Organismen *sua generis*, wie *Saccharomyces cerevisiae* und Hefen als Stadien filamentöser Pilze, wie bei den meisten Ustilaginales. Die Kontroverse hat auf beiden Seiten den Blick geschärft, die Untersuchungen, die zur endgültigen Klärung führten, beschleunigt.

Schlussbemerkung

So wie zu allen Zeiten Irrtümer vorkamen, welche die Entwicklung gehemmt oder beflügelt haben, müssen wir dies auch für die Gegenwart annehmen. Unsere Zeit ist durch ein hohes Vertrauen geprägt, das den Ergebnissen der molekularbiologischen Forschung entgegengebracht wird. Wir sollten von einer neuen, nicht von einer „modernen“ Methode sprechen, da Mode etwas Vergängliches ist und die molekularbiologischen Methoden ebenso wenig aus der Forschungslandschaft verschwinden werden wie die ehemals „modernen“ Methoden der Elektronenmikroskopie oder der Chemotaxonomie. Warnen müssen wir aber vor überzogener Hoffnung und vor allem vor einem hörigen Glauben an bahnbrechende Ergebnisse. Da zeigte sich z. B., dass Ergebnisse, die auf der Isolation jahrmillionenalter DNA beruhen und die wissenschaftliche Welt in Atem hielten, zumindest sehr fraglich sind. Was gerade bei den Pilzen zu denken geben muss, ist zudem das Problem des Gentransfers. Wir wissen heute, dass bei biotrophen Fusionsymbiosen, z. B. bei Adelphoparasitismus zwischen verschiedenen Zygomyceten, horizontaler Gentransfer und genetische Vernetzung vorkommen können. Da bereits die Urlandpflanzen des Devon mit Pilzen assoziiert waren (vgl. z. B. KIDSTON & LANG 1921), die den rezenten Glomales nahe stehen dürften, ist auch die Überwindung genetischer Barrieren zwischen Pilzen und Pflanzen nicht unwahrscheinlich. Wir sollten, wenn wir phylogenetische Bäume interpretieren, nicht vergessen, dass jede Euzyte ein Kompositum aus verschiedenen Organismen ist und dass auch aktuell nicht nur Differenzierung, sondern auch Organismensynthesen zu neuen Lebensformen führen. Die „phylogenetic trees“ beruhen meist nur auf winzigen Teilen des Genoms, und manche „Sensation“ sollte kritisch hinterfragt werden.

Anmerkungen

- ¹ vgl. hierzu LAZZARI (1973), JAHN et al. (1985), DÖRFELT & HEKLAU (1998); die Erstaussagen der Werke konnten nicht eingesehen werden, es standen die zitierten Ausgaben von PORTA (1591, 1618, 1680) zur Verfügung; die deutsche Ausgabe von 1680 belegt, dass die Werke durchaus auch eine breite, populäre Wirkung hatten.
- ² Die Begriffsbildung ist bei WAGENITZ (1996) erörtert.
- ³ Die deutschen Zitate sind der deutschsprachigen Ausgabe (HEDWIG 1789/2) entnommen.
- ⁴ Die Bezeichnung „F. 7.“ Auf p. 39 bei HEDWIG (1789) ist ein Druckfehler, es muss „F. 5.“ heißen, die Originaltafel ist coloriert.

