

Papier-Prüfung

von

Wilhelm Herzberg







5- / -
4.55.
L. W. W. W.

Tze

19. T. 88

Za 787



Papier-Prüfung.

Ein Leitfaden bei der Untersuchung von Papier.

Herausgegeben

von

Wilhelm Herzberg,

Erster Assistent der Abtheilung für Papier-Prüfung an der Königlichen
mechanisch-technischen Versuchs-Anstalt zu Charlottenburg.

Mit 22 in den Text gedruckten Figuren und 2 Tafeln in Lichtdruck.



1887/88: 1393
Berlin.

Verlag von Julius Springer.

1888.

Papier-Prüfung.

Ein Lehrgang bei der Erlangung von Papieren.

Wilhelm Meißner.

Alle Rechte vorbehalten.



Verlag von Julius Springer



Vorwort!

Indem ich dieses Buch der Öffentlichkeit übergebe, fühle ich mich verpflichtet, dem Vorsteher der Königlichen mechanisch-technischen Versuchs-Anstalt Herrn Ingenieur *A. Martens* für die mannigfache Unterstützung und die vielen Rathschläge, welche mir derselbe bei Abfassung dieses Werkchens hat zu Theil werden lassen, an dieser Stelle meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Da die Erfahrungen auf dem Gebiete der Papier-Prüfung noch verhältnismässig jungen Datums sind, so steht zu erwarten, dass noch manches, was in dem vorliegenden Schriftchen mitgetheilt ist, der Verbesserung bedarf. Ich bitte recht sehr um rückhaltlose Äusserungen in dieser Beziehung und werde Jedem zu Dank verpflichtet sein, der dazu beiträgt, das Feld der Papier-Prüfung weiter bebauen zu helfen.

Charlottenburg, Januar 1888.

W. Herzberg.



Inhalt.

	Seite
I. Absolute Festigkeit des Papiers	4
II. Widerstandsfähigkeit gegen Zerknittern und Reiben	23
III. Bestimmung der Dicke	26
IV. Bestimmung des Aschengehaltes	29
V. Mikroskopische Untersuchung	41
VI. Bestimmung des Holzschliffs	61
VII. Nachweis des freien Chlors und freier Säuren	67
VIII. Bestimmung der Art der Leimung	73
IX. Bestimmung der Leimfestigkeit	79
X. Reihenfolge der vorzunehmenden Prüfungen	82
XI. Schluss („Grundsätze für amtliche Papierprüfungen“)	84

Einleitung.

Der stetig wachsende Papierverbrauch, eine natürliche Folge der fortschreitenden Civilisation, führte bald zu der Erkenntnis, dass das Rohmaterial, aus welchem unsere Vorfahren allein ihr Papier herstellten, die Lumpen, sich nicht in dem entsprechenden Maasse vermehrte, um dem gesteigerten Papierbedarf zu genügen. Bei dem Forschen nach Lumpenersatzstoffen erkannte man bald, dass Holz und Stroh in unserem Vaterlande die einzigen Materialien seien, die mit Vortheil in der Papierfabrikation in grossem Maassstabe Verwendung finden konnten, weil sie in fast unbeschränkten Mengen vorhanden sind und auf verhältnismässig leichte und billige Weise zu Papier verarbeitet werden können.

Erklärlicher Weise stellten sich Papiere mit diesen Ersatzstoffen versetzt, oder gar ganz aus ihnen bereitet, billiger als reine Lumpenpapiere, wurden deshalb weit mehr verlangt und bald in grossen Massen hergestellt. Und da der Fortschritt in der Technik eine gute Herstellungsweise immer mehr gestattete, so wurde gerade auf diese viel verlangten Papiere eine besondere Aufmerksamkeit verwendet, indem man eifrig bestrebt war, ihnen eine schöne Gleichmässigkeit und hohe Glätte zu geben. Sie gewannen demgemäss den Lumpenpapieren gegenüber ein bestechendes Aussehen, und allmählich gewöhnte sich das kaufende Publikum daran, alle Papiere nach diesem Aussehen abzuschätzen. Daher legte man auch in Fabrikantenkreisen immer mehr Werth auf die äussere Erscheinung; man bleichte stark, um sehr weisses Papier zu erzielen; man satinierte bis zu bisher nie gesehener Vollkommenheit, um ein tadellos glattes Papier zu erhalten, und man zerkleinerte die Rohstoffe im Holländer bis zur äussersten Feinheit, um eine schöne und gleichmässige Durchsicht des Papiers herzustellen, — kurz, man that

