

weniger gute Resultate erzielt werden als mit Rohware, wie sie vom Stuhl kommt, die also neben den Begleitkörpern der Rohbaumwolle noch die in der Schlichte enthaltenen Körper, wie Stärke, Leim usw., enthält, so ist anzunehmen, daß diese während des Veredlungsprozesses mehr oder weniger gelöst und wieder ausgefüllten Substanzen in oder auf der Faser niedergeschlagen werden und zur Erhöhung des Effektes dienen.

Infolge der Öffnung der Fäden, ihrer Kräuselung und Schrumpfung gelingt es, je nach den verwendeten Garnnummern und der Einstellung des Gewebes Grenzen, die dem Spinner und Weber maschinell gezogen sind, zu überschreiten und Gewebe zu erzeugen, die neben dem weichen Griff ein derartiges geschlossenes, gleichmäßiges Fadenbild zeigen, wie es bisher nicht möglich war.

Die behandelte Faser zeigt eine leichte Gilbung, die sie in der Farbe der Rohwolle und Rohseide ähnlich macht, die erforderlichenfalls aber durch Bleichen nach den für Baumwolle gebräuchlichen Methoden entfernt werden kann. Durch nachträgliches Mercerisieren wird der Glanz der behandelten Faser größer, der Griff aber härter und kälter, die Ware also leinenähnlicher.

Färberisch besitzt die Faser, ähnlich der mercerisierten Faser, eine größere Verwandtschaft zu den Farbstoffen, so daß beim Färben auf das größere Ziehvermögen der Farbstoffe entsprechende Rücksicht zu nehmen ist.

Das neue Veredlungsverfahren ist durch Patente oder Anmeldungen im In- und Ausland geschützt und wird durch die Philana A.-G. in Basel ausgebeutet. Im Gegensatz zu dem Mercerisierungsprozeß, der technisch in einfacher Weise durchgeführt werden kann und daher in dem Kleinbetrieb jeder Färberei und Druckerei ausgeübt wird, bietet das „Philanieren“ in technischer Beziehung so erhebliche Schwierigkeiten, daß es nicht möglich ist, es in den gewöhnlichen Textilveredlungsbetrieben durchzuführen. Denn es handelt sich darum, in apparativer Hinsicht die Schwierigkeiten zu überwinden, welche durch die Behandlung der Stoffe mit hochkonzentrierter Salpetersäure entstehen, wobei Apparate zur Verwendung gelangen müssen, welche selbst widerstandsfähig gegen diese sind. Selbst wenn diese Schwierigkeiten von großen Textilveredlungsbetrieben überwunden werden könnten, so ist für sie die Bewirtschaftung der für den Philanierungsprozeß notwendigen großen Mengen Salpetersäure ein weiterer technischer und kalkulatorischer Hinderungsgrund. Handelt es sich doch nicht nur darum, die nötigen Mengen Salpetersäure heranzuschaffen, sondern vor allem darum, die auffallenden großen Mengen mehr oder weniger stark verdünnter Säure zu erfassen und zu verwerten, um den darin gebundenen Stickstoff nicht zu verlieren.

Infolgedessen kommt für die Durchführung der Philanierung nur eine chemische Fabrik in Betracht. Daher wird das Philanieren in den Höchster Farbwerken vorgenommen, in deren bedeutende Anlagen zur Herstellung synthetischer Salpetersäure sich das „Philanieren“ ohne Zwang einpaßt und die seit einigen Monaten das Verfahren im kontinuierlichen Betrieb aufgenommen haben. Nach dem Philanieren werden die Stoffe dann in den Textilveredlungsbetrieben, den Färbereien und Druckereien, in üblicher Weise fertiggestellt. Der Umstand, daß der größte Teil der Indanthren- und anderen Küpenfarbstoffe das Philanieren aushalten, ermöglicht es, nicht nur Waren, die erst nach dem Philanieren gefärbt und bedruckt werden, herzustellen, sondern auch Buntgewebe, die durch die Einführung der echten Küpenfarb-

stoffe einen so großen Aufschwung erhalten haben, zu philanieren.

