

# Zeitschrift für angewandte Chemie

Band I, S. 25—32

Aufsatzteil

28. Januar 1919

## Über die Aufschließung der Bastfasern I.

Von Dr. PAUL KRAIS.

Mitteilung aus der chemisch-physikalischen Abteilung des Deutschen Forschungsinstitutes für Textilindustrie in Dresden.  
(Eingeg. 12/12. 1918.)

Die Nessel faser ist eine bei uns einheimische Naturfaser, die als ein spinnereitechnisch, fasertechnologisch und nach ihren Gebrauchseigenschaften vollwertiger Ersatz für Baumwolle angesehen werden kann. Es sind aber auch ernste Bestrebungen im Gange, aus Flachs und Hanf unter besonderen Bedingungen (Kotonisieren) und unter Verwertung der Abfälle, ferner auch auf Grund neuer, großzügiger Züchtungs- und Gewinnungsverfahren einen Baumwollersatz zu schaffen.

Nichts wäre törichter, als wenn man diese beiden von verschiedenen Grundlagen getragenen Bestrebungen gegeneinander in einen anderen als dem Ganzen zugute kommenden Wettstreit versetzen wollte. Wettstreit ist gesund, solange er sich auf die Wirtschaftlichkeit bezieht. Alles andere ist schädlich. Grundsätze, die die Kriegswirtschaft in vierjährigem Kampf mit den verschiedensten Interessen gezeitigt hat, müssen durch die gemeinsame Not verschweift werden.

Über die Aufschließung der Nessel ist in den letzten Jahren viel gearbeitet worden, auch sind einige drei bis vier Verfahren, die prinzipiell ziemlich verschieden sind, im großen in Gebrauch gekommen. Soviel man hört (d. h. man hört recht wenig), haften diesen Verfahren noch Mängel an, auf die aber hier nicht näher eingegangen werden soll.

Die Aufschließung der Bastfasern, insbesondere von Lein, Hanf und Ramie, ist ja ein Gebiet, über das eine reiche Patentliteratur und auch ein erheblicher Vorrat von technischer Erfahrung vorliegt. Zunächst handelte es sich daher für uns darum, das Vorhandene kennenzulernen und orientierende Versuche zu machen. Hieraus ergab sich, daß es wünschenswert sei, ein Verfahren zu finden, das so einfach und sicher ist, dabei möglichst billig, daß jeder Techniker, aber auch der Landmann, ja überhaupt jeder, der sich die Mühe gibt, Nesselstengel zu sammeln, selbst die Faser herstellen kann. Wenn es gelingt, ein solches Verfahren zu finden, ist vorauszusehen, daß der Sammeleifer sich steigern und damit die Fasergewinnung wachsen wird.

Meine Versuche gingen zunächst dahin, ein Verfahren zu finden, um den Holzteil des Stengels zu zerlegen und dabei die mit Pflanzengummi umkleidete Faser möglichst unversehrt zu erhalten. Lufttrockene oder bei bis 90° vorgetrocknete Stengel wurden im Vakuum mit verdünnter Schwefelsäure getränkt und dann vorsichtig erwärmt. Es gelang bei vorsichtigem Arbeiten, den Holzteil ziemlich weitgehend zu carbonisieren, während der Bast und mit ihm die Fasern unverletzt blieben. Doch war dieses Verfahren zu unsicher, um in der Hand des Laien Erfolg zu versprechen.

Weitere Versuche wurden mit Enzymen gemacht, deren Anwendung bereits durch die D. R. P. 36 781, Kl. 296 [1885] von Hosemann und Fiegel und 85 760 von Soltau [1895] zur Aufschließung von pflanzlichen Fasern vorgeschlagen worden ist. Es stellte sich heraus, daß lufttrockene Stengel, wenn man sie in einer 1/2% igen Natriumbicarbonatlösung mit Zusätzen von Enzymen der Bauchspeicheldrüse einige Tage bei etwa 35° stehen ließ, sehr stark verändert wurden, so daß beim bloßen Schütteln des Gefäßes die Fasern sich vom Holzstengel abtrennten und als einzeln sichtbare Fäden in der Flüssigkeit schwammen. Auf diese Weise wurde nach Auswaschen mit warmem und heißem Wasser eine fast völlig aufgeschlossene Faser erhalten, die sich durch eine kurze Kochung in verdünnter Soda- oder Natronlösung (ohne Druck) vollends isolieren ließ. Man mußte also vermuten, daß eine Art Verdauungsprozeß stattfindet.

