

Zur Bestimmung der Stärke und des Traubenzuckers in Nahrungsmitteln mittelst Fehling'scher Lösung.

Von

C. Faulenbach.

(Mittheilung aus dem Laboratorium der Landwirthschaftlichen Versuchsstation Bonn).

(Der Redaktion zugegangen am 2. Juni 1883).

Es fehlt uns bis jetzt an einer brauchbaren und leicht ausführbaren Methode zur Bestimmung von Stärke in Nahrungsmitteln etc. und dürfte diesem Uebelstande auch durch die neuerdings von Märcker veröffentlichte Methode¹⁾, welche der Verfasser speciell in ihrer Anwendung auf die Ermittelung des Stärkegehaltes der Kartoffeln empfiehlt, nicht abgeholfen sein. Die Methode beruht bekanntlich darauf, dass Stärke, wenn sie unter Druck mit Wasser auf eine Temperatur von etwa 140° C. erhitzt wird, in Lösung geht. Das Filtriren und Auswaschen der Stärke vom Rückstande hat dann ebenfalls bei hoher Temperatur zu geschehen, da sich sonst Stärke wieder ausscheidet und auf dem Filter zurückbleibt. In diesem Umstand liegt der Fehler, welcher die Methode bei Untersuchung von Nahrungsmitteln für die meisten Fälle unbrauchbar macht. Ist nämlich nur einigermaßen viel Rückstand oder ein zur Verstopfung des Filters besonders geeigneter Rückstand vorhanden, so geht das Filtriren so langsam vor sich, dass es unmöglich ist, den Inhalt des Filters auf der nöthigen hohen Temperatur zu erhalten, wodurch natürlich Fehler entstehen müssen.

¹⁾ Landwirthschaftliche Versuchsstationen, 25. Bd., S. 112.

Es existirt aber ausserdem die auch von Märcker offen gelassene Frage, ob nicht das Erhitzen mit Wasser unter Druck ausser Stärke noch andere Stoffe in Lösung bringt, welche später auf Fehling'sche Lösung wie Zucker wirken könnten. Abgesehen von alledem wird man das genannte Verfahren, sowie auch das noch weit ungenauere des Ueberführens mit Schwefelsäure unter Druck, gerne mit einem solchen vertauschen, bei welchem die grosse Unzuverlässigkeit des Arbeitens mit dem Druckfläschen in Wegfall kommt.

Das von mir zu beschreibende Verfahren bildet eine Modification der Methode von Medicus, welche auf der Wirkung der Diastase beruht. Nach den bisherigen Angaben ist bekanntlich längeres Behandeln mit einer bestimmten Menge Diastase enthaltenden Malzinfusums und nachherige vollständige Ueberführung durch Inversion mit Salzsäure vorgeschrieben. Es ist ausserdem die Menge des in dem verwandten Volumen Malzlösung enthaltenen Zuckers zu ermitteln und in Abzug zu bringen.

Der Grund für die ungenauen Resultate, welche die Methode bisher lieferte, ist darin zu suchen, dass:

1. Durch das Zurücktitriren des in dem Malzauszug enthaltenen Zuckers der analytische Fehler verdoppelt wird, und
2. sich in dem Malzauszug Stoffe befinden, welche nach längerem Erwärmen mit Salzsäure Zersetzungsprodukte bilden, die ebenfalls reducierend auf die Kupferlösung einwirken.

Diese Zersetzungsprodukte bilden sich allmählich und in unbestimmter Menge welche von Zeitdauer der Einwirkung, Temperatur und Concentration der Lösung abhängig ist, und deren Einfluss durch die Gegenprobe nur ungenau festgestellt wird, ein Umstand, welcher natürlich das Resultat alteriren muss.

