

Die biologische Aufschließung von Faserstengeln.

Eine kritische Übersicht heutiger Kenntnis.

Von Prof. Dr. FR. TOBLER.

(Mitteilung aus dem Forschungs-Institut für Bastfasern, Sorau N.-L.)
(Eingeg. 27./I. 1922.)

Aus faserhaltigen Pflanzenstengeln wie Hanf, Flachs, Jute usw. werden die Fasern seit alters gewonnen durch Verfahren, die heutzutage meist als Röste bezeichnet werden, und auf die sich namentlich in den letzten Jahren eine bedeutende eigene Industrie auch in Deutschland gegründet hat. Es wäre richtiger, den Vorgang als Rotte zu bezeichnen, denn mit dem Wort Verrotten = Verfaulen hängt der Gegenstand sachlich und ursprünglich zusammen und das Wort Röste dürfte vielleicht durch Sprachmißbrauch und in Anlehnung an einen daran anschließenden Trockenprozeß, der mit einem Rösten Ähnlichkeit haben kann, erst später (aber immerhin doch schon sicher vor 100 Jahren) geschaffen worden sein.

Wie ähnlich der Vorgang der Rotte einer Fäulnis auch äußerlich ist, zeigt sich deutlich bei den zwei alttümlichen Verfahren, wie sie seit Jahrhunderten in Gebrauch sind und noch heute gutes Recht besitzen: nämlich der Tauröste, bei der die Stengel, besonders von Flachs, auf Wiesen längere Zeit hindurch dem Tau ausgesetzt werden, und die Grubenröste, bei der in schlammigen Gruben mit stehendem Wasser die Bündel der Stengel der Zersetzung unterliegen. Aus diesem zweiten Verfahren haben sich durch technische Veränderungen und Verbesserungen, die im wesentlichen größere Sauberkeit für das zu behandelnde Gut, größere Schnelligkeit (z. B. nur noch 2—3 Tage) und Sicherheit des Ablaufs und endlich die Möglichkeit der Vornahme zu jeder Jahreszeit bringen sollten, die neueren Verfahren der Kanälröste und der Warmwasserrösten entwickelt. Dem Umstande, daß die Flachswirtschaft in Deutschland im Rückgang war, als der Krieg ausbrach, und erst durch diesen einen Aufschwung erfuhr, ist es zuzuschreiben, daß einerseits noch heute die verschiedenartigsten Maßnahmen bei den Aufbereitungen an verschiedenen Orten gebräuchlich sind, und andererseits mit ganz besonderer Lebhaftigkeit und Energie allen Neuerungen auf diesem Gebiete wie sie aus den darin lange voranschreitenden Ländern (Belgien, Holland und Nordfrankreich) an die Öffentlichkeit gelangen, in Deutschland heute nachgegangen und Spielraum gegeben wird.

Der Vorgang der Rotte ist eine Loslösung (oder deren Vorbereitung) der Bastfaserbündel aus dem Grundgewebe der Rinde des Stengels, in dem sie sich eingebettet finden. Die Wandsubstanz der Bastfasern ist im allgemeinen nicht anderer Natur als die der umgebenden Gewebe, aber in jeder der Zellwände von Grundgewebe und Bastfasern finden sich verschiedenartige Schichten, deren Zersetzbarkeit im Verlauf der Rotte sich als verschieden erweist. Die trennende (unpaarige) Schicht zwischen den Zellen ist die sogenannte Mittellamelle, als deren Bestandteil in erster Linie die Pektinstoffe angesehen werden. Über deren Natur ist leider noch zu wenig bekannt. Vor den wichtigen Arbeiten v. Fellenbergs¹⁾ und Ehrlichs²⁾ stand fest, daß die Pektinstoffe Säurecharakter besitzen und Pentose- und Hexosegruppen enthalten. Der erste der beiden Autoren wies in den Pektinverbindungen Methoxylgruppen und eine Methylpentose nach. Von ihm stammen auch verhältnismäßig gute methodische Angaben für die Gewinnung von Pektin. Nach diesen hat dann neuerdings E. Correns³⁾ gearbeitet und festgestellt, daß beim Ausgang von verschiedenartigen Bearbeitungsstufen eines Materials, nämlich des Flachses, verschiedenartige Ergebnisse über Methoxylgehalt und Löslichkeit erhalten wurden. Es unterliegt danach keinem Zweifel mehr, daß der Begriff der Pektinverbindungen kein einheitlicher ist, und sowohl nach Pflanzenart als auch Altersstadium und Pflanzenteilen Verschiedenheiten unterliegt. Correns nimmt an, daß die Pektose, die Muttersubstanz der Pektinstoffe (selbst in keinem Lösungsmittel ohne Abbau löslich, meist in Form von Calciumpektinsalzen vorkommend), eine vollkommen methoxylierte Säure und so als vollständiger Ester ohne Verseifung nicht in Lösung zu bringen ist. Versuche zeigen, daß die Verseifung durch schwache organische Säuren stattfinden kann; eine solche findet im Verlauf der Stengelentwicklung der Pflanze statt, wechselnd nach Art und Teil der Pflanze, und die freien Carboxylgruppen werden mit Kalk abgesättigt. Die verschiedenen Pektine unterscheiden sich im Methoxylgehalt, mit dessen Fallen die Löslichkeit steigt. Das Pektin aus gehechelter Flachsfaser (im wesentlichen = Bastfaserbündeln) hat die niedrigste Zahl des Gehaltes; aus dem Strohflachs erhält man eine hohe, also mittlere aus verschiedenen Geweben entstammendem Pektin. Man kann also nicht unter einer Annahme von 10% Methoxyl für Pektinstoffe (Fellenberg) aus dem Methoxylgehalt eines Pflanzenteils auf den Pektingehalt schließen.