Wenn bisher im großen nur das Philanieren von Stückware durchgeführt ist, so sei noch erwähnt, daß die Behandlung von Garn und loser Baumwolle oder Vorgespinnst ebenfalls möglich ist. Allerdings geht man bei Verarbeitung solchen Materials mehr oder weniger des Vorteils verlustig, den man bei der Behandlung von Stückware durch die Öffnung des Fadens und den dadurch und durch die Schrumpfung hervorgerufenen Schluß im Gewebe erzielt. Aber andere Effekte, wie z. B. durch das Verspinnen philanierter Baumwolle mit Wolle, werden dadurch erreichbar sein.

Unzweifelhaft bedeutet das Philanaverfahren einen großen Fortschritt. Die Verteuerung, welche die Baumwollstoffe durch das Philanieren erfahren, werden durch die veredelten Eigenschaften bei weitem aufgewogen. Neben dem schöneren Aussehen und dem weicheren Griff ist vor allem die größere Festigkeit und Dauerhaftigkeit hervorzuheben. Es steht zu erwarten, daß die deutsche Textilindustrie unter Ausnutzung der Vorteile der philanierten Faser neue Artikel bringen wird, die sich einen berechtigten Platz zwischen der billigen, dem Verschleiß aber leichter unterworfenen Baumwolle und der teuren, aber haltbareren Wolle sichern werden. Und wenn das Verfahren infolge seiner Schwierigkeiten nur von der chemischen Großindustrie durchgeführt werden kann, so wird damit zwischen der Teerfarbenindustrie und der Textilindustrie ein neues Band geschlungen, dessen Knüpfung hoffentlich zum Vorteil beider Teile und damit zum Vorteil unserer gesamten Wirtschaft führt.

[A. 162.]

## Die Bedeutung des Kaliums für die pflanzliche Kohlehydraterzeugung.

Auf der Rostocker Hauptversammlung in der Fachgruppe für anorganische Chemie vorgetragen

VON TH. SABALITSCHKA.

Nach Versuchen mit H. A. Wiese.

(Eingeg. 12./6. 1924.)

Bei der Hauptversammlung des Vereins deutscher Chemiker zu Stuttgart im Jahre 1921 berichtete Dr. W. Mayer<sup>1)</sup> eingehend über „Neuere Ansichten über die Rolle des Kaliums im Pflanzen- und Tierkörper“. Diese Ausführungen wurden noch ergänzt durch die Abhandlung von P. Krische<sup>2)</sup>: „Die Kalisalze im Tier- und Pflanzenkörper, die Grundlage ihrer volkswirtschaftlichen Bedeutung“ im Precht-Heft der Z. ang. Ch. 1922. Daher darf ich von einem ausführlichen Bericht der bisher zur Aufklärung der Funktion des Kaliums im Pflanzenkörper ausgeführten Versuche wohl absehen. Trotzdem möchte ich nicht ganz auf einen Überblick über die bisherigen Forschungsergebnisse verzichten, soweit diese die Beziehung des Kalis zur Kohlehydratsynthese betreffen. J. v. Liebig wußte auch schon von der Beziehung des Kalis zu den Kohlehydraten; sagt er doch: „Das Kali ist mit den Kohlehydraten vergesellschaftet“. v. Liebig war es also schon bekannt, daß Kali hauptsächlich dort in großen Mengen vorkommt, wo Kohlehydrate gebildet oder umgebildet werden. Spätere Untersuchungen konnten dies nur bestätigen, da sie das meiste Kali in den jugendlichen Organen, den Kohlehydrat bildenden Blättern und den Kohlehydrat aufspeichernden Samen, Knollen und Rhizomen fanden. Man hat auch beobachtet,

<sup>1)</sup> Z. ang. Ch. 34, 589 [1921].

<sup>2)</sup> Z. ang. Ch. 35, 423 [1922].

