

Werk

Label: Zeitschriftenheft

Ort: Berlin

Jahr: 1918

PURL: https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?34557155X_0006|LOG_0020

Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)
SUB Göttingen
Platz der Göttinger Sieben 1
37073 Göttingen

✉ info@digizeitschriften.de

0

Die Naturwissenschaften

Wochenschrift für die Fortschritte der Naturwissenschaft, der Medizin und der Technik

Begründet von Dr. A. Berliner und Dr. C. Thesing.

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und **Prof. Dr. August Pütter**

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9.

Heft 3.

18. Januar 1918.

Sechster Jahrgang.

INHALT:

Ueber die Gewinnung von Sprit aus Sulfitablauge.
Von *Dr. Erik Hägglund, Essen*. S. 25.

Die wahre Natur der Rußtaupilze. Von *Prof. Dr. F. W. Neger, Thorandt*. S. 30.

Die Abstammung des Hauspferdes und des Haus-
esels. Von *Dr. Otto Antonius, Wien*. (Schluß)
S. 32.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten:

Die Institute und Unternehmungen der Kaiser-
Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissen-
schaften. Die kürzeste Wellenlänge. Die
Elektrizitätsleitung im extremen Vakuum (Die
Doppelschicht im Auftreffpunkte der Kathoden-
strahlen). Die selbsthärtende Siederöhre, das
Tiefentherapierrohr. S. 34-36.

Das
strahlend weiße Licht
**OSRAM-
AZO**
Gasgefüllte Lampen
bis zu 2000 Watt

NEUE TYPEN:
OSRAM-AZOLA
Gasgefüllte Lampen
25 und 60 Watt

Auer-Gesellschaft, Berlin O. 17.

OSRAM
AZO

Die Naturwissenschaften

berichten über alle Fortschritte auf dem Gebiete der reinen und der angewandten Naturwissenschaften im weitesten Sinne. Sendungen aller Art werden erbeten unter der Adresse:

Redaktion der „Naturwissenschaften“

Berlin W 9, Link-Str. 23/24.

Manuskripte aus dem Gebiete der biologischen Wissenschaften wolle man an Prof. Dr. A. Pütter, Bonn a. Rh., Coblenser Str. 89, richten.

erschienen in wöchentlichen Heften und können durch den Buchhandel, die Post oder auch von der Verlagsbuchhandlung zum Preise von M. 24.— für den Jahrgang, M. 6.— für das Vierteljahr, bezogen werden. Der Preis des einzelnen Heftes beträgt 60 Pf.

Anzeigen werden zum Preise von 50 Pf. für die einspaltige Petit-

selle angenommen.

Bei jährlich 6 15 25 52 maliger Wiederholung

10 20 30 40% Nachlass.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer, Berlin W 9, Link-Str. 23/24
Fernsprecher: Amt Kurfürst 2050-53. Telegrammadresse: Springerbuch.
Reichsbank-Giro-Konto. — Deutsche Bank, Depositen-Kasse G.
Postcheck-Konto: Berlin Nr. 11100.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Bodenbildung und Bodeneinteilung

(System der Böden)

Von

Dr. E. Ramann

o. ö. Professor an der Universität in München

Preis M. 4.60

Soeben erschien:

Chemiker-Kalender 1918

Herausgegeben von

Dr. Rudolf Biedermann

XXXIX. Jahrgang

In zwei Bänden

I. und II. Teil in Halbleinwand gebunden Preis M. 5.40

I. Teil in Kunstleder, II. Teil in Halbleinwand gebunden Preis Mark 6.—

Soeben erschien:

P-H-Tabellen

enthaltend ausgerechnet die Wasserstoffexponentwerke, die sich aus gemessenen Millivoltzahlen bei bestimmten Temperaturen ergeben. Gültig für die gesättigte Kalomel-Elektrode

Von

Dr. Arvo Ylppö

Preis gebunden M. 3.60

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Herausgegeben von

Dr. Arnold Berliner und Prof. Dr. August Pütter

Sechster Jahrgang.

18. Januar 1918.

Heft 3.

Über die Gewinnung von Sprit aus Sulfitablauge.

Von Dr. Erik Hägglund, Essen.

Sulfitablauge ist, wie bekannt, ein Abfallprodukt der Zellulosefabrikation nach dem Sulfitverfahren. Dabei wird Holz, vorzugsweise Fichtenholz, bei einer Temperatur bis zu etwa 140° mit einer Lösung von Calciumsulfit in schwefliger Säure behandelt. Nach der Kochung bleibt die Zellulose des Holzes zurück, während die sogenannten inkrustierenden Bestandteile in Lösung gehen. Diese Lauge nennt man Sulfitablauge.

Zum richtigen Verständnis des Sulfitzellstoffprozesses ist es notwendig, die Zusammensetzung des Fichtenholzes zu kennen, die durch die bahnbrechenden Arbeiten von *Klason*¹⁾ aufgeklärt worden ist. Auf aschefreie Substanz berechnet, enthält Fichtenholz:

Zellulose	etwa 50 %
Andere Kohlenhydrate	„ 16 %
Lignin	„ 30 %
Protein	„ 0,7 %
Harz und Fett	„ 3,3 %
	100 %

Den mit „andere Kohlenhydrate“ bezeichneten Produkten hat *Klason* den Namen Lignosane gegeben. Sie sind deshalb von großem Interesse, weil sie den Ursprung der in der Sulfitablauge vorhandenen Kohlenhydrate bilden, und infolgedessen das Ausgangsmaterial für den Sulfit-sprit ausmachen.

Die ersten eingehenden Untersuchungen über die Lignosane wurden von *Tollens* und *Lindsey*²⁾ und von *Krause*³⁾ ausgeführt. Letzterer hat im wesentlichen Pentosen, Mannose, Fruktose und kleine Mengen Galaktose nachgewiesen, dagegen keine Glukose. Der Verfasser hat gefunden, daß die Lignosane im wesentlichen aus Pentosen, Mannose und kleinen Mengen Galaktose und Fruktose bestehen⁴⁾. Glukose konnte nicht nachgewiesen werden. In letzter Zeit hat *Klason*⁵⁾ seine früheren Untersuchungen über die Zusammensetzung des Holzgummis fortgesetzt. Er geht wie *Krause* und der Verfasser von der Sulfitablauge aus und es ist ihm gelungen, die Lignin-substanzen von den Kohlenhydraten vollständig zu

trennen, wodurch es möglich war, eine genauere Bestimmung der Lignosane zu bekommen. Er gibt die Zusammensetzung wie folgt an:

	% des Holzgewichtes	% der Lignosane
Glukose	7,9	49,4
Mannose	2,5	15,6
Galaktose	1,3	8,1
Arabinose	4,3	26,9
	16,0	100,0

Diese Zuckerarten sind nicht als solche im Holze vorhanden, sonst würde man ja schon durch Extraktion mit Wasser erheblich mehr, als in Wirklichkeit der Fall ist, herauslösen können. Es wird vielfach angenommen, daß die Lignosane glukosidartig an Lignin gebunden sind. Andererseits glaubt man, die Zuckerarten seien im Holze als Polysaccharide vorhanden. Es ist wahrscheinlich, daß ein Teil der Lignosane chemisch gebunden ist, denn durch wiederholte Behandlung mit siedendem Wasser und Alkohol war es nicht möglich, mehr als etwa 10 % des Holzgewichtes an Lignosanen herauszulösen, während, wie bereits angegeben wurde, das Holz etwa 16 % davon enthält.

Wird das Holz unter Druck mit verdünnter Säure behandelt, so gehen die Lignosane zuerst in Lösung. Gleichzeitig löst sich ein Teil der Zellulose. Bei Calciumbisulfitlösungen ist es dagegen möglich, die Zellulose unverändert zu lassen, während die Lignosane in Lösung gehen. Ein Teil der Kohlenhydrate bleibt als Polysaccharide in der Lauge. Sie reduzieren Fehling-Lösung nicht oder nur sehr wenig. Die Vergärbarkeit derselben ist sehr gering. Eine notwendige Bedingung für einen hohen Gehalt an vergärbarem Zucker in der Abblauge ist also, die Zellstoffkochung so zu leiten, daß die Lignosane ausgelöst und hydrolysiert werden, ohne daß dabei die Qualität der Zellulose verschlechtert wird. Man muß ferner darauf achten, daß die in Lösung gegangenen Zuckerarten durch einen nicht zu hohen Gehalt der Kochlauge an schwefliger Säure zu stark abgebaut werden. Der Verfasser hat aus einer Reihe von Versuchen in *Bergvik* die Bedingungen für einen guten Gehalt der Ablauge an vergärbarem Zucker festgestellt, unter gleichzeitiger Gewinnung eines starken Zellstoffes in höchster Ausbeute. Über diese Versuche hat der Verfasser in der Monographie „Die Sulfitablauge und ihre Verarbeitung auf Alkohol“ berichtet. Es heißt dort S. 11 ff:

„Aus diesen Versuchen wurden dann alle diejenigen zusammengestellt, bei welchen alle Bedingungen, außer einer einzigen, nämlich der

¹⁾ Vgl. die Monographie von *Klason*: Beiträge zur Kenntnis der chem. Zusammensetzung des Fichtenholzes. Berlin 1911.

²⁾ Liebigs Annalen 267, 341 (1891).

³⁾ Chem. Ind. 29, 217 (1906).

⁴⁾ Biochem. Zeitschr. 70, 416 (1915).

⁵⁾ Festschrift Dr. *Kemp*, S. 217. Stockholm 1917.

Konzentration der freien SO_2 ähnlich waren. Da in der Praxis im allgemeinen die Temperatursteigerung des Kochers eine fast konstante ist, so richtet sich das Hauptaugenmerk auf den Einfluß der Kochlauge auf die Zuckerbildung.

Bei diesen Versuchen war die Konzentration der gebundenen schwefligen Säure 1,15 %, während die freie schweflige Säure 3,00 bis 2,40 % betrug. Das Maximum der Temperatur der Kochung war 135° und die Erhitzung der Kocher wurde so geführt, daß die Temperatur der Kocher nach 4 bis 5 Stunden 100 bis 105° war. Der Anstieg und der Verlauf der Temperatur während der Kochung ist aus der Kurvenzeichnung Fig. 1 deutlich zu ersehen.

Ich habe in Fig. 1 graphisch den Verlauf der Zuckerbildung unter vier verschiedenen Bedingungen dargestellt. Dabei wurden sowohl Kurven für den durch Reduktion bestimmten Zucker, wie solche des gärfähigen Zuckers eingezeichnet.