¹⁾ Biochemische Zeitschr. 85 [1918].

²⁾ Chem. Zeitung 1917.

³⁾ Faserforschung 1 [1921].

Daß diese Feststellungen, wenngleich sie noch wesentlicher Ergänzung und Fortführung bedürfen, von Wichtigkeit gerade auch für die Röstmethoden und die Röstindustrie sind, ist leicht zu ersehen.

Die alten bekannten Röstverfahren, die Tauröste und die Grubenrotte, konnten nach heutiger Anschauung nicht anders aufgefaßt werden wie andere biologische Zersetzungsprozesse, deren Erreger den Stengeln anhaften und sich bei der Rotte entwickeln. So war dann auch schon, besonders aus Arbeiten von Behrens, Beijerinck, Störmer bekannt, daß bei der Tauröste Pilze und Bakterien, bei der Grubenröste und anderen Wasserrotten nur Bakterien als Erreger von Gärungen und an der Auflösung bestimmter Gewebsverbände arbeitende Organismen anzusehen sind. Wenn man früher „natürliche“ und „künstliche“ Rotten voneinander schied, so empfiehlt es sich heute, zweckmäßiger „biologische“ und „chemische“ zu unterscheiden. Wissenschaft und Theorie greifen auch in die früher „natürlich“ genannten Verfahren ein, und die „künstlichen“ sind keineswegs rein chemisch arbeitende. Wohl aber ist die Einwirkung von Mikroorganismen gerade von seiten der Theorie nur als biochemischer Vorgang zu verstehen und verstanden zu fördern⁴⁾. Als erledigt darf heute die in der (keineswegs umfangreichen) Literatur dieses Gebietes eine Zeitlang erwogene Frage nach dem spezifischen Erreger der Röste gelten. Es ist nach unsern gegenwärtigen Kenntnissen als unvorstellbar zu erklären, daß eine Rotte sich an sterilem Material unter Zusatz eines bestimmten Bakteriums in normaler Weise abspielen könnte. Wie bei allen großen bakteriologischen Vorgängen in der Natur ist vielmehr der biochemische Apparat der Erscheinungen so eingestellt, daß gewisse Gruppen mit ihrer Arbeit neben- oder nacheinander auf das Material einwirken müssen, um den üblichen Ablauf zu vollenden⁵⁾. An einem Rohstoff, wie den Pflanzenstengeln, die in sich neben größeren Mengen von Cellulose, Zuckerarten, Stärke, Farbstoffen und Eiweißkörpern in verhältnismäßig geringer Menge die für den Ablauf der Rotte wichtigen Pektinverbindungen enthalten, greifen ganz selbstverständlich in der Feuchtigkeit auch eine Fülle von anderen auf die Zersetzung der anderen Körper eingestellten Bakterien ein. Es entstehen bei diesem Vorgang deutlich merkbare von Art und Alter der Stengel abhängige Mengen von organischen Säuren, namentlich Isovalerian-äure und Buttersäure, die in ihrer Vermischung dem Vorgang nicht selten einen bezeichnenden Geruch verleihen. Kein Zweifel, daß ein Teil dieser Säuren im weiteren Verlauf durch andere Bakterien verbraucht oder in seinem Entstehen unterdrückt wird, und daß im übrigen auch andere nicht riechende Stoffwechselprodukte wieder besondere Bakteriengruppen auf sich ziehen. Tatsächlich ist z. B. auch der Geruch und der Säuregehalt einer mehrtägigen Bassin- oder Kanälröste ein durchaus ungleicher zu verschiedenen Zeiten. Die Reihenfolge der Erscheinungen ist noch der Klärung bedürftig. Es dürften zuerst Milchsäurebakterien auftreten und sich vor allem den löslichen Bestandteilen der rotenden Stengel zuwenden. Gleichzeitig arbeiten aber — nicht ohne Nebenbedeutung zur Rotte — Hefepilze und Oidien in der Flüssigkeit gleichfalls vergärend und bilden eine luftabschließende Kahmbaut. Nach Zurücktreten der ersten Gärungen, bei denen übrigens wohl stets auch reichlich Kohlensäure gebildet wird, treten die eigentlichen Röstorganismen, dabei Buttersäurebakterien, mehr und mehr hervor. Sie benutzen das Eiweiß aus den Zellen als Stickstoffquelle, als Kohlenstoffquellen verschiedene Stoffe, besonders aber die Pektinkörper. Sie vergären in erster Linie zu Essig- und Buttersäure. Nach den Pektinvergärrern finden sich endlich unter Umständen noch Cellulosevergärrer ein, deren Eigenschaften die Pektinvergärrer auch wohl teilen. Diese (recht späte) Phase bedeutet Schädigung der Rotte: die Bündel der Fasern werden dann zu weit zerteilt, die Faserwände selbst angegriffen („Überröste“). Ihre Unterdrückung wäre also immer wichtig und auch sonst die Auffindung des richtigen Zeitpunktes für den Abbruch der Röste (Röststriebe) eines der Ziele der Praxis⁶⁾.