Überraschend war bei genauerem Studium der Reaktion, daß bei einem Blankversuch mit 0,5% iger Bicarbonatlösung ohne Enzyme die Auflösung des Bastes genau ebenso vor sich ging!

Dieser Befund forderte eingehende Prüfung und führte zu dem Resultat, daß der Vorgang nach Zeit, Temperatur und Konzentration bestimmte Grenzen hat und außerdem von der Natur der Flüssigkeit selbst oder der im Wasser gelösten Stoffe abhängt. Alles deutet darauf hin, daß es sich um einen biologischen Vorgang handelt, dessen aktive Elemente von der Nessel selbst geliefert werden, d. h. um die Wirkung von Lebewesen oder Enzymen, die im Stengel vorhanden sind, und daß die zu wählende Lösung ziemlich genau auf diese eingestellt sein muß, wenn der Vorgang sich rasch und vollständig abspielen soll.

Die folgenden Versuchsreihen geben hiervon ein Bild. Die Versuche wurden in einem mit Asbestpappe umkleideten Blechkasten ausgeführt, in den die Gläser mit den Proben gestellt wurden. Der Kasten wurde von unten her durch 1—2 Kohlenfadenbirnen von 25 Kerzen Tag und Nacht geheizt und so auf 33—38° C gehalten. Für jeden Versuch wurden 10—12 lufttrockene Stengelstücke von etwa 12 cm Länge angewandt, die etwa 4 g wiegen; dazu 80 ccm Flüssigkeit. Um das Heraustreten der Stengel aus der Flüssigkeit zu verhüten, wurde ein loser Stopfen aus zusammengeknülltem Pergamypapier aufgesetzt. Zur Probenahme wurde ein Stengelstück herausgenommen, im Reagenzglas mit heißem Wasser übergossen und geschüttelt. Es wurde durch Stichproben nachgewiesen, daß es für die Probe gleichgültig ist, ob man warmes oder kochendes Wasser nimmt und aus welcher Region der Pflanze der Stengel stammt.

Die Beurteilung nach dem Schütteln erfolgte in vier Graden:

- 0 — keine Veränderung, der Stengel bleibt trotz heftigen Schüttelns unverändert.
- 1 — beginnende Aufschließung, es zeigen sich einzelne lose Fasern und Faserbündel.
- 2 — fast gut, die Ablösung vom Holzkern ist vollendet, die Fasern größtenteils isoliert, es sind aber noch Faserbündel vorhanden.
- 3 — ganz gut, das Holz erscheint weiß, die Fasern sind durchweg einzeln sichtbar.

Es sei noch vorbemerkt, daß das entschälte Holz sich als Streu, vielleicht auch als Papierstoff oder gar als Futtermittel verwenden lassen wird. Hierüber kann erst später Näheres ermittelt werden.

Die für die Frage entscheidenden Versuche wurden am 17./10. 1918 angesetzt und ergaben am 21. das Resultat, daß Bicarbonatlösung ohne Enzym ebenso wirkte wie mit diesem.

Daraufhin wurden zunächst Versuche angesetzt mit destilliertem Wasser, ferner mit 0,5% igen Lösungen von Bicarbonat, Soda, Natronlauge, Essigsäure und Schwefelsäure, alle bei etwa 35°. Alle bis auf zwei fielen gänzlich negativ aus, nur der mit Bicarbonat war nach drei, der mit Soda nach fünf Tagen = „3“ also ganz gut.

Hierauf wurden die Fragen der Konzentration (1) und Temperatur (2, 3) geprüft.

Warum die Ergebnisse mit 0,5% iger Sodalösung bei (1) ungünstiger waren als bei (5), ist mir noch nicht erklärlich, es sei denn, daß ich bei dieser ersten Serie noch nicht so eingearbeitet war wie bei den folgenden. Jedenfalls zeigt auch (5) zur Genüge den Vorzug des Bicarbonats und die Grenzen der Konzentration, die auch wegen des Verbrauchs von Chemikalien wichtig sind.

