© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

hervorgerufene Discussion beitragen könnte, würde es mich freuen, selbst wenn Einzelheiten meiner Arbeit als falsch nachgewiesen würden. Dass dagegen die Erklärung der Verbreitung der Kiefer und ihrer Genossen einstweilen noch auf Schwierigkeiten stösst und weder durch klimatische Einflüsse[1]) allein, noch durch das Eingreifen des Menschen allein genügend gegeben wird, hoffe ich durch Vorstehendes hinreichend gezeigt zu haben, ebenso, dass der Aufbau weiterer, immer doch unsicherer Hypothesen nicht rathsam ist, dass wir vielmehr einstweilen besser thun die vorliegenden Einzelthatsachen zusammenzustellen, da auch deren Feststellung jetzt, wo der Mensch immer mehr die Ververbreitung der Florenglieder bedingt, schwieriger wird, dass aber gerade jetzt von der mehrfach begonnenen Untersuchung der Moore vielfach Unterstützung in derartigen Fragen zu erhoffen ist.

---

47. H. Moeller: Neue Untersuchungen über den Zellkern und die Sporen der Hefen[2]).

Mit Tafel XIX.

Eingegangen am 21. Juli 1893.

Vor einiger Zeit habe ich in einer anderen[3]) Zeitschrift eine Mittheilung „Ueber den Zellkern und die Sporen der Hefe“ veröffentlicht, zu welcher ich durch eine theilweise denselben Gegenstand behandelnde

1) Von heutigen klimatischen Factoren könnte wohl höchstens die Regenvertheilung zur Erklärung herangezogen werden. So zeigt die Linie mit 60 *cm* jährlichem Regen (vergl. BERGHAUS Phys. Atlas 2. Aufl. Nr. 37) für Norddeutschland eine mindestens ebenso grosse Aehnlichkeit mit der Grenzlinie der Kiefer wie die ehemalige Grenze zwischen Niedersachsen und Wenden. Doch kann natürlich darauf wenig Werth gelegt werden, da jetzt die Kiefer gut bei mehr als 60 *cm* Regen angebaut (und wohl auch heimisch z. B. in Hinterpommern) vorkommt.

2) Nachträgliche Anmerkung. Zwei Tage nach Absendung des Manuscriptes wurde ich durch ein Referat in der Hedwigia auf eine Mittheilung von Dr. F. A. JANSSENS (im Centralbl. für Bacter. und Parasitenk., Bd. XII, No. 20) aufmerksam, worin derselbe vorläufig die Resultate einer Untersuchung über den Kern der Hefezelle veröffentlicht. Dieser Forscher bestätigt einen grossen Theil meiner früheren Untersuchungen über das Vorkommen des Zellkernes, vor allen Dingen auch die Wichtigkeit meiner Untersuchungsmethoden, andererseits berichtigt er meine Befunde über die Sporen der Hefe, wie es ja auch von mir in vorliegender Mittheilung geschieht; mit Hülfe besonderer, noch zu veröffentlichender Methoden will er aber auch noch die Structur des Kernes und mitotische Theilung desselben bei Sprossung und Sporenbildung gefunden haben.

3) Centralbl. für Bacter. und Parasitenk. Bd XII, No. 16, p. 537.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Arbeit RAUM's[1]) angeregt wurde. Auf Grund besonderer Versuche über das Fixiren und Härten, zweier nach meinen Untersuchungen durchaus verschiedener Processe zur Vorbereitung des Färbens, und durch Verwendung daraus sich ergebender neuer Methoden zur Herstellung der zu färbenden Präparate gelang es mir, in allen mir bisher zugänglich gewordenen Hefe-Species und in jedem einzelnen lebensfähigen Individuum der Hefen auf das Deutlichste einen Kern sichtbar zu machen.