Je verwickelter das Bild dieser biologischen Prozesse aber erscheint, desto umfangreicher müßte auch die Möglichkeit werden, Einzelheiten aus der Technik dieses Vorganges gelegentlich oder absichtlich aufzuklären und so bruchstückweise die bekannten Verfahren zu verbessern und umzugestalten. So sind auch auf diesem Gebiet, so schwer es sich den Grundsätzen, wie sie etwa für die Veröffentlichung rein chemischer Verfahren gelten, zu fügen vermag, schon eine ganze Reihe von neueren Patenten⁷⁾ entstanden, die in sich eine Fülle von verschiedenartigen Organismen und Behandlungsweisen für ihre Benutzung in der Röste enthalten.

⁴⁾ Ruschmann, Mitteilungen d. Forsch.-Inst. Sorau 3, 53 [1920/21].

⁵⁾ Tobler, Mitteilungen des Forsch.-Inst. Sorau 2, 14 [1920].

⁶⁾ Diesem haben kürzlich ausführliche Darlegungen aus der Praxis vom A. Herzog gegolten (Faserforschung 1, 147 [1921]). Auch danach kommt man über eine praktische Prüfung von periodisch entnommenen, sorglich und gleichartig getrockneten Stengeln auf den Grad der Freilegung und die „Reife“ der Fasern nicht hinweg.

⁷⁾ Eine Zusammenstellung gab Jochum in Deutsche Faserstoffe, Jahrg. II, 1920, ein Schlagwortverzeichnis Tobler in Mitteil. d. Forsch.-Inst. Sorau, Jahrg. II, 1920, ein verbessertes erscheint von Hertha Fleischer in Faser-