(1) Bei 33—38°:

	%	Tage			
		1	2	3	8
Bicarbonat . . . . .	0,25	0	0	0	0
	0,5	1	3	—	—
	1	0	1	3	—
	2,5	0	0	0	1
	5	0	0	0	0
Soda . . . . .	0,5	0	0	0	1
	1	0	0	0	1
	2,5	0	0	0	1
	5	0	0	0	0
	10	0	0	0	0

	%	Tage		
		1	2	3
(2) Bei 42—44°:				
Bicarbonat . . . . .	0,5	0	1	1
	1	0	1	2
	2,5	0	1	2
Soda . . . . .	0,5	0	0	2
	1	0	0	0

(3) Bei 60—65°:

Bicarbonat und Soda, wie oben, gaben 0 in 4 Tagen, ebenso

(4) bei Zimmertemperatur = 0.

Es wurden nun weitere Versuche gemacht auf der Basis von Normallösungen (5), von Lösungen aus anderen alkalischen Substanzen (6) und mit Bicarbonat unter Zusatz von Giften und Nährmitteln (7):

(5) Bei 33—38°:

	%	Tage		
		1	2	3
Destilliertes Wasser . . . . .		0	0	0
NaHCO <sub>3</sub> n-10 . . . . .	0,84	1	3	—
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> „ . . . . .	0,53	0	1	3
NaOH „ . . . . .	0,40	0	0	0
KHCO <sub>3</sub> „ . . . . .	1,00	1	3	—
K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> „ . . . . .	0,69	0	1	1
KOH „ . . . . .	0,56	0	0	0
NH <sub>4</sub> · HCO <sub>3</sub> <sup>1)</sup> „ . . . . .	0,82	1	3	—
NH <sub>3</sub> „ . . . . .	0,17	1	1	2

(6) Bei 33—38°:

Mg(HCO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> n-20 . . . . .	0,18	1	3	—
Mg(OH) <sub>2</sub> , Zusatz . . . . .	0,5	0	1	3
Ca(OH) <sub>2</sub> „ . . . . .	0,5	0	0	0

(7) Bei 33—38°:

n-10 Bicarbonat		Tage			
		1	2	3	4
Ohne Zusatz . . . . .		1	3	—	—
Chloroform . . . . .		0	0	0	0
Phenol . . . . .		0	0	0	0
Cyankalium <sup>2)</sup> . . . . .		0	0	1	2
Ammoniumnitrat . . . . .		0	1	2	3
Ammoniumnitrat und Na-tri-phosphat . . . . .		0	1	3	—

Eine weitere Reihe von Versuchen mit Lösungen von Calcium- und Magnesiumbicarbonat und deren Gemischen ergab wiederum das Resultat, daß Bicarbonate ganz besonders günstig wirken.

Daß es sich um eine biologische Reaktion handelt, ist wohl aus diesen vom chemischen Standpunkt aus angestellten Versuchen als erwiesen zu betrachten. Auch die in der Flüssigkeit entstehende schleimige Trübung, die an der Oberfläche vorhandenen Hautbildungen und der nach 3—4 Tagen sehr merkbare faulige Geruch sprechen dafür. Eine vorläufige mikroskopische Untersuchung ergab das Vorhandensein von Infusorien und Fäulnisbakterien. Eine genauere Untersuchung ist eingeleitet.

Alles deutet darauf hin, daß die „halbgebundene“ Kohlensäure oder die Kohlensäure überhaupt bei dem Vorgang wesentlich ist.

Es wurde versucht, festzustellen, ob die Kohlensäure allein instande ist, den Vorgang zu ermöglichen:

(10) Dest. Wasser, 33—36°, Durchleiten eines langsamen Kohlensäurestromes.

	1.	2.	3.	4. Tag
Nessel . . . . .	0	0	1	2

Dies muß noch genauer festgestellt werden.

Eine weitere Frage ist, ob das Licht bzw. dessen Abschluß (die Versuche wurden mit Ausnahme der bei gewöhnlichen Temperaturen gemachten im Dunkeln ausgeführt) von Einfluß ist.

