

lichen Gattungen heimischer Zipfelfalter, festgestellt, so erscheint es sehr wohl möglich, dass diese Fähigkeit ein Gruppenmerkmal bildet. Leider bot sich mir keine Gelegenheit, auch Vertreter anderer Lycaenidengattungen in den Kreis der Betrachtung zu ziehen, so dass diese Frage zunächst offen bleiben muss.

Zitierte Literatur.

- Kleemann, Chr. Fr. C., Beiträge zur Natur- und Insektengeschichte, IV, 1774, p. 123 (mir nicht zugänglich).
 Schild, F. G., Miscellen (Zirpende Insektenpuppen etc.) Stett. Ent. Zeit. XXXVIII, 1877, p. 85–87 (97).

Zur Theorie der alkoholischen Gärung.

Von Priv.-Doz. Dr. Hans Pringsheim, Berlin.

Die Wandlungen unserer biologischen Anschauungen sind mit der Entwicklung der Gärungstheorie immer eng verknüpft gewesen. So hat alkoholische Gärung zu einem Kampfe über die Möglichkeit der Urzeugung herausgefordert, der dann durch die Entdeckung der Hefe eine Lösung zu finden schien. Doch sollten hier die Waffen nicht vergraben werden: denn Liebig und seine Anhänger wollten in der Hefe nur eine Nebenerscheinung sehen, bis ihnen durch Pasteur der Beweis geliefert wurde, dass nicht die in den Gärflüssigkeiten enthaltenen Eiweißstoffe, sondern die Hefezellen selbst für die Zerlegung des Zuckers in Alkohol und Kohlensäure verantwortlich sind. Hiermit war für die Zukunft die Fragestellung eine veränderte geworden: sie lautete nicht mehr, ist die Hefe die Ursache der alkoholischen Gärung, sondern, mit Hilfe welcher Mittel gelingt es der Hefezelle, die Zerlegung des Zuckers zu vollziehen? Kann man, wie Moritz Traube theoretisch geschlossen hatte, das wirksame Prinzip der Hefezelle von ihr trennen und so eine „Gärung ohne lebende Zellen“ in Tätigkeit treten lassen? Wie allbekannt hat man sich nach der Entdeckung der zellfreien Gärung durch Buchner bis auf den heutigen Tag dahin geeinigt, dass die alkoholische Gärung durch ein Ferment, die Zymase, verursacht wird, welches sich von der Hefezelle abtrennen lässt, und das zwar der vitalen Tätigkeit der Hefe seine Entstehung, nicht aber seine Wirkungsweise verdankt. Stets war beobachtet worden, dass das der Hefezelle entnommene Ferment in bezug auf die Zuckerzerlegung der Wirkungsweise der lebenden Hefe in qualitativer Beziehung folgt; über die quantitative Verminderung der Gärkraft, welche das einer bestimmten Hefemenge entnommene Ferment im Vergleich zur Wirkungskraft derselben Menge noch lebender Hefe entfaltet, hatte man sich wenig Sorgen gemacht, denn man schien von vornherein wohl einen Rückgang in der Gärkraft getöteter Hefe zu erwarten und man glaubte genügend Gründe für ihn zu kennen. Auf sie wird im weiteren noch einzugehen sein.

Gerade hier aber sollten der jetzt herrschenden Gärungstheorie neue Gefahren erwachsen. Mit Hilfe seines Biokalorimeters hat Max Rubner das Problem einer neuen Bearbeitung unterzogen und seine Ergebnisse und Schlussfolgerungen in einem „Die Ernährungsphysiologie der Hefezelle bei alkoholischer Gärung“ betitelten Buche niedergelegt. Die Messung der Wärmeproduktion bei der Gärung gestattet ihm, mit Hilfe seiner fein ausgearbeiteten Methodik innerhalb kurzer Zeitspannen die Verfolgung des Gärverlaufes, derart, dass die Hemmungen durch die Alkoholbildung nicht in Erscheinung tritt, da sie innerhalb der Versuchszeit zu gering ist. — Zuerst wird nun festgestellt, dass in einer gärenden Flüssigkeit keine andere Wärmequelle nachzuweisen ist als jene, welche aus der Vergärung des Zuckers fließt. Dieser fundamentale Satz wird einwandfrei bewiesen. Seine Richtigkeit dürfte feststehen, trotzdem in die Gärungsgleichung auch die Bildung der Bernsteinsäure neben der von Alkohol, Kohlensäure, Glyzerin und Zellulose (Zellwandsubstanz der Hefe) einbezogen wird, während wir doch durch die Untersuchungen von Felix Ehrlich wissen, dass die Bernsteinsäure nicht aus dem Zucker, sondern aus einem Eiweißspaltungsprodukt der Hefe, der Glutaminsäure, gebildet wird. Aber die Bildung der Bernsteinsäure wird auf ein Mol. Traubenzucker nur zu 1,11 kal. angesetzt, so dass der hierdurch entstehende Fehler innerhalb der Fehlergrenzen der Methodik fällt.