Überblickt man die Fülle der unter den Röstereggern bisher genannten Mikroorganismen, so ergibt sich als Hauptmoment der für sie angegebenen verschiedenartigen Wachstumsbedingungen eine mehr oder weniger engbegrenzte Temperaturhöhe auf der einen Seite und ein positives oder negatives Verhältnis zum Sauerstoff auf der anderen. Beide Faktoren sind wohl so zu verstehen, daß sie nicht allein als notwendige oder günstigste für eine Gruppe von Rotteerregern, sondern in ihrer bestimmten Abstufung zugleich als hemmende für andere, die gewünschten Rotteerreger sonst unterdrückende Gruppen gelten. Man hat früher darüber gestritten, ob die „natürlichen“ Rotten der Faserstengel wesentlich von Anaeroben oder Aeroben ausgeht werden. Heute lassen wir beides als richtig gelten. Die übliche alte Grubenröste und die meisten übelriechenden technischen Röstungen, die heute üblich sind, gehen auf wesentlich Anaerobe zurück, mögen sie Wasserwechsel haben wie die für Großbetrieb im Krieger üblich gewordene Schneidersche Kanalröste oder nicht. Ist doch auch eine Kahmhautbildung und eine Ansammlung von Schmutz auf der Oberfläche (z. T. Folge der Schaumbildung bei der Gärung) den Vorgängen eigentümlich. Es sind aber auch als ausgezeichnete Rösteregger gewisse ausgesprochene aerobe Bakterien erkannt worden, auf deren Bedeutung gleich noch einzugehen sein wird. Im Anschluß an die wissenschaftlichen Untersuchungen über die Rotteerreger kam selbstverständlich die Frage auf, ob auf dem Wege einer Impfung mit einem wesentlichen Vorteil für den Ablauf des biochemischen Prozesses zu rechnen wäre. Während man Benutzung alten Rottewassers, so verlockend sie der Praxis erscheinen könnte, heute geradezu für verderblich hält, da ja Keime zur Rotte genügend auf den frischen Stengeln ansitzen, so ist eine künstliche Anreicherung durch mehr oder weniger reine Kulturen besonders der Rösteregger (oder etwa Benutzung von Wasser aus bestimmten Stadien?, sicher nicht: Anfang oder Ende!) nicht unbedingt abzulehnen. Es besteht also die Möglichkeit einer Impftechnik⁸⁾. Wesentlicher ist aber jedenfalls die Schaffung möglichst gleichartiger und auf einen bestimmten Rotteerreger abgestimmter Bedingungen. Bei ihrer Konstanz dürften gewisse Rotteerreger gleicher Art sich wohl allerorts einfinden und entsprechend halten lassen. Freilich gibt es auch hier klimatische und andere lokale Schwierigkeiten (vielleicht auch Zusammensetzung des Wassers), die von wesentlichem Einfluß dauernd bleiben. So gilt weiches Wasser als förderlich für die Röstung, daher auch die Vorzüge der Fluß- oder Teichrösten. Für die technische Bewertung sei hier noch angefügt, daß es heutzutage nicht ganz leicht ist, die Qualität des Ausfalles einer solchen biochemischen Röste einwandfrei oder wenigstens sofort nach ihrer Vervollendung beurteilen zu können. Wir müssen heute sagen, daß z. B. auch der auf die Röste folgende Trockenprozeß, der heute meist künstlich in verschiedenartigen Apparaten ausgeführt wird, in seiner Verbindung mit der Röstung wesentlich für die Qualität des Endergebnisses bürgt, und daß also erst nach diesem und sogar nach weiterer Ausarbeitung, genau genommen erst im spinnbaren Material die letzte Bewertung auch des Rotteverfahrens gefunden wird. Hier sei erwähnt, daß manche der äußeren Eigenschaften, die von einem Spinnstoff im Handel gegenwärtig verlangt werden, nicht tatsächlich mit seiner Güte (Festigkeit, Spinnbarkeit u. a.) verbunden sein müssen. Altüberlieferte Anschauungen hinsichtlich Glätte, Feuchtigkeit, Färbung und Geruch sprechen nicht immer berechtigterweise mit. Als eine der wichtigsten Feststellungen allgemeinerer Art müssen auf diesem Gebiete die von Ruschmann⁹⁾ gelten, wonach die (spezifische Reiß-) Festigkeit der erzeugten Flachsfaser umgekehrt proportional dem Säuregehalt in der Röste ist. Die Kanalröste arbeitet dabei deutlich sauberer als die Basinrösten, es findet ein reger Austausch der unerwünschten Stoffwechselprodukte aus dem Innern der eingelagerten Stengelmassen in die umgebende Flüssigkeit statt. Neuerdings wird Wassererneuerung ohne Aufrühren des Bodensatzes wieder besonders energisch von A. Herzog (Textile Forschung 3, 78 [1921]) verlangt. Auch das Feuillette-Verfahren (D. R. P. Kl. 29 b 2 Nr. 250051, 1911/12) verlangt das ähnlich. Zirkulation befördert die Entsäuerung. Der Säuregehalt ist, wie erwähnt, bei der Röste fast selbstverständlich, aber je nach ihrer Art und Dauer keineswegs gleich hoch. Es hat sich außerdem (Habermann)¹⁰⁾ gezeigt, daß der Säuregehalt ausgesprochen von der Art der Trocknung abhängt, und daß er beispielweise bei natürlicher Trocknung geringer ist als bei künstlicher. Man muß sich hierbei vorstellen, daß die flüchtigen organischen Säuren sowohl einer Zersetzung unterliegen als auch von einem trocknenden Luftstrom mitgerissen werden können. Von der Schnelligkeit der Trocknung, von der Höhe der benutzten

forschung II, 1922, Heft 1. Alle drei schließen chemische Aufschließung ein. Die Patente gehören der Klasse 29, genauer später 29a u. b an. Die biologischen Aufschließungen gehen beim Patentamt in die Gruppe der „chemischen Gewinnung und Reinigung von Geplastfasern“.

⁸⁾ Daß sie namentlich von Praktikern leicht überschätzt wird, zeigt der Fall der de Jongh'schen Ozonröste, über die Coucner und Herzog in Textile Forschung 3, 207 [1921] berichten. Sie sehen bei de Jongh die Benutzung gebrauchten Röstewassers mit Recht als wesentlicher an wie den Zusatz einer „Reinkultur“. — Anders gedacht ist D. R. P. 340 412 (Ochmann, 1921), bei dem das Röstwasser vor der Wiederbenutzung durchlüftet werden soll. Dadurch soll wohl die darin sonst eingetretene Cellulosegärung unterdrückt werden.

⁹⁾ Faserforschung 1, 33 [1921].

¹⁰⁾ Faserforschung 1, 190 [1921].