Da die Versuche mit wildgewachsener Nessel angestellt waren, wäre es wohl wichtig gewesen, zu sehen, ob sie mit angepflanzter Nessel in gleicher Weise verlaufen. Leider war es nicht möglich, das Material rechtzeitig zu erhalten.

Für die praktische Anwendung des Verfahrens war es wichtig festzustellen, ob die Temperatur konstant auf 33—38° erhalten werden muß oder nicht. Versuche ergaben das befriedigende Resultat, daß der Vorgang nicht geschädigt wird, wenn zeitweilig niedrigere

<sup>1)</sup> n-10 Ammoniak, mit Kohlensäure gesättigt.<sup>2)</sup> Am 4. Tag, da das Resultat auffallend war, wurde die Lösung geprüft, der etwa 0,1 g KCN auf 80 ccm zugesetzt worden war. Es konnte keine Blausäure mehr nachgewiesen werden, während die ursprünglich angesetzte Lösung noch am 1. Tag deutlich danach gerochen hatte.

Temperaturen eintreten. Z. B. in  $\frac{1}{10}$ -n. Bicarbonat: 1 Tag warm (33—38°), 1 Tag kalt: 0; 16 Stunden warm, 8 Stunden kalt: 1; 16 Stunden warm: 3.

Es war interessant, angesichts dieser Ergebnisse zu prüfen, ob das D. R. P. 297 785 von Hildenbrand, Göppingen, auf ähnlichen Erscheinungen beruht, wie die vorgehend beschriebenen. In diesem Patent wird gesagt, daß man durch Zusatz von  $\frac{1}{2}$  bis 1 l Harn auf 500 l Wasser die Nessel innerhalb 60 Stunden bei 15° entbasten kann.

Es wurden zunächst Versuche mit destilliertem Wasser und Harn angesetzt (mit lufttrockener Nessel), wobei der Harnzusatz innerhalb weiter Grenzen variiert wurde. Auch nach sechstägiger Einwirkung war keinerlei Veränderung zu beobachten. Es sei aber bemerkt, daß diese und alle (ganz oder zeitweise) bei gewöhnlichen Temperaturen vorgenommenen Versuche im zerstreuten Tageslicht standen. Es wird zu versuchen sein, ob der Vorgang mit Harn im Dunkeln (und eventuell mit Göppinger Leitungswasser) im Sinne des Hildenbrand'schen Patents verläuft.

Andererseits ergab eine Versuchsreihe mit dem etwa 9° harten Dresdener Leitungswasser bei 33—36° folgendes Resultat:

(8)	1.	2.	3. Tag
Leitungswasser . . . . .	0	0	0
Leitungswasser + 2,5% Harn	0	1	3

Ebenso ergaben Versuche mit Lösungen von Calcium- und Magnesiumbicarbonat eine leichte Beschleunigung durch den Harnzusatz. Es geht daraus hervor, daß das Hildenbrand'sche Patent nur unter gewissen Bedingungen gilt. Jedenfalls dürfte es besser sein, mit chemisch bestimmten und regelmäßigen Lösungen zu arbeiten. Auf alle Fälle aber scheint der Vorgang nicht bei gewöhnlicher Temperatur vor sich zu gehen, denn mit Leitungswasser und 2,5% Harn bei gewöhnlicher Temperatur (Minimum 9°, Maximum 17°) ist auch nach 5 Tagen noch keinerlei Aufschließung zu sehen. Es ist kaum vorzusetzen, daß das Wasser in Göppingen die Eigenschaft hat, mit dem Harnzusatz bei 15° den Vorgang zu ermöglichen, vielmehr wird man vermuten dürfen, daß die Temperatur in Göppingen zeitweise höher gestiegen ist.