Derselbe ist der Grösse nach innerhalb weiter Grenzen bei den einzelnen Hefe-Species verschieden, von rundlicher Gestalt, zuweilen abgeflacht scheibenförmig, und wird in älteren Zellen an den Rändern oft buchtig gelappt, ganz wie es HANSEN schon früher beschrieben hat, und in vollständiger Uebereinstimmung mit den Kernen in älteren Präparaten von SCHMITZ. Weiterhin fand ich, dass die angeblichen Kernpartikelchen RAUM's neben dem Kerne vorhandene Grana oder Mikrosomen sind, welche an Grösse und Aussehen von dem Kerne durchaus verschieden, auch beim Färben sich abweichend verhalten. Weiterhin untersuchte ich dann, ob die bisher als Sporen aufgefassten Gebilde in den Zellen der Hefe einen Kern enthielten. Diese Sporen sind nach meinen Versuchen[2]) leicht zu erhalten, wenn man der Hefe die Nährstoffe entzieht und sie in reinem Wasser dem Zutritt der Luft aussetzt.

Die betreffenden Gebilde verhielten sich allerdings gegenüber den von mir zum Nachweis der Sporen in den Bacterien angegebenen Färbungsmethoden wie echte Sporen, doch gelang es mir durchaus nicht, einen Kern in denselben sichtbar zu machen. Da ich andererseits in vielen sporenhaltigen Zellen deutlich einen Kern in dem wandständigen Protoplasma neben den Sporen nachweisen, da ich ferner ebensowenig wie RAUM eine Membran an den Sporen unterscheiden konnte und auch nach mehr als 24stündigem Verweilen in frischer Nährlösung, während die anderen Zellen schon zahllose Sprosszell-Generationen gebildet hatten, einen derartigen Vorgang an den Sporen selbst nicht wahrzunehmen vermochte, so hielt ich mich für berechtigt, diesen Gebilden die Sporennatur abzusprechen. Weiter folgerte ich, dass die Hefen demgemäss als selbständige Pilzgattung nicht mehr gelten könnten und deshalb nach BREFELD's Vorschlage zu streichen wären.

Gegen letzteren Punkt insbesondere, sowie gegen meine Mittheilung im Allgemeinen richtete sich eine bald darauf in derselben Zeitschrift erschienene Entgegnung von HANSEN. Ich muss an dieser Stelle zunächst eine irrthümliche Auslegung meiner Schlussfolgerungen seitens

1) Zeitschr. für Hygiene. Bd. X, 1891, p. 1.
2) l. c. p. 546.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Hansen's klarstellen. Zunächst gestehe ich, dass die Forderung der Streichung der Gattung *Saccharomyces* nicht eigentlich zu folgern war und ich mich in dieser Beziehung verkehrt ausgedrückt habe, insofern ich nicht die Zusammengehörigkeit der einzelnen Hefen zu einer Pilzgattung anfechten wollte, sondern nur ihre Stellung im System bei den Ascomyceten; ich wollte sie vielmehr zu den „fungi imperfecti" gestellt wissen, wie das ja auch bereits durch Engler in seinem Syllabus geschehen war. Andererseits war es bei der Heranziehung der *Ustilagineen*-Sporidien zur Besprechung des morphologischen Werthes der Hefen durchaus nicht meine Ansicht, dass „die *Saccharomyceten* zu den *Ustilagineen* hinführen sollten. Ich wies nur auf dieselben hin, weil sie bekanntermassen, der Hefe gleich, sich sprossend vermehren; weil ferner von Brefeld[1]) in ihnen den Hefesporen ähnliche Gebilde gefunden waren, welche sich als Fetttropfen erwiesen hatten, und weil ich selbst drittens fand, dass auch die *Ustilagineen*-Sporidien gleich den Hefen, aber im Gegensatz zu den meisten ähnlichen Pilzformen nur einen Kern enthielten.

Weiterhin hält Hansen die Sporennatur der Hefen-Einschlüsse aufrecht auf Grund der Untersuchungen, die er in einer schon früher erschienenen Abhandlung[2]) veröffentlicht hat. Er hat in derselben die beobachtete Keimung der Hefesporen beschrieben und abgebildet und giebt eine Methode zum Nachweis der Sporen-Membran an. Letztere, bestehend in dem Sprengen der Membranen sowohl der Mutterzellen wie der Sporen durch Druck auf das Deckglas, habe ich mehrfach versucht, ohne mich indessen auf diese Weise von dem Vorhandensein einer Sporenmembran mit Sicherheit überzeugen zu können. Die von Hansen beschriebenen Keimungserscheinungen dagegen fand ich durch meine Nachuntersuchung in allen Einzelheiten bestätigt. Eine zweite gegen meine Untersuchungsresultate gerichtete Mittheilung hat Krasser[3]) veröffentlicht. Derselbe stellt der Kenntlichmachung des Zellkernes durch Tinction diejenige durch mikrochemische Untersuchung, speciell den Nachweis von Nucleïn, gegenüber. Krasser hat in der Presshefe, bei Versuchen mit meinen Tinctionsmethoden, ein zellkernartiges Gebilde wie in der Bierhefe nicht nachweisen können. Ferner hat er, wie Zacharias, bei mikrochemischen Untersuchungen in der Presshefe Nucleïn gefunden, andererseits hat er, wie jener, in dem Zellkerne der Bierhefe letzteres nicht nachweisen können; er schliesst nun: „Dass in