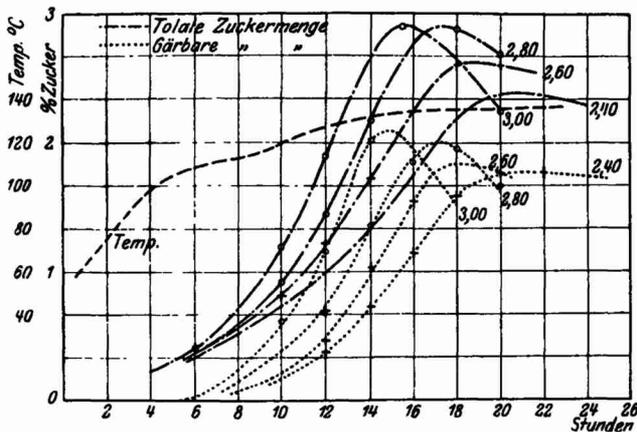


Fig. 1.

Jede von diesen ist aus den Ergebnissen einer größeren Anzahl von Untersuchungen, welche in der Tat nur wenig voneinander abwichen, durch Interpolation bestimmt worden.

Bei Betrachtung dieser Kurven sieht man nun, daß mit steigender Konzentration der freien SO_2 die Auflösung des Zuckers beschleunigt wird. Bei einer Laugenzusammensetzung von 1,15 % gebundener SO_2 und 3,00 % freier SO_2 wird das Maximum der Zuckerbildung bei einer Kochzeit von 15 Stunden erreicht, während man die Höchstaussbeute an Zucker bei einer Lauge mit 1,15 % von gebundener SO_2 und 2,40 % freier SO_2 erst nach einer Kochzeit von 18 bis 20 Stunden erreichen kann¹⁾.

Hierbei ist aber noch etwas anderes zu bemerken: Je höher die Konzentration der freien SO_2 ist, desto eher und schneller wird die erhaltene Zuckermenge wieder zerstört. Die schließliche Zuckerquantität ist also in hohem

¹⁾ Es muß hier bemerkt werden, daß die schweflige Säure vor der Abstellung des Kochers durch teilweise Abgasung nicht entfernt werden darf.

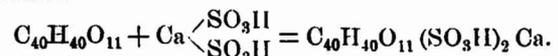
Grade davon abhängig, wann die Kochung beendet wird. Aus der Figur scheint hervorzugehen, daß die vergärbaren Zuckerarten leichter zerstört werden als die Pentosen.

Glücklicherweise trifft es sich nun im allgemeinen, daß bei größerem Gehalt an freier SO_2 die Kocher „rascher gehen“, d. h. die Kochung früher beendet ist. Aus diesem Grunde ist die Kochung häufig zu derselben Zeit fertig, wenn das Maximum von Zucker gerade erreicht ist.

Daß die Zuckerbildung bei höherem Gehalt an freier SO_2 rascher verläuft, ist in vollkommener Übereinstimmung mit den Forderungen der Theorie. Für die Inversions- bzw. Hydrolysegeschwindigkeit ist offenbar der Gehalt an freien Wasserstoffionen maßgebend. Die Konzentration der H-Ionen beruht nur auf der Menge von „freier“ schwefliger Säure. Wenn man bei konstantem Gehalt der Gesamtmenge von SO_2 die gebundene SO_2 , d. h. die Kalkmenge, vermehrt, dann muß die Geschwindigkeit der Zuckerbildung kleiner werden. Dies wurde auch vom Verfasser beobachtet.

Die oben erwähnte, für die Zuckerbildung günstige Zusammensetzung der Kochlauge ist auch nach den Erfahrungen in der Praxis für die Herstellung von gutem Sulfitzellstoff besonders geeignet. Es ist nämlich eine seit langem bekannte Tatsache, daß die Kochung am besten verläuft, wenn der Gehalt an freier schwefliger Säure etwa 70 % der Gesamtmenge bildet¹⁾.

Das Lignin geht bei der Kochung in Lösung unter Bildung eines lignosulfosauren Calciumsalzes:



Dieses letztere Salz kann noch 2 Moleküle SO_2 binden. Diese werden jedoch nur reversibel gebunden. Das erklärt der Umstand, daß die Abblauge, wenn sie längere Zeit in freier Luft steht, Gips absondert. Mit kaustischem Kalk ist es, wie der Verfasser nachgewiesen hat, möglich, den reversibel gebundenen Sulfit abzusondern. Diese Abspaltung geht besonders in der Hitze glatt.

Die Abblauge enthält nach dem Verlassen der Kocher freie und an Kalk gebundene schweflige Säure und außerdem Calciumsulfit, das, wie erwähnt, schwach an Lignin gebunden ist. Vor der Vergärung ist es notwendig, diese vollständig zu entfernen. Schweflige Säure ist, wie bekannt, für die Hefe ein sehr starkes Gift, so daß schon sehr kleine Mengen genügen, um innerhalb kurzer Zeit die Gärung zu verhindern.

Die Abblauge wird daher heiß neutralisiert. Das geschieht, wie der Verfasser nachgewiesen und im Betrieb durchgeführt²⁾ hat, am besten mit Kalk und feingemahlenem Calciumcarbonat. Es würde hier zu weit führen, näher darauf ein-

¹⁾ Vgl. Klason, Arkiv för Kemi, mineralogi och geologi 4, Nr. 1 (1910).

²⁾ Bei der Sulfitpfitfabrik Bergvik in Schweden.

zugehen¹⁾. Es kann nur kurz erwähnt werden, daß es durch diese Maßnahmen gelungen ist, aus der Lauge leicht ausscheidbaren Gips oder Calciumsulfit auszufällen, sei es, daß diese Verbindungen in übersättigtem Zustand in Lösung vorhanden sind, sei es, daß sie aus der Ligninsulfosäure durch Spaltung derselben entstehen. Durch diese Vorkehrungen wird es auch möglich, eine für die Gärung günstige Acidität der Lauge herzustellen und gleichzeitig eine vollständig klare Gärflüssigkeit zu erhalten, was von großer Bedeutung ist. Die innige Mischung zwischen Neutralisationsmittel und Lauge wird durch gute Umrührung, welche zweckmäßig mit Druckluft ausgeführt werden kann, erreicht.

Da große Mengen Ablaugen zu bewältigen sind, z. B. bei einer größeren Fabrik von 35 000 t Zellstoff Jahresproduktion etwa 500 cbm pro Tag, so wären die Gefäße verhältnismäßig sehr groß. Bis jetzt wurden Turmbottiche von etwa 100 cbm Inhalt benutzt.

Die Neutralisation geschieht zweckmäßig folgendermaßen: Nachdem die Lauge in die Türme eingepumpt ist, wird etwas Kalk zugesetzt, dessen Menge ungefähr der in der Lauge befindlichen Menge von freier schwefliger Säure entspricht. Nach einiger Zeit wird mit feingemahlenem Kalkstein nachneutralisiert, bis der geeignete Aciditätsgrad erreicht ist. Die Vermischung der Neutralisationsmittel mit der Lauge geschieht, wie bereits erwähnt, durch Einblasen von Luft.

Es hat sich erwiesen, daß die bei dieser Lüftung entstandene Oxydation von organischen Stoffen für den Gärungsprozeß belanglos ist. Der Zweck ist also nur ein rein mechanischer, den man natürlich auch auf andere Weise, z. B. durch eingebaute Rührwerke, erzielen kann.

Die Neutralisation ist nach etwa 4 Stunden beendet. Man läßt dann die Lauge im Neutralisationsbehälter etwa eine Stunde stehen, wobei die festen Bestandteile sich am Boden absetzen. Der Schlamm besteht größtenteils aus Calciumsulfit und Gips. Das Calciumsulfit könnte ja für den Zellstoffprozeß wieder benutzt werden. Bis jetzt haben diese Bestrebungen keinen Erfolg gehabt.

Nachdem sich der Schlamm abgesetzt hat, wird die neutralisierte Lauge in ein Bassin abgelassen, wo die vollständige Klärung erfolgt.

Vor der Gärung wird die neutralisierte Lauge — die Sulfitmaische — auf eine für die Gärung geeignete Temperatur gebracht (von etwa 30°). Die Abkühlung kann entweder durch ein Gradierwerk erfolgen, wobei gleichzeitig die Lauge ein wenig eingedickt wird, was vorteilhaft ist, oder direkt mit Wasserkühlung. Das letztere ist insofern geeignet, weil es dadurch gelingt, die Temperatur der Lauge genau zu regeln.

Der springende Punkt der Sulfitspiritfabrika-

tion liegt zweifellos in der *Gärung der Sulfitmaische*. Da die Sulfitablauge kein gutes Gärungssubstrat ist, so sind die Schwierigkeiten hier entschieden viel größer, als bei Vergärung von anderen Brennereimaischen. Die großen Mengen von unvergärbaren Stoffen in der Ab-lauge wirken, wenn die Gärung nicht in richtiger Weise durchgeführt wird, sehr störend.

Wie bereits erwähnt, ist natürlich die Art der Vorbehandlung, die Kochung und die Neutralisation von großer Bedeutung für die Erzielung einer guten Ausbeute von Alkohol. Was die Kochung betrifft, so wurden schon früher die Bedingungen für eine gute Zuckerausbeute besprochen. Der Zucker, der auf diese Weise gewonnen wird, ist schon im wesentlichen in Form von einfachen Zuckerarten in der Lösung vorhanden. Die nach den Ergebnissen der Gärungsversuche berechneten Mengen vergärbaren Zuckers laufen mit den analytisch bestimmten Zuckermengen parallel. Da man weiter annehmen muß, daß bei der Kochung die Gesamtmenge der Lignosane in Lösung geht, abgesehen von den Mengen, die bei der Kochung zerstört werden, so ist es klar, daß Laugen, welche geringe Ausbeuten geben, obgleich sie nach allen Regeln einer richtig durchgeführten Gärung behandelt worden sind, Kohlenhydrate enthalten, die erst nach einer vorhergehenden Hydrolyse vergoren werden können. Das ist durch Kochen mit verdünnten Mineralsäuren möglich. Eine solche Operation hat sich aber nicht als ökonomisch erwiesen. Nach meiner Erfahrung kann man ebenso glatt zu demselben Ziel gelangen, wenn man bei der Kochung dafür sorgt, daß durch das Vorhandensein von genügend viel Überschuß an SO₂ die Hydrolyse schon im Sulfitzellstoffkocher vor sich geht.

Es wurde oben erklärt, daß die Neutralisation nicht nur den Zweck der Entfernung der schwefligen Säure hat, sondern daß dadurch auch der für die Gärung optimale Gehalt der Sulfitmaische von Wasserstoffionen herbeigeführt wird. Die Bedeutung der richtigen Acidität für die alkoholische Gärung ist für die Gärungstechnik allgemein bekannt²⁾.

Empirisch habe ich den optimalen Säuregrad bei einigen Sulfitzellstofflaugeen entsprechend etwa 10 ccmⁿ/₁₀ NaOH für 20 ccm Lauge bestimmt. Es ist nicht gesagt, daß das Optimum bei allen Ablaugen dasselbe ist. Es ist doch wohl anzunehmen, daß die Schwankung verhältnismäßig gering ist.