alles, um der Neigung des Käufers entgegenzukommen und ertötete sehr bald nicht bloß bei diesem, sondern auch theilweise in den eigenen fabricirenden Kreisen das Gefühl für die wahre Güte des Papiers.

Anderes kam hinzu. Da man angefangen hatte, Papiere nach Gewicht zu verkaufen, so setzte man den Faserstoffen sogenannte Füllstoffe zu, welche die Schwere des Papiers erhöhten, seine Festigkeit aber bedeutend beeinträchtigten. So war man durch den Aufschwung der Technik und in Folge der gesteigerten Nachfrage mit dem daraus erwachsenden grossen Angebot allmählich dahin gelangt, dem Grundsatz „billig und schlecht“ zu huldigen, und die bösen Folgen dieses Grundsatzes stellten sich nur zu bald ein.

Das Aktenmaterial der Behörden, um hier nur von diesem zu sprechen, gerieth mehr und mehr in einen geradezu kläglichen Zustand, welcher das Schlimmste befürchten liess; es sind in der amtlichen Prüfungs-Anstalt im Laufe des Jahres 1884 Papiere untersucht worden, die zum grössten Theil aus Holzschliff mit einem Füllstoffgehalt bis zu 20 % hergestellt waren, bei deren Anblick man sich fragen musste, wie es denn überhaupt möglich war, auf einem solchen Machwerk Notizen von dauerndem Werth niederzuschreiben.

Wie diese Verhältnisse den Staat dazu drängten, sich ernstlich mit der Papierprüfungs-Frage zu befassen und wie aus den zu diesem Zweck gepflogenen Verhandlungen die „Abtheilung für Papierprüfung“ an der Königlichen mechanisch-technischen Versuchs-Anstalt entstand, dürfte zur Genüge bekannt sein.

Die Vorschriften nun, welche die preussische Regierung bezüglich des Papierverbrauches erlassen hat und welche am Schluss dieses Werkchens zu finden sind, drängen sowohl den Fabrikanten als auch den Händler immer mehr dazu, sich selbst mit den Methoden der Papierprüfung möglichst vertraut zu machen, um im Nothfall selbst eine Untersuchung vornehmen zu können. Denn nicht immer wird Zeit vorhanden sein, um das Urtheil eines Sachverständigen einzuholen, und deshalb werden alle Papierinteressenten, welche mit Behörden in Geschäftsverbindung stehen, schon von selbst dazu gedrängt, sich dem Studium der Papierprüfung zu widmen, soweit es eben angeht.

Es liegt selbstverständlich lediglich im Interesse des Prüfenden, sich bei seinen Arbeiten so eng wie möglich an die amtliche Anstalt

anzuschliessen, dieselben Apparate zu gebrauchen und dieselben Methoden innezuhalten; nur so darf er hoffen, übereinstimmende Resultate zu erzielen.

Der jüngeren Generation ist durch die auf Veranlassung des Vorstehers eingerichteten Volontairstellen Gelegenheit geboten, sich mit dem Prüfungsgang der Anstalt hinreichend vertraut zu machen; denjenigen aber, die nicht mehr Gelegenheit haben, von dieser Einrichtung Gebrauch zu machen, soll dieses Buch einen Anhalt bei ihren Prüfungen gewähren; es wird ihnen die Methoden genau in derselben Weise auseinandersetzen, wie sie in der Anstalt angewendet werden. Es ist hierbei manches Veraltete, das allenfalls noch historisches Interesse hätte, fortgefallen und nur das Material zusammengestellt, auf dem die heutige Papierprüfung beruht.