Das Prinzip der von mir in Vorschlag zu bringenden Modifikation beruht nun einfach darauf, dass von einer

auf geeignete Weise bereiteten Diastaselösung schon ganz verschwindend geringe Mengen hinreichen, um grössere Quantitäten Stärke in lösliche Form überzuführen, so dass der in der Diastaselösung enthaltene Zucker gar nicht in Betracht kommt. Es fällt also zunächst das Zurücktitriren des Zuckers der Malzlösung fort, auch ist die Arbeit vor dem Einfluss der oben erwähnten Zersetzungsprodukte geschützt. Mit dieser Vereinfachung ist, abgesehen davon, dass durch dieselbe die Hälfte der Arbeit gespart wird, eine bedeutend kürzere Zeitdauer der Untersuchung überhaupt verknüpft, so dass jetzt eine Stärkebestimmung binnen wenigen Stunden ausführbar ist. Die Diastase wirkt nämlich bedeutend schneller, als man in den bisherigen Vorschriften angegeben findet.

Ich theile zunächst eine von Dr. Stutzer mir angegebene Vorschrift zur Bereitung der Diastaselösung mit.

3½ kgr. frisches Grünmalz wurde in einem Mörser zerstoßen, mit einer Mischung von 2 Liter Wasser und 4 Liter Glycerin übergossen und unter bisweiligem Umrühren 8 Tage lang stehen gelassen, dann wurde die Flüssigkeit von dem Unlöslichen abgepresst und filtrirt.

Die Wirkungsweise dieser Lösung stellte ich auf folgende Weise fest: In einen Stärkekleister, dargestellt aus 15 gr. Stärke und 100 cc. Wasser, wurden 3 Tropfen derselben gebracht und diese Mischung einer Temperatur von 60° C. ausgesetzt. Die Flüssigkeit fing alsbald an, immer klarer zu werden und da bereits nach einer halben Stunde nur noch wenig Stärke ungelöst zu sein schien, so unterbrach ich den Versuch, um die Menge der übergeführten Stärke zu ermitteln. Dieselbe betrug 13 gr. Hierzu ist jedoch zu bemerken, dass eine so energische Umsetzung nur so lange stattfindet, als eine nicht zu geringe Menge Stärke im Ueberschuss ist und dass, soll auch der letzte Rest von Stärke in kurzer Zeit gelöst werden, eine etwas grössere Diastasemenge erforderlich ist. Zur Ermittlung dieser bei quantitativen Analysen anzuwendenden Diastasemenge dienten folgende Versuche:

Es wurden 5, 2, 1 und $\frac{1}{2}$ gr. Stärke mit je 100 cc. Wasser verkleistert, jede Portion mit 5 Tropfen Diastaselösung versetzt und eine halbe Stunde lang auf einer Temperatur von 60° erhalten. Nach dieser Zeit waren die beiden kleinsten Mengen Stärke vollkommen umgesetzt, während bei den beiden grösseren ein kleiner Rest verblieben war. Dieser Rest betrug bei der Portion von 5 gr. nur verhältnissmässig Weniges mehr, als bei derjenigen von 2 gr.

Bei einer Wiederholung dieses Versuches und Ausdehnung der Erwärmungsdauer auf eine Stunde, fand ich, dass alsdann auch die 2 gr. Stärke eine vollständige Umsetzung erfahren hatten, und dass der Rückstand der 5 gr. wiederum nur ganz wenig betrug. Zu dem Verfahren, nach welchem die jeweilig übergeführten Stärkemengen bestimmt wurden, will ich noch bemerken, dass dies durch Inversion der klar filtrirten Lösung durch Salzsäure und Titrirung mit Fehling'scher Lösung geschah, welchem Verfahren genaue Feststellungen des Verhältnisses zwischen Stärke und Kupferlösung vorhergegangen waren.

Als Resultat der beschriebenen Versuche nahm ich an, dass es auf alle Fälle ausreichend ist, zur Ueberführung von 1 gr. Stärke 5 Tropfen Diastaselösung zu verwenden. Da nun aber erst 15 Tropfen dieser Lösung 1 mgr. Zucker enthalten, so schlage ich vor, um auch aller Abschätzung der zu bestimmenden Stärke enthoben zu sein, zu Analysen immer 15 Tropfen zu verwenden und hierfür 1 mgr. Zucker in Abzug zu bringen. Die bei Analysen anzuwendende Stärkemenge beträgt zweckmässig nicht über 2 gr. Ich glaube nicht, dass eine auf gleiche Weise bereitete Diastaselösung im Zuckergehalt erheblich abweichen wird, indessen dürfte es immer rathsam sein, den letzteren festzustellen.