Für die Gärung ist es offenbar von großer Bedeutung, die richtige Wahl des Hefestammes zu finden. Zweifellos können verschiedene Heferassen bei einmaliger Gärung gute Alkoholaus-

¹⁾ Diese Sache ist eingehend in meiner schon erwähnten Schrift „Die Sulfitablauge und ihre Verarbeitung auf Alkohol“ behandelt.

²⁾ Ich verweise auf meine Monographie „Hefe und Gärung in ihrer Abhängigkeit von Wasserstoff und Hydroxylionen“. Sammlung chem. u. chem.-techn. Vorträge Bd. XXI, 4 (1914). Dasselbe auch Literatur.

beuten geben. Es kommt doch in erster Linie darauf an, daß bei wiederholten Gärungen die Hefe durch Adaptierung an das neue Milieu ihre Resistenz und Gärkraft erhöht. Es hat sich in der Praxis erwiesen, daß solche adaptierte Hefe eine nicht unwesentlich höhere Ausbeute an Alkohol gibt, als hochvergärende Brennereihefen bei der ersten Gärung. Bei richtiger Gärungsführung ist es möglich, eine einmal eingeführte und adaptierte Hefe jahrelang zu benutzen, ohne daß das Gärvermögen verändert wird.

Die neutralisierte und abgekühlte Sulfitlauge ist offenbar ganz steril. Das ermöglicht die Einführung der sogenannten kontinuierlichen Gärung in der Sulfitbrennerei. Es gibt verschiedene Arten von kontinuierlichen Gärungen, die aber bei weitem nicht alle in gleich hohem Grade geeignet sind. Die goldene Regel, daß die „toten Punkte der Gärungsführung“ vermieden werden müssen, soll erfüllt sein. Gleichzeitig ist es notwendig, darauf zu achten, daß die Hefe in genügender Aussaat und in gutem physiologischen Zustand in der Hauptgärung vorhanden ist. Es muß also für eine geeignete Hefenahrung, die gleichzeitig billig und leicht zu beschaffen ist, gesorgt werden. Der Verfasser hat eine solche in einer Mischung von Ammonsalzen und Phosphaten in alkalischen Erden gefunden und in der Sulfitbrennerei mit gutem Erfolg eingeführt. Das Nahrungsgemisch erwies sich für die Sulfitablauge sogar vorteilhafter als der Bauersche Hefeextrakt, der bekanntlich aus einer Abkochung von Hefe besteht.

In verschiedenen Brennereien wird während der Gärung gelüftet. In einigen Sulfitbrennereien ist auch die Lüftung benutzt worden. Verfasser ist der Meinung, daß man mit Lüften während der Gärung sehr vorsichtig sein muß. Durch die Sauerstoffzufuhr tritt eine kräftigere Hefevermehrung auf Kosten von vergärbarem Zucker ein. Durch ein zu starkes Hefewachstum entsteht leicht eine Herabsetzung des Gärvermögens der einzelnen Hefezellen. Oft genügt die Menge Sauerstoff, die teils mechanisch gelöst, teils reversibel in der Sulfitmaische gebunden ist, um die zur Aufrechterhaltung der kontinuierlichen Gärung notwendigen Hefemengen herbeizuführen.

Nach der Art des Betriebes können die Alkoholausbeuten außerordentlich stark schwanken, zwischen 0,5 und 1,2 Vol.-Proz. Ausbeuten bis 1,4 Vol.-Proz. können vorkommen, deuten aber auf einen zu weitgehenden Aufschluß des Holzes, der gewöhnlich für die Qualität des Zellstoffes schädlich ist. Es ist nämlich möglich, die Sulfitzellstoffkochung so zu führen, daß die Zellulose angegriffen wird.

Der Rohsprit hat nach Untersuchungen des Verfassers folgende Zusammensetzung und Eigenschaften:

	Gew.-Proz.
Äthylalkohol	91,0
Wasser	5,2
Methylalkohol	3,2
Aldehyd	0,35
Fuselöl	0,24
Säuren	Spur
Asche	0,008

Geruch: Schwacher Geruch von Aldehyd und Fuselöl.

Farbe: Farblos, wasserhell (auch nach Verdünnung auf 30 Vol.-Proz.).

Den Sulfitrohsprit kann man also als einen mit Methylalkohol schwach vergällten, gewöhnlichen Kartoffelsprit betrachten. Die Verunreinigungen von Aldehyd und Fuselöl sind in diesem Falle nicht größer als in anderen Rohspritsorten. Ohne Entfernung des Methylalkohols ist der Sulfitrohsprit zu Genußzwecken unbrauchbar. Der Unterschied der Siedeverhältnisse von Methyl- und Äthylalkohol macht die Annahme berechtigt, daß es technisch möglich ist, den Methylalkohol abzuschneiden. Bei der Sulfitzellstoffkochung bildet sich Cymol, das beim Abgasen des Überschusses von schwefliger Säure mit überdestilliert. Im Sulfitrohsprit ist nach Untersuchung des Verfassers kein Cymol vorhanden.

Bei der Destillation bekommt man ein Vorlaufprodukt, das zu etwa 20 % aus Aldehyden, Aceton und Methylalkohol besteht.

Als Nachlaufprodukt bekommt man ein Fuselöl, dessen Zusammensetzung von den bei den landwirtschaftlichen Brennereien gewonnenen verschieden ist. Der Gehalt an Amylalkohol z. B. ist bedeutend kleiner. Die höher siedenden Bestandteile des Nachlaufproduktes enthalten *Borneol*, dessen Menge so klein ist, daß sich eine Isolierung kaum lohnt.

F. Ehrlich hat gezeigt, daß das Fuselöl aus Spaltungsprodukten von Eiweißstoffen entsteht. Da die Laugen selbst wenig Proteinsubstanzen enthalten, so muß der Ursprung des bei der Sulfitbrennerei gewonnenen Fuselöls in den Eiweißabbauprodukten der Hefenahrung liegen, was sich auch tatsächlich erwiesen hat.

Die abgebrannte Sulfitmaische enthält hauptsächlich lignosulfonsaures Calcium, kleine Mengen von Pentosen⁴⁾ und Stickstoffverbindungen, die hauptsächlich von der Hefe bzw. Hefenahrung stammen. Außerdem enthält die Schlempe suspendierte Hefezellen. Eine Verwertung der Schlempe ist noch nicht technisch durchgeführt worden, obwohl es nicht an Vorschlägen gefehlt hat, die organischen Stoffe für verschiedene Zwecke zu bearbeiten. Eine rationelle Lösung des Sulfitlaugenproblems in seinem ganzen Umfange liegt immer noch nicht vor.

Es ist seit langem die aktuelle Frage gewesen, welche Substanzen in der Sulfitablauge für das

⁴⁾ Ein Teil der Pentosen wird während der Gärung als Kohlenstoffnahrung für die Hefe verbraucht.

Tier- und Pflanzenleben der Seen und Flüsse wirklich schädlich sind. Diese Sache ist eingehend von *Hofer*¹⁾ studiert und beantwortet worden. Er kam zu dem Schluß, daß nicht nur die schweflige Säure, sondern auch die gärfähigen Zuckerarten entfernt werden müssen, um die Lauge unschädlich zu machen. Die Versuche wurden so ausgeführt, daß Sulfitablauge ununterbrochen in Rinnen abgeleitet wurde. Es trat dabei die bekannte Pilzwucherung (von *Sphaerotilus natans*) auf. Wurde die Sulfitablauge neutralisiert und vergoren, so trat keine Pilzwucherung mehr ein. Die Lösungen von Hexosen wirkten anregend zum üppigen Wuchern, während Pentosen (Arabinose, Rhamnose und Xylose) ohne Einfluß waren. Es ist also höchst wahrscheinlich, daß die Abwässerschwierigkeiten der Sulfitzellstofffabriken durch die Sulfitispritfabrikation behoben werden. Bis jetzt war es nicht möglich, bei den Sulfitispritfabriken, die schon seit langem in Betrieb sind, die Abwässerfrage zu studieren, weil bei allen die Vorfluten so wasserreich waren, daß eine Abwässerschwierigkeit auch früher nicht vorlag.

Die Spritgewinnung aus Sulfitablauge ist bis jetzt die billigste Methode der Alkoholherstellung. Das gilt selbstverständlich nur unter der Voraussetzung, daß der Betrieb gut geleitet ist und die Ablauge kostenlos zur Verfügung steht. Die außerordentlich große Bedeutung einer guten Alkoholausbeute für die Wirtschaftlichkeitsrechnung geht aus folgenden Angaben über die Herstellungskosten von Sulfitisprit hervor, unter Zugrundelegung von Friedenspreisen bei verschiedenen Ausbeuten einer mittelgroßen Sulfitfabrik (20 000 t Zellstoff Jahresproduktion):

Ausbeute in Ltr. 100proz. Alkohol pro cbm Lauge	Unkosten, inkl. Zinsen und Amortisation Pfg. pro Ltr. 100proz.
10	17,7
9	19,6
8	22,1

Das wirtschaftliche Ergebnis einer mit schlechter Ausbeute arbeitenden Anlage wird noch ungünstiger, wenn man in Betracht zieht, daß durch die Verschlechterung der Ausbeute auch die Produktion erheblich herabgesetzt wird.

Außerlich betrachtet ist die Sulfitispritfabrikation ein außerordentlich einfacher Prozeß. In Wirklichkeit stellt sich die Sache doch nicht so einfach. Die Alkoholausbeute, die die Grundlage der Wirtschaftlichkeit ist, ist von einer so großen Anzahl von Faktoren abhängig, daß es notwendig ist, nicht nur in den Sulfitzellstoffprozeß, sondern auch vor allen Dingen in den eigenartigen Gärungsvorgang einen tiefen Einblick zu besitzen, um den technischen Prozeß richtig durchzuführen und um jederzeit imstande zu sein, den leicht eintretenden Störungen rechtzeitig abzu-

helfen. Ist das aber der Fall, dann können beträchtliche Mengen Spiritus gewonnen werden.

