

Alle die empfohlenen Mikroskope sind so gewählt, dass sie auch zur Bakterienuntersuchung nach Ankauf der notwendigen stärkeren Systeme, eines Beleuchtungsapparates etc. Verwendung finden können.

III. Untersuchungsmethoden.

Die ersten Kenntnisse, welche sich der Nahrungsmittelchemiker erwirbt, müssen darin bestehen, dass er die Nahrungs- und Genussmittel in der Normalform, wie sie meist auf den Markt kommen, schnell und scharf auseinanderzuhalten versteht. Notwendig dürfte auch immer sein, dass er sich allmählich eine Sammlung aller einschlägigen Materialien, sowie der zur Fälschung gewöhnlich verwendeten Stoffe, vielleicht nur in kleinen, aber charakteristischen Proben anlegt, welche später stets zum Vergleiche herangezogen werden können.

Dies ist nicht nur deshalb wichtig, um die einzelnen Handelssorten leicht unterscheiden zu können, sondern besonders aus dem Grunde, weil man, wie wir später sehen werden, das Vergleichsmaterial beim Untersuchen von Präparaten in Pulverform stets zur Hand haben muss. Ich halte im allgemeinen die ständige Anfertigung von Vergleichspräparaten für viel wichtiger als die Anlegung einer Sammlung von mikroskopischen Dauerpräparaten. Denn nur sehr selten enthält ein Präparat alle die Elemente, welche für ein bestimmtes Material charakteristisch sind. Ferner sind die Präparate alle mehr oder weniger dem Verderben ausgesetzt, wenigstens in einzelnen ihrer Bestandteile, so dass sie meist nach einiger Zeit absolut nicht mehr charakteristisch sind.

Die käuflichen mikroskopischen Präparate endlich leiden an dem grossen Fehler, dass sie meistens viel zu schön sind, dass sie entweder aus frischem Material hergestellt oder aber zu elegant behandelt sind. In der Praxis werden gewiss nur äusserst selten auch nur annähernd so gute mikroskopische Präparate erzielt, und der Vergleich mit jenen fällt deshalb meistens unbefriedigend oder negativ aus. Selbst ein geübter Mikroskopiker

wird schon oft die Schwierigkeit erkannt haben, Präparate gleichen Herkommens, aber verschiedener Behandlungsweise zu identifizieren.

Sehr anzuraten ist es dem Anfänger, möglichst viel zu zeichnen, nicht etwa ganze Übersichtsbilder, da diese fast stets zu wenig charakteristisch gelingen und auch in vielen Lehrbüchern zu finden sind, sondern die auffallenden, unterscheidenden Bestandteile der einzelnen Waren. Diese werden dann kaum mehr ganz vergessen werden.

Dem Nahrungsmittelchemiker darf es absolut keine Schwierigkeit bereiten, wenn er ganze Pflanzenteile (Blätter, Rinden, Blüten, Früchte, Samen) von Nahrungs- oder Genussmittel liefernden Gewächsen zur Beurteilung ihrer Abstammung vorgelegt erhält. Dies ist jedoch selbstverständlich nur sehr selten der Fall. Meist sind die Materialien, welche untersucht werden sollen, geschrotet oder sogar mehr oder weniger fein gepulvert.

Ist dieses Untersuchungsmaterial reichlich, so darf die Prüfung nicht nur an einer einzigen, beliebig herausgegriffenen Probe erfolgen. Denn es ist klar, dass, wenn eine Fälschung nicht sehr im Grossen mit Hilfe von zweckentsprechenden Maschinen ausgeführt wurde, die Mischung der Stoffe nie ganz gleichmässig ausfallen wird, dass also an einzelnen Stellen des Untersuchungsmaterials sich mehr, an anderen weniger Spuren der Fälschung finden werden. Ferner ist zu bedenken, dass das spezifische Gewicht der einzelnen Bestandteile des Pulvers eines Nahrungs- oder Genussmittels sowohl wie derjenigen eines Zusatzes ein oft ausserordentlich verschiedenes ist, so dass häufig Proben, die dem Grunde einer mit dem zu untersuchenden Pulver gefüllten Flasche oder eines Kastens entnommen sind, eine teilweise andere Zusammensetzung zeigen als solche, welche der Mitte oder der Oberfläche des Untersuchungsmaterials entstammen.