Es wurde nun ferner das Verfahren auch auf andere Pflanzen ausgedehnt (9) und ergab die gleichen oder fast gleiche Resultate:

(9) n-10 Bicarbonat, 33—38°:

	Tag	1.	2.	3.	4.
Nessel . . . . .		0	2	3	—
Lupinen, dünne Stengel . . . . .		0	0	1	3
Lupinen, dicke Stengel . . . . .		0	0	1	3
Lupinen, dicke Stengel, gebrochen . . . . .		0	1	2	3
Flachsstengel . . . . .		0	1	2	3
Flachsstengel, gebrochen . . . . .		0	2	3	—
Hanfstengel . . . . .		0	1	2	3
Hanfbast . . . . .		0	2	3	—

Man kommt angesichts dieser Ergebnisse zu dem Schluß, daß es überhaupt verfehlt sein dürfte, die Faserpflanzen zu brechen, wodurch man eine Unmenge Holzsplitter in das Fasermaterial bringt, die nur sehr schwer zu entfernen sind; es sei denn, daß man lange, starke, noch in Bündeln zusammenhängende Fasern gewinnen will, wie beim Schwingflachs. Es wird sich empfehlen, genau zu ermitteln, ob es nicht in den meisten Fällen zweckmäßiger ist, die Stengel ganz zu lassen, damit sie sich leicht von den Fasern trennen lassen. Bei Lupinen, Flachs und Hanf ist, soweit die ersten Versuche erkennen lassen, die Aufschließung mindestens ebensogut wie bei der Nessel: nach Übergießen mit heißem Wasser und Trocknen erhält man fast weiße, vollständig klebfreie Fasern. Eine Anschauung hiervon gibt das Bild auf S. 27; die oberen nicht aufgeschlossenen Teile der Stengel wurden mit Paraffin getränkt, um sie vor der Benetzung zu schützen, an den unteren Teilen sieht man den entblößten Stengel nebst den zugehörigen Fasern.

Das Ergebnis ist ungefähr die folgende allgemeine Vorschrift:

Die lufttrockenen Stengel werden in 20facher Flottenmenge untergetaucht etwa 3 Tage in einer 0,5—1%igen Lösung von Bicarbonat (oder in hartem Wasser mit Harn oder in Ammoniak, auch in 0,5% iger Sodalösung) bei etwa 35° liegengelassen.

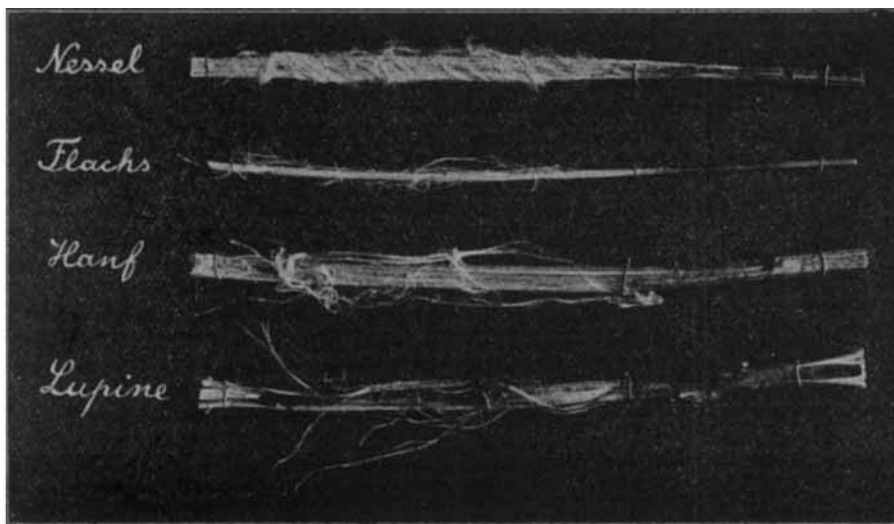
Wenn die Einhaltung dieser Temperatur Schwierigkeiten macht, kann der Vorgang auch intermittierend bewerkstelligt werden (Sonne, Dachboden, Mistbeet).

Hierauf (d. h. wenn eine mit heißem Wasser übergossene Probe zeigt, daß sich die Fasern vollständig ablösen und vereinzelt sind)

wird die Flüssigkeit abgelassen oder die Stengel herausgenommen und mit 80° heißem Wasser übergossen. Hierdurch wird der Vorgang unterbrochen, die Holzstengel können herausgezogen und wie oben angedeutet, verwendet werden; die Fasermasse wird auf einem Sieb gesammelt und nochmals ausgewaschen.