Der Gedanke, Sprit aus Sulfitablauge herzustellen, stammt von *Mitscherlich*, einem der Gründer der Sulfitzellstofffabrikation, der ein Patent auf Spritherstellung nahm. Später wurden auch Versuche von *Tollens* und *Lindsey* (a. a. O.) über die Vergärbarkeit von Sulfitablauge gemacht. *Krause* (a. a. O.) hat solche Versuche wiederholt. Letzterer hat die Untersuchungen auf Anregung von der Zellstofffabrik in Aschaffenburg gemacht. Es war bis vor kurzem in Deutschland nicht möglich, eine ökonomische Sulfitispritgewinnung einzuführen, da die Steuerverhältnisse eine solche Fabrikation hinderten. In Schweden, wo in den letzten 20 Jahren die Sulfitzellstofffabrikation sich außerordentlich entwickelt hat, lag ein gesetzliches Hindernis für die Sulfitispritfabrikation nicht vor. Die Anregungen, die von *Klason* ausgingen, führten dazu, daß das Interesse für die Ablaugenverwertung größer wurde. So wurden im Jahre 1906 von *Wallin* die ersten erfolgreichen Versuche in Schweden gemacht, dem es gelang, im kleineren Maßstab aus Sulfitablauge Sprit herzustellen. Für die Förderung der Sulfitispritindustrie hat der verstorbene Generaldirektor *Ljungberg* der Stora-Kopparbergs-Bergslags-Aktiebolag in Falun außerordentlich viel getan. Auf seine Veranlassung wurde im Jahre 1907 die erste große Anlage in Skutskär gebaut, deren Leitung *Ekström* übernahm. Eintretende Patentstreitigkeiten zwischen den verschiedenen Interessenten der Sulfitispritsache führten zur Bildung der Aktiengesellschaft *Ethyl*, an welcher auch *Wallin* mit seinem Patent, dem Hauptpatent von *Ethyl*, beteiligt wurde¹⁾.

Außer Skutskär wurde bei einer anderen Sulfitzellstofffabrik im Besitze von Stora-Kopparbergs-Bergslags-Aktiebolag eine kleinere Sulfitispritfabrik gebaut (1910—1911). Gleichzeitig wurde auch eine dritte Spritfabrik in Bergvik in Betrieb gesetzt. Die Fabrik in Bergvik war erheblich größer als die früher genannten Fabriken. Die Entwicklung der Sulfitispritfabrikation in Schweden hörte dann auf einmal auf. Das beruhte nicht allein darauf, daß es schwierig war, genügenden Absatz für den Sprit zu finden, es lag noch ein anderer Umstand vor. Die Ausbeute der Fabrik in Bergvik, die anfangs unter Leitung von *Ethyl* stand, war außerordentlich schlecht. Die Leitung des Betriebes ging dort dann in andere Hände über. Das Ergebnis war, daß die Alkoholausbeute allmählich stieg. Nachdem durch eingehende Untersuchungen die grundlegenden Bedingungen bekannt wurden, war es schließlich möglich, in jahrelangem Dauerbetrieb etwa 20 % höhere Ausbeuten als in den von *Ethyl* geleiteten Fabriken zu erzielen. In den letzten Jahren hat Bergvik ebensoviel Sprit produziert, wie die beiden anderen Fabriken zusammen. Angeregt durch

¹⁾ Vgl. Referat von *Vogel*, Zeitschr. f. angew. Chemie 19, 750 (1900).

¹⁾ Dieses Patent ist kürzlich in Schweden vernichtet worden.

die guten Ergebnisse in Bergvik und die günstige Marktlage wird jetzt in Schweden eine größere Anzahl von Sulfitfabriken gebaut.

Die wahre Natur der Rußtaupilze.

Von Prof. Dr. F. W. Neger, Tharandt.

In feuchten, einigermaßen regenreichen Sommern beobachten wir, daß die Blätter vieler Bäume und Sträucher sich mit schwarzen Überzügen bedecken, die von Unkundigen häufig für Ruß angesehen werden.

Eine kleine Probe dieser Überzüge unter das Mikroskop gebracht, läßt sofort erkennen, daß es sich hier nicht um leblose Körper wie Kohlentelchen, Ruß u. dgl., sondern um Pflanzenzellen, und zwar Fäden und Fortpflanzungskörper von Pilzen, handelt. Wegen der Ähnlichkeit mit Ruß faßt man all diese Pilze unter dem Sammelnamen „Rußtau“ zusammen. Ganz ungeheure Dimensionen nehmen diese schwarzen, rußähnlichen Pilzüberzüge in Gegenden an, in welchen die Niederschläge — sei es Tau, Regen oder Nebel — besonders häufig fallen. So sah ich im valdivianischen Regenwald (an der Ostküste des südlichen Südamerika) ganze Bäume von 30 bis 40 m Höhe in einen dicken schwarzen Mantel gehüllt. In den nebelreichen Gebirgswäldern von Andalusien bilden Rußtaupilze eigroße Polster an den Stämmen der Baumheide usw. In der Regel ist der Schaden, den diese Pilze anrichten, nicht nennenswert; denn sie wachsen bekanntlich nur oberflächlich auf den zuckerreichen Ausscheidungen von Blatt- und Schildläusen. Immerhin kommt es vor, daß sie durch Lichtentzug die Blätter der Bäume, auf welchen sie wachsen, zum Absterben bringen. So habe ich beobachtet, daß auf der Robinsoninsel Juan Fernandez im Stillen Ozean Myrtenbestände durch die auf ihnen wuchernden Rußtaupilze (*Limacinia fernandeziana*) sehr bedeutend geschädigt wurden.

Jedenfalls brauchen diese Pilze zu ihrem kräftigen Gedeihen neben verhältnismäßig großer Wärme sehr feuchte Luft bzw. häufige Niederschläge. In sehr trockenen Sommern (z. B. 1917) oder in dauernd trockener Luft (Steppenklima) kommen sie kaum zur Entwicklung.

Man hat nun bei der Erforschung der Rußtaupilze einen Fehler gemacht, der eigentlich ohne weiteres auf der Hand liegt: man nahm in der Regel an, daß die schwarze Pilzdecke einer Rußtauvegetation etwas Einheitliches sei, und suchte die betreffenden Pilze nach morphologischen Merkmalen zu charakterisieren.

Nun ist aber ohne weiteres klar, daß dies in den seltensten Fällen zutrifft bzw. möglich ist. Ein mit Honigtau — den Ausscheidungen der Läuse — bedecktes Blatt ist Luftströmungen und Niederschlägen ausgesetzt; es werden also eine Unmasse von Keimen (Pilzsporen) anfliegen und zur Keimung gelangen. Die so entstehende Vegetation ist also alles andere eher als eine Rein-

kultur, und der Versuch, diese Vegetation nach morphologischen Gesichtspunkten zu charakterisieren, ist von vornherein aussichtslos.

Gleichwohl ist dies lange Zeit geschehen, und indem nun die auf Blättern zur Entwicklung kommenden Rußtauvegetationen beschrieben, benannt und in Herbarien aufbewahrt wurden, ist, wie nicht anders zu erwarten war, eine heillose Verwirrung entstanden. Es konnte nicht ausbleiben, daß die heterogensten Dinge unter gleichem Namen vereinigt wurden und schließlich niemand mehr wußte, was denn unter einer „bestimmten Rußtauart“ zu verstehen sei. Man braucht nur einen Blick in die Pilzherbarien unserer Museen zu werfen, um sich zu überzeugen, daß Bezeichnungen wie *Capnodium salicinum*, *Apiosporium Fumago*, *Fumago salicina* u. dergl. durchaus nichtssagende Begriffe sind, unter denen die verschiedenartigsten Pilzgemeinschaften zusammengefaßt werden.

Dazu kommt, daß vielfach der weitere bei den Systematikern beliebte Fehler gemacht wurde, Arten oder Unterarten nach den verschiedenen Nährpflanzen zu unterscheiden; dadurch entstand das „systematische Monstrum“, daß Pflanzengemeinschaften als Arten (unter Bezugnahme auf die Art der Nährpflanze) beschrieben wurden, obwohl es sich hier um reine Zufälligkeiten und keinerlei gesetzmäßige Zusammenhänge handelte. So finden wir in den Herbarien ein *Apiosporium salicinum*, *A. Tiliae*, *A. quercinum*, *A. tremulicolum* usw., obwohl es vorkommen kann, daß alle diese „Scheinarten“ an einer und derselben Lokalität vereinigt sind, wenn z. B. eine Eiche, eine Linde, eine Weide und Zitterpappel nebeneinander stehen und die Blätter dieser Bäume mit einer schwarzen Pilzvegetation bedeckt sind.

Man hat dabei offenbar den doppelten Fehler gemacht: eine Mehrheit von Pilzindividuen zu einer Art zusammenzufassen, und diese Scheinart — nach den Wirtspflanzen — in mehrere Unterarten oder auch selbständige Arten zu spalten. Dieses Verfahren ist ebenso sinnlos, wie wenn man die Hefevegetation einer gärenden Flüssigkeit als etwas Einheitliches betrachten, sie aber gleichzeitig nach der Natur der Flüssigkeit (Bier, Wein usw.) in verschiedene Arten zerlegen wollte. Zur teilweisen Entschuldigung dieses Verfahrens mag allerdings angeführt werden, daß die auf Honigtau wachsenden Pilze, welche den sog. Rußtau bilden, höchst auffallende Konvergenzen zeigen, indem unter dem Einfluß der besonderen Eigenschaften des Substrats (Zuckerreichtum) Myzelformen entstehen, welche eine überraschende Gleichartigkeit erkennen lassen.

Wie ist nun diesem offenbaren Übelstand abzuwehren?

Es leuchtet ein, daß hier nur ein Verfahren zum Ziel führen kann, nämlich das auch in der Bakteriologie als einzig brauchbar erkannte Prinzip der Reinkultur.

Davon ist bisher nur sehr wenig Gebrauch ge-

macht worden. Die einzigen wichtigeren diesbezüglichen Untersuchungen sind die von Zopf¹⁾ und von Schostakowitsch (Flora 1895). Ersterer untersuchte bzw. züchtete einen Rußtaupilz, der in den meisten Gewächshäusern der botanischen Gärten sehr verbreitet ist und außer gelegentlichen Beimengungen von Hefe- und Schimmelpilzen verhältnismäßig reine Pilzüberzüge auf Blättern immergrüner Pflanzen (Palmen, Aloe u. dgl.) bildet. Zopf nannte diesen Pilz kurzweg *Fumago* (ohne die Artfrage näher zu berühren). Wahrscheinlich ist der Zopfsche Pilz identisch mit dem in tropischen Gegenden häufigen *Capnodium Footii*. Er ist von Zopf mit aller wünschenswerten Genauigkeit untersucht und charakterisiert worden, und bei einer Nachuntersuchung konnte ich fast alle Angaben von Zopf Wort für Wort bestätigen.

Mit dieser Zopfschen *Fumago* werden nun sehr häufig — ohne jeden triftigen Grund, nur wegen einer gewissen habituellen Ähnlichkeit — identifiziert schwarze epiphytische Pilzdecken, welche, wie oben erwähnt, in regenreichen Sommern die Blätter vieler unserer Laubbäume (Eiche, Linde, Ahorn, Hopfen usw.) überziehen.