Temperaturen und der Art ihrer Erreichung hängt zweifellos der Umfang ihrer Bindung an der Oberfläche der Faser ab. Es braucht hier wohl kaum hinzugefügt werden, daß derartige wissenschaftliche Feststellungen nicht allein das Urteil über Röst- und Trockenverfahren sprechen, sondern daß die Wirtschaftlichkeit (Zeitdauer, Wassermenge, Anzahl von Bassins, Kohlenbedarf) wie bei allen technischen Prozessen so auch hier das letzte Wort spricht. In diesem Zusammenhang ist es von Interesse, daß heutzutage — der näheren Untersuchung noch harrend — das Rösten in fließendem natürlichem Wasser (Kaltwasserröste) wiederum in Aufnahme kommt. Der Prozeß verläuft hierbei sehr langsam, aber im allgemeinen sehr sauber und glatt und ist in Gegenden, wo keine Schädigung des Wassers durch die Stoffwechselprodukte der Röstorganismen zu fürchten ist, eine wertvolle Möglichkeit. Daß die Abwässer aus den Röstvorgängen namentlich bei ihrer hohen Konzentration im fabrikmäßigen Betriebe durch die oben erwähnten organischen Säuren schädlich für vorhandene Wasserläufe, auch für Brunnen oder Pflanzungen, werden können, braucht kaum gesagt zu werden. Es gibt mehr Wege, wenigstens beliebige, ihre Entstehung zu vermeiden, als sie bei Vorhandensein zu unterdrücken. Wenn sich auch aus diesem Grunde bei dem Röstvorgang als Kern vieler, wenn nicht aller Fragen, die lästige Säurebildung herausgestellt hat, so liegt es auf der Hand, daß Versuche gemacht worden sind, diese durch chemischen Zusatz in der Röste zu unterdrücken. Eine ganze Reihe von Patenten aus neuerer Zeit bewegen sich in dieser Richtung. Sie sind nicht ohne weiteres als biologische Röstverfahren zu erkennen, sondern erwecken den Anschein absichtlich oder unabsichtlich, als ob es sich dabei um wichtige chemische Zusätze als Agenzien bei der Freilegung der Fasern handelte. Tatsächlich ist aber in vielen Fällen sicher mit dem Ablauf einer biologischen Röste bewußt oder unbewußt gerechnet und der Zusatz von Alkalien (Soda, Kalk, Bicarbonat, Kreide) verschiedener Art zweifellos als bindend für entstehende Säuren gedacht¹¹⁾. Diese Zusätze können allerdings abgesehen von dem Kostenpunkt, den Nachteil haben, daß die Menge des nötigen Zusatzes und der zweckmäßige Zeitpunkt dafür nach der Art des Rohstoffes und den äußeren Bedingungen schwanken, und daß schon aus diesem Grunde mindestens eine sehr starke Beobachtung dazu gehört, um in jedem einzelnen Fall zweckmäßig zu handeln. Von einer praktischen Erleichterung kann daher oft schwer die Rede sein. Eine andere, neuerdings immer mehr auftauchende Möglichkeit zur Herabsetzung der Säurebildung liegt im Grundsatz der Auslaugung vor der Röste, d. h. der Entfernung zur Säurebildung anlaßgebender Inhaltsstoffe der Stengelgewebe¹²⁾. Werden diese zunächst in einer Wassermenge ausgelaut und sodann mit neuem Wasser zur Röste angesetzt, so werden gelöste und leicht lösliche Stoffe zum großen Teil daraus entfernt sein und die eigentliche Aufschließung sehr unmittelbar ein und wird von Säurebildung freier. An diesem Punkt ist zweifellos vielerlei Arbeit im Gang und noch zu erwarten. Gleichfalls die Möglichkeit, unangenehme Säurewirkung zu vermeiden, liegt in der Heranziehung biologischer Entsäuerung im Verlauf des Verfahrens. Es ist kein Zweifel, daß in jeder Röste gewisse als Stoffwechselprodukt auftretende Säuren im allgemeinen durch vorhandene Bakterien so verarbeitet werden, daß eine schädliche Wirkung etwa für die röstenden nicht in Erscheinung tritt. Es scheint aber, daß gewisse besonders stark in dieser Erscheinung tätige, d. h. die entstehenden Säuren verarbeitende Bakteriengruppen insofern in einem gewissen Gegensatz zu den bisher erwähnten üblichen Röstereggern stehen, als sie für ihr Gedeihen eine erhebliche Menge von Sauerstoff gebrauchen. Hiernach verdient Beachtung, daß auch Rösteregger selbst, wie sich später herausgestellt hat, typisches Sauerstoffbedürfnis haben können. Und so ergibt sich aus der Kombination dieser beiden Tatsachen das Röstprinzip, das von Rossi in einer Reihe von Schriften und Patenten veröffentlicht ist¹³⁾. Rossi führt durch seine Röste von 31° einen dauernden Luftblasenstrom und erreicht auf diese Weise einen verhältnismäßig kurzen, wenig riechenden und ohne Gefahr der Überröste verlaufenden Prozeß. Er setzt den Röstern eine von ihm fabrikmäßig hergestellte Reinkultur desjenigen Organismus zu, den er als das Prinzip seines Verfahrens ansieht (*Bacillus comesi*). Wenn die Notwendigkeit dieses Zusatzes (oder wenigstens des von Rossi bezogenen Zusatzes) auch nicht unbedingt feststeht¹⁴⁾, so ist doch immerhin eine Reihe von wirtschaftlichen Vorteilen mit dem Verfahren vorhanden, seine Technik vielleicht

¹¹⁾ Bezeichnend das D. R. P. Kl. 29 b 2 Nr. 332 097 (Krais, 1919/21) für die neueren, D. R. P. Kl. 29 b Nr. 115 745 (Ramiagegesellschaft, 1899/1900) für die älteren Vorschläge. Die genauesten Untersuchungen auf diesem Gebiete hat Krais in Ztschr. f. angew. Chem. 82 u. 33, 1919/20, veröffentlicht. Seiner Bicarbonatröste rühmt er vor allem auch Vermeidung üblen Geruchs und leichte Handhabung nach („Sicherheitsröste“).