Wenn man die so erhaltene Fasermasse trocknet, so findet man, daß sie immer noch verklebende Bestandteile enthält. Diese lassen sich durch Kochen mit 1–2% iger Soda- oder Ätznatronlösung entfernen; ein viel billigeres und einfacheres Verfahren ist aber das folgende:

Man knetet die noch feuchte Fasermasse mit einem dünnen Brei von Lehm, Ton, Kieselgur u. dgl., formt sie zu Klumpen und trocknet diese bei gewöhnlicher oder leicht erhöhter Temperatur. Dann legt man sie in Wasser, knetet sie wieder, bis die Fasern sich vom Schlamm



trennen, gießt über ein Sieb und wäscht gut aus. Wenn man nun die Fasern trocknet, so kleben sie nicht mehr, sondern lassen sich für die Spinnerei verwenden; durch sanftes Klopfen mit einem Holzhammer auf einer Holzunterlage (im großen durch Behandlung auf einer Klopfe oder Schlagmaschine) läßt sich vollständige Weichheit erzielen.

Man hat davon gehört, daß es auch geplant sei, die Nessel lediglich zur Gewinnung von Papierstoff zu sammeln und anzupflanzen. In diesem Falle würde man Fasermasse und Holzstengel zusammen weiterverarbeiten können, oder man könnte die Holzstengel wohl in der für Holz üblichen Weise weiter aufschließen (z. B. mit Sulfit) und dann getrennt oder mit der Fasermasse vermahlen und zu Papier verarbeiten.

Ohne behaupten zu wollen, daß dieses Verfahren denen des Großbetriebes ohne weiteres überlegen ist, wird es doch wünschenswert sein, daß man es gründlich prüft. Auf jeden Fall sind folgende Vorteile, die es zu bieten scheint, zu beachten:

1. Es kommen keine Holzsplitter in die Fasern;
2. es sind keine besonderen Apparate und höheren Temperaturen (Trockenkammern, Brechmaschinen, Druckkessel) nötig, sondern nur einfache, überall vorhandene offene Gefäße (Fässer, Kübel, Gruben);
3. es werden fast keine oder gar keine Chemikalien gebraucht;
4. die Abwässer sind unschädlich, da sie keine ätzenden Alkalien enthalten (für größere Einrichtungen wäre wohl ein Rieselfeldbetrieb empfehlenswert);
5. das Verfahren läßt sich auch im kleinen allgemein anwenden (dadurch werden die Transportschwierigkeiten vermindert);
6. die abfallenden Holzstengel lassen sich nach aller Voraussicht gut verwenden.

Da das Deutsche Forschungsinstitut für Textilindustrie es als seine Aufgabe betrachtet, der ganzen deutschen Textilindustrie nach Möglichkeit zu nützen, so werden die vorstehenden Ergebnisse ohne jeden Vorbehalt oder Schutz veröffentlicht, es steht also jedem frei, sie sich zunutze zu machen.

[A. 178.]

## Die Nahrungsmittelchemie im Jahre 1917.

Von J. RÜHLE.

(Fortsetzung von S. 21.)

### 6. Mehle und Backwaren, Teigwaren, Körnerfrüchte.

Paul<sup>190)</sup> spricht über den Säuregrad der Lebensmittel, insbesondere des Brotes, und betont, daß viel mehr als bisher zwischen dem Gehalte an titrierbarer Säure und dem Säuregrade, d. i. der Konzentration des Wasserstoffs unterschieden werden müssen. Hals und Heggenhagen<sup>191)</sup> haben polarimetrische Stärkebestimmungen in Körnern und Müllereierzeugnissen nach dem Ewerschen Verfahren<sup>192)</sup> vorgenommen, für das sie eine genaue Vorschrift geben. Wessling<sup>193)</sup> bespricht die Bestimmung und die Verteilung der Feuchtigkeit im Brote; der Feuchtigkeitsgehalt schwankt in Abhängigkeit von der Entfernung von Kruste und Mitte des Brotes; eine regelmäßige Zunahme nach der Mitte ist nicht zu erkennen. Nach Mohorčič<sup>194)</sup> findet beim Backen von Brot auch eine Hydrolyse der im Mehle vorkommenden Pentosane zu Pentose statt. Fornet<sup>195)</sup> erörtert die Herstellung von Vollkornbrot nach Finkler, Schlüter, Klopfer und Grosz (Großwittbrot), während welcher die an sich schwer vom Körper aufnehmbare Kleie weitgehend aufgeschlossen und leicht resorbierbar wird<sup>196)</sup>. Nach Baker<sup>197)</sup> bewirkt ein Gemisch von Brauerei- und Brennereihefe eine befriedigende Teiggärung, jene trägt zur Gärung selbst mit bei, wirkt aber auf die Gärzeit etwas verlängernd.