Rubner schlussfolgert nun folgendermaßen: „Da kein anderer energetischer Vorgang nachweisbar ist, muss also der Gärprozess in seiner Totalität oder zum Teil Quelle der Lebensenergie sein, deren die Hefe ebenso wie jeder sonstige Organismus bedarf.“ Deshalb ist die Fermenttheorie in ihrer heutigen Form unhaltbar, da wir hier bei der Hefe ausschließlich Umsetzungsvorgänge hätten, die mit der lebenden Substanz in gar keiner näheren Beziehung stehen, denn bei einer Fermentwirkung entsteht bei der Umsetzung freie Wärme. Es muss also entweder die ganze Gärwärme oder ein Teil der durch sie repräsentierten Energie als Kraftquelle für die lebende Substanz dienen, und wir müssen zwischen rein zymatischen und vitalen oder Lebensvorgängen unterscheiden. Mit anderen Worten heisst das, da wir nicht imstande sind, die Frage zu beantworten, wie die Hefe die durch das Ferment vermittelte Gärwärme als Kraftquelle ausnutzt, so muss zum mindesten ein Teil der Gärwärme nicht durch die Vermittlung des Fermentes, sondern direkt durch die lebende Zelle produziert werden. Dagegen lässt sich zuerst sagen, dass wir auch dann noch nicht wissen, wie die Hefe diesen Anteil der Gärwärme, der schließlich auch in Gestalt freier Wärme in Erscheinung tritt, als Kraftquelle ausnützt. Dieses Problem ist gewiss außerordentlich interessant, aber es liegt scheinbar fürs erste noch nicht im Bereiche einer uns zugänglichen

Beantwortung: sind wir doch auch im Kraftwechsel höherer Lebewesen in dieser Beziehung auf experimentell nicht gestützte Theorien angewiesen: man muss entweder annehmen, dass durch die Gärung eine Temperaturdifferenz entsteht, welche erst die Verwandlung von Wärme in Arbeit thermodynamisch gestattet oder es gibt keine andere Erklärung als die einer Lebensenergie, die durch den chemischen Prozess vorübergehend gebildet wird und deren sich die Zelle bedient, ehe sie die Energie wieder in Gestalt von Wärme an die Umgebung abgibt!

Rubner kommt nun auf Grund der hier geschilderten Anschauungen zu einer dualistischen Gärungstheorie: die Gärwirkung der Hefe zerfällt danach in zwei getrennte Prozesse, die Zerlegung des Zuckers durch das Ferment in Alkohol und Kohlensäure und die Zerlegung des Zuckers durch die vitale Tätigkeit der Hefe, die zu den gleichen Endprodukten führen soll. Der ganze Mechanismus der alkoholischen Gärung, dessen Phasen wir wenigstens zum Teil kennen, die Bildung der Traubenzuckerphosphorsäureester etc. soll nun durch zwei verschiedene Ursachen zu genau der gleichen Wirkung führen.

Ferner aber glaubt Rubner die Fermentwirkung und die vitale Tätigkeit der Hefe auch in quantitativen Messungen bestimmen zu können. Er argumentiert folgendermaßen: eine bestimmte Menge lebender Hefe gibt innerhalb einer gewissen Zeit in überschüssiger Zuckerlösung eine bestimmte Wärmetönung. Verwandle ich dieselbe Menge Hefe in Hefepressaft, Acetondauerhefe oder töte ich sie durch den Zusatz von Toluol, so gibt sie unter denselben Bedingungen eine geringere, z. B. nur 20% der Wärmetönung der lebenden Hefe. Die tote Hefe soll nun die in der lebenden Hefe vorhandene Fermentwirkungskraft zum Ausdruck bringen. Es würden also in einem solchen Experiment 20% der Gärwärme auf die Zymasewirkung und der Rest von 80% auf die vitale Tätigkeit der Hefe entfallen. Dabei hätte zuerst schon auffallen müssen, dass die Zymasetätigkeit je nach der Art der Abtötung der Hefe sehr verschiedene Wärmetönungen ergeben hat: wie z. B.:

Zymasewirkung von 1 g lebender Hefe gibt Wärme

- a) nach Pressaftversuchen 14 g Kal.
- b) „ Zyminversuchen I. 27 g Kal.
- c) „ Angaben E. Buchner's . . . 41 g Kal.

Schon daraus folgt, dass man die in der Hefe ursprünglich vorhandene Fermentmenge auf diesem Wege kaum messen kann.

Aber noch zahlreiche andere Gründe lassen sich dagegen anführen, dass man auf dem geschilderten Wege zwischen vitaler und Fermenttätigkeit der Hefezelle unterscheidet. Erstens seien die verschiedenen Gründe erörtert, warum nach der Fermentdarstellung nicht die in einem gegebenen Moment in der Hefe vor-

handene Fermentmenge noch wirksam ist. 1. Bei der Buchner'schen Pressaftmethode bleibt ganz gewiss ein Teil des Fermentes in den Pressrückständen; für andere, z. B. zuckerhydrolysierende Fermente ist nachgewiesen, dass auf diese Weise bei Schimmelpilzen die ganze Fermentmenge zurückgehalten werden kann. Ferner wird in dem Moment, wo die Zelle durch Zerreiben gesprengt wird, eine Vermischung ihrer Fermente einsetzen, durch die die Zymase sofort der zerstörenden Wirkung der Endotryptase, des eiweißspaltenden Fermentes der Hefezelle ausgesetzt wird. 2. Bei der Darstellung der Acetondauerhefe kommt das Ferment in Berührung mit der giftigen Wirkung nicht nur des Acetons, sondern auch des hier immer zum Trocknen verwandten Äthers. 3. Beim Töten der Hefe mit Toluol wird die Zelle nicht gesprengt und das Toluol ist nach allen Erfahrungen ein sehr schwaches Fermentgift; aber hier ist die osmotische Wirkungskraft der Zelle durch die Abtötung vernichtet, das endozellulare Ferment kann aus der Zelle nicht heraus, der Zucker wird nicht mehr schnell hereinbefördert und so ist eben die Berührung des Zuckers mit dem Ferment beeinträchtigt, die doch eine Bedingung für eine katholytische Fermentreaktion sein muss.

Es sind also rein experimentelle Ursachen, welche einen Teil der geschwächten Zuckerspaltung durch das Ferment verschulden. Das kommt auch sehr deutlich durch folgende Tatsache zum Ausdruck: die obergärige Hefe gibt bekanntlich ihr Gärferment nach dem Buchner-Verfahren nicht oder nur in sehr geringer Menge ab. Auch Rubner hat vergeblich versucht, aus ihr einen gärkräftigen Pressaft darzustellen. Im vorigen Jahre ist es dagegen von Laer in Gand gelungen, mit Hilfe des Mazerationsverfahrens von Lebedeff's auch aus der Obergärhefe einen gärkräftigen Saft zu gewinnen; man sieht daraus deutlich, wie stark die Variation experimenteller Bedingungen die Wirkungskraft der von der lebenden Hefe abgetrennten Zymase beeinflussen kann.

In alledem sehen wir jedoch nicht die Hauptursache dafür, dass das Ferment einer bestimmten Menge viel schwächer wirkt als die lebende Hefe selbst. Es scheint sehr wohl möglich, dass in gewissen Fällen die Hauptmenge der zu einer bestimmten Zeit in der Hefezelle enthaltener Zymase auch fermentativ zur Wirkung kommt. Wir wollen jedoch nicht „alle Wirkung durch das präformierte Ferment geschehen lassen“. Auch Buchner ist gewiss nicht der Meinung gewesen, dass diese Auslegung den Tatsachen entspricht. Wie bei allen fermentativen Prozessen, welche durch die lebende Zelle hervorgerufen werden, so wird sicher auch bei der Hefe während der Gärung eine dauernde Neubildung von Ferment angenommen werden müssen; diese Neubildung des Fermentes muss in dem Augenblick sistiert werden, in dem die Zelle durch