¹²⁾ Nachdem für chemische Aufschließung eine solche Vorbereitung im D. R. P. Kl. 29 Nr. 29 646 (Baur, 1884) vorlag, ist sie weiter verwertet für biologische Röste von Vansteenkiste (D. R. P. Kl. 29 b 2 Nr. 178 901, 1903/6).

¹³⁾ Übersicht aller Arbeiten in Internationale agrartechn. Rundschau 7, 635 [1917]; Abdruck seines Prospektes z. B. Deutsche Faserstoffe 3, 49 [1921]. — Mit einer Durchlüftung hat schon Vansteenkiste 1903 gearbeitet, in Verbindung mit Auslaugung (vgl. D. R. P. Kl. 29 b 2, Nr. 178 901).

¹⁴⁾ Hierzu vgl. Ruschmann und Tobler in Faserforschung 1, 67 [1921], wo Rossis Angaben durchgeprüft sind.

noch etwas abwandelbar¹⁵⁾ und jedenfalls ein Schritt damit getan, der Beachtung verdient. Nebenbei dürfte indessen in der Durchlüftung, über deren Ausmaß man noch nicht ganz im klaren ist, sicher auch der Vorteil starker Wassermischung liegen, wie sie von anderen in anderer Weise versucht und empfohlen wurde. Als wesentlich bei Rossi wurde erwähnt, daß Übröste vermieden sein soll, d. h. die röstenden Organismen so spezifische Pektinverzehrer sind, daß sie auch im Falle von langer Fortdauer nicht die Zellwände weiter angreifen und die Faser schädigen können, und daß neben ihnen sonstige Cellulosezeherer nicht wesentlich in Erscheinung treten. Sind also die gelösten und leicht löslichen Kohlehydrate abgebaut, das Eiweiß der Pflanzenstengel verbraucht und die Mittellamellen aus Pektin zerstört, so bleiben die Faserstengel im wesentlichen unverändert auf dieser Stufe der Aufschließung stehen. Übrigens hat man bei der oben erwähnten Schwierigkeit der Erkennung der Röststufe und der Gefahr der Übröste wohl auch an künstliche Unterdrückung oder Beendigung der Röste gedacht. So das de Jonghsche Verfahren mit Ozonisierung (an deren Wirkung aber gezweifelt wird) und — einfacher — die Abspülung mit frischem Wasser. Eine solche stört sicher unerwünschte weitere Gärung und entfernt noch leichter vergärbare Stoffe in gewissem Grade. Trotz alledem bleibt als Ziel erstrebenswert ein möglichst schneller und restloser Abbau der vergärbaren Mittellamellensubstanz des die Bastbündel umschließenden Rindengewebes ohne gleichzeitige Förderung von Cellulosegärung. Dies sucht nun neuerdings (in einem Gegensatz zu Rossi) wieder mit einer anaeroben Röste Carbone in vielversprechenden Mitteilungen zu erreichen¹⁶⁾. Auch er arbeitet mit einer Impfung, daneben aber (und das ist nach unserer Ansicht fast das Wichtigere) mit einer konstanten Temperatur von 37°, bei der er für den Hanf in Italien in 2 1/2 Tagen eine Röste erhält. Ihr besonderer Vorzug liegt nach seinen Angaben darin, daß die Rindengewebe über den Bastbündeln sich selbständig von diesen ablösen und zu Boden sinken, wodurch die geröstete Faser eine wesentlich bessere Farbe erhält, daneben verspricht auch Carbone eine bequeme Lösung der Abwasserfrage und Beschleunigung der Rotte. Der von Carbone benutzte Röstereger (*Bacillus felsineus*) stammt aus den großen ländlichen Hanfrösten Italiens, doch ist natürlich die Rotte selbst keine Reinzucht dieses einen Organismus, ja absichtlich auch die zur Impfung bestimmte „Kultur“ eine Vergesellschaftung des Röstbazillus mit einem Hefepilz, über dessen Rolle noch keine völlig sichere Annahme besteht.