Ist jedoch das zur Prüfung stehende Material spärlich, so empfiehlt es sich, zunächst durch längeres Schütteln eine möglichst gleichmässige Verteilung zu erzielen. Sodann wird das Material in mehrere gleiche Portionen geteilt, von denen eine als Reserve, eine zu eventueller chemischer Untersuchung, eine oder mehrere zur Anfertigung mikroskopischer Präparate dienen. Sehr zu besorgen ist, wie ich (mit Rosen) hervorheben möchte, bei allen Teilungen des Materials, wie auch im Falle der Aufbewahrung zu Vergleichszwecken, eine möglichst genaue Etikettierung der Be-

hälter, am besten gleichgrosser, weithalsiger Glasflaschen, welche bequem zu handhaben sind und sich praktisch und übersichtlich anordnen lassen.

Geschrotetes Material lässt sich nicht direkt unter dem Mikroskop untersuchen, von ganz wenigen Fällen abgesehen. Man hat jedoch zwei Arten der Untersuchung, welche sicher zu Resultaten führen müssen, einmal, indem man das Material zu Pulver zerkleinert (das Weitere siehe später), oder aber, indem man von den einzelnen grösseren Stücken mikroskopische Schnitte anfertigt, was vorzuziehen sein dürfte. Man breitet eine bestimmte Menge des Untersuchungsmaterials auf eine schwarze, am besten matte Glasscheibe aus und vergleicht nun die einzelnen Stückchen mit einander. In den meisten Fällen wird man — nach einiger Übung — eventuell leicht Portionen herausfinden können, welche mit der Hauptmenge nicht übereinstimmen, d. h. sich durch Grössenverhältnisse, Farbe, Glanz, Härte etc. unterscheiden. Diese verdächtigen Proben werden herausgegriffen und möglichst in grösserer Anzahl zur mikroskopischen Untersuchung zurecht gemacht. Manchmal genügt eine Untersuchung mit blossen Auge nicht, wenn die einzelnen Partikelchen zu gleichmässig erscheinen. Dann thut eine sogenannte Stehlupe, wie sie bei allen Optikern verkauft werden, gewöhnlich gute Dienste. In Ermangelung einer solchen kann man auch recht schwache Objektivsysteme benutzen, indem man den Stativspiegel des Mikroskops abstellt, d. h. bei auffallendem Lichte untersucht.

Die weitere Behandlung geschieht dann so, dass man die Stückchen in einen Tropfen Gummi arabicum bringt, welches mit etwas Glycerin versetzt worden ist, worauf man das Gummi auf einer Korkplatte eintrocknen lässt. Sobald das Gummi die notwendige Trockenheit erlangt hat, fertigt man eine Anzahl feiner mikroskopischer Schnitte, welche gewöhnlich leicht erkennen lassen, ob man es mit dem normalen Präparat oder mit einer Fälschung zu thun hat.

Die meisten Materialien, welche zur Untersuchung gelangen, dürften jedoch solche sein, die mehr oder weniger fein gepulvert sind. Sollten sich in dem Pulver grössere Partikelchen, ganze Zellkomplexe vorfinden, so sind diese ganz besonders zu berücksichtigen, da sie häufig sehr rasch zum Erkennen des Objekts führen. Sind dieselben nicht durchsichtig genug, so werden sie in der soeben beschriebenen Weise behandelt. Pulver lassen sich meistens ohne weiteres unter das Mikroskop bringen,

bereiten aber in vielen Fällen dem Untersucher solche Schwierigkeiten, dass ein ungeübter Mikroskopiker kaum zu sicheren Resultaten gelangen dürfte.