Methoden anzuwenden; nur so darf er hoffen, übereinstimmende Resultate zu erzielen. Der jüngeren Generation ist durch die auf Veranlassung des Vorstehers eingeleiteten Volontariatsstellen Gelegenheit geboten, sich mit dem Prüfwesen des Anstalts hienächst vertraut zu machen; derjenigen aber, die nicht mehr Gelegenheit haben, von diesem hienüchtl. Gebrauch zu profitieren, soll dieses Buch einen Anhalt bei der Beurtheilung des Anstalts geben, wie sie in der Anstaltsbeschreibung gegeben worden. Es ist hierbei manches Versteht, das allenthalben noch historisch zu ergänzen ist.

I. Absolute Festigkeit des Papiers.

Unter absoluter Festigkeit des Papiers versteht man den Widerstand, den das Papier dem Zerreißen entgegensetzt; dieselbe giebt an sich noch kein Mittel an die Hand, das Papier ohne weiteres zu beurtheilen, da sie von der Dicke und Breite des zerrissenen Streifens abhängig ist. Wir werden jedoch später sehen, wie nach dem Vorschlag von Prof. Hartig die gewonnenen Festigkeitszahlen für die Beurtheilung der Qualität des Papiers unabhängig von den beiden oben erwähnten Factoren gemacht werden können.

Die Festigkeit eines Papiers ist durchaus nicht nach allen Richtungen dieselbe. Maschinenpapier hat beispielsweise in der Richtung des Maschinenlaufs seine grösste, in der Richtung senkrecht hierzu seine geringste Festigkeit, wahrscheinlich weil die Fasern sich im Laufe der Maschine inniger verfilzen können als quer zu demselben. Das Verhältniß der geringeren Festigkeit zur grösseren schwankt zwar, hält sich jedoch nahe zwischen den Grenzen $\frac{3}{5}$ — $\frac{3}{4}$.

Ebenso wie die Festigkeit ist auch die Dehnung in den beiden erwähnten Richtungen eine verschiedene, indem die Maschinenrichtung die kleinste, die Querrichtung die grösste Dehnung aufweist. Die Verhältnißwerthe bei der Dehnung kommen den oben bei der Festigkeit besprochenen sehr nahe.

Auch bei dem Handpapier treten dieselben Verschiedenheiten bezüglich der Festigkeit und Dehnung auf wie beim Maschinenpapier, wohl bedingt durch das Schrägstellen der Schöpfform beim Ablauf des Wassers. Indessen kommen hier doch Fälle vor, allerdings ziemlich selten, in denen sich ein wesentlicher Unterschied nach verschiedenen Richtungen hin nicht entdecken lässt, abgesehen von geringen Verschiedenheiten, die jedes Papier aufweist und welche durch die Ungleichmässigkeit des Rohmaterials bedingt sind.

Bei der Feststellung der Festigkeitswerthe einer Papiersorte wird die Maschinenrichtung und die Querrichtung gesondert geprüft und nach dem aus beiden Resultaten gewonnenen Mittel erfolgt die Einreihung in die am Schluss bei Besprechung der Normalien aufgeführten Festigkeitsklassen. Da die Maschinenpapiere im allgemeinen parallel und normal zur Maschinenrichtung beschnitten werden, so entnimmt man die Probestreifen in der später zu besprechenden Anzahl zunächst parallel zu einer beliebigen Kante und darauf parallel zu der hierauf senkrecht stehenden.