Indessen hat schon Schostakowitsch nachgewiesen, daß diese Pilzdecken nichts Einheitliches sind, sondern ein Gemenge von verschiedenen weitverbreiteten Schimmelpilzen darstellen, unter welchen *Dematium pullulans*, *Cladosporium herbarum*, *Hormodendron cladosporioides* die häufigsten sind.

Gleichwohl finden wir in Pilzaufzählungen, die für gewisse Gegenden gemacht werden, oder in Lokalfloren u. dgl. immer wieder die vagen Begriffe „*Fumago vagans*“ oder „*Apiosporium fumago*“ auftauchen, wobei die stille Voraussetzung gemacht wird, daß es sich um den gleichen Pilz handelt, der von Zopf unter dem Namen „*Fumago*“ so sorgfältig beschrieben wurde.

Meine Untersuchungen haben auch die Angaben von Schostakowitsch voll bestätigt. Werden von einer Rußtaupilzdecke (z. B. auf einem Eichenblatt) kleine Fragmente abgelöst und in sterilem Wasser mit einer ausgeglühten Nadel verteilt, dann diese winzigen Myzelstückchen auf Nährgelatine übertragen, so erhält man eine große Anzahl von Pilzkolonien, die zwar sehr häufig *Dematium pullulans*, außerdem aber zahlreiche andere, zum Teil sehr schwer charakterisierbare Pilze enthalten.

Noch weit mannigfaltiger ist die Pilzflora, die sich auf den immergrünen Nadeln der Weißtanne (auf dem Tannenhonigttau) ansiedelt und gleichfalls eine scheinbar homogene schwarze Myzeldecke bildet.

Es ist klar, daß diese Pilzvegetation artenreicher ist als die auf sommergrünen Laubblättern, weil ja die Tannennadeln 8—10 Jahre alt werden können; also weit länger als sommergrüne Blätter

Pilzsporen aufzufangen Gelegenheit haben. In der Regel wird diese Pilzdecke kurzweg als *Apiosporium pinophilum* (*Antennaria pinophila*) bezeichnet. Werden kleine Fragmente derselben in einem Tropfen sterilisiertes Wasser verteilt und auf Nährgelatine ausgebreitet, so zeigt sich, daß die Pilzdecke alles eher als einheitlich zusammengesetzt ist. Ich habe eine große Anzahl derartiger Reinkulturen angelegt und dabei gefunden, daß neben regelmäßig wiederkehrenden Bestandteilen Formen auftreten, die mehr den Charakter von zufälligen Beimengungen haben. Ohne auf die in der ausführlichen Darstellung¹⁾ gegebenen Einzelheiten einzugehen, seien hier nur die wichtigsten allgemeinen Ergebnisse dieser Untersuchung kurz angedeutet, insoweit sie geeignet sind, „das Wesen einer Rußtaudecke“ aufzuklären.

Im Tannenußtau können etwa drei Typen von Pilzen unterschieden werden:

- solche mit kurzzeitigem Myzel (*Hormiscium pinophilum* sowie eine andere *Hormiscium*-art), Pilze, deren Myzel ziemlich langsam wächst, aber überaus mächtige aus derben rundlichen Zellen gebildete Äste und schließlich eng verfilzte Geflechte bildet, in welchen die Niederschläge kapillar festgehalten werden;
- solche, die überhaupt kein fadenförmiges Myzel, sondern mehr oder weniger kugelige bis gelappte Polster bilden, an deren Oberfläche durch Sprossung — ähnlich wie bei Hefepilzen — die Fortpflanzungszellen entstehen (*Sarcinomyces crustaceus*, ein Pilz, der von Lindner früher in Flüssigkeiten der Gärungsindustrie nachgewiesen wurde) und *Atichia glomerulosa*²⁾, ein merkwürdiger, früher zu den Flechten — Collemaceen — gestellter Pilz);
- solche mit lang fadenförmigem Myzel, die aber in zuckerreichen Lösungen — Honigttau — teils kurzgliedrige, derbe, dunkelgefärbte Myzelien, ähnlich den unter a) genannten Pilzen, teils vielzellige Zellklumpen, ähnlich den unter b) genannten Pilzen, bilden. Hierher gehören alle übrigen, im Rußtau vorkommenden Pilze; manche derselben (*Triposporium pinophilum* mit sternförmigen Sporen, *Dematium pullulans* und andere *Dematium*-Arten, *Gyroceras fumagineum*) sind ziemlich regelmäßig wiederkehrende Bestandteile der Rußtaudecke, andere haben (wie erwähnt) mehr den Charakter von zufälligen Beimengungen.

Die meisten der in Reinkultur erhaltenen Pilze zeichnen sich aus durch die Fähigkeit, an der

¹⁾ Neger, Experimentelle Untersuchungen über Rußtaupilze, Flora Bd. X n. F., 1917, S. 67—139.

²⁾ Eine *Atichia chilensis* Cotton fand ich im Rußtau, der auf immergrünen Blumen des chilenischen Parliamentsmassen wüchsig.

¹⁾ Conidienfrüchte von *Fumago* (Nova acta 1878).

Oberfläche des Myzels große Schleimtropfen auszuschleiden, eine Eigenschaft, vermöge deren sich diese Pilze sicher gegen die Gefahr der Austrocknung schützen. Bei manchen Arten ist diese Schleimproduktion so bedeutend, daß die Nährflüssigkeit fadenziehend wird. Es war mir leider bis jetzt nicht möglich, den bekanntesten aller Rußtaupilze, das von *Tulasne* (*Selecta fungorum carpologia* 1861—65) so eingehend beschriebene *Capnodium salicium* lebend zu erhalten und in Kultur zu nehmen. Nach dem, was oben ausgeführt wurde, scheint es aber kaum zweifelhaft, daß die von *Tulasne* gerühmte Polymorphie der Fruchtformen nur eine scheinbare ist. Vermutlich lag auch *Tulasne* nicht eine reine, sondern eine durch Beimengung anderer Pilze verunreinigte Pilzvegetation vor. Ähnliche Fehler sind von anderen Beobachtern wiederholt begangen worden.

Fassen wir zusammen, so kann gesagt werden: die Rußtauvegetationen sind nur selten einheitliche Gebilde; vielmehr in der Regel Gemenge von sehr verschiedenen Pilzen. Als Kommensalen dieser Lebensgemeinschaft kommen alle jene Pilze in Betracht, deren Sporen auf zuckerreichen Substraten keimen und wachsen können, und deren sind sicher nicht wenige.

Es wird gewiß von Interesse sein, die hier eingeschlagenen Methoden der Analyse auch auf Rußtauvegetationen der wärmeren und heißen Zone anzuwenden (z. B. denke ich an die massigen Rußtaubildungen in den Zedratgärten Korsikas, an ähnliche Erscheinungen im Usambara- und Kilimandschargebiet in Ostafrika u. a.). Sicher werden dabei beachtenswerte Erscheinungen zutage gefördert werden.

Die Abstammung des Hauspferdes und des Hausesels.

Von Dr. Otto Antonius, Wien.

(Schluß.)

B. Hausesel.

1. Die Wildesel Afrikas und Asiens.

Viel älter als Haustier und doch in Abstammung und Entwicklung viel leichter zu übersehen als das Pferd, ist der Esel. Seine Vorgeschichte ließe sich in wenigen Sätzen erzählen, wenn nicht der verdiente Haustierforscher *C. Keller* in seinen weitverbreiteten Schriften eine Hypothese vorträte, die ein genaueres Eingehen nötig macht und uns zwingt, die in Betracht kommenden Wildformen auf ihren gegenseitigen Verwandtschaftsgrad zu prüfen.

Nordafrika ist die Heimat der echten Wildesel (*Asinus s. str.*), die dort in mehreren Lokalrassen auftreten. Zunächst in Nubien als *Equus asinus africanus* Fitz., dann an der Nordküste des Somalilandes als *Equus asinus somaliensis* Noack. Letztere Form ist größer — von statt-

licher Zebragröße —, schwerer gebaut, die rötlich- oder bläulichgraue Körperfarbe lebhafter und schärfer von den weißen Beinen abgesetzt, letztere bis über Handwurzel und Sprunggelenk hinauf stark quergebändert, während sie bei der nubischen Rasse nur an den Fesseln einige verwaschene Querbinden zeigen; dagegen ist beim Somaliesel das Schulterkreuz weniger entwickelt, fehlt meistens sogar ganz. Im Schädelbau gleichen sich beide vollkommen, ebenso äußerlich in der Bildung der Ohren und der Behaarung des Schwanzes. Die Stimme ist bei beiden das bekannte Eselgeschrei; es sind echte Esel in jeder Beziehung.

Ganz anders die sogenannten „asiatischen Wildesel“, die über die asiatischen Steppen und Wüsten von der Mongolei und Tibet bis in die indische Wüste und bis Syrien verbreitet sind, im Quartär aber auch ganz Mitteleuropa bewohnten. Zu ihnen gehört der tibetanische Kiang (*Equus hemionus* Kiang Moorcr.), die größte und abweichendste Rasse, der typische Kulan aus der Mongolei (*Equus hemionus* Pall.), der nach Süden und Westen zu allmählich übergeht in den persischen (*Equus hemionus onager* Pall.) und den sehr ähnlichen indischen Onager (*Equus hemionus indicus* Sel.); an diese schließt sich dann äußerlich wie in seiner Verbreitung der kleine syrisch-arabische Onager (*Equus hemionus hemippus* Geoffr.). — Von den afrikanischen Wildeseln, mit denen sie in der Lebensweise übereinstimmen, unterscheiden sie sich sonst in jeder Beziehung. Zunächst im Schädelbau, in dem sie viel mehr mit den echten Pferden gemeinsam haben als mit den Eseln, ferner in den Längenverhältnissen der einzelnen Extremitätenknochen zueinander¹⁾, in der Farbe, die bei ihnen immer einen Stich ins Gelbe, niemals ins Rötlichgraue hat, in der Bildung der Ohren, die weit kürzer sind als bei den echten Eseln, in der Stimme, der die tiefen Töne des Eselgeschreis vollständig fehlen und die daher eher als ein sehr schrilles Wiehern zu bezeichnen wäre, und schließlich auch in ihrer ganzen Wesensart, die weit entfernt ist von dem Phlegma des Esels und bei gefangenen manchmal geradezu in Bösartigkeit ausartet.