daß gerade unsere wichtigsten Kohlehydratlieferanten, Zuckerrübe und Kartoffel, besonders des Kalis bedürfen, daß durch Kalidüngung auf kaliarmen Böden der Zucker- und Stärkegehalt von Zuckerrübe und Kartoffel vermehrt, und der Anteil der reservestoffspeichernden Organe, wie Samen, Früchte, Wurzeln und Knollen am Aufbau des Pflanzenkörpers erhöht wird, und daß die Bäume beim frühjahrlichen Austreiben das im Holz vorhandene Kali stark mobilisieren. Diese Feststellungen verdanken wir besonders Maerker<sup>3)</sup>, Hellriegel<sup>4)</sup>, Willfarth<sup>5)</sup>, H. Wißmann<sup>6)</sup> und A. Rippel<sup>7)</sup>. Eingehende Versuche über die Bedeutung des Kaliums für die Kohlehydratphotosynthese stellte J. Stoklasa<sup>8)</sup> mit seinen Mitarbeitern an. Er ist der Ansicht, daß die Kohlensäure, welche durch die Spaltöffnungen eintritt, von der chlorophyllhaltigen Zelle sofort absorbiert und das vorhandene Kaliumcarbonat in Kaliumbicarbonat umgewandelt wird. Das Kaliumbicarbonat gelangt dann in das Protoplasma der Gewebsselemente. Die Reduktion des Kaliumbicarbonats wird durch die Lichtenergie bewirkt. Der Mechanismus dieser photochemischen Reaktion geht in der chlorophyllhaltigen Zelle so vor sich, daß aus Kaliumbicarbonat unter Einwirkung von Licht Ameisensäure, Sauerstoff und Kaliumcarbonat entstehen. Die Ameisensäure zersetzt sich dann weiter in Formaldehyd und Sauerstoff. Der Formaldehyd kondensiert sich bei Gegenwart von Kali zu Hexosen. Das entstandene Kaliumcarbonat geht unter Einwirkung von Kohlendioxyd und Wasser wieder in Bicarbonat über, dieses wird durch den Einfluß des Lichtes wieder zersetzt usw. Stoklasa schreibt auch der Radioaktivität des Kaliums eine Bedeutung für die Umsetzungen im Pflanzenkörper zu.

Man hat aber auch noch andere Funktionen des Kaliums im Pflanzenkörper angenommen, auf die hier nicht eingegangen sei. Krichsche meint in seiner erwähnten Abhandlung, daß man über die physiologische Wirkung des Kalis in der Pflanze noch wenig orientiert ist, und daß es noch ernster Forschung bedarf, ehe diese wichtige Frage endgültig gelöst ist. Seit mehreren Jahren studiere ich den Chemismus der pflanzlichen Kohlehydratsynthese, wobei es mir gelang, durch Zufuhr von Formaldehyd den Gehalt der Pflanzen an Zucker und Stärke im Dunkeln zu erhöhen. Ich ging auch dem Einfluß anorganischer Stoffe auf die Kohlehydratsynthese nach, wobei mich die bereits vorliegenden, soeben erwähnten Untersuchungsergebnisse anhielten, vor allem die Beziehung zwischen Kalium und Kohlehydratsynthese zu prüfen.

Gemeinsam mit Wiese bot ich verschiedenen Pflanzen sowohl in Gefäß- wie in Freilandversuchen unter

sonst gleichen Bedingungen verschiedene Mengen von Kalium, beobachtete die Entwicklung der Pflanzen, ermittelte den Ernteertrag und bestimmte den Zucker- und Stärkegehalt der Ernte. Die Gefäßversuche wurden in Bechern aus Jenaer Glas ausgeführt, die zur Abhaltung des Lichtes von den Wurzeln in Hülsen aus Zinkblech gesteckt waren. Jedes Gefäß wurde mit 500 g mit Salzsäure ausgekochtem, ausgeglühtem Seesand beschickt, dem normale Mengen von Monocalciumphosphat, Calciumcarbonat, Magnesiumsulfat, Chlornatrium, Ferrosulfat und Ammoniumnitrat zugesetzt waren. Nur der fünfte Teil des Ammoniumnitrats wurde als Grunddüngung gegeben, je zwei Fünftel als Kopfdüngung im weiteren Verlauf der Vegetation.

Ferner enthielten die Gefäße Kaliumsulfat in ansteigenden Mengen, und zwar berechnet auf  $K_2O$ : Gefäß I 0,0 g, Gefäß II 0,0006 g, Gefäß III 0,006 g, Gefäß IV 0,033 g, Gefäß V 0,066 g, Gefäß VI 0,133 g, Gefäß VII 0,333 g und Gefäß VIII 0,532 g. Die Kalimengen verhielten sich somit in den Gefäßen wie  $0 : \frac{1}{200} : \frac{1}{20} : \frac{1}{4} : \frac{1}{2} : 1 : 2,5 : 4$ . Die Kaligabe in Gefäß VI ist gleich 1 angenommen, da sie der gewöhnlich bei normaler Grunddüngung verwendeten Kalimenge am nächsten liegt<sup>9)</sup>. Wir benutzten zu den Gefäßversuchen *Phaseolus vulgaris*, *Abart nanus* L., die Buschbohne (*Saxonia*), *Tropaeolum majus* L., die Kapuzinerkresse, *Fagopyrum esculentum* Moench, den echten Buchweizen und *Vicia Faba* L., die Saubohne.