Beim Handpapier verfährt man in derselben Weise. Hat man Veranlassung die Maschinenrichtung vorher zu bestimmen, entweder weil man nur diese prüfen will, oder weil die beiden Richtungen bei dem zu untersuchenden Papier vielleicht in Folge von Beschädigung des Bogens nicht mehr mit Sicherheit zu erkennen sind, so verfährt man in folgender Weise:

Man schneidet aus dem in Frage kommenden Material ein kreisförmiges Stück von ungefähr 10 cm im Durchmesser heraus und lässt dieses wenige Sekunden auf Wasser schwimmen; nimmt

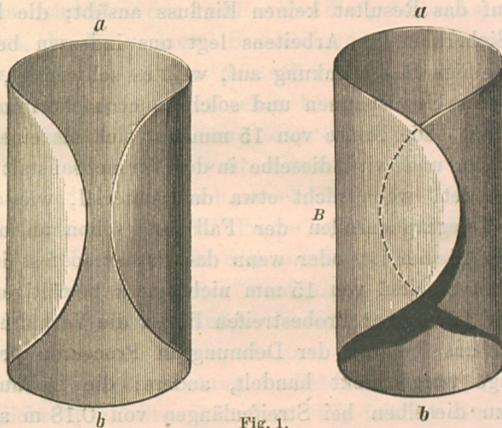


Fig. 1.

Bestimmung der Maschinenrichtung.

man es dann mit Hülfe einer Pincette heraus und legt es vorsichtig auf die flache Hand, wobei man zu verhindern hat, dass es sich fest an die Hand anschmiegt, so krümmen sich die Ränder nach oben (Fig. 1 A) und zwar schliesslich so stark, dass sie übereinandergreifen, wie in Fig. 1 B dargestellt ist.

Der Durchmesser ab giebt die Maschinenrichtung an. Hat man denselben Versuch mit ungeleimtem Papier vorzunehmen, so leimt man dieses zunächst; man löst zu dem Zweck eine geringe Menge Colophonium in absolutem Alkohol auf, zieht das zu prüfende Papier durch diese Lösung und lässt den Alkohol verdunsten. Das Papier hat nunmehr seine Saugfähigkeit verloren und der oben angeführte Versuch kann ohne Schwierigkeiten ausgeführt werden.

Zur Erklärung des Vorgangs diene Folgendes:

Die untere Seite des Papiers saugt, während sie mit dem Wasser in Berührung ist, Feuchtigkeit auf und die Fasern quellen; die Quellung ist bestrebt, das Papier zu dehnen und weil dasselbe in der Querrichtung dehnbarer ist als in der Maschinenrichtung, so erfolgt ein Heben der Ränder in der ersteren.

Nachdem auf diese Weise die beiden Hauptrichtungen des Papiers festgestellt sind, nach welchen die Entnahme der Probestreifen zu erfolgen hat, fragt es sich, wie lang und wie breit dieselben zu wählen sind. A. Martens¹⁾ hat sich mit dieser Frage eingehend beschäftigt und hat nachgewiesen, dass die Breite des Probestreifens auf das Resultat keinen Einfluss ausübt; die Bequemlichkeit und Sicherheit des Arbeitens legt uns indessen bei der Wahl der Breite einige Beschränkung auf, weil es schwer ist, sehr breite Streifen genau einzuspannen und solche auch nicht immer zur Verfügung stehen. Die Breite von 15 mm hat sich als eine sehr praktische erwiesen und wird dieselbe in der Versuchsanstalt ausschliesslich angewendet, wenn nicht etwa das Material, wie es beispielsweise bei Telegraphenrollen der Fall ist, schon an und für sich schmaler als 15 mm ist, oder wenn das Papier so fest ist, dass die Maschine den Streifen von 15 mm nicht mehr bewältigen kann.