Die Literatur über das Gebiet der biologischen Aufschließung von Faserstengeln ist unübersichtlich und beschränkt, die Forschungsmöglichkeit außerhalb unseres Instituts heute gering. Patentschritten sind bewußt unklar:

- I. Doch treten als wissenschaftliche Grundsätze dabei heute diese hervor:
 1. Zergliederung jedes Rottevorgangs in die sowohl neben- wie nacheinander sich abspielenden Leistungen verschiedener Mikroorganismen und Gruppen.
 2. Beobachtung der Biochemie, der Stoffwechselergebnisse jedes dieser Akte.
 3. Auffassung des technischen Vorgangs als notwendige Vereinigung vieler, aber nicht stets derselben Akte.
- II. Als technische Grundsätze der Rotteverfahren sind heute in den Vordergrund zu stellen:
 1. Wassererneuerung und ihr Verhältnis zu Zeit und Güte der Rotte.
 2. Tunlichste Trennung der eigentlichen Rotte von anderen Vorgängen (z. B. durch Auslaugung).
 3. Möglichst genaue Einstellung auf eine engere Gruppe von Rotterregern (z. B. durch bestimmte Temperatur, Impfung) und
 4. Entsäuerung.
 5. Vermeidung der Übröste.
- III. Das Ziel der Technik bleibt: Beschleunigung des Verfahrens und Verbesserung der Güte der Faser bei geringsten Kosten.

[A. 31.]

Bericht über wichtige Untersuchungen der wissenschaftlichen anorganischen Experimentalchemie aus den Jahren 1917—1920.

Von I. KOPPEL, Berlin-Pankow.

(Schluß von Seite 95.)

5. Gruppe: Wismut. Die Anregung zu der soeben erwähnten Untersuchung haben die Erfolge Paneths bei der Herstellung einiger bisher nicht bekannter gasförmiger Metallhydride gegeben. Um die Frage nach der Existenz des oft vergeblich gesuchten Wismutwasserstoffes zu prüfen, ist Paneth¹⁷⁾ auf den ausgezeichneten Gedanken gekommen, für die Vorversuche nicht das Wismut selbst, sondern

eines seiner radioaktiven Isotopen — die ja chemisch mit Wismut völlig übereinstimmen — zu verwenden, und zwar deswegen, weil sich geringe Mengen radioaktiver Stoffe sehr viel schärfer verfolgen lassen, als inaktive. Unter den vier aktiven Wismutisotopen wurde Thorium C gewählt. Als ein mit diesem beschlagenes Magnesiumblech mit Salzsäure im inerten Gasstrom behandelt wurde, konnte in der Tat die Bildung eines radioaktiven Gases festgestellt werden, das in einer erhitzten Gasröhre einen aktiven Beschlag absetzte. Das Gas ging durch Wattefilter hindurch, ließ sich in flüssiger Luft kondensieren und dann beim Erwärmen wieder verflüchtigen, und war verhältnismäßig beständig. Damit war der Weg zur Gewinnung des Wismutwasserstoffes gewiesen, und wirklich, als eine Wismut-Magnesiumlegierung in einer Art Marshschen Apparates mit Säuren behandelt wurde, schlug sich in dem erhitzten Glasrohr, durch das das Gas strömte, ein brauner Ring nieder, der sich nach seinen Reaktionen als Wismut erwies und sich durch Ausseihen und geeignete Reagentien scharf vom Arsen- und Antimonspiegel unterschied. Bei zwei quantitativen Versuchen wurde das Gewicht des Spiegels zu 0,00015 g festgestellt, so daß also die Ausbeute an Wismutwasserstoff sehr gering ist. Von Schwefelwasserstoffwasser wird Wismutwasserstoff nicht absorbiert, wohl aber von Silbernitratlösung. Ganz ähnlich, wie soeben beschrieben, konnten Paneth und Fürth¹⁸⁾ auch die Existenz von Zinnwasserstoff nachweisen, der gleichfalls nur in sehr kleiner Menge entsteht. Das Gas ließ sich in flüssiger Luft kondensieren, der daraus durch Erhitzen abgeschiedene Zinnspiegel zeigte alle bekannten Zinnreaktionen. — Aus einer Blei-Magnesiumlegierung dagegen gelang Paneth und Norring¹⁹⁾ die Herstellung eines Bleiwasserstoffes nicht, trotzdem entsprechende Versuche mit einem Bleisotop — Thorium B — auf dessen Existenz hindeuteten. Als sie aber verdünnte Schwefelsäure mit einer in besonderer Art angeordneter Bleikathode elektrolysierten, trat infolge der vereinigten Wirkung der Elektrolyse und der Zerstäubung die Bildung von Bleiwasserstoff ein, erkennbar an einem stumpfgrauen Bleispiegel, der sich beim Erhitzen, der abziehenden Gase in einem Glasrohr bildete. Auch hier konnte gezeigt werden, daß der Spiegel durch eine gasförmige Verbindung — nicht durch suspendierte Teilchen — hervorgerufen wird. Für die vergleichende Charakteristik der Elemente ist der Nachweis der Existenz dieser Metallhydride von einiger Wichtigkeit.