Ein grosser Vorzug dieser nach Angabe von Stutzer bereiteten Diastaselösung ist noch deren Haltbarkeit. Eine Lösung, welche ein Jahr alt war und im warmen Laboratorium gestanden hatte, zeigte noch vollständig ihre ursprüngliche Wirksamkeit.

Nachdem die Umwandlung der Stärke in lösliche Form beendigt ist, erfolgt die weitere Ueberführung derselben in Traubenzucker durch Salzsäure, nachdem die durch Diastase unlöslich bleibenden Stoffe (Cellulose etc.) abfiltrirt sind. Um das beschwerliche Auswaschen des Niederschlages zu vermeiden, verwendet man zur weiteren Verarbeitung ein gemessenes Quantum des Filtrates der vorher auf ein bestimmtes Volumen gebrachten Flüssigkeit. Hinsichtlich der Behandlung mit Salzsäure bemerke ich vielen gegentheiligen Ansichten gegenüber, dass zu diesem Zwecke einige Tropfen Salzsäure nicht genügen, dass vielmehr eine grössere Quantität derselben nothwendig ist. Die erwähnten Ansichten haben vielleicht ihre Ursache darin, dass sich Rohrzucker allerdings schon mit Leichtigkeit durch geringe Mengen Salzsäure invertiren lässt, auf die hier in Betracht kommenden Verbindungen kann dies jedoch keine Anwendung finden. Es sind vielmehr, wie ich durch Versuche festgestellt habe, bei der Ueberführung derselben 25 cc. concentrirter Salzsäure anzuwenden. Diese Menge reicht aus, alle bei Analysen in Betracht kommenden Quantitäten sicher während dreistündigen Erwärmens auf dem Wasserbade überzuführen. Sachsse und Mæreker geben ebenfalls an, dass eine grössere Menge Salzsäure erforderlich sei.

Ist die Inversion mit Salzsäure beendet, so hat die Neutralisation mittelst Natronlauge sehr sorgfältig zu geschehen, da selbst schon geringe Mengen überschüssiges Alkali ein anderes Reduktionsverhältniss zwischen Zucker und Kupferlösung herbeiführen. Es ist zweckmässig, der Flüssigkeit zu diesem Behufe etwas Lakmuskinktur zuzusetzen.

Was nun die Bestimmung von Traubenzucker mittelst Fehling'scher Lösung im allgemeinen anlangt, so habe ich nach der umfangreichen Soxhlet'schen Arbeit¹⁾ keinen Grund mehr, mich eingehend über das Thema zu verbreiten. Auch ich habe ausführliche Untersuchungen über dasselbe angestellt, und kann hieran die Bemerkung knüpfen, dass

¹⁾ Siehe Fresenius's Zeitschrift, 1881, S. 425.

ich im grossen Ganzen und vornehmlich, was die in Betracht kommenden theoretischen Erörterungen anlangt, zu denselben Resultaten gekommen bin.

Für Untersuchung von Nahrungsmitteln etc. genügt es, die Flüssigkeit zur titriren und kann die zeitraubende gewichtsanalytische Bestimmung des Kupfers umgangen werden, wenn bei dem Titrir-Verfahren die nöthigen Vorsichtsmassregeln beachtet werden. Als die richtigste Bestimmungsweise erscheint mir, wechselnde Quantitäten Kupferlösung der Einwirkung bestimmter Mengen Zuckerlösung auszusetzen und durch Filtriren, Prüfen des Filtrats auf Kupferüberschuss diejenige Menge Kupferlösung zu ermitteln, zu deren Reduction jene bestimmte Menge Zuckerlösung gerade ausreicht. Durch die folgenden Ausführungen möchte ich eine Methode angeben, die sich nach meinen Erfahrungen aus practischen Gründen als am zweckmässigsten bewährt hat.