Bei der Länge der Probestreifen liegen die Verhältnisse, soweit es sich um das Resultat der Dehnung in Procenten der ursprünglichen Länge ausgedrückt handelt, anders; die Dehnungsprocente sind nahezu dieselben bei Streifenlängen von 0,18 m an aufwärts; mit abnehmender Länge wächst die Dehnung. Es ist deshalb aus praktischen Gründen die Länge von 0,18 m als die Normallänge angenommen worden, weil längere Streifen aus Reichsformat nicht

¹⁾ A. Martens. Ueber den Einfluss der Länge und Breite der Probestreifen auf die Ergebnisse der Festigkeits-Untersuchungen von Papier. Mittheilungen aus den Königl. technischen Versuchsanstalten zu Berlin. 1885 Heft I.

aus jeder Richtung entnommen werden können; es kann im Interesse der Uebereinstimmung der Resultate nur dringend gerathen werden, dass bei allen Festigkeitsversuchen diese Länge angewandt wird.

Stehen nur Formate zu Gebote, bei denen die angegebene Länge nicht vorhanden ist, so darf man nicht ausser Acht lassen, dass die Dehnungsergebnisse zu grosse sind, gegenüber denjenigen, welche man mit der Normallänge gewonnen hätte. Auf die Festigkeit ist die Länge des Probestreifens ohne Einfluss.

Im allgemeinen wird das Resultat ein um so zuverlässigeres sein, je mehr Streifen beim Versuch Verwendung gefunden haben.

In der Versuchsanstalt wurden zu Anfang je 10 aus der Maschinenrichtung und der Querrichtung entnommen und aus den mit diesen 20 Streifen gewonnenen Resultaten das Mittel gezogen; da nun aber ein Versuch mit 20 Streifen ungefähr einen Zeitraum von 4—5 Stunden in Anspruch nimmt, so wurde versuchsweise zu je 5 Streifen übergegangen; die mit dieser Anzahl gewonnenen Resultate wichen nicht nennenswerth von den ersteren ab, und deshalb ist die Zahl 5 beibehalten worden.

Auf das Schneiden der Streifen ist die grösste Aufmerksamkeit zu verwenden, da die geringste Beschädigung den Versuch ungünstig beeinflussen kann. Hat man nur selten Festigkeitsversuche vorzunehmen, so wird man davon absehen können, sich eine Schneidvorrichtung zu beschaffen und wird das Schneiden mit Hülfe eines eisernen Lineals und eines sehr scharfen Messers bewerkstelligen. Als Unterlage bedient man sich zweckmässig eines Zinkblechs, weil weichere Materialien wie Holz, Pappe etc. ein Eindringen des Papiers beim Schneiden zugeben und auf diese Weise die Ränder des Streifens nach unten umgebogen werden.

Führt man indessen häufiger Versuche aus, so ist diese Art der Streifenentnahme zu unbequem und zeitraubend und man wird gut thun, sich eine Vorrichtung zu beschaffen, die ein schnelleres und doch sicheres Arbeiten gestattet. Fig. 2 zeigt eine solche, wie sie in der Versuchsanstalt verwendet wird und sich gut bewährt hat.

An der Holzplatte P ist ein Messer S_2 fest angeschraubt, während ein zweites S_1 , welches in Verbindung mit S_2 den Schnitt des Papiers bewirkt, mit Hülfe des Handgriffs H auf- und niedergeführt werden kann. Eine Holzleiste Lst ist so angebracht, dass sie parallel der Schneide S_2 liegt und von dieser einen Abstand von genau 15 mm hat. Unter der Leiste Lst befindet sich ein Kasten K ,

welcher die abgeschnittenen Streifen auffängt. Auf dem Brett P ist noch eine scharf gezeichnete Linie L angebracht, die senkrecht zu S_2 verläuft. Sie dient als Anlagezeichen, um zunächst den ersten Schnitt genau senkrecht zu einer Papierkante zu führen; die Streifen werden unter Anlage der ersten Schnittkante gegen die Leiste Lst ohne weiteres parallel und von 15 mm Breite geschnitten.

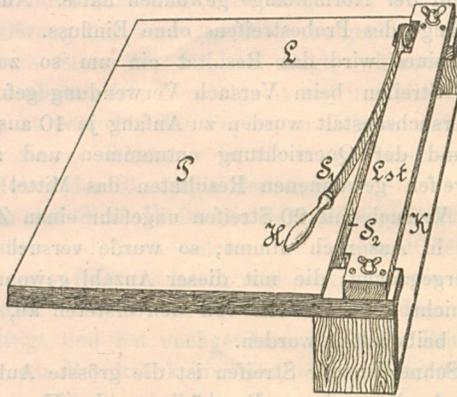


Fig. 2.