In den kalifreien und kaliarmen Beeten entwickelten sich die Keimlinge am schnellsten, in den mit Kali überdüngten sehr langsam oder gar nicht. Auch Stengel und Laubblätter wurden bei Kalimangel anfangs rascher ausgebildet als bei genügender bis überschüssiger Kaligabe; später zeigten aber die Pflanzen der mittleren Kaligaben die beste Entwicklung von Stengel und Blättern. Mit ansteigender Kaligabe war auch das Wachstum bis zur optimalen Kalidüngung immer üppiger, bei weiterer Steigerung der Kaligabe zeigte es dann eine immer stärkere Hemmung oder Reduktion. Die Blätter der mit Kali überdüngten Pflanzen waren klein und dunkelgrün, die der an Kalimangel leidenden Pflanzen waren groß, hellgrün und häufig gefleckt.

Dies steht in Übereinstimmung mit den Angaben von Nobbe<sup>10)</sup>, Stoklasa und Matousek<sup>11)</sup> und Wagner<sup>12)</sup> sowie im Gegensatz zu den Angaben von Schneidewind<sup>13)</sup>, Remy<sup>14)</sup>, Freysoldt<sup>15)</sup>, Clausen<sup>16)</sup> und anderen. Zuerst blühten die Pflanzen der mittleren Kaligaben, später die der höheren, während die an Kalimangel leidenden Pflanzen kaum zum Blühen kamen.

Wir ernteten die Pflanzen, wenn die in der Entwicklung sich befindenden gerade zu blühen begannen. Die

<sup>9)</sup> Vgl. H. Wießmann, Z. f. Pflanzen-Ernährung u. -Düngung II A, 3 [1923]. E. A. Mitscherlich in Abderhalden, Handbuch der biolog. Arbeitsmethoden, Abt. XI, Teil 2, S. 219–220.

<sup>10)</sup> Nobbe, Über die organ. Leistung d. Kaliums in der Pflanze, Chemnitz 1871, S. 85.

<sup>11)</sup> Stoklasa u. Matousek, Beiträge zur Kenntnis der Ernährung der Zuckerrübe, 1916, S. 206.

<sup>12)</sup> Die Ernährung der Pflanze 6, 217 [1910].

<sup>13)</sup> Schneidewind, V. Bericht über die Versuchswirtschaft, Lauchstädt 1904. Deutsche Landw. Presse 31, 485 [1904]. Die Kalidüngung 27, 34 u. 56 [1910].

<sup>14)</sup> Remy, Nährstoffmangelerscheinungen unserer Kulturpflanzen 1914, S. 31.

<sup>15)</sup> Die Ernährung der Pflanze 13, 37 [1917].

<sup>16)</sup> Clausen, Bericht über Versuchsergebnisse an der landwirtsch. Schule in Heide 1914, S. 10, 11, 37, 48, 58, 64, 79.

<sup>3)</sup> Arbeiten d. D. L. G., Heft 56 (1901); Heft 67 (1902). C. C. 1902, II, 763.

<sup>4)</sup> Zeitschr. d. Ver. f. d. Zuckerindustrie d. D. R. 1893, 945. C. 1894, II, 616.

<sup>5)</sup> Zeitschr. d. Ver. f. d. Zuckerindustrie d. D. R. 1901, 993. C. 1902, I, 367. Arbeiten d. D. L. G., Heft 68, 1 [1902]. C. 1902, I, 1304.

<sup>6)</sup> Z. f. Pflanzen-Ernährung u. -Düngung 2 A, 1 [1923].

<sup>7)</sup> Bioch. Zeitschr. 135, 518 [1923].