1) Bot. Untersuch. über Hefenpilze, Heft V.

2) Rech. sur la phys. et la morph. des ferments alcooliques. VIII. Abh. (Mitth. des Carlsb. Lab. Bd. III, H. 1). Von dem Vorhandensein dieser Abhandlung erhielt ich erst Kenntniss, als meine damalige Mittheilung schon druckfertig war. Gesehen habe ich dieselbe erst, als ich durch die Güte des Herrn Prof. Hansen später in ihren Besitz gelangte.

3) Oesterr. botan. Zeitschr. Bd. 43 (1893). p. 14.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der Regel der ganze Zellleib der Bierhefe Nucleïn in fein vertheilter Form enthalte, oder mit anderen Worten, die für den Zellkern charakteristische Substanz ist in der Zelle noch nicht localisirt, und selbst in jenen Fällen, in welchen Nucleïnkörnchen nachweisbar werden, sind sie nicht in dem als Zellkern angesprochenen Gebilde wahrgenommen worden. Und selbst, wenn das mehrfach erwähnte Gebilde einen Zellkern repräsentiren würde, so wäre es doch weder in morphologischer, noch in chemischer Beziehung ein normaler Zellkern, denn er ist structurlos und besitzt kein oder doch nicht ausschliesslich das Nucleïn. Daraus geht hervor, dass auf alle Fälle bei der Bierhefe ein Archiplasma im Sinne WIESNER's vorliegt."

Was nun zunächst KRASSER's Gewährsmann, ZACHARIAS, anbetrifft, so drückt derselbe sich sehr vorsichtig aus, wie es bei solchen schwierigen Untersuchungen geboten ist. Derselbe sagt[1]): „Nucleïn lässt sich auf mikrochemischem Wege in diesen Zellen (Bierhefe) nicht nachweisen. Dass es dem Zellkern hier ganz fehlt, halte ich jedoch nicht für wahrscheinlich." Und ferner: „Die Sprosshefezellen besitzen also Kerne, in welchen jedoch kein Nucleïn nachgewiesen werden konnte, während in den Presshefezellen nucleïnhaltige Körper sichtbar zu machen sind, die sich auf Zellkerne zurückführen lassen."

Ich meinerseits kann die mikrochemische Untersuchung als Beweismittel für oder wider die Kernnatur augenblicklich überhaupt noch nicht anerkennen; denn einmal sind wir über die in Frage kommenden Stoffe, speciell die Nucleïne, noch immer nicht genug unterrichtet, zweitens sind mikrochemische Untersuchungen über den Kern noch viel zu wenig zur Gewinnung sicherer Anhaltspunkte gemacht worden, und über den Zellkern der Thallophyten[2]) erst recht ungenügend und nur vereinzelt. Kann ich somit dieser Seite der KRASSER'schen Untersuchung keinen Werth beimessen, so muss ich auch die Structurlosigkeit als Beweis gegen die Echtheit des Zellkernes zurückweisen. Wenn ich die Zellkerne der Hefe als structurlos bezeichnet habe, so geschah das, weil ich mit den jetzigen zur Verfügung stehenden optischen Instrumenten und Färbungsmitteln eine Structur nicht entdecken konnte, bei der Hefe so wenig, wie bei vielen Zellkernen[3]) von Pilzen und Algen, die doch allgemein als Kerne anerkannt werden; es ist durchaus

1) Botan. Zeit. 1887, p. 299 und 300.