2. Die ältesten Hausesel und ihre Herkunft.

Das bisher älteste Dokument für die Domestikation des Esels ist die bekannte und oft abgebildete Schieferplatte aus der Neogadzeit, deren erhaltener Teil in drei Reihen untereinander Darstellungen vom Rind, Esel und Schaf enthält. Daraus, daß die Schafe unzweifelhaft Domestikationszeichen aufweisen, wird wohl mit Recht zu schließen sein, daß auch mit den beiden anderen Arten Haustiere gemeint sind. Das Alter dieser Schieferplatte läßt sich nicht genauer feststellen, reicht aber

¹⁾ Außerordentlich lange und schlanke Metapodien, sehr kurzer Humerus.

ganz bestimmt über 3400 v. Chr. hinaus. Der Esel ist also mindestens um anderthalb, wahrscheinlich aber um mehr als zwei Jahrtausende länger Haustier als das Pferd. Zu Beginn der historischen Zeit war er in Ägypten, wie aus den Grabdenkmälern hervorgeht, bereits das „Mädchen für alles“, wie heute. Eben diese Darstellungen erlauben uns auch einen Schluß auf die Abstammung: es kann keinem Zweifel unterliegen, daß der altägyptische Hausesel der kaum veränderte Nachkomme des damals jedenfalls bis Unterägypten verbreiteten nubischen Wildesels war. Und es ist wohl anzunehmen, daß wir hier die erste Domestikation eines Einhufer überhaupt vor uns haben. Der nubische Esel erscheint somit als die älteste und jedenfalls auch als die Hauptstammform unseres Haustieres. Der Wildesel der Somaliküste mag in der Folge aber auch gelegentlich zur Kreuzung verwendet worden sein, und es ist sehr wahrscheinlich, daß die großen und schwebgebauten Hausesel Ostafrikas, insbesondere der Massai, Blut dieser Lokalrasse führen, wie Heck⁸⁾ annimmt. Das gleiche gilt vielleicht auch für die edlen Esel Südarabiens, dessen Bevölkerung ja seit Jahrtausenden in engen Beziehungen steht zu jener des gegenüberliegenden Nordostafrika. Südwestasien hat den Hausesel sehr früh und zweifellos von Ägypten aus erhalten. Ist die neue Hypothese von der engen Verwandtschaft der ältesten Ägypter und der Ursemiten und von der nordostafrikanischen Herkunft letzterer richtig, so ist wohl anzunehmen, daß sie es waren, die den Esel nach Asien mitbrachten und den als Kulturvolk viel älteren Sumerern seine Bekanntschaft vermittelten, bei denen er augenscheinlich eine Rolle im Kultus spielte. — Hier muß nun auf jene oben erwähnte Hypothese von Keller⁹⁾ eingegangen werden. Dieser Forscher vertritt die Ansicht, daß neben dem Blute afrikanischer Wildesel auch jenes asiatischer, nämlich des vorderasiatischen Onager, in unseren Hauseseln, speziell in gewissen edleren orientalischen Rassen, enthalten sei, und bildet auch einen solchen Vertreter dieser „Onagerasse“ ab. Dieser angebliche Onagerabkömmling ist nun aber von seinem hypothetischen Stammvater so grundverschieden, andererseits ein so echter, das heißt „afrikanischer“ Esel, daß die Hypothese durch dieses Bild allein widerlegt würde! Tatsächlich habe ich auch in Ägypten, wo Keller diese Rasse getroffen haben will, wohl viele Esel vom Typus des abgebildeten gesehen, aber nicht einen, der auch nur eine entfernte Ähnlichkeit mit dem mir von Schönbrunn her recht geläufigen vorderasiatischen Onager gezeigt hätte. Eine solche Blutmischung müßte im Schädelbau unbedingt zu merken sein — unter den vielen von mir untersuchten Eselschädeln, auch solchen edler Rassen, war keiner, der irgendwie an den Onager erinnert hätte. Eine Einkreuzung von Onagerblut zum Zwecke der Rassenverbesserung erscheint im übrigen schon

wegen der viel geringeren Größe gerade des E. o. hemippus ganz unwahrscheinlich und sie würde schließlich höchstwahrscheinlich auch nur unfruchtbare Bastarde ergeben — wenigstens erwiesen sich meines Wissens alle in zoologischen Gärten gezüchteten Blendlinge zwischen asiatischen Wildeseln einerseits, afrikanischen oder Hauseseln andererseits ebenso unfruchtbar wie Maultiere und Zebroide. Es wäre überhaupt besser, die asiatischen Wildesel auch in der Systematik ganz von den afrikanischen zu trennen, da sie von diesen mindestens ebenso verschieden sind wie von den echten Pferden.

Daß der Onager gelegentlich gezähmt wurde, steht allerdings fest. Das bei Keller⁹⁾ wiedergegebene Wandbild aus Theben könnte gar nichts anderes darstellen. Bemerkenswert ist daran, daß die Tiere ganz wie Pferde vor einen Streitwagen gespannt erscheinen. Den scharf beobachtenden Ägyptern fiel es eben gar nicht ein, in ihnen Esel sehen zu wollen. Letztere wurden bekanntlich im alten Ägypten niemals wie Pferde verwendet. Charakteristisch ist an dem Bilde auch die geringe Größe der Tiere im Verhältnis zum Wagen, wenn man es mit dem darüber dargestellten Pferdegespann vergleicht. Es handelt sich bei dieser Verwendung aber wohl nur um eine Spielerei, denn in einen ernstlichen Wettbewerb mit Pferd oder Esel könnte der Onager eben wegen seiner viel geringeren Größe und Kraft niemals treten. — Auch in seiner vorderasiatischen Heimat wurde der Onager oft gefangen gehalten; das beweisen die so oft abgebildeten Jagdszenen aus dem Palaste Assurbanipals (668 bis 626) in Kujundschik. Man hat sie auch auf echte Wildpferde von edlem orientalischem Schlag bezogen, so Keller⁹⁾ und Heck¹⁰⁾, oder auf verwilderte Hauspferde, wie Krämer¹¹⁾. Tatsächlich ist die Ähnlichkeit mit echten Pferden groß, aber das entspricht nur dem wirklichen Aussehen des Tieres. Das konkave Profil mit den darüber hinausragenden Augen entspricht der einen Meinung so gut wie der anderen, der ausgesprochene Eselschwanz, der den Onager auszeichnet, ist aber an einigen dargestellten Tieren so deutlich, daß ein Zweifel kaum möglich ist. Die Gesamtfigur ist, wie bei allen assyrischen Skulpturen, etwas zu massiv — vgl. das oben über die Hauspferddarstellungen Gesagte! —, zieht man aber das auf Rechnung des Stils kommende ab, so bleibt doch nur der typische schlanke Onager übrig! Beachtung verdient auch die Tatsache, daß die altassyrischen Künstler auch andere Einhufer, vor allem Maultiere, die für unser Auge doch viel eselähnlicher erscheinen als der Onager, sehr pferdeartig abbildeten, so daß man oft im Zweifel sein kann, ob ein Lastpferd oder ein Maultier gemeint ist.

Ist so also die Hypothese von einem zweiten, vorderasiatischen Domestikationszentrum unseres Hausesels durchaus abzulehnen, so möchte ich andererseits ein solches in Nordwestafrika annehmen, wobei die in Betracht kommende Wild-

form allerdings nur als Lokalrasse des afrikanischen Wildesels anzusehen wäre. Eine solche lebte in historischer Zeit im Atlasgebiet und lebt wahrscheinlich heute noch im wenig bekannten Innern Nordwestafrikas. Wie sie aussah, wissen wir aus einem sehr lebendigen Mosaik aus der römischen Stadt Hippo Regius, nahe dem heutigen Bone. Dargestellt sind Jagd und Fang von Straußen, verschiedenen Antilopen und wilden Eseln. Erstere sind mit so packender Naturtreue wiedergegeben, daß man auch für die Esel richtige Darstellung annehmen muß. Es müssen stattliche Tiere gewesen sein, die mit ihrer lebhaften Färbung und den stark gestreiften Beinen an den Somaliesel erinnerten, aber von ihm durch das sehr starke Schultorkreuz, das bei einem Exemplar sogar doppelt gezeichnet ist, verschieden. Obwohl dieses Mosaik erst aus nachchristlicher Zeit stammt, hat es doch für uns großen Wert, weil es das Vorhandensein echter Wildesel in jener Gegend beweist. Daß sie wenigstens zur Kreuzung mit dem von Osten hergekommenen Hausesel verwendet wurden, ist nach dem oben bei der Besprechung der Domestikation des Pferdes Gesagten mit Sicherheit anzunehmen.

Ob zwischen der Domestikation des Esels und jener des Pferdes ein ursächlicher Zusammenhang besteht, ist bis jetzt nicht festzustellen. Ganz von der Hand zu weisen ist die Möglichkeit aber nicht. Denn man könnte sich sehr gut vorstellen, daß die Bekanntschaft des Hausesels, den wir ein Jahrtausend vor dem ersten Auftreten des Hauspferdes bei den Sumerern treffen, von diesen auch weiter nördlich wohnenden Völkern vermittelt wurde und diese nun ihrerseits zur Zähmung der heimischen wilden Equiden veranlaßte. Der in all diesen Ländern ebenfalls vorkommende Onager wird auf die Dauer den Wettbewerb nicht ausgehalten haben, und so sehen wir die oft versuchte Domestikation desselben, die z. B. für Indien durch *Herodot*, für Persien durch *Strabo* bezeugt wird, immer bald wieder aufgegeben.

Verzeichnis der zitierten Literatur.

- 1) *Antonius, O.*, Was ist der Tarpau? Naturw. Wochenschr., N. F., Bd. XI, 1912.
- 2) *Reichenau, W. v.*, Beiträge zur näheren Kenntnis foss. Pferde aus deutschem Pleistozän usw., Abhandl. großh. hess. geol. Landesanst. Bd. VII, 1915.
- 3) *Solensky, W.*, Equus Przewalskii, St. Petersburg 1902.
- 4) *Lydekker, R.*, The horse and its relatives. London 1912.
- 5) *Nehring, A.*, Fossile Pferde aus deutschen Diluvialablagerungen, Landwirtsch. Jahrb. 1884.
- 6) *Duerst-Wilckens*, Naturgeschichte der Haustiere, Leipzig 1905.
- 7) *Hilzheimer, M.*, Die Haustiere in Abstammung und Entwicklung, Stuttgart 1907.
- 8) *Hock, L.*, Lebende Bilder aus dem Reiche der Tiere, Berlin 1899.
- 9) *Keller, C.*, Die Abstammung der ältesten Haustiere, Zürich 1902.
- 10) *Brehms Tierleben*, 4. Auflage, Bd. 12, 1915.
- 11) *Krämer, K.*, Aus Biologie, Tierzucht und Rassegeschichte, Stuttgart 1905.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Die Institute und Unternehmungen der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften. In der Jahresversammlung der Mitglieder der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft Mitte Oktober 1917 gab der Präsident eine kurze Übersicht über die Unternehmungen der Gesellschaft in den 7 Jahren ihres Bestehens. Diese Übersicht zählt auf:

1. Das Kaiser-Wilhelm-Institut für Chemie in Dahlem, das älteste Institut, das zusammen mit dem Verein zur Förderung chemischer Forschung (ehemals Chemische Reichsanstalt) erbaut worden ist und unterhalten wird. Es umfaßt unter der Direktion des Geheimrats Professor *Bockmann* zwei selbständige Abteilungen und außerdem eine besondere Abteilung für Radiumforschung. Professor *Willstätter*, der die Leitung der zweiten Hauptabteilung hatte und der hier seine Untersuchungen über das Chlorophyll vollendet hat, folgte am 1. April 1916 einem Ruf nach München auf den Lehrstuhl *Adolf von Baeyers*.