Abtötung ihre Lebenskraft einbüßt. Die Verhältnisse sind denen eines höheren Organismus vergleichbar, der in einem gegebenen Moment eine bestimmte Menge eiweißspaltenden Fermentes in seinem Darmsaft besitzt; niemand wird annehmen, dass in dieser fermentativen Spaltungskraft die gesamte Trypsinwirkung des Organismus während seines Lebens zum Ausdruck kommt. Wir wissen, dass das Ferment immer neu nach Bedürfnis gebildet wird; ebenso liegen die Verhältnisse bei der Hefe, nur auf einen kleineren Raum und auf eine kürzere Zeitspanne zusammengedrängt.

Die vitale Lebenstätigkeit der Hefezelle besteht daher in der geeigneten Regulation der Absonderung ihres Gärungsfermentes, soweit die eine Funktion der Gärwirkung in Frage kommt. Ob sich auch diese Regulierung einst von der lebenden Zelle wird trennen lassen, ist eine ganz andere Frage, die momentan einer mehr oder weniger nützlichen Spekulation, mit unseren bisherigen Hilfsmitteln aber sicher keiner allein wertvollen experimentellen Lösung zugänglich ist. Denn sie schließt die präparative Bereitung einer lebenden Zelle in sich, deren mögliche Erschaffung momentan reine Glaubenssache sein muss! Der Gedanke, die vitale Kraft irgendeiner Zelle zu messen, ist groß angelegt; aber er konnte im gegebenen Falle der Lösung nicht näher gebracht werden — und wir sind von dieser Möglichkeit wohl überhaupt noch sehr weit entfernt.

Seitdem durch Pasteur bewiesen worden ist, dass man der Hefe ihr Stickstoffbedürfnis mit Ammoniaksalzen befriedigen kann, ist ihr Eiweißstoffwechsel häufig untersucht worden. Dass wachsende Hefe ihrer Nährlösung Stickstoff entzieht, ist von vornherein klar; etwas schwieriger ist die Frage zu beantworten, ob gleichzeitig eine Ausscheidung von Stickstoff aus der Hefe erfolgt und vor allem, ob der ausgeschiedene Stickstoff im weiteren Verlaufe der Gärung wieder von der Hefe aufgenommen werden kann. Die Beantwortung der ersten Frage gelingt einwandfrei durch die Verfütterung von Ammonsalzen. Die Hefe bildet nämlich bei der Vermehrung und Gärung kein Ammoniak. Bieten wir ihr nun Ammoniaksalze als einzige Stickstoffquelle, so können wir analytisch feststellen, dass im Gärprozess weit mehr Ammoniakstickstoff verschwindet, als sich am Ende in der gebildeten Hefe vorfindet. Die Hefe hat also während der Gärung mehr Stickstoff aufgenommen als in ihrer Körpersubstanz vorhanden ist; folglich muss ein Teil des aufgenommenen Stickstoffes von der Hefe wieder ausgeschieden und an die Nährflüssigkeit in Form von Hefeeiweißabbauprodukten abgegeben worden sein. Der Beweis, dass dieser ausgeschiedene Stickstoff wieder in den Stoffwechsel der Hefe gerissen werden kann, gelingt mit Hilfe der von F. Ehrlich entdeckten Umwandlung