2) Bei der Hefe kommt noch ein viel zu wenig beachtetes Moment zur Erschwerung der mikrochemischen Untersuchung hinzu, nämlich, dass wir es hier mit geschlossenen Zellen zu thun haben, wenigstens bei der lebenden Hefe (und nur solche kann bei diesen Untersuchungen in Frage kommen. Die ausserordentlich derbe Membran, besonders der Presshefe, wirkt auf die Diffusion gelöster organischer Stoffe sehr hemmend und macht dadurch derartige mikrochemisch-analytische Untersuchungen sehr schwierig, wenn nicht unmöglich.

3) KRASSER scheint von solchen Zellkernen noch nicht viele gesehen zu haben.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nicht unmöglich, sogar sehr wahrscheinlich, dass bei vielen derselben später einmal Differenzirungen entdeckt werden.

Was nun die Presshefe betrifft, in welcher Krasser einen Zellkern mit meiner Tinctionsmethode nicht hat nachweisen können, so hat derselbe, wie auch aus seinen Angaben zu entnehmen ist, der Härtung des Materiales nicht die nöthige Sorgfalt gewidmet. Mir ist es bei der diesbezüglichen Untersuchung von Presshefen (und ich habe deren, auf Grund der Krasser'schen Mittheilung, eine grosse Anzahl der verschiedensten Herkunft und verschiedener Güte untersucht) niemals vorgekommen, dass ich nicht in jeder lebensfähigen Zelle jeder dieser Presshefen einen Zellkern hätte nachweisen können. Ich muss darnach Krasser gegenüber das Vorhandensein eines typischen Zellkernes[1]) in **jeder Hefespecies** und jeder Zelle ausdrücklich aufrecht erhalten.

Meine eigenen Untersuchungen wurden nach meiner obigen Mittheilung von mir in der Richtung weiterer Verbesserungen[2]) der Härtungs- und Färbungsmethoden fortgesetzt. Dadurch gewann ich einerseits zur weiteren Bestätigung des Vorkommens des Kernes in den vegetativen Hefenzellen vorzügliche Präparate, andererseits kam ich zu neuen Resultaten in Betreff der Sporennatur der Hefen-Einschlüsse. Die Sporen habe ich, wie schon oben erwähnt, nach meiner damaligen Angabe jederzeit leicht bei Bierhefe, auch bei mehreren Species von Weinhefen wenigstens zu Anfang leicht erhalten, später nach einer längeren Culturreihe scheinen sie hier sich schwieriger zu bilden, falls nicht etwa Temperatur und Nährlösung bei diesen Misserfolgen mit den meisten Einfluss haben. Weiterhin erhielt ich die Sporen auch in gleicher Weise wie Hansen bei *S. Ludwigii*,[3]) bei letzterem aber nur vereinzelt und schwierig. Die vorher gut genährte, später gut gewachsene Hefe pflegt bei Zimmertemperatur von 15° C. durchschnittlich zwischen dem vierten und sechsten Tage die Sporen in Unzahl gebildet zu haben. Wenn man bei dem für solche Unter-

1) Vor Kurzem hat Hieronymus (diese Ber. XI, Heft 2) eine Untersuchung „Ueber die Organisation der Hefezellen" veröffentlicht, in welcher er von einem Kerne keine weitere Erwähnung thut. Ich habe letzteren immer nur an nach meinen Methoden sorgfältig fixirtem, gehärteten und gefärbten Materiale nachweisen können, und möchte demnach annehmen, dass Hieronymus den Zellkern nicht gesehen habe. Andererseits lassen aber seine Abbildungen, Fig. 3, 4 und 5, beinahe keinen Zweifel übrig, dass er mit seinem **Centralfaden differenzirte Theile** des Kernes gesehen hat, welcher als solcher in Fig. 4 seitlich, in Fig. 5 central gelegen, sich in Fig. 3 im Theilungsstadium befindet. Ich habe bisher leider diese Beobachtungen noch nicht nachprüfen können.

2) Dieselben werden in einer gleichzeitigen Mittheilung im Centralblatt für Bacteriol. und Parasitenk. ausführlich beschrieben werden.