Am besten wird wohl in der Weise vorgegangen, dass zunächst gleichzeitig zwei Präparate angefertigt werden, das eine in Alkohol, das andere in Wasser. Bieten beide Präparate den gleichen Anblick (abgesehen natürlich von Stärkekörnern, welche ja im Wasser quellen!), so wird nach einiger Zeit dem Alkoholpräparat, welches keine störenden Luftblasen enthält, von der Seite her reichlich Wasser zugesetzt und dann unter stetiger, langsamer Verschiebung des Objektträgers unter dem Mikroskop beobachtet.

Alle charakteristischen Bestandteile des Pulvers werden entweder genau notiert oder noch besser kurz skizziert, bis man das Präparat vollständig durchforscht zu haben glaubt. Gute Dienste leisten in einem solchen Falle stets „Revolpermikroskope“, da man so die Möglichkeit hat, mit schwachen Objektiven rasch auffallende Bestandteile aufzufinden und diese dann mit einer stärkeren Vergrößerung genauer zu untersuchen. Sollten einzelne der Pulverelemente undurchsichtig sein, so empfiehlt es sich, neue Präparate (bei genügendem Material) anzufertigen und in denselben die bekannten Quellungs-, bez. Aufhellungsmittel (Chloralhydrat, Kalilauge, Eau de Javelle, Natriumsalicylat, Nelkenöl etc.), welche bei anatomischen Untersuchungen ständig gebraucht werden, zu verwenden.

Empfehlenswert ist es, stets eine ganze Anzahl von Präparaten zu durchmustern, was sehr schnell sich erledigen lässt, wenn ein einziges erst einmal genau bekannt ist. Es empfiehlt sich ferner, dass man Proben des Pulvers mit den Fingerspitzen ergreift und sie in den einzelnen mikroskopischen Präparaten verteilt. Sehr bald wird man herausfinden, wie viel von der Masse man in ein Präparat bringen darf, dass es nicht praktisch ist, weder zu viel noch zu wenig von der Masse in dem Alkohol-, bez. Wassertropfen zu verteilen. Nicht angebracht finde ich es, mit dem nassen Glasstab, wie es vielfach geschieht, Proben des Pulvers aufzunehmen, da hierdurch häufig vorzugsweise bestimmte Teile des Pulvers aufgenommen werden, während andere vernachlässigt bleiben und oft gar nicht zur Untersuchung gelangen.

Verhältnismässig einfach sind Pulveruntersuchungen dann, wenn man weiss, was das Pulver vorstellen soll, unter welcher Bezeichnung es im Handel ist, da man in

diesem Falle ziemlich sicher voraussetzen darf, dass die Hauptmenge auch wirklich aus dem betreffenden Stoff besteht. Man fertigt einfach aus dem vorhandenen sicheren Kontrollmaterial mikroskopische Präparate an, vor allem darauf bedacht, den Stoff in möglichst genau derselben Feinheit der Zerkleinerung wie das zur Untersuchung stehende Material zu erhalten. Sodann ist es meist ein leichtes, durch ständigen Vergleich eventuelle Fremdkörper festzustellen, ihre Besonderheiten zu erforschen, um dieselben dann aus der Masse zu isolieren und zur gesonderten Beobachtung zu bringen. Auch in diesem Falle empfiehlt es sich sehr, das verdächtige Pulver auf eine schwarze Glasplatte auszubreiten und es am besten mit Hilfe einer Stehlupe zu durchsuchen.

Sehr erschwert werden solche Untersuchungen häufig dadurch, dass die Materialien mehr oder weniger reichlich Fett oder Öl enthalten, wodurch einmal bewirkt wird, dass die feinen Partikelchen des Pulvers fest zusammenkleben, und dann auch, dass die mikroskopische Untersuchung durch das Auftreten zahlreicher Öltröpfchen fast unmöglich gemacht wird.