des Leucins in Amylalkohol, den Hauptkonstituenten des Fuselöls, bei der alkoholischen Gärung. Bringen wir eine gewisse Hefemenge in eine stickstofffreie Zuckerlösung, so können wir in ihr nach der Gärung Amylalkohol nachweisen. Dieser Amylalkohol kann nur aus Leucin stammen; das Leucin aber gelangt in die Nährflüssigkeit als ein Zerfallsprodukt des Hefeeiweißes, welches während der Gärung in Leucin und andere Eiweißspaltungsprodukte abgebaut worden ist. Vor kurzem habe ich durch die Totalhydrolyse von Hefeeiweiß festgestellt, dass es hauptsächlich aus Leucin und Valin besteht. Das Valin ist die Ursprungssubstanz des Isobutylalkohols im Gärprozess. Es ist demnach nicht erstaunlich, dass beim Zerfall des Hefeeiweißes gerade diese Produkte in die Gärflüssigkeit gelangen, die daraufhin weiter zu Fuselöl vergoren werden. Ferner spricht dafür auch folgender Versuch: wir bieten der Hefe bei minimaler Einsaat einen großen Zuckerüberschuss und sehr wenig Leucin. Nach Verlauf der sehr langsamen Gärung finden wir dann 200% der gebotenen Menge Leucin an Amylalkohol in der Gärflüssigkeit wieder. Die Erklärung dieses Befundes ist folgende: das Leucin wurde von der Hefe aufgenommen und in Amylalkohol gespalten, hierbei wird der stickstoffhaltige Anteil des Leucins in Hefeeiweiß verwandelt, denn das Leucin dient der Hefe ja als Stickstoffquelle. Das so gebildete Hefeeiweiß gibt wieder Leucin an die Lösung ab, welches wiederum in Amylalkohol gespalten wird, wobei von neuem Stickstoff zur Verfügung der Hefe gestellt wird. Und so zirkuliert die geringe Menge Stickstoff, die wir in Gestalt von Leucin geboten haben, bis aller Zucker vergoren ist von der Nährlösung in die Zelle, aus der Zelle in die Lösung u. s. f. in einem Kreisprozess, wodurch der Beweis erbracht wird, dass der von der Hefe ausgeschiedene Stickstoff immer von neuem zum Ansatz gelangen kann.

Auch dies wird von Rubner auf Grund energetischer Betrachtungen gelegnet. Er berechnet:

1 Molekül Leucin bildet		855,9 kg Kal.
Die neuen Produkte sind:		
Amylalkohol (gelöst) . . .	791,1 kg Kal.	
Ammoniak	91,3 kg Kal.	
Kohlensäure (absorbiert) . .	5,7 kg Kal.	= 881,1 kg Kal.
		Effekt: = — 32,1 kg Kal.

Er sagt: „Daher wäre ein wiederholter An- und Abbau des Eiweißes nötig, um dem Bedürfnis nach Umwandlung von Leucin in Amylalkohol zu genügen, d. h. im Verlauf weniger Tage müsste nur zu dem Zwecke der Amylalkoholbildung (oder den sonstigen N-Umsatz) sämtliches Eiweiß der Zelle mehrmals abgebaut und wieder aufgebaut werden, um genügend Leucin zu liefern. Solch

eine gewaltige Umwälzung aller lebenden Substanz für eine einzige, im ganzen doch untergeordnete Funktion der Bildung eines Nebenproduktes widerspricht allen Erfahrungen, die wir sonst von der Beständigkeit der lebenden Substanz haben.“ Nach dieser Argumentation wäre also die Amylalkoholbildung ein primärer Vorgang, der für das Leben der Hefe von Nutzen sein müsste. In Wirklichkeit ist der Amylalkohol aber ein für die Hefe nutzloses Exkret, das nur nebenbei gebildet, weil eben die Hefezelle, um die gewaltige Zuckerzerlegung zu vollziehen auch eines kraftvollen Eiweißstoffwechsels bedarf, der ihr die Regulation ihrer Fermentproduktion und -wirkung ermöglicht. Wenn dieser Eiweißumsatz mit einer Einbuße an Energie verbunden ist, so muss das die Hefe mit in Kauf nehmen, da sie nur so sich dauernd in gärfähigem Zustand erhalten kann. Bieten wir der Hefe nur Leucin und keinen Zucker, so findet keine Umwandlung in Amylalkohol statt; Gärung tritt nicht ein und es kommt auch zu keinem Eiweißstoffwechsel, sondern nur zu einer Eiweißanreicherung der Zelle. Bieten wir getöteter Hefe Leucin und Zucker, so erfolgt zwar noch eine alkoholische Gärung mit Hilfe des wirksam gebliebenen Anteils des präformierten Fermentes. Aber auch hier wird kein Leucin mehr in Amylalkohol umgewandelt, da die tote Zelle keinen Eiweißstoffwechsel mehr besitzt, keine Neubildung von Zymase vollziehen kann und deshalb, wie wir gesehen haben, auch in ihrer Gärkraft geschwächt ist.