Die anziehende Reaktion zwischen Wismuttrichlorid und Wasser ist von Jacobs²⁰⁾ systematisch durch Ermittlung der Gleichgewichte im System $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{—HCl—H}_2\text{O}$ bei 30° untersucht worden; als feste Phasen treten auf: $\text{Bi}_2\text{O}_3\text{—BiOCl—BiOCl}\cdot\text{H}_2\text{O—BiCl}_3\cdot 2\text{H}_2\text{O—BiCl}_3$ und $\text{BiCl}_3\cdot\text{HCl}$. Die Existenz des letzten Stoffes deutet schon auf die Neigung des Wismutchlorides zur Bildung von Doppelsalzen oder von Salzen der Wismutchlorid-Chlorwasserstoffsäure. Eine Anzahl dieser Verbindungen mit zweiwertigen Metallen haben Weinland, Alber und Schweiger²¹⁾ aus den Lösungen der Komponenten dargestellt; je nach den Mengenverhältnissen treten drei Typen auf: $\text{BiCl}_3\cdot\text{MeCl}_2 = [\text{BiCl}_2]\text{Me}^{\text{II}} - 2\text{BiCl}_3\cdot\text{MeCl}_2 = [\text{BiCl}_4]\text{Me}^{\text{II}} -$ und $4\text{BiCl}_3\cdot\text{MeCl}_2 = [\text{Bi}_2\text{Cl}_7]\text{Me}^{\text{II}}$. Vom ersten Typus sind beschrieben die Salze von Mg, Ca, Sr, Ba, Co und Ni; vom zweiten die Verbindungen mit Ca, Sr und Ba; vom dritten endlich die Salze des Mg, Sr, Mn, Fe, Co und Ni. Durch Wasser werden die sämtlichen Verbindungen unter Abscheidung von BiOCl zersetzt.

Antimon. Die Kristallstruktur des Antimons haben James und Tustall²²⁾ durch Röntgenspektroskopie festgestellt; es ergeben sich für die Lage der Atome recht verwickelte Verhältnisse. Die Herstellung von reinem Antimon und die Prüfung des Metalles behandelt eine Arbeit von Groschuff²³⁾; die gewöhnlichen Verunreinigungen des Antimons — mit Ausnahme von Pb — lassen sich durch einmaliges Umkristallisieren von Chlorantimonsäure, $\text{SbCl}_5\text{H}\cdot 4,5\text{H}_2\text{O}$, aus eiskalter, rauchender Salzsäure beseitigen; schließt man noch eine Destillation von SbCl_5 an, so wird auch das Blei entfernt, und schließlich ist auch die Kristallisation des Metalles aus der Schmelze geeignet zur Beseitigung der letzten Spuren von Fremdstoffen. Die Überführung der Antimonoxyde in das Metall erfolgt zweckmäßiger durch Schmelzen mit Kaliumcyanid als durch Reduktion mit Wasserstoff. Elektrolytische Methoden sind zur Reinigung des Metalles weniger geeignet als die chemischen. Die reinsten Antimonpräparate des Handels gehören der dritten Reinigungsstufe an, enthalten also höchstens 0,1% Verunreinigungen; im Laboratorium kommt man leicht zu Metallen, die weniger als 0,01% Fremdstoffe enthalten. Der Schmelzpunkt eines derart gereinigten Metalles war 630,3°. Für die analytische Untersuchung des Antimons ist es zweckmäßig, die Hauptmenge des Metalles durch Kristallisation von $\text{SbCl}_5\text{H}\cdot\text{aq.}$ zu beseitigen und die Fremdstoffe in den Laugen zu ermitteln.

Ganz ähnlich wie Tellursäure und Tellurate zeigen nach den Untersuchungen von Jander²⁴⁾ auch Antimonsäure und Antimonate in mancher Beziehung das Verhalten von Kolloiden. Die Hydrate des Antimonpentoxydes sind in ihren Eigenschaften von den Bedingungen ihrer Darstellung abhängig, ihre Entwässerung verläuft stetig, so daß keine Anhaltspunkte für die Existenz bestimmter Hydrate vorhanden sind; ihr Wassergehalt ist „Adsorptionswasser“; von Schwefelsäure und Salzsäure werden sie nur wenig gelöst, doch werden diese

¹⁷⁾ Ber. 52, 2020 [1919].

¹⁸⁾ Ber. 53, 1693 [1920].

¹⁹⁾ Chem. Weekbl. 14, 208 [1917].

²⁰⁾ Arch. d. Pharm. 254, 521 [1916].

²¹⁾ Phil. Mag. (6) 40, 233 [1920].

²²⁾ Z. anorg. Chem. 103, 164 [1918].

²³⁾ Kolloid-Ztschr. 23, 122 [1918].

¹⁵⁾ So wird z. B. von A. Herzog (Textile Forschung 3, 76 [1921]) betont, daß nach seiner Ansicht ein Luftstrom keinesfalls abkühlend wirken dürfe, sondern nur vorgewärmt günstig auf einer Röste wirke.

¹⁶⁾ Zusammenfassung seiner Arbeitsergebnisse, z. B. in „La macerazione industriale delle piante tessili col *Bacillus felsineus*“ (Mailand 1920). Die wissenschaftliche Darstellung, z. B. in Le stazioni sperimentali agrarie italiane L, 1917; LII, 1919; Bolletino del Istituto Sicroterapico Milanese 1920.

¹⁷⁾ Z. Elektrochem. 24, 298 [1918]; Ber. 51, 1704 u. 1728 [1918].