2. Das Kaiser-Wilhelm-Institut für physikalische Chemie und Elektrochemie in Dahlem. Es hängt mit der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft etwas loser zusammen, da es von der Koppelstiftung begründet worden ist und von ihr und dem Staate unterhalten wird. Was der Direktor des Instituts, Geheimrat Professor *Haber*, durch seine Arbeiten dem Vaterland im Kriege und darüber hinaus geleistet hat, kann erst nach dem Kriege besprochen werden.

3. Das Kaiser-Wilhelm-Institut für experimentelle Therapie in Dahlem unter der Leitung des Geheimrats Professor *von Wassermann*. Für die Einrichtung und die Befähigung des Institutes hat *Paul Ehrlich* seinen Rat zur Verfügung gestellt.

4. Das Kaiser-Wilhelm-Institut für Kohlenforschung in Mülheim an der Ruhr (unter Geheimrat Professor *Franz Fischer*). Es ist von der Stadt Mülheim erbaut worden, wird zum größten Teil von einem Kreise von Interessenten unterhalten und wird, wie alle Institute, von einem eigenen Kuratorium, in dem die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft vertreten ist, geleitet. Die großen Leistungen des Institutes sind nur zum Teil veröffentlicht worden, erst nach dem Kriege kann vollständig darüber berichtet werden. Eröffnet wurde das Institut kurz vor Beginn des Krieges.

5. Das Kaiser-Wilhelm-Institut für Biologie in Dahlem. Es besteht aus fünf Abteilungen (Direktor: Geheimrat *Correns*, zweiter Direktor: Geheimrat *Speemann*, Professor *Goldschmidt*, Professor *Hartmann*, Professor *Warburg*) und dient der Vererbungslehre, der Entwicklungsgeschichte, der Protozoenkunde und verwandten Zweigen und enthält eine physikalisch-chemische Abteilung. Der Bau wurde kurz vor dem Ausbruch des Krieges begonnen und im Frühjahr 1915 beendet. Professor *Goldschmidt* befand sich bei Ausbruch des Krieges in Japan, ging nach den Vereinigten Staaten von Amerika und wird dort noch immer festgehalten, kann jedoch seine Studien fortsetzen.

6. Das Institut für Arbeitsphysiologie in Berlin, das seine Entstehung der Anregung und der Freigebigkeit der Herren *Merton* (†) in Frankfurt und *Fleischer* in Wiesbaden verdankt. Hier soll alles studiert werden, was dazu dient, die menschliche Arbeitskraft (körperliche und geistige) zu erhalten, zu schützen und zu heben. Das Institut hängt eng zusammen mit dem physiologischen Institut der Berliner Universität. Es

ist auf dessen Grundstück errichtet und wird von dessen Direktor, Geheimrat *Rubner*, geleitet. Mit seinem Bau wurde August 1914 begonnen, 1916/17 wurde es bezogen.

7. Die *Zoologische Station Rovigno* (Istrien), die früher im Privatbesitz war und später von der Gesellschaft übernommen wurde. Sie steht unter der vor dem Kriege bereits aufs beste bewährten Leitung von Dr. *Krumbach*; seine Arbeitsplätze waren gesucht. Der Krieg hat die im Kriegsgebiet gelegene Station schwer getroffen, aber es ist nichts zerstört, und die Station darf nach dem Kriege auf eine große Zukunft hoffen. namentlich wenn die altbewährte Zoologische Station in Neapel italienischer Politik zum Opfer fallen sollte.

8. Das *Kaiser-Wilhelm-Institut für Physiologie und Hirnforschung*. Der Beginn des Baues muß bis nach Friedensschluß vertagt werden, er ist für Dahlem geplant. Das Institut wird von Geheimrat *Abderhalden*-Halle und Professor *Vogt*-Berlin geleitet werden. Ihre Arbeiten werden bereits jetzt mit Mitteln der Gesellschaft gefördert.

9. Das *Institut für Physik*, ein in diesem Jahre ins Leben gerufenes, mit reichen Mitteln ausgestattetes Institut, das Professor *Einstein* leiten wird. Es unterscheidet sich grundsätzlich von allen übrigen Anstalten der Gesellschaft, hat kein eigenes Haus und kein eigenes Laboratorium. Ein Kreis berufener Physiker verfügt über die Mittel, bestimmt, welche Arbeiten unternommen werden sollen oder welche Gelehrten unterstützt und mit Instrumenten zur Förderung ihrer Untersuchungen versehen werden sollen. Die Untersuchungen werden in den Instituten der betreffenden Gelehrten ausgeführt, die Instrumente bleiben Eigentum der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft und gehen an sie zurück, um später auch anderen Gelehrten zu dienen. Man will dadurch vermeiden, daß kostbare Instrumente unbenutzt in den Instituten stehen bleiben, wenn die Forschung, der sie ursprünglich gedient haben, dort nicht fortgesetzt wird.

10. Die *hydrobiologische Anstalt* in Plön unter der Leitung von Professor *Thienemann*, die 1917 aus Privatbesitz an die Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft übergegangen ist. Sie soll die Süßwasserfauna (die Station in Rovigno die Seewasserfauna) erforschen und besonders die Fischzucht berücksichtigen.

11. Das *aerodynamische und hydrodynamische Institut* in Göttingen unter der Leitung von Professor *Prandtl*. Die Kriegserfahrungen der Luftschiffahrt und das Interesse, das die militärischen und Marinebehörden an der wissenschaftlichen Grundlage dieser Technik nehmen, brachten den Plan zur Gründung des Institutes, der schon lange vor dem Kriege bestand, zur Reife. Die „Modellversuchsanstalt für Aerodynamik“ ist in diesem Jahre bereits in Tätigkeit getreten.

12. *Allgemeiner Fonds zur Förderung chemischer Forschungen (Leo-Gans-Stiftung)*, aus dem bereits zahlreiche Forscher zur Förderung ihrer chemischen Arbeiten unterstützt worden sind und noch unterstützt werden.

13. Die *Förderung der islamischen Archäologie*.

14. Die *Bibliotheca Herziana* in Rom, durch Testament vermacht zugleich mit dem Palazzo Zuccari.

15. Das *Kaiser-Wilhelm-Institut für deutsche Geschichte* in Berlin.

16. *Förderung der ägyptologischen Forschung* (um die wichtigsten alten Denkmäler Ägyptens, die durch Korrektur des Nils dem allmählichen Untergange ge-

weht sind, durch ausgezeichnete photographische Aufnahmen für das Studium zu retten).

17. Die eigenartigen *biologischen Forschungen des Barons von Uexküll*, die von der Gesellschaft mehrere Jahre unterstützt wurden.

18. Die *biologisch-therapeutischen Forschungen des Geheimrats His in bezug auf radioaktive Substanzen*.

19. Die Forschung des Dr. *Schilling* zur *Bekämpfung der Schlafkrankheit in Afrika*.

20. Die Beteiligung an den *Studien der Deutschen Versuchsarbeit für Luftschiffahrt*.

21. Die Beteiligung an dem großen *Münchener Institut für theoretische und praktische Irrenforschung*.

22. und 23. Die Beteiligung an der Verwaltung der *Kaiser-Wilhelm-Stiftung für kriegsärztliche Wissenschaften*, die die Koppelstiftung begründet hat, und die Beteiligung an der Leitung des medizinischen Institutes, das auf Grund einer Stiftung des Fürsten von Donnersmarck in Fronau im Entstehen begriffen ist.

24. Das *Forschungsinstitut für Eisen und Stahl*, das soeben vom Verein deutscher Eisenhüttenleute im Einvernehmen mit der Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft gegründet worden ist. —

Die Übersicht zeigt, daß fast die Hälfte der Unternehmungen der Gesellschaft während des Krieges entstanden ist. Als dringend erforderlich für die Zukunft erwähnt der Bericht ein Institut für Metallgewinnung und Metallforschung, ein Institut für die Erforschung der Nutzpflanzen (Arzneipflanzen, Getreide, Fett- und Ölpflanzen), ein Institut zu Untersuchungen über die Ernährung der Pflanzen durch Kohlenstoff, ein Institut für Gasforschung, für das Textilgewerbe, für Gerberei und Leder, ferner für experimentelle Pathologie, für Anthropologie usw. Der Bericht schließt mit einer im Einvernehmen mit dem Senat an die Mitglieder gerichteten Bitte, die Gesellschaft durch eine außerordentliche Gabe zu unterstützen. Trotz der großen Opferwilligkeit, die der Gesellschaft reiche Mittel geboten hat, stehen ihr heute nur noch knapp 1½ Millionen oder etwa 70—75 000 M. jährlich zu freier Verfügung. — Die Mitgliederzahl der Gesellschaft ist andauernd gewachsen. Sie betrug gleich nach der Gründung im

Sommer 1911	150
September 1912	186
September 1913	199
April 1916	213
Oktober 1917	284.

In den letzten 18 Monaten sind 71 Mitglieder aufgenommen worden, seit Begründung der Gesellschaft sind 45 Mitglieder gestorben.

B.
Die *kürzeste Wellenlänge*. Auch bei Verwendung von Quarzflußspat-Optik enden die Spektralphotographien bei einer Wellenlänge von 1850 A. E., da hier, wie *V. Schumann* zuerst nachgewiesen hat, die Absorption der Gelatine der photographischen Platten einsetzt. Durch Verwendung selbst präparierter gelatinefreier Platten gelang es ihm unter Benutzung eines Spektrographen mit Flußspatprisma und Wasserstofffüllung bis zur Wellenlänge 1230 A. E. vorzudringen. Diese Grenze wurde von *Lyman* 1914 durch Ersatz des Prismas durch ein Gitter auf 900 und 1916 durch Benutzung von Helium an Stelle von Wasserstoff auf 600 A. E. herabgedrückt. Da die größte Wellenlänge des Röntgenstrahlenspektrums etwa 1 A. E. beträgt, klafft zwischen dem Bereiche der Lichtwellen und der Impulsstrahlung der Röntgenstrahlen noch eine beträcht-

liche Lücke. Durch Versuche von O. W. Richardson und C. B. Bazzoni (*Phil. Mag.* [6] 34, S. 285, 1917) ist dieselbe wesentlich verkleinert. Klar ist von vornherein, daß man, wenn man zu kleineren Wellenlängen fortschreiten will, jedwede Absorption durch feste Körper und auch durch das emittierende Gas vermeiden muß. Es muß deshalb die Weglänge der Strahlen, die bei den Versuchen von Lyman etwa 2 m betrug, wesentlich verkürzt werden; ferner muß das Gas sehr rein sein und auch gegen alle Verunreinigungen durch von dem Apparat abgegebene Gase geschützt sein. Um die Abmessungen des Apparates stark verringern zu können, wurde auf die Photographie des Spektrums verzichtet. Die Wellenlänge der erregten Strahlung wurde vielmehr aus der Geschwindigkeit der Elektronen berechnet, welche von ihr an einer Metallplatte ausgelöst wurden. Die Geschwindigkeit wiederum wurde durch die Stärke desjenigen Magnetfeldes ermittelt, welches die Elektronen in eine Kreisbahn von vorgeschriebenem Krümmungsradius zwang. Der ganze Spektralapparat bestand somit aus einem geeigneten Quarzrohr mit den nötigen eingeschmolzenen Elektroden. Auf diese Weise ließen sich in Helium, das durch einen starken Thermionenstrom erregt wurde, noch Strahlen bis zur Wellenlänge von 420 A. E. herunter nachweisen.