In einem solchen Falle geht man wohl am besten in folgender Weise vor. Erst wird unter dem Mikroskop festgestellt, ob das Präparat ausser dem Öl noch Stärke oder andere Inhaltsstoffe der Zellen enthält, welche eventuell durch die nun zu schildernde Behandlung des Pulvers verschwinden würden. Sodann wird eine bestimmte Menge des zu untersuchenden Materials durch ein 1 mm-Rundloch-Sieb geschlagen, davon etwa 5 g mit 300 ccm 1 1/4 prozentiger Schwefelsäure 2 Stunden auf dem Wasserbade erhitzt und darauf durch dichte Leinwand filtriert. Der Rückstand wird mit Wasser ausgewaschen, wieder auf dem Wasserbade 2 Stunden mit 300 ccm 1 1/4 prozentiger Natronlauge behandelt, auf dem Leinwandfilter gut mit Wasser, dann mit absolutem Alkohol ausgewaschen und schliesslich mit Äther völlig entfettet. Der nun bleibende Rückstand wird am besten in absolutem Alkohol aufbewahrt und auch darin untersucht. Er zeigt alle die charakteristischen Bestandteile der Zellgewebe in so klarer und leicht übersichtlicher Weise, dass auch ein wenig gewandter Mikroskopiker sehr leicht zum Ziele kommen wird.

Selbstverständlich lässt sich das soeben geschilderte Verfahren meist auch mit grossem Vorteil bei der Untersuchung von geschrotetem Material verwenden, wenn dasselbe nicht zu viele mechanische, starre Elemente enthält. Denn durch die Zerstörung

der Zellinhaltsbestandteile werden meistens selbst grössere Zellverbände fast glasartig durchsichtig und untersuchungsfähig.

Es ist sehr anzuraten, derartig behandelte Materialien in fest verschlossenen kleinen Glasflaschen, gut etikettiert, aufzubewahren, da sie später oft noch mit Vorteil zum Vergleiche zu verwenden sind.

Sehr häufig gelangen Materialien zur Untersuchung, welche durch starkes Trocknen oder durch einen Röstprozess tief gebräunt und so schwer direkt zu untersuchen sind. Man entfärbt diese Gewebe am besten (nach Rosen) durch ein kurzes Aufkochen mit 15% Natronlauge. Hierbei nimmt die Flüssigkeit einen grossen Teil der braunen Farbe an und wird nach erfolgtem Absetzen vorsichtig abgegossen. Dem bei der Abkochung sich bildenden Schaum ist häufig besondere Aufmerksamkeit zu widmen, da sich in ihm (wie wir ganz besonders bei der Untersuchung der Cerealien sehen werden) manchmal bestimmte Fragmente des Pulvers vorzugsweise einfinden, welche bei der Untersuchung der mikroskopischen Präparate nur ganz vereinzelt konstatiert werden können.

Enthalten solche gebräunten Materialien Stärkekörner, deren genaue Struktur wichtig ist, so kommt man, falls die Körner nicht schon verquollen sind, häufig so zum Ziel, dass man einen Teil des Untersuchungsmaterials einige Tage lang mit starkem Ammoniak extrahiert und dann in einem frischen Tropfen desselben Reagenz untersucht (Rosen).

Führt das Pulver sehr reichlich Stärke, und kommt es uns darauf an, Zellelemente nachzuweisen, welche charakteristisch sind, sich aber in der Masse nur spärlich vorfinden, häufig auch durch die allzu reichlichen Stärkekörner verdeckt werden, so kann man zwei verschiedene Methoden befolgen, welche ganz besonders wichtig sind bei der Untersuchung der verschiedenen Mehlsorten, die aber auch in vielen anderen Fällen mit grossem Vorteil sich verwenden lassen (nach Wittmack).

Die eine der Methoden, welche vielfach als die Schaumprobe bezeichnet wird, besteht darin, dass eine bestimmte Menge (vielleicht 1 g) des Pulvers langsam, unter ständigem Umrühren in Wasser (vielleicht in ca. 50 g) stark erwärmt, am besten bis zum Kochen erwärmt wird. In dem sich hierbei bildenden Schaum finden sich nun Haare, Kleienteilchen, Zellfragmente etc. in grosser Menge vor, während die verquollenen Stärkekörner einen Bodensatz bilden.