<sup>8)</sup> J. Stoklasa u. W. Zdobnický, Bioch. Zeitschr. 30, 433 [1911]. Sitzungsbericht d. Wien. Akad. d. Wissensch., math.-naturw. Kl. 119, Abt. II b, Oktober 1910. Monatshefte f. Chemie 32, 53 [1911]. C. 1911, I, 720. J. Stoklasa, E. Senft, F. Stranak u. W. Zdobnický, Sitzungsber. d. Wien. Akad. d. Wissenschaft, mathem.-naturw. Kl. 120, Abt. I. J. Stoklasa, J. Sebor u. W. Zdobnický, Bioch. Zeitschr. 41, 333 [1912]. J. Stoklasa, Zeitschr. f. d. landwirtsch. Versuchsw. in Österreich 15, 711. C. 1912, II, 1307. Bioch. Zeitschr. 82, 310 [1917]; 108, 109, 140, 173 [1920].

geernteten Pflanzen, gleichviel an der Zahl, wurden sofort in a) Wurzeln, b) Stengel und Blattstiele, c) Blattspreiten getrennt, und die Frischgewichte und Blattflächen ermittelt. Mit steigender Kaligabe stiegen zuerst sämtliche anfallenden Gewichtsmengen bis zu einem Höchstbetrage an, der bald der Düngung IV, bald der Düngung V zukam; bei weiterem Ansteigen der Kalidüngung nahmen die Gewichtsmengen wieder ab. Die ursprünglich als normale Kaligabe angenommene Düngung VI entsprach somit nicht der günstigsten Düngung, sie war bereits zu hoch. Ähnlich verhielt sich auch der Gehalt der Blattspreiten an Zucker und Stärke, sowohl bei Berechnung auf gleiche Blattflächen wie auf gleiche Gewichte der frischen Blätter. Doch traten hier mitunter Unregelmäßigkeiten in dem Verlauf der Kulturen ein. So stieg z. B. bei Kapuzinerkresse der Gehalt der Blätter an Kohlehydraten von Düngung VI bis zur Düngung VIII wieder erheblich an, obwohl er bereits von Düngung V zu Düngung VI stark gefallen war. Dafür war aber das Erntegewicht der Blätter von Düngung VIII und VII gegenüber dem Erntegewicht der Blätter von Düngung VI so stark reduziert, daß bei Berechnung der jeweils in den Blättern einer gleichen Anzahl Pflanzen erhaltenen absoluten Kohlehydratmengen die Kurve von Düngung VI bis zur Düngung VIII nicht mehr anstieg, sondern fiel. Der größten absoluten Kohlehydratmenge entsprach nicht immer das höchste Erntegewicht, auch nicht immer die üppigste Entwicklung der Pflanzen. Die Wirkung des Kalis auf die pflanzliche Kohlehydratproduktion ergibt sich am eindeutigsten aus der Kurve der absoluten Kohlehydratmengen der Blätter einer gleichen Anzahl Pflanzen.

Die so erhaltenen Kurven steigen mit der Zunahme des Kaligehaltes des Nährbodens zuerst an bis zum Höchstbetrag, welcher der für die Kohlehydratbildung günstigsten Kalikonzentration des Nährbodens entspricht, um dann wieder dauernd zu fallen. Der Höchstbetrag liegt nicht bei allen Pflanzen bei derselben Düngung; er schwankt zwischen Düngung IV und V. Die kalifreien und kaliarmen Beete ergaben nur geringe Mengen von Zucker und Stärke; mit steigender Kalidüngung steigen die erzielten Kohlehydraterträge sehr stark; bei Überdüngung fallen sie wieder erheblich, bleiben aber immer noch über den Kohlehydratmengen, welche die kalifreien Beete ergaben. Auch in letzteren waren die Pflanzen nicht absolut kalifrei, da ja schon die Samen Kali enthalten, das allerdings für die normale Entwicklung der Pflanzen nicht genügt. Die Erzeugung der Kohlehydrate ist also abhängig von der vorhandenen Kalimenge; übersteigt diese aber eine bestimmte Höchstgrenze, so nehmen die geernteten Kohlehydrate wieder ab, was wir durch anderweitige Schädigungen der Pflanzen erklären möchten. Daß Kali im Überschuß nicht direkt die Kohlehydratproduktion herabsetzt, darf man wohl daraus schließen, daß bei steigender Überdüngung mit Kali die Kohlehydrate in den Blättern nicht im gleichen Grade vermindert werden, wie die übrige Pflanzensubstanz; das ergibt sich aus der bereits erwähnten Beobachtung, daß der prozentuale Kohlehydratgehalt der Blätter bei starker Überdüngung mit Kali wieder ansteigt.