Wenn feststeht, dass die Relation zwischen Kupfer und Zuckerlösung eine von der Concentration beider abhängige ist, so geht hieraus die Bedingung hervor, bei quantitativen Analysen bestimmte Verdünnungsverhältnisse einzuhalten. Es ist aber offenbar, dass diese Bedingung, die zu titrirende Zuckerlösung auf einen bestimmten Gehalt zu bringen, eine Arbeit bedeutend umständlicher macht — ich erinnere nur daran, dass man ja nicht Messgefässe beliebiger Grössen zur Verfügung hat — und dass dies um so mehr der Fall ist, je enger die Grenzen für die Concentration gezogen sind. Nun verändert sich aber das Verhältniss beider Lösungen zu einander bei verschiedener Concentration um so weniger, je verdünnter dieselben überhaupt sind, und aus diesem Grunde verwende ich eine sehr verdünnte Zuckerlösung. Die Herabdrückung des Gehaltes der Lösung hat natürlich dort ihre Grenzen zu finden, wo andere Ursachen anfangen, die Genauigkeit der Bestimmung zu beeinflussen. Unter Berücksichtigung dieser Sätze bin ich in meiner Praxis zu dem Resultate gelangt, dass der Gehalt der Zuckerlösung zwischen 0,1—0,2% betragen kann. Durch die grosse Verdünnung sind die Schwankungen des Reductionsverhältnisses so gering

geworden, dass die Grenzen für den Gehalt der Zuckerlösung nach dieser Angabe ausgedehnt werden können. Der Vortheil hiervon ist klar, braucht man doch nur den Gehalt der zu analysirenden Substanz annähernd zu kennen, um das richtige Verhältniss sogleich zu treffen. Ich will hierzu bemerken, dass ich die Vorprüfung einer Zuckerlösung, ob eine Correction des Gehaltes derselben nothwendig ist, nicht durch Titriren mittelst der Bürette, sondern ebenfalls auf die gewöhnliche Weise bewerkstellige, was bei einiger Uebung sehr rasch geschehen ist und wodurch die ganze Titriren-Einrichtung mittelst der Bürette fortfällt; bei gefärbten Flüssigkeiten kann man die letztere ohnedies nicht benutzen.

Was nun die Angabe anlangt, dass die Schwankungen der Resultate, welche durch differirenden Gehalt der Zuckerlösung innerhalb der bezeichneten Grenzen herbeigeführt werden, wirklich nur unbedeutend seien, so habe ich bei doppelt ausgeführten Analysen häufig Gelegenheit gehabt, die Richtigkeit derselben zu beobachten, so dass ich es für unnöthig hielt, eine grössere Anzahl Beleg-Analysen hierfür aufzuführen. Ich theile einige Fälle dieser Art mit.

1. Zu bestimmen ist Stärke in Mehl:

| | | | |
|--------------------------------|----------------------|----------|-----------------------|
| a) Der Gehalt der Zuckerlösung | 0,11 ⁰ o. | gefunden | 50,67 ⁰ o. |
| b) " " " | 0,19 " | " " | 50,32 " |

2. Zu bestimmen ist Zucker in einem Kindernährmittel.

| | | | |
|--------------------------------|-----------------------|----------|-----------------------|
| a) Der Gehalt der Zuckerlösung | 0,098 ⁰ o. | gefunden | 10,02 ⁰ o. |
| b) " " " | 0,18 " | " " | 9,97 " |

3. Zu bestimmen ist Zucker in Tokayer:

| | | | |
|--------------------------------|----------------------|----------|-----------------------|
| a) Der Gehalt der Zuckerlösung | 0,12 ⁰ o. | gefunden | 25,60 ⁰ o. |
| b) " " " | 0,20 " | " " | 25,42 " |

Es können also die angegebenen Grenzen ohne Bedenken acceptirt werden.

Das Reduktionsverhältniss zwischen Fehling'scher Lösung und Traubenzucker, welches der Berechnung der nach vorliegenden Angaben ausgeführten Analysen zu Grunde zu legen ist, habe ich wie 100:0,509 gefunden. Zur Feststellung dieses Verhältnisses war ich der Lage aus dem

Laboratorium des Herrn Prof. Schreiber erhaltenen, angeblich vollkommen reinen, schön krystallisirten Traubenzucker verwenden zu können. Das Präparat hatte das ausgezeichnete Aussehen. Von dem wenigen hygroskopischen Wasser wurde es durch Trocknen bei 90° befreit und hatten die auf das allersorgfältigste ausgeführten Versuche folgendes Resultat.