Die Auseinandersetzung zwischen Klostermann und Scholta<sup>198)</sup> und Abel<sup>199)</sup> wird fortgesetzt; sie betrifft im wesentlichen die Ausführung des Verfahrens und die Berechnung

der Ergebnisse. — Der Gedanke, der dem ganzen Verfahren zugrunde liegt, die hohe Alkalität der Kartoffelasche im Vergleich zu dem Mangel an Alkalität der Getreideasche zum Nachweise der Kartoffel in Brot zu verwenden, ist unzweifelhaft gut, indes solange nicht bei den erheblichen Schwankungen dieser Alkalitätswerte, die vorkommen, ein umfangreiches Untersuchungsmaterial hierüber vorliegt, nur mit Vorsicht zu gebrauchen (Ref.). v. Fellenberg<sup>200)</sup> vereinfacht die Bestimmung der Kartoffel im Brote, indem er die Alkalität auf die Trockensubstanz bezieht und nicht auf die Asche, wie dies bisher geschah.

Über Versuche in Frankreich zur Streckung des Weizenmehles beim Brotbacken mit Gerste, Mais, Reis, Maniok und Erdnußmehl berichtet Balland<sup>201)</sup>. Die Versuche sind günstig ausgefallen. Zur Verbesserung des Geschmacks des Kriegsbrottes empfehlen Lapique und Legendre<sup>202)</sup> Neutralisierung der durch die Gärung der Schalenbestandteile gebildeten Säuren durch Anmachen des Teiges mit Kalkwasser, Le Roy<sup>203)</sup> empfiehlt, an dessen Stelle Calciumglucosate zu verwenden, die noch besser als Kalkwasser wirken.

<sup>190)</sup> Angew. Chem. **31**, III, 243 [1918].

<sup>191)</sup> Landw. Vers.-Stat. **90**, 391 [1917]; Angew. Chem. **31**, II, 21 [1918].

<sup>192)</sup> Z. öff. Chem. **21**, 232 [1915]; Chem. Zentralbl. **1915**, II, 759.

<sup>193)</sup> J. Ind. Eng. Chem. **8**, 1021 [1916]; Chem. Zentralbl. **1918**, I, 663.

<sup>194)</sup> Arch. f. Hygiene **86**, 241 [1917]; Chem. Zentralbl. **1917**, II, 71.

<sup>195)</sup> Umschau **21**, 834 [1917]; Angew. Chem. **30**, II, 122 [1917].

<sup>196)</sup> Vgl. Fortschrittsbericht für 1916; Angew. Chem. **30**, I, 265 [1917].

<sup>197)</sup> J. Soc. Chem. Ind. **36**, 836 [1917]; Angew. Chem. **31**, II, 163 [1918].

<sup>198)</sup> Z. Unters. Nahr.- u. Genußm. **33**, 306 [1916]; **34**, 165 [1917]; Angew. Chem. **31**, II, 132 [1918]; vgl. auch Fortschrittsbericht für 1916; Angew. Chem. **30**, I, 265 [1917].

<sup>199)</sup> Z. Unters. Nahr.- u. Genußm. **33**, 115, 499 [1917]; Angew. Chem. **30**, II, 326, 382 [1918].

<sup>200)</sup> Mitteilg. Lebensm.-Hyg. **8**, 203 [1917]; Chem. Zentralbl. **1917**, II, 833.

<sup>201)</sup> Compt. rend. **164**, 712; **165**, 990 [1917]; Angew. Chem. **31**, II, 86 [1918]; Chem. Zentralbl. **1918**, I, 361.

<sup>202)</sup> Compt. rend. **165**, 316; Chem. Zentralbl. **1918**, I, 37.

<sup>203)</sup> Compt. rend. **165**, 416 [1917]; Chem. Zentralbl. **1918**, I, 37.