Für die Freilandversuche standen uns zwei Landstücke zur Verfügung, das eine im Garten des Pharmazeutischen Instituts der Universität Berlin, das andere im Versuchsgarten der „Botanischen Zentralstelle für Nutzpflanzen“ am Botanischen Garten und Museum Berlin, beide in Berlin-Dahlem gelegen. Auch bei dieser Gelegenheit möchten wir dem Direktor des Pharmazeutischen Instituts, Geh.-Rat Prof. Dr. Thoms, und den

Leitern der Botanischen Zentralstelle, Prof. Gilg und Prof. Graebner, bestens danken. Die Landstücke waren beide kaliarm, was für unsere Versuche günstig war. Wir wandten für 1 qm Beetfläche die 130 fache Menge der für ein Gefäß benutzten Salze an. Ammoniumnitrat wurde im gleichen Verhältnis wie bei den Gefäßversuchen als Grund- und Kopfdüngung gegeben.

Zu den Versuchen dienten wieder die Buschbohne und die Saubohne, ferner *Spinacia oleracea* L., Spinat und *Solanum tuberosum* L., Kartoffel (Kaiserkrone). Die einzelnen Flächen wurden möglichst gleichmäßig mit den Samen oder Knollen besetzt. Die während der Vegetation gemachten Beobachtungen entsprechen im allgemeinen den bereits bei den Gefäßversuchen beschriebenen, wenn hier auch die Schädigung sowohl durch ungenügende wie durch übermäßige Kalidüngung nicht so stark in die Erscheinung trat wie dort. Die Krautentwicklung der Kartoffel war in den kaliarmen Beeten am üppigsten. Die Kurven des durchschnittlichen Zucker- und Stärkegehaltes der Blätter entsprechen bei den vier Pflanzen ziemlich den bei den Gefäßversuchen erhaltenen Kurven. Es setzt aber hier die Kurve bereits höher ein als bei den Gefäßversuchen, da hier ja schon von vornherein nicht unter Ausschluß von Kali gearbeitet wurde. Die Gewichtsmengen der Ernte an grünen Bohnen verhielten sich für Düngung I:IV:VIII wie 45:105:75, die Gewichtsmengen des Spinates verhielten sich für Düngung I:V:VIII wie 25:42:35.

Die Ernte der Kartoffeln ergab für 10 qm Fläche:

	Frischgewicht in kg	Anzahl der Knollen	Stärke in kg
ohne Düngung	9	272	1,9
bei Düngung IV	13,5	192	3,1
bei Düngung VIII	9,8	155	2,0

Das höchste Frischgewicht der Ernte wurde bei Düngung IV erzielt, zugleich die höchste Stärkeproduktion. Das Gewicht der Einzelknolle stieg mit der Kaligabe an und blieb dann ziemlich konstant. Ohne Kalidüngung waren die Kartoffelknollen klein, bei Düngung IV erreichten sie mitunter ein Gewicht von einem Pfund.

Der Zuckergehalt der Knollen war sehr gering und fiel mit dem Ansteigen der Kaligabe. Der Stärkegehalt der Knollen zeigte im Gegensatz zu dem Stärkegehalt der Blätter keine erheblichen Verschiedenheiten; er schwankte zwischen 20,5 und 23,5 %, berechnet auf Knollenfrischgewicht. Ein anderes Bild erhält man aber bei Berechnung der von 10 qm Fläche gewonnenen Stärkemenge.

Sofort nach der Ernte stellten wir auch die Größe der Stärkekörner fest. Durch Messen der mittleren Durchmesser und Zählen der Körner fanden wir aus je fünf Knollen als Durchschnitt:

	Große Körner	Mittlere Körner	Kleine Körner
bei Düngung I	6,5%	13,6%	79,9%
" " IV	4,4%	76,4%	19,2%
" " VIII	13,6%	9,6%	76,8%

Als große Körner sprechen wir nach P a r o w <sup>17)</sup> solche an, deren mittlerer Durchmesser mehr als 35  $\mu$  war, als mittlere solche vom mittleren Durchmesser 22—35  $\mu$ , als kleine solche, deren mittlerer Durchmesser weniger als 21  $\mu$  betrug. Bei Kalimangel und Kaliüberdüngung sind die kleinen Körner in der Mehrzahl, bei normaler Kalidüngung die mittleren. Da von der Gleichmäßigkeit und Größe der Stärkekörner die Güte der Stärke abhängt, ist dies für die Technik wohl von Bedeutung.