Viermal wurde eine gewogene Menge Traubenzucker — je $\frac{1}{2}$ —1 gr. — gelöst und die Flüssigkeit auf 500 cc aufgefüllt. Nach den Ergebnissen der Titration brauchten 100 cc. Fehling'scher Lösung zur Reduction Gramm Traubenzucker: 0,5081, 0,5086, 0,5094, 0,5100. Die Resultate sind hier in der Reihenfolge verzeichnet, wie sie der Menge des angewandten Traubenzuckers auf dasselbe Volumen Wasser entspricht. Es berechnet sich aus diesen gut übereinstimmenden Ergebnissen als Mittel, dass 100 cc. Fehling'scher Lösung = 0,509 gr. Traubenzucker sind, unter Einhaltung der angegebenen Verhältnisse.

Aus mehreren Gründen erscheint es wünschenswerth, den Titer der Fehling'schen Lösung von Zeit zu Zeit controliren zu können. Da reiner Traubenzucker hierzu bis jetzt im Handel kaum zu haben sein dürfte, so wird dies in den meisten Fällen ohne grosse Umstände nicht möglich sein. Es war nun meine Absicht, durch Inversion und Titrirung von Stärke ein Mittel zur Controle der Fehling'schen Lösung an die Hand zu geben. Die hierüber ausgeführten Untersuchungen ergaben leider Differenzen in den von verschiedenen Stärkesorten erhaltenen Resultaten, bei vollkommener Uebereinstimmung der Resultate einer Sorte unter sich, so dass ich meine Absicht aufgab. Ich bin den Ursachen dieser Erscheinung nicht weiter nachgegangen, glaube dieselben jedoch in dem verschiedenen Aschengehalt der Stärke, sowie in dem Wassergehalt, welcher derselben beim Trocknen bei 100° noch verbleibt, suchen zu müssen. Obwohl ich also mit diesen Versuchen den beabsichtigten Zweck nicht erreicht habe, wollte ich es nicht unterlassen, das Ergebniss derselben mitzutheilen. Sehr gut ist es dagegen auf die angeordnete Weise möglich, vergleichende Untersuchungen darüber

anzustellen, ob sich der Wirkungswerth einer Fehling'schen Lösung verändert hat, wenn man eine Sorte Stärke beibehält. Man benutze alsdann reine ungetrocknete Stärke, welche in gut schliessenden Gefässen aufbewahrt wird. Das Abfiltriren der Cellulose ist in diesem Falle nicht nöthig und vermeidet man hierdurch zwei Messungen.

Ich komme nunmehr zur Ausführung der Titration selbst. Mit den zur Vorschrift des vorliegenden Verfahrens gehörenden Angaben möchte ich mir erlauben, einige Bemerkungen über die praktische Ausführung der Titration selbst zu verbinden, da von Einzelheiten hierbei das Resultat beeinflusst sein kann.

Von der 0,1—0,2procentigen Zuckerlösung entsprechen je 10 cc. = 2,0—4,0 cc. Fehling'scher Lösung. Es wird zunächst durch Versuche mit je 10 cc. Zuckerlösung und wechselnden Mengen Fehling'scher Lösung festgestellt, wieviel von letzterer jene 10 cc. Zuckerlösung reduciren. Die Mischungen werden in grossen Reagircylindern (ca. $2\frac{3}{4}$ cm. breit, 20 cm. lang) in einem, in vollen Sieden befindlichen Wasserbade so lange erwärmt, bis das Kupferoxydul sich gut abgesetzt hat. Alsdann wird durch dichtes Papier klar filtrirt, wobei man die zuerst filtrirte Flüssigkeit in der Regel zurückgiessen muss und das Filtrat nach dem Ansäuern mit Schwefelwasserstoffwasser auf Kupferüberschuss geprüft. Hat man auf diese Weise z. B. gefunden, dass zur Zersetzung von 10 cc. Zuckerlösung 3,0 cc. Kupferlösung zu wenig, 3,1 cc. aber zu viel, so wird zu den letzten Reactionen das vierfache beider Flüssigkeitsmengen verwendet und zwar werden jetzt 5 Reactionen zugleich angestellt, zwischen welchen nunmehr die Grenze liegen muss. Es würden das im angenommenen Falle je 40 cc. Zuckerlösung und 12,0, 12,1, 12,2, 12,3 und 12,4 cc. Fehling'scher Lösung sein. Ich bemerke ausdrücklich, dass diese Reactionen zu gleicher Zeit angestellt werden müssen. Fährt man mit den einzelnen Reactionen fort, bis man die Grenze zwischen zweien gefunden zu haben glaubt, so erhält man leicht etwas abweichende Resultate. Der Grund hierfür liegt in Folgendem. Selbst bei Zucker-