Diese Methode wurde dazu benutzt, um die Grenzwinkel von Helium, Wasserstoff und Quecksilberdampf zu bestimmen; nach allen Serienformeln häufen sich nämlich die Linien im Ultraviolett immer mehr an, da ihre Abstände mit abnehmender Wellenlänge immer kleiner werden, um schließlich an einer Stelle, der ultravioletten Grenze, aufeinanderzufallen. Diese Grenzwinkel ergab sich für Helium zu 470 bis 420 (und zwar wahrscheinlich nahe 420), für Wasserstoff zu 830 bis 950 (wahrscheinlich nahe 900) und für Quecksilberdampf zu 1000 bis 1200 A. E. Diese Wellenlängen ergaben sich als unabhängig vom Erregungspotential. Nun besteht zwischen der Grenzfrequenz ν und dem Ionisierungspotential V des betreffenden Gases die Quantenbeziehung $e \cdot V = h \cdot \nu$ (e das Elementarquantum). Wählt man für V die aus der Bohrschen Theorie folgenden Werte von 13,6 Volt für Wasserstoff, 29,3 für Helium und 10,5 für Quecksilber, so ergeben sich die Grenzwinkel zu 909, 422 und 1180 A. E., was innerhalb der Fehlergrenzen mit den Beobachtungen übereinstimmt. Experimentell wurden für die Ionisierungspotentiale von Wasserstoff und Helium 10,4 und 20 Volt gefunden, wonach die Grenzen ihrer Spektren bei 1188 und 618 A. E. liegen müßten, was im Widerspruch zu den obigen Beobachtungen steht. Es scheint demnach, als wenn das Stoßionisierungspotential durch die Absorption der Strahlung verringert wird.

B.

Die Elektrizitätsleitung im extremen Vakuum (Die Doppelschicht im Auftreffpunkte der Kathodenstrahlen). Die Erzeugung der Röntgenstrahlen in der Lilienfeldröhre hat neben anderen auch den Unterschied gegenüber den Vorgängen in einer gewöhnlichen Röntgenröhre, daß bei ihr die grüne Fluoreszenz der Glaswandung nicht zu beobachten ist. Sie hatte bei den alten Röhren ihren Grund in der aus der Antikathode austretenden sekundären Elektronenstrahlung, die beim Auftreffen die Glaswandung zum Leuchten brachte. Lilienfeld (*Ber. der math.-phys. Klasse der Kgl. Sächs. Ges. der Wiss. zu Leipzig* Bd. 69, S. 45,

1917) sucht den Unterschied in dem Verhalten der beiden Röntgenröhrentypen aufzuklären. Er geht von dem Grundgedanken aus, daß die sekundären Elektronen, welche den Antikathodenbrennfleck mit großer Geschwindigkeit verlassen, bei den neuen Röhren infolge eines an der Antikathode herrschenden Potentialgefälles wieder zur Antikathode zurückgelenkt werden und daher gar nicht zur Wirkung auf die Röhrenwandung kommen. Zu dieser Annahme zwingt eine Anzahl von Versuchen an gasfreien Röntgenröhren. Es zeigt sich nämlich, daß die gewöhnliche Glasfluoreszenz auch bei einer Lilienfeldröhre auftritt, aber nur in einem schmalen Ring, der hinter der Antikathode liegt und nur von Elektronen getroffen werden kann, die die Antikathodenoberfläche in einem sehr spitzen Neigungswinkel verlassen haben und von dem elektrischen Potentialgefälle in ihrer Bahn nach hinten umgebogen worden sind. Außer dieser gewöhnlichen Fluoreszenz zeigt die Lilienfeldröhre aber auch in dem vorderen von den Röntgenstrahlen durchdrungenen Glasteil eine *schwache* Fluoreszenz, die von der Röntgenstrahlung selbst herührt. Die weiteren Versuche hatten den Zweck, nachzuweisen, ob in der Nähe der Antikathode wirklich ein starkes Potentialgefälle vorhanden und welcher Art es ist. Dazu wurde unter anderem eine Röhre benutzt, bei der in unmittelbarer Umgebung der Antikathode eine elektrische Entladung vor sich gehen und dadurch das Potentialgefälle beseitigt werden konnte. Der Versuch erbrachte den Beweis, daß es tatsächlich möglich ist, durch eine solche zusätzliche Leitfähigkeit den die sekundären Elektronen zurückhaltenden, dicht an der Antikathode liegenden Spannungsabfall zu zerstören. Der Spannungsabfall rührt nach Ansicht des Verfassers von einer elektrischen Doppelschicht her, die sich im extremen Vakuum infolge Aufpralls der primären Elektronen vor der Antikathode bildet und die durch sie hindurchfliegenden sekundären Elektronen zurückhält. Es wird aber noch nichts darüber ausgesagt, in welcher Weise sie zustande kommt und wie sie nach Richtung und Lage zur Antikathode beschaffen ist. Die Entscheidung darüber wird späteren Versuchen vorbehalten. Die Arbeit enthält ferner noch die Diskussion einer Lochkameraaufnahme des Antikathodenbrennflecks, die eigentümliche Figuren zeigt und deren Zustandekommen auf eine Polarisation der Röntgenstrahlen zurückgeführt wird. Das Auftreten von polarisierten Röntgenstrahlen wird mit dem Vorhandensein der oben erwähnten Doppelschicht in Beziehung gebracht.

P. Lg.

Die selbsthärtende Siederöhre, das Tiefentherapierrohr. Die Erzeugung härtester Röntgenstrahlen erfordert eine möglichst hohe Spannung. Die neue Röhre von Wintz (*Münch. Med. Wochenschr.*, 17. Juli 1917) ist eine Röhre der alten Bauart, in der man das Vakuum so einstellt, daß möglichst hohe Spannungen an den Elektroden liegen. Da aber eine solche Röhre im härtesten Stadium sehr bald keinen Strom leitet, schiebt man in die neue Röhre durch ein Palladiumröhrchen sehr kleine Gas mengen. Das Gas, das beim Stromdurchgang in der Röhre gebunden wird, wird so dauernd ersetzt. Die Schwankungen der Gasmenge in der Röhre lassen sich so klein machen, daß der Betrieb konstant ist. Die Versuche an 22 Röhren hatten gute Ergebnisse.

P. Lg.

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Soeben erschien:

Ergebnisse der inneren Medizin und Kinderheilkunde

Herausgegeben von

F. Kraus, O. Minkowski, Fr. Müller, H. Sahli, A. Czerny, O. Heubner

Redigiert von

L. Langstein,
Berlin

Erich Meyer,
Straßburg

A. Schittenhelm
Kiel

Fünftehnter Band

Mit 72 Abbildungen im Text und 2 Tafeln

Preis M. 38.—; gebunden M. 45.—

Lehrbuch der Muskel- und Gelenkmechanik

Von

Dr. H. Straßer

o. ö. Professor der Anatomie und Direktor des anatomischen Instituts der Universität Bern

Soeben erschienen:

III. Band: Spezieller Teil. Die untere Extremität

Mit 165 zum Teil farbigen Textfiguren

Preis M. 28.—

Inhalt: I. Hüfte und Oberschenkel. — II. Fuß und Oberschenkel. — III. Das Kniegelenk. — IV. Das Bein als Ganzes. Kombinierte Aktion an den Hauptgelenken.

IV. Band: Spezieller Teil. Die obere Extremität

Mit 139 zum Teil farbigen Textfiguren

Preis M. 26.—

Inhalt: Die obere Extremität. I. Schulter und Oberarm. — II. Vorderarm und Hand. — III. Das Ellbogengelenk und die Radicularverbindung. — IV. Der Arm als Ganzes.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9

Kryptogamenflora für Anfänger

Eine Einführung in das Studium der blütenlosen Gewächse für Studierende u. Liebhaber

Herausgegeben von

Prof. Dr. Gustav Lindau

Privatdozent der Botanik an der Universität zu Berlin, Kustos am Kgl. Botan. Museum zu Dahlem

Erster Band:

Die höheren Pilze (Basidiomyceten)

Von Prof. Dr. Gustav Lindau

Mit 607 Figuren im Text — Zweite, verbesserte Auflage. Preis gebunden M. 8,60

Zweiter Band:

Die mikroskopischen Pilze

Von Prof. Dr. Gustav Lindau

Mit 558 Figuren im Text — Preis M. 8,—; gebunden M. 8,80

Dritter Band:

Die Flechten

Von Prof. Dr. Gustav Lindau

Mit 306 Figuren im Text — Preis M. 8,—; gebunden M. 8,80

Vierter Band, Teil I u. II:

Die Algen

Von Prof. Dr. Gustav Lindau

Erste Abteilung: Mit 489 Fig. — Preis M. 7,—; geb. M. 7,80

Zweite Abteilung: Mit 437 Fig. — Preis M. 6,60; geb. M. 7,40

Vierter Band, Teil III:

Die Meeresalgen

Von Prof. Dr. Robert Pilger

Dritte Abteilung: Mit 183 Figuren. — Preis M. 5,60

Fünfter Band:

Die Laubmoose

Von Dr. Wilhelm Lorch

Mit 265 Figuren im Text — Preis M. 7,—; gebunden M. 7,80

Sechster Band:

Die Torf- und Lebermoose

Von Dr. Wilhelm Lorch

Mit 296 Figuren im Text

Die Farnpflanzen (Pteridophyta)

Von Guido Brause, Oberstleutnant a. D.

Mit 73 Figuren im Text — Preis M. 8,40; gebunden M. 9,20

Zu beziehen durch jede Buchhandlung

Hierzu eine Beilage v. Verlage v. B. G. Teubner in Leipzig betr. „Grimsehl, Lehrbuch der Physik.“

Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck von H. S. Hermann in Berlin SW.