3) Reinculturen des letzteren, wie von *S. cerevisiae* verdanke ich der freundlichen Zusendung durch Herrn Professor Hansen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

suchungen wegen seiner Grösse und üppigen Vegetation besonders geeigneten *S. cerevisiae* etwa am vierten Tage die Präparate untersucht, so findet man bereits vereinzelte Sporen ganz oder nahezu ausgebildet, im Uebrigen aber sämmtliche Zwischenstufen zwischen der einen vegetativen Zelle und den Sporen, so dass es gelingt, die Entstehung der letzteren an einem Präparat in allen Stadien zu verfolgen. Der normal runde Kern wird unter starker Zunahme an Substanz fädig gestreckt, es entsteht dann die bekannte Hanteln-Form, die polaren Köpfe rücken an die entgegengesetzten Enden der Zelle, und der sie verbindende Zwischenfaden reisst dann und wird eingezogen oder wenigstens unsichtbar. Während man selten die beiden Kerne noch in gleicher Grösse sieht, ist das häufigere Bild, dass der eine bereits an Umfang grösser geworden den Beginn der Sporenbildung darstellt. Durch die Wiederholung des Vorganges entstehen nun nach und nach mehrere Sporen in derselben Zelle. Dadurch erklärt sich auch leicht, dass ich früher den Zellkern ausserhalb der Sporen im wandständigen Protoplasma fand, für mich ein Grund, mich gegen die Sporennatur jener Einschlüsse zu erklären. Ich habe nun jetzt auch untersucht, wann eben jener Kern neben den Sporen gefunden wird, und bei einer grossen Anzahl von Präparaten von *S. cerevisiae* und *S. ellipsoideus* gefunden, dass niemals ein Zellkern ausserhalb sichtbar bleibt, wenn vier Sporen in der Zelle ausgebildet waren; es war also der sonst vorhandene Zellkern gewissermassen der Rest der unterdrückten succedanen Sporenbildung. Letztere ist übrigens nicht, wie ich früher annahm, bei den Ascomyceten ausgeschlossen, da sie bei *Tuber* vorkommt. Dieser succedanen Sporenbildung geht also bei der Hefe eine einfache directe (?) Kerntheilung voraus, wie sie ja in gleicher oder ähnlicher Weise bei der Sprossung sich vollzieht, worüber ich in meiner früheren Mittheilung berichtete. KRASSER[1]) hat auch diese Kerntheilung bei der Sprossung bestritten; er hat an der lebenden Zelle bei continuirlicher Beobachtung der Sprossung keine Veränderung des Zellkernes wahrgenommen. Da der Zellkern überhaupt nur äusserst selten in der lebenden Zelle mit Sicherheit zu erkennen ist, so hat er in diesem Falle natürlich alles andere eher als den Zellkern gesehen. Hätte KRASSER statt dessen sprossende Hefe richtig fixirt, gehärtet und gefärbt, so würde er die verschiedensten Stadien dieses Kernübertritts gefunden haben.

Der Sporenbildung bei *S. cerevisiae* gleich, als Repräsentanten der Bierhefen, verläuft bei den Weinhefen[2]) die von *S. ellipsoideus*, soweit ich dieselbe verfolgen konnte; bei der auch 4 Sporen die nor-

1) l. c. p. 22.

2) Die Weinhefe erhielt ich durch die Gefälligkeit der Königl. Schlosskellerei-Verwaltung in Würzburg.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

male Zahl zu bilden scheinen, während natürlich auch hier wenigere in Folge unterdrückter Ausbildung vorkommen. Ganz anders verhält sich dagegen ein zweiter in derselben Weinhefe vorkommender *Saccharomyces*[1]) von langgestreckter, wurstförmiger Gestalt. Derselbe kommt in der Regel mit 2—4 grossen Sporen vor, und dass es sich hier um echte Sporen handelt, beweisen der Zellkern in den einzelnen Sporen und die deutlich sichtbaren Membranen. Ich habe bei dieser Species aber auch sehr viel mehr Sporen gefunden, nämlich 7, 9, 13 und noch mehr, und hier bleibt es allerdings zweifelhaft, ob es sich um Sporen handelte, insofern ich hier den Zellkern noch nicht in den Sporen gefunden habe. Dass die ausserdem vorhandene verschiedene Grösse gegen die Sporennatur spräche, lässt sich nicht mehr geltend machen, da neuerdings[2]) auch verschiedene Grösse bei *Ascomyceten*-Sporen constatirt ist.