überschuss erhält man im Filtrat eine schwache Kupfer-
 reaction, so dass sich schwer entscheiden lässt, ob dieselbe
 von wirklichem Kupferüberschuss herrührt. Diese Reaction
 verstärkt sich allmählig etwas, so dass ein mit einer frischen
 Reaction angestellter Vergleich erst recht zu Irrthümern
 führen wird. Hat man jedoch die 5 Reactionen nebeneinander
 stehen, so lässt sich ganz genau entscheiden, wo die eigent-
 liche Kupferreaction anfängt. Aus diesem Grunde müssen
 auch die beiden in Betracht kommenden Reactionen mit der
 vierfachen Menge noch einmal mitausgeführt werden, welche
 vorhin schon mit 10 cc. Zuckerlösung angestellt wurden.
 Diese Reactionen führe ich in Stehcylindern aus, welche auf
 weissem Papier aufgestellt sind. Zum Messen der Zucker-
 lösung ist eine Bürette zweckmässig, zum Messen der Fehling-
 schen Lösung eine in $\frac{1}{10}$ cc. getheilte 10 cc. Pipette. Zum
 Filtriren habe ich mich immer schwedischen Filtrirpapiers
 mit gutem Erfolg bedient. Von Differenzen, welche durch
 das von demselben zurückgehaltene Kupfer entstehen sollen,
 habe ich nie etwas wahrgenommen. Es mag das Zurück-
 bleiben löslichen Kupfers hauptsächlich dann stattfinden,
 wenn letzteres im grossen Ueberschuss ist, was ja im vor-
 liegenden Fall nicht zutrifft. Sollte aber wirklich durch den
 erwähnten Umstand eine kleine Differenz eintreten, so wird
 man doch vollkommen unabhängig von derselben arbeiten,
 sofern man bei der Berechnung die auf dieselbe Weise fest-
 gestellte Relation benutzt. Das Filtriren selbst ist für die
 Erzielung genauer Resultate von der grössten Wichtigkeit,
 weshalb mir noch einige Worte über dasselbe erlaubt seien.
 Es ist streng auf ein vollkommen klares Filtrat zu achten,
 selbst dann, wenn die Trübung von anderen Körpern als
 Kupferoxydul herzurühren scheint. Es kommen graue und
 gelbe, häufig aus feinvertheiltem Kupferoxydul bestehende
 Trübungen vor, da dasselbe in fein vertheiltem Zustande
 andere Farben annehmen kann. Ich giesse grundsätzlich
 wenigstens die ersten cc. jeder Lösung einmal zurück. Zur
 Prüfung auf Kupfer habe ich Ferrocyankalium prinzipiell
 verworfen, da dasselbe bei Gegenwart von Eisen nicht zu

brauchen ist, in diesem Falle vielmehr zu Irrthümern führen kann und ich mit Schwefelwasserstoffwasser ebenso genaue Resultate erziele.

Ich fasse jetzt das beschriebene Verfahren in einigen Beispielen aus der Praxis zusammen.

1. Zu bestimmen Stärke in einem zucker- und dextrinfreien Mehl.

2 gr. werden in einem 500 cc. Kolben mit etwa 100 cc. Wasser erwärmt um die Stärke zu verkleistern. Alsdann werden 15 Tropfen Diastaselösung zugegeben, womit die Flüssigkeit etwa zwei Stunden auf 50—60° zu erhalten ist. Nach dieser Zeit wird aufgefüllt und filtrirt, vom Filtrat 250 cc. in einen 500 cc. Kolben gebracht, mit 25 cc. concentrirter Salzsäure versetzt und drei Stunden auf dem Wasserbade erwärmt. Nachdem jetzt neutralisirt und aufgefüllt ist, wird titirt. Die Berechnung geschieht unter Benutzung des angegebenen Faktors für Traubenzucker in bekannter Weise nach der chemischen Formel, wonach 100 Traubenzucker = 90 Stärke sind.