Vorrichtung zum Schneiden der Streifen.

Man schneide gleich 6—8 Streifen aus jeder Richtung, weil zuweilen ein Versuch missrät, oder ein Streifen wegen Fehler im Papier zurückgelegt werden muss.

Bevor man die Streifen in Gebrauch nimmt, überzeugt man sich, ob die Ränder derselben scharf sind und auch genau parallel verlaufen; dieses letztere sieht man am besten, wenn man die beiden Enden der Streifen aufeinanderlegt, dieselben müssen dann einander vollkommen decken.

Zum Zerreißen der Streifen bedient man sich nun sogenannter Zerreißmaschinen, von denen hier zwei beschrieben werden mögen, der Zerreißapparat von Hartig-Reusch und der Zugfestigkeitsprüfer von Wendler¹⁾.

Auf das Horacksche Dasymeter²⁾, das früher vielfach zu

¹⁾ Der erstere wird vom Mechaniker Oskar Leuner in Dresden zum Preise von 360 Mk., der letztere von Fromme und Kroseberg in Berlin je nach der Ausführung zum Preise von 180—250 Mk. geliefert.

²⁾ Eine Beschreibung und Abbildung dieses Apparates findet sich in

Festigkeitsversuchen angewendet wurde, soll an dieser Stelle, wegen der vollständig unzuverlässigen Resultate, welche es liefert, nicht eingegangen werden.

Zerreissapparat von Hartig-Reusch.

Der Zerreissapparat von Hartig-Reusch, welcher ursprünglich zum Prüfen von Gespinnsten hergestellt war, eignet sich zur Festigkeitsprüfung von Papier vortrefflich; namentlich werthvoll ist die selbstthätige Schreibvorrichtung, welche auf einer Tafel das Diagramm aufzeichnet, aus welchem die für die spätere Berechnung nöthigen Grössen hergenommen werden.

Unter Hinweis auf die Figuren 3 bis 6 sei hier das zum Verständnis des Apparates Nöthige gesagt.

Auf einem aus Holz gefertigten Bett befinden sich die 3 Haupttheile des Apparates:

1. Die Vorrichtung zum Einspannen.
2. Die Vorrichtung für die Kraftübertragung.
3. Die Vorrichtung für die Kraftmessung.

In der Einspannvorrichtung wird der zu untersuchende Streifen durch ein paar Klemmen *a* und *b* festgelegt, deren wellenförmig eingeschnittene Backen ein Herausziehen des Streifens während des Versuchs verhindern. Man versäume nicht, die Backen mit sehr weichem Leder auszufüttern, da sonst der Streifen beim Einspannen in den Klemmen vielfach beschädigt wird und in denselben zerreisst. Die eine der Klemmen *b* ist mit der Vorrichtung für die Kraftübertragung verbunden, während die andere sich an einem beweglichen Bock *A* befindet, der an jeder Stelle durch eine Schraube fest mit dem Grundbett verbunden werden kann. Der Bock trägt ferner eine mit einer Marke versehene Messingscheibe, welche erstere auf einer im Bett eingelegten Meterskala in jeder Stellung die Entfernung der Vorderkanten der beiden Klemmen *a* und *b* von einander anzeigt; man überzeuge sich indessen bei Anschaffung eines Apparates, namentlich wenn die Marke auf 0,18 m steht, ob die Entfernung der Klemmen auch dementsprechend ist.

Die zweite Klemme *b* ist durch den Wagen *B* mit der Spiralfeder *F*, welche zum Zerreißen des Probestreifens dient, verbunden. Hoyer: Das Papier, seine Beschaffenheit und deren Prüfung. München 1882.