Literatur

- BARY, A. H. DE 1866: Morphologie und Physiologie der Pilze, Flechten und Myxomyceten. – Handbuch der Physiologischen Botanik, hrsg. v. W. HOFMEISTER. Bd. 2. – Leipzig.
- BARY, A. H. DE 1884: Vergleichende Morphologie und Biologie, Mycetozoen und Bakterien. – Leipzig.
- BOCK, H. 1539: New Kreütter Buch von underscheyd würckung und namen der kreütter so in Teutschen lande wachsen... – Strassburg.
- BREFELD, O. 1883: Botanische Untersuchungen über Hefepilze. – Leipzig.
- CORDA, A. J. 1837: Die Pilze Deutschlands. – In: STURM, J. (Hrsg.): Deutschlands Flora in Abbildungen nach der Natur mit Beschreibungen. Heft 14 und 15.
- CORDA, A. J. 1842: Anleitung zum Studium der Mycologie. – Prag.
- DÖRFELT, H. & H. GÖRNER 1989: Die Welt der Pilze. – Leipzig, Jena, Berlin.
- DÖRFELT, H. & H. HEKLAU 1998: Die Geschichte der Mykologie. – Schwäbisch Gmünd.
- DÖRFLER, J. 1906-1907: Botaniker Porträts. – Wien.
- EHRHART F. 1778: *Andreaea*, eine neue Pflanzengattung. – Hannov. Mag. 16, Spalte 1601-1603.
- FRIES, E. M. 1821-1832: Systema mycologicum... – Bd. 1: 1821 Lund, Bd. 2: 1822/23 Lund, Bd. 3: 1829, 1832 Greifswald.
- HEDWIG, J. 1787: Microscopisch-analytische Beschreibungen und Abbildungen neuer und zweifelhafter Laub-Moose wie auch anderer zu der cryptogamischen Classe des Linné gehöriger Gewächse. Bd. 1. – Leipzig.
- HEDWIG, J. 1789/1: Descriptio et adumbratio microscopico-analytica muscorum frondosorum nec non aliorum vegetantium e classegamica Linnaei novorum... Bd. 2. – Leipzig.
- HEDWIG, J. 1789/2: Microscopisch-analytische Beschreibungen und Abbildungen neuer und zweifelhafter Laub-Moose wie auch anderer zu der cryptogamischen Classe des Linné gehöriger Gewächse. Bd. 2. – Leipzig.
- HEDWIG, J. 1798: Theoria generationis et fructificationis plantarum cryptogamicarum Linnaei – Leipzig.
- JAHN, I., LÖTHER, R. & K. SENGLAUB 1985: Geschichte der Biologie. – Jena.
- KIDSTON, R. & W. H. LANG 1921: On old red sandstone plants showing structure from the Rhynie Chert Bed, Aberdeenshire. Part V, The Thallophyta occurring in the Peat Bed. – Trans. Roy. Soc Edinburgh 52: 855-902.
- LAZZARI, G. 1973: Storia della Micologia Italiana. – Trento.
- LINNAEUS, C. 1735: Systema naturae ... – Leiden.
- LÜTJEHARMS, W. J. 1936: Zur Geschichte der Mykologie: Das XVIII. Jahrhundert. – Leiden.

- MICHEL, P. A. 1729: *Nova plantarum genera* ... – Florenz.
- NEES VON ESENBECK, C. G. 1816-1817: *Das System der Pilze und Schwämme*. 2 Bde. – Würzburg.
- OKEN, L. 1825-1826: *Lehrbuch der Naturgeschichte* ... zweyter Theil, Botanik. 2 Teile. – Jena.
- PORTA, G. B. 1591: *Phytognomonica*. – Frankfurt.
- PORTA, G. B. 1618: *De Humana Physiognomonica*. – Frankfurt.
- PORTA, G. B. 1680: *Magia Naturalis, oder Haus-Kunst- und Wunder-Buch*. – Nürnberg.
- REES, M. 1869: Zur Naturgeschichte der Bierhefe, *Saccharomyces cerevisiae* Meyen. – *Botanische Zeitung* 27(7): 105-118.
- WAGENITZ, G. 1996: *Wörterbuch der Botanik. Die Termini in ihrem historischen Zusammenhang*. – Jena, Stuttgart, Lübeck, Ulm.

Anschrift des Verfassers:

PD Dr. Heinrich Dörfelt
 Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
 Institut für Geobotanik und Botanischer Garten
 Neuwerk 21
 D-06108 Halle (Saale)