2. Zu bestimmen Stärke und lösliche Kohlehydrate in einem Leguminosenmehl:

Die Bestimmung der Gesamtmenge beider Bestandtheile geschieht genau nach dem ersten Beispiele. Die Stärke wird aus der Differenz berechnet, nachdem die Menge der löslichen Kohlehydrate auf folgende Weise ermittelt ist. 10 gr. Substanz werden in einem 500 cc. Kolben mit Wasser übergossen — wobei man darauf zu achten hat, dass sich keine Knollen bilden — und unter öfterem Umschütteln eine Zeit lang stehen gelassen. Nachdem alsdann aufgefüllt und filtrirt ist, werden 250 cc. des Filtrats wie im ersten Beispiel angegeben, weiter behandelt. Um ein ganz klares Filtrat zu erhalten, setzt man der Flüssigkeit vorher etwa 25 cc. gesättigter Alaumlösung und ebenso viel aufgeschlemmtes Kupferoxydhydrat zu, welches zweckmässig nach der Vorschrift von Fassbender¹⁾ zu bereiten ist. Wenn sich hierbei

¹⁾ Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft 1880. S. 1821.

etwas Kupfer löst, so scheidet sich dasselbe nachher beim Neutralisiren sehr gut wieder ab, und ist die Lösung in diesem Falle vor dem Titriren noch einmal zu filtriren.

3. Zu bestimmen Traubenzucker in einem Tokayer.
5 gr. werden auf 1 Liter aufgefüllt und titirt.

Analytische Belege.

Nach den angegebenen Beispielen ausgeführte Analysen lieferten folgende Resultate:

I. Zucker- und dextrinfreies Mehl.

Stärke gefunden:

| | | | |
|--------|---------|---------|---------|
| Nr. 1. | 64,01% | 64,25% | 64,31% |
| Nr. 2. | 68,62 « | 68,40 « | 68,51 « |
| Nr. 3. | 78,41 « | 78,62 « | 78,24 « |

II. Leguminosenmehl.

Lösliche Kohlehydrate gefunden:

| | | | |
|--------|--------|--------|--------|
| Nr. 1. | 8,22% | 8,27% | 8,18% |
| Nr. 2. | 5,43 « | 5,40 « | 5,32 « |

Stärke gefunden:

| | | | |
|--------|---------|---------|---------|
| Nr. 1. | 44,75% | 44,21% | 44,30% |
| Nr. 2. | 48,38 « | 48,67 « | 48,74 « |

(Es ist hierbei zu berücksichtigen, dass die Stärke durch eine Differenzmethode bestimmt werden muss.)

III. Tokayer.

Traubenzucker gefunden:

| | | | |
|--------|---------|---------|---------|
| Nr. 1. | 25,37% | 25,52% | 25,48% |
| Nr. 2. | 21,67 « | 21,77 « | 21,80 « |
| Nr. 3. | 34,30 « | 34,12 « | 34,00 « |

Ich bemerke noch gegenüber den von Mæreker angeführten Beleganalysen, dass man nach dem im Vorstehenden beschriebenen Titrir-Verfahren allerdings nicht eine Genauigkeit bis auf $\frac{1}{10}\%$ bei einem Gehalt von 70% Stärke erzielen kann. Ich bezweifle dagegen nicht, dass ich bei der Diastase-methode zu ebenso guten Resultaten gelangen würde, wollte ich das von genanntem Autor benutzte umständliche gewichtsanalytische Verfahren der Kupferbestimmung anwenden. Hiervon glaubte ich jedoch absehen zu sollen, weil bei Nahrungs-

mitteluntersuchungen eine Genauigkeit bis auf wenige Zehntel Procent Differenz in der Regel vollkommen ausreichend ist, und erscheint der Werth einer grösseren Genauigkeit zweifelhaft, wenn man über den zur Berechnung zu benutzenden Faktor im Zweifel ist. Allein die Angaben von Soxhlet und Märcker weichen darin so bedeutend von einander ab, dass man durch die bezüglichen Daten zu einer Abweichung bis zu 2% gelangen kann.