Noch ein anderer Vorgang bei dieser Hefe harrt der Aufklärung. Ich liess eine isolirte Hefe mit vier grossen, weit auseinanderliegenden Sporen in Nährlösung keimen und fand, dass bei dem Aufquellen dieser angeblichen Sporen dieselben sich zunächst berührten, dann aneinanderpressten und schliesslich zu einer homogenen Protoplasmamasse verschmolzen, welche an einer seitlichen Stelle am nächsten Tage aussprosste. Nach dem Fixiren, Härten und Färben erwies sich der gesammte Zellinhalt als zusammenhängend, von trennenden Membranen war nichts mehr wahrzunehmen. Da ich damals noch nicht den Zellkern in den Sporen nachzuweisen vermochte, andererseits mir diese Hefen-Species ganz plötzlich bei den Culturen zu Grunde ging, kann ich über die beiden obigen Beobachtungen noch keine sichere Erklärung geben.

Das Hauptresultat meiner neueren Untersuchungen ist jedenfalls der deutliche Nachweis der Membranen und der Zellkerne der Sporen. Dass dieses gelang, ist nicht lediglich Folge des besseren Härtens und Färbens, sondern hauptsächlich dem Umstand zuzuschreiben, dass ich zur Untersuchung nicht die Sporen im Zustande der Ruhe, sondern angekeimt verwendete. Gut ausgereifte Sporen der Bierhefe kann man 1—2 Tage bei mässiger Temperatur in frischer Nährlösung belassen, ohne dass es zum eigentlichen Auskeimen kommt, während dagegen von Anfang an Veränderungen mit den Sporen vor sich gehen, indem sie in bekannter Weise unter Substanzaufnahme an Volumen mächtig zunehmen und ein stärker glänzendes Aussehen bekommen, welchen Vorgang ich der Einfachheit wegen als Ankeimung bezeichne. Während es mir nun bis zur Stunde (auch nach

1) Hansen glaubte nach einem Präparat denselben für einen *S. pastorianus* halten zu müssen.

2) Vergl. Morph. der Pilze von F. von Tavel, p. 52.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Anwendung aller möglichen chemischen Mittel) unmöglich geblieben ist, in Sporen im Ruhezustande den Zellkern sichtbar zu machen, gelang dies leicht bei angekeimten. Die zur Verwendung kommende Hämatoxylin-Eisenlack-Färbung nach M. HEIDENHAIN[1]) erlaubt ferner eine intensive Kernfärbung bei ganz ungefärbtem Protoplasma und hat noch den grossen Vortheil, auch die Membranen, so auch hier die Wände der Sporen zwar schwach, aber doch deutlich zu färben. Die in solcher Weise hergestellten Präparate lassen keinen Zweifel darüber, dass wir in jenen Einschluss-Gebilden der Hefen wahre Sporen mit Zellkern und Membran vor uns haben.

Daraus ergiebt sich dann, im Gegensatz zu früher der Schluss, dass die *Saccharomyceten* zwar echte Sporen in der Mutterzelle bilden, ob sie aber deshalb zu den *Ascomyceten*, speciell in die Reihe der *Exoasci* zu rechnen sind, erscheint mir dadurch noch nicht bewiesen; vielmehr glaube ich nach wie vor, dass sie am zweckmässigsten bis auf Weiteres zu den *genera incertae sedis* gerechnet werden müssen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Presshefe (HARTNACK, 9 + orth. Oc.)
„ 2. Hefe (*S. cerevisiae)* mit Kerntheilung und Sporenbildung (ZEISS, Apochr. 4 *mm* + Oc. 8) circa 1600—1700fache Vergr.
„ 3. Hefe mit Kern und Grana. (HARTNACK, Oel-Imm. II + orth. Oc.)
„ 4. Bierhefe *(S. cerevisiae)* (HARTNACK, VIII + Oc. 2).
„ 5. Bierhefe *(S. cerevisiae)* (HARTNACK, VII + orthosk. Oc.)
„ 6. Weinhefe.
a) (HARTNACK, Oel-Imm. II + ZEISS, Comp.-Oc. 4).
b) wie a).
c) (HARTNACK, Oel-Imm. II + Oc.) ca. 2000fache Vergr.