<sup>17)</sup> Zeitschr. f. Spiritusindustrie 45, 119 [1922].

Durch Kaliüberdüngung wird die Größe der Stärkekörner auch anders beeinflußt als durch Stickstoffüberdüngung. Wir sehen hier bei Überdüngung zwar eine starke Verminderung der mittleren Körner von 76,4 % auf 9,6 %, aber ein Ansteigen der großen Körner von 4,4 % auf 13,6 %; bei ähnlichen Versuchen mit wechselnder Stickstoffdüngung konnte ich gemeinsam mit Böhm<sup>18)</sup> nur mehr 10 % mittlere und 90 % kleine Körner feststellen, große also überhaupt nicht mehr, wenn Stickstoff in erheblichem Überschuß war.

Wir studierten noch das Verhalten des Kaligehaltes der Blätter von Bäumen während der Vegetationsperiode, insbesondere beim herbstlichen Abfall der Blätter. C. M. Tucher und B. Tollens<sup>19)</sup> geben zwar an, daß das Kali in den Blättern der Platane, *Platanus occidentalis*, vor dem Absterben erheblich abnimmt, B. Schulze und J. Schütz<sup>20)</sup> konnten dies bei den Blättern von *Acer Negundo* L. nicht beobachten. Wir untersuchten den Kaligehalt der Blätter von *Populus nigra* L., der Schwarzpappel von Mitte Juni bis Mitte Oktober und von *Hedera helix* L., dem Efeu, von Mitte Juni bis Februar. Bei der Pappel stieg der Kaligehalt der Blätter von Mitte Juni bis Mitte Juli an; Anfang September war er dann wieder etwas gefallen, so daß er dem Kaligehalt vom Juni entsprach. Nunmehr nimmt er aber bis Ende September stärker ab, obwohl die Blätter noch grün sind; kurz vor dem Abfallen der dann gelben Blätter beträgt der Kaligehalt noch 0,28 %, während er im Juli 0,85 % betrug, berechnet auf das Gewicht der frischen Blätter. Zwei Drittel des Kalis waren also aus den Blättern in die Zweige oder in den Stamm ausgewandert. Bei den dauernd grünen Blättern des Efeu stieg der Kaligehalt von Juni bis Ende September etwas an, wo er 0,75 % betrug. Im November nahm er unerheblich ab, so daß er dem Gehalt der Juniblätter entsprach, worauf er bis zum Februar wieder etwas anstieg. Die grünen Blätter des Efeu geben also im Herbst ihr Kali nicht in erheblichen Mengen an die Zweige zurück. Ebenso wie die Pappelblätter verhalten sich aber die allmählich gelb werdenden, also absterbenden Efeublätter; bei ihnen sank der Kaligehalt gleichfalls auf ungefähr den dritten Teil der gefundenen Höchstmenge. Der auf den Kaligehalt seines Standortes angewiesene Baum ist also bestrebt, das dem Standort entnommene Kali möglichst zu behalten, es nicht mit den vom Winde hinweggewehten Blättern zu verlieren.

Man könnte schon daraus schließen — wenn es nicht längst durch andere Beobachtungen bekannt wäre —, daß das Kali für die Pflanze ein sehr wichtiger Stoff ist, daß ihm im Pflanzenkörper sehr wichtige Funktionen zukommen. Nach den Ergebnissen früherer Forschungen und nach den soeben berichteten Untersuchungsergebnissen darf man dem Kalium eine Bedeutung für die pflanzliche Kohlehydratsynthese zuschreiben. Damit sei nicht bestritten, daß ihm auch noch andere Funktionen im Pflanzenkörper zukommen können, wie wiederholt angenommen wurde; auch möchte ich damit nicht behaupten, daß nur Kalium und sonst keine anderen anorganischen Stoffe, abgesehen von Kohlendioxyd und Wasser, für die Kohlehydratsynthese von Bedeutung sein können. [A. 134.]