Die im Schaume enthaltenen Partikelchen lassen sich sehr leicht direkt im Wasser oder in Quellungsmitteln untersuchen. Häufig empfiehlt es sich aber, gewisse Mengen des Schaums auf einem Objektträger zu sammeln, nach erfolgter Austrocknung Nelkenöl zuzusetzen und in diesem stark lichtbrechenden Medium die Schauminhaltsbestandteile zu untersuchen.

Bei der zweiten Methode, der „Bodensatzprobe“, werden am besten (nach Schimper) 2 g des Pulvers unter ständigem Umrühren in 100 g 2prozentiger Salzsäure 10 Minuten lang gekocht. Darauf lässt man absitzen, giesst vorsichtig ab und untersucht in der soeben angegebenen Weise den gebildeten Bodensatz. In ihm finden wir fast alle Zellfragmente und Inhaltsbestandteile des Pulvers vor, welche nach Zerstörung der Stärkekörner übrig geblieben sind.

Viel schwieriger als die bisher behandelten sind solche Untersuchungen von Pulvern, welche absolut unbekannt sind und von deren Inhaltsbestandteilen man sich höchstens durch Geruch und Geschmack ein anfängliches Urteil zu bilden vermag. Solche Untersuchungen kann nur derjenige zu sicherem Schlusse bringen, welcher mit dem Gebrauche des Mikroskops vollständig vertraut ist und den Bau des Pflanzkörpers genau kennt.

Es muss zunächst festgestellt werden, von welchem Pflanzenteil ein derartiges Pulver abstammt. Hier kommt es nun darauf an, die Präparate genau zu durchmustern und sich von seiner Erfahrung leiten zu lassen. Ein Anfänger wird nie zu sicheren Ergebnissen gelangen.

Brauchbare Winke dürften folgende sein ¹⁾:

1. Enthält das Präparat sehr viele Zellinhaltsbestandteile, Stärke, Eiweiss, fettes Öl, daneben vereinzelte Steinzellen oder Bastfasern, dagegen weder Chlorophyllzellen noch zahlreiche Gefässe, so haben wir es zweifellos mit einem Samen zu thun, der entweder eine kräftige Samenschale oder eine starke Fruchtschicht besitzt.

2. Besteht das Präparat nur aus dünnwandigen Zellen mit den eben angeführten Inhaltsstoffen, fehlen also alle sklerotischen Elemente und Gefässe, so liegt sicher ein Mehl vor, welches aus geschälten Samen gewonnen wurde.

1) Ich übergehe hier absichtlich die Mehle, welche aus den Körnern der Gramineen gewonnen werden. Die Kenntnis derselben setze ich als bekannt voraus. Das Notwendigste darüber wird weiter hinten gegeben werden.

3. Finden wir das Pulver zusammengesetzt aus zahlreichen grünen, oder grünlich-braunen¹⁾, dünnwandigen, brüchigen Zellen, zwischen denen sich vereinzelte Gefässfragmente, Bastfasern, reichliche Epidermisfetzen, häufig auch Haare oder Haarfragmente, nur wenig Inhaltsstoffe vorfinden, und fehlen normale Steinzellen vollständig, so dürfte kaum ein Zweifel bestehen, dass wir es mit einem Blattpulver zu thun haben.

4. Wenn sich in den Präparaten zahlreiche Inhaltsbestandteile, besonders Stärke und Krystalle, seltener Ölzellen vorfinden, daneben aber auch reichlich Bastfasern oder Steinzellen oder auch beide Elemente, nie aber Gefässe, so dürfte mit Sicherheit auf ein Rindenpulver geschlossen werden.