Es herrscht also bei Rubner auch in bezug auf den Eiweißstoffwechsel der Hefe eine dualistische Auffassung: er gibt zu, dass die Hefe sehr wohl dazu befähigt ist, den aus toten Zellen austretenden autolytischen Stickstoff weiter zu verwerten; dagegen soll der aus der lebenden Hefe während der Gärung ausgeschiedene Stickstoff unverwertbar durch die Hefe sein. Wir müssen uns dagegen vor Augen halten, dass die Hefe ihren Eiweißabbau mit Hilfe ihrer peptolytischen Fermente vollziehen muss. Und so erscheint die Annahme äußerst erschwert, dass tote und lebende Hefe in ihrem fermentativen Eiweißabbau mit Hilfe derselben Fermente zu verschiedenen chemischen Produkten gelangt. Denn nur durch die Annahme einer Verschiedenheit des exkreteten und des autolytischen Stickstoffmaterials könnten wir doch ihre Nichteignung oder Eignung als Stickstoffnahrung für die Hefe erklären. —

Neben diesen, nach meiner Meinung strittigen Punkten, enthält das inhaltsreiche Buch noch eine große Zahl von experimentellen und theoretischen Ergebnissen, die dem aufmerksamen Leser viele Anregung bieten werden. — Der praktische Gärungsphysiologe wird dem Buche erst nach sehr eingehendem Studium nützliche Winke entnehmen können; aber auch der Theoretiker wird tief graben müssen, ehe er in die schwierige Materie eindringt. Es

schien daher wertvoller, ein paar der Hauptpunkte eingehend zu erörtern, als eine Aufzählung des Inhalts vorzunehmen, den niemand ohne die Lektüre des Werkes selbst würdigen kann.

Über die Chemorezeption bei Garneelen.

Von Dr. Heinrich Balss (München).

Der vorliegende Aufsatz möchte einen kleinen Beitrag zur Frage nach dem Geruchs- und Geschmacksvermögen bei Garneelen liefern. Nachdem Nagel (1894) auf Grund von theoretischen Erwägungen den Wassertieren das Geruchsvermögen überhaupt abgestritten hatte und ihm auch andere Forscher darin gefolgt waren, ist man in neuerer Zeit auf Grund von exakten Experimenten (Bethe, Baglioni, Doflein u. a.) zu der Überzeugung gelangt, dass auch im Wasser der Geruch bei der Auffindung der Nahrung auf Entfernung hin eine große Rolle spiele. Diese Autoren kommen dabei auf die alte Definition Forel's zurück, dass der Geruch das Sinnesorgan sei, das auf Entfernung hin die chemische Natur gewisser Körper zu erkennen gestatte, während beim Geschmack dies erst bei Berührung mit dem Körper selbst möglich sei.

Meine Untersuchungen erstreckten sich nun auf die Frage, welche Rolle beide Sinnesempfindungen bei Garneelen spielen und an welchen Organen sie lokalisiert seien.

Ich benutzte zu meinen Untersuchungen, die ich in der zoologischen Station zu Neapel ausführte, meist *Palaemon (Leander) treillanus*, der ein sehr lebhaftes, leicht reagierendes Tier ist. In den Aquarien, die, wie in Neapel üblich, mit durchlaufendem Seewasser gespeist waren, wurde während der Versuche der Zulauf unterbrochen, um die Diffusionsströme, die von den Nahrungsstücken her kamen, ungehindert nach allen Seiten hin fließen zu lassen. Bei den Operationen gab ich den Tieren oft schon eine Stunde, nachdem ihnen ein Organ amputiert war, wieder Nahrung, die sie auch willig annahmen; auf diese Art wurde erzielt, dass die Sterblichkeit unter den operierten Tieren nur gering war.

I. Versuchsreihe: Über den Geschmackssinn.

Über den Geschmackssinn bei Garneelen hat bisher nur Doflein (1910, p. 63) eine Angabe gemacht; er gab seinen Tieren Fischfleisch, das mit Indigkarmin blau gefärbt worden war. Dieses Fleisch, welches zuerst ganz normal angenommen worden war, wurde nach einiger Zeit völlig verschmäht, selbst wenn die Tiere hungrig waren; auch Tiere, die gewöhnliches Fleisch ohne weiteres nahmen, ließen die gefärbten Stücke liegen. Doflein schließt daraus, dass es nicht die Konsistenz ist, an der die Tiere ihre

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Biologisches Zentralblatt](#)

Jahr/Year: 1913

Band/Volume: [33](#)

Autor(en)/Author(s): Pringsheim Hans

Artikel/Article: [Zur Theorie der alkoholischen Gärung. 501-508](#)