<sup>18)</sup> Böhm, Dissertation, Berlin 1924.

<sup>19)</sup> J. f. Landwirtsch. 48, 39 [1900].

<sup>20)</sup> Die Landw. Versuchsstat. 71, 299 [1909].

## Über die Beziehung zwischen den Ausflußzeiten des Kleverschen Schnellviscosimeters<sup>1)</sup> und des Englerschen Viscosimeters.

Von HELMUT W. KLEVER, Dr.-Ing. ROBERT BILFINGER und Dipl.-Ing. KARL MAUCH.

Mitteilung aus dem Chemisch-technischen Institut der Technischen Hochschule Karlsruhe.

(Eingeg. 5./6. 1924.)

Der Vergleich der Ausflußzeiten aus Meßpipetten von 5–6 ccm Meßraum und den Ausflußzeiten des Engler-Viscosimeters ergab, wie auf S. 696 dieser Zeitschrift angeführt ist, kein direktes Proportionsverhältnis dieser Werte. Diesen Befund hatten H. W. Klever und R. Bilfinger<sup>2)</sup> auch bei Anwendung der ursprünglich an den Pipetten angebrachten Glas-capillaren festgestellt. Die Pipetten trugen nämlich anfänglich Glascapillaren von 15 oder 40 mm Länge und etwa 1,5–1,8 mm Durchmesser. Die Länge der Capillaren hatte keinen Einfluß auf die Gestalt der Eichkurven. So gaben wir der kürzeren Form den Vorzug. Ein Übelstand der Glascapillaren war aber ihre Zerbrechlichkeit. Leicht splitterten kleine Stellen von den Abtropfflächen ab, wodurch der Eichwert der Pipetten beeinträchtigt wurde. Aus diesem Grunde wurden die Glas- durch Metall(Messing)capillaren von 15 mm Länge und etwa 1,5 mm Durchmesser ersetzt, die an die Glaspipetten angekittet sind.

Die mit den Glas- und Messingcapillaren erhaltenen Eichkurven (auf der Ordinate die mit Engler-Viscosimeter gemessenen Englerzahlen der Eichöle, auf der Abszisse die Ausflußzeiten aus den Pipetten in Sekunden) besitzen ähnlichen Verlauf. Leider müssen wir auf die graphische Darstellung der Krümmung der Kurven verzichten, weil die Knickpunkte erst bei sehr großem Maßstabe deutlich sichtbar werden und zuviel Raum und Papier beanspruchen würden. Wir bringen die Verhältnisse jedoch in folgender Art und Weise zur Vorstellung:

Nach Eichzahlen, die H. W. Klever und K. Mauch an 10 Pipetten mit Messingcapillaren beobachtet haben, sind die Tabellen 1, 2 und 3 zusammengestellt. Tabelle 1 bringt die wahren Englerwerte von 16 Eichölen im Bereiche von 1,26–46,70 Englergraden und die Ausflußzeiten dieser Öle aus den 10 Pipetten in Sekunden (s. Tabelle 1 auf umstehender Seite).

Um den Verlauf der Eichkurven zahlenmäßig zu zeigen, haben wir dieselben in großem Maßstabe aufgezeichnet und ihre Endpunkte durch eine Gerade miteinander verbunden. Die Gerade stellt eine hypothetische Kurve vor, die aussagen würde: Englergrade und Ausflußzeiten der Pipetten stehen in einfachem, direktem Verhältnis. Nun bedingt die konkave Krümmung der wirklichen Eichkurven, daß die auf derselben abgelesenen Englergrade niedriger liegen, als die Englergrade, die man für dieselben Pipettenausflußzeiten auf der „hypothetischen Geraden“ ablesen würde. Die Differenz dieser Werte gibt ein klares Bild von der Form der wirklichen Eichkurven. Die auf der hypothetischen Geraden abgelesenen Englergrade nennen wir „hypothetische Englergrade“ im Gegensatz zu den auf den Eichkurven liegenden „wirklichen Englergraden“. Die ersteren Werte haben wir zur Kontrolle noch aus

<sup>1)</sup> Siehe S. 696 dieser Zeitschrift.

<sup>2)</sup> Vgl. Diplomarbeit R. Bilfinger, Karlsruhe 1918.