5. Enthält das Untersuchungsmaterial reichlich Inhaltsbestandteile, keine oder wenige Steinzellen, keine oder spärliche Bastfasern, dagegen oft ansehnliche Mengen von Gefässbruchstücken, so dürfte mit ziemlicher Wahrscheinlichkeit ein von einer Wurzel oder einem Rhizom gewonnenes Pulver vorliegen.

Während normalerweise Mehle von Samen, Früchten, Blättern und Rinden gewöhnlich verhältnismässig rasch auf ihre Zugehörigkeit diagnostiziert werden können, ist es häufig sehr schwierig, mit Sicherheit festzustellen, ob ein Pulver von einer Wurzel, einem Rhizom oder aber von einem Stengel gewonnen worden ist.

Schwierig ist dies nicht für die verhältnismässig geringe Anzahl der bekannten menschlichen Nahrungs- und Genussmittel, wohl aber für solche Pflanzenteile, welche zu Fälschungen Verwendung finden. Glücklicherweise ist deren Zahl nur eine verhältnismässig beschränkte; denn für den Fälscher kommt es nicht nur darauf an, Surrogate zu finden, welche den gebräuchlichen Nahrungs- und Genussmitteln, resp. deren Pulvern gleichen, sondern auch solche, die reichlich und billig zu beschaffen sind und so das „Geschäft“ lohnen. Die Verfälschungen, welche häufiger angewendet werden, sind in den ausführlicheren Lehrbüchern sämtlich angegeben und auch dort auf ihre Bestandteile genau charakterisiert. Es dürfte also nicht schwer fallen, bei einiger Übung dieselben rasch herauszufinden. Neue Fälschungsarten kommen aus den soeben erörterten Gründen verhältnismässig nur selten vor. An die Unter-

1) Reichlich gerbstoffführende Pflanzenteile nehmen beim Trocknen häufig eine tiefbraune Farbe an, so dass manchmal das vertrocknete Chlorophyll kaum noch nachzuweisen ist.

suchung solcher Fälle wird natürlich nur derjenige gehen können, welcher vollständige mikroskopische Fertigkeit und ausgedehnte allgemein-botanische Kenntnisse besitzt.

IV. Ausführung.

A. Untersuchung der wichtigsten Mehlsorten.

Jeder, der einen anatomisch-botanischen Kursus durchgemacht hat, kennt den allgemeinen Bau der Gramineenkörner, von welchen die meisten und die wichtigsten Mehlsorten abstammen. Er weiss, dass das Gramineenkorn eine Caryopse darstellt, d. h. eine Frucht ist, bei welcher Fruchtschicht und Samenschale mehr oder weniger fest mit einander verwachsen sind. Er hat ferner gesehen, dass die Formen der Stärkekörner bei den verschiedenen Gramineen wechselnde sind, dass man danach 3 Gruppen aufstellen kann, zu deren ersterer Weizen, Roggen und Gerste gehören, während zu der zweiten der Mais, zu der dritten Reis und Hafer zu rechnen sind. Von allen diesen Gramineenstärkekörnern lassen sich die übrigen Mehle, die von der Kartoffel, aus den Samen der Hülsenfrüchtler, aus Scitamineenknollen (Arrowroot), Palmen etc. gewonnen werden, mikroskopisch meist sehr leicht unterscheiden.

Im allgemeinen genügt also schon die Form, event. auch das Grössenverhältnis der Stärkekörner, um Mehle rasch erkennen zu können. Wo jedoch dies nicht der Fall ist, wie z. B. bei der in der Praxis sehr wichtigen Unterscheidung von Weizen- und Roggenmehl etc., besonders aber bei der Feststellung event. vorgekommener Mischungen nahestehender Mehlsorten, müssen eingehende Untersuchungen angestellt werden, welche nicht nur die Stärkekörner, sondern ganz besonders die ihnen beigemischten, der Frucht- und Samenschale entstammenden Zellfragmente berücksichtigen.

Um diese Verhältnisse vollständig klarzulegen, soll der Bau des Weizenkorns genau beschrieben werden.