1) Ueber Kern und Protoplasma. Festschrift für KÖLLIKER, 1892, p. 118.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

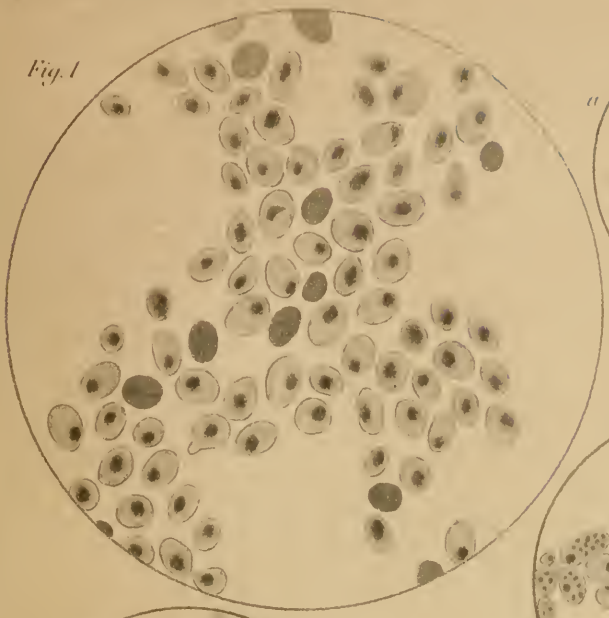

Fig. 1

Fig. 6.

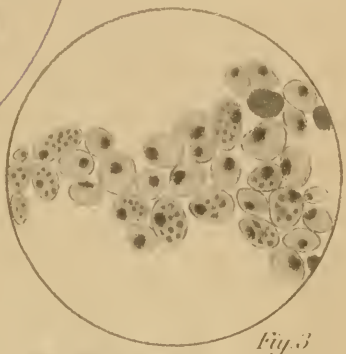

Fig. 3

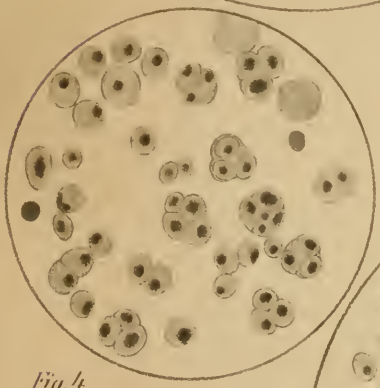

Fig. 4.

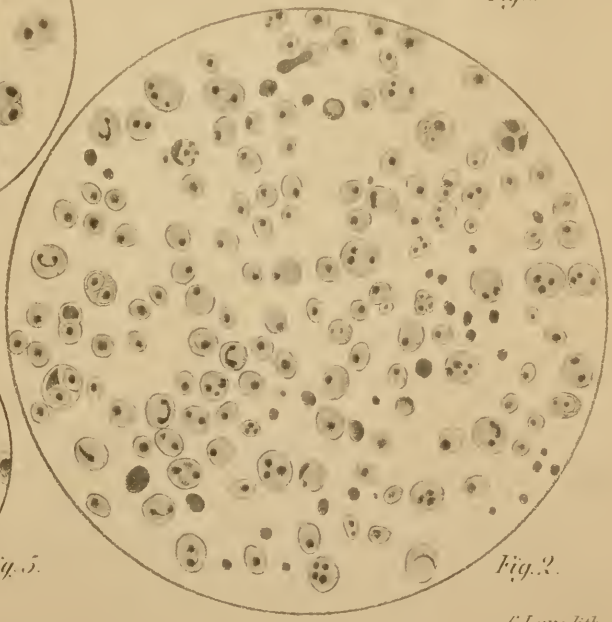

Fig. 2.

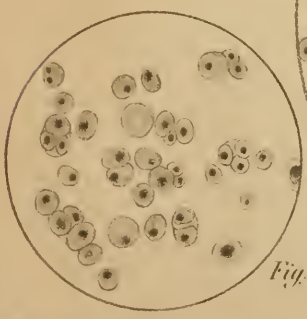

Fig. 5.

H. Moeller photogr. u. gez. C. Laue lith.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft

Jahr/Year: 1893

Band/Volume: 11

Autor(en)/Author(s): Moeller Hermann

Artikel/Article: Neue Untersuchungen über den Zellkern und die Sporen der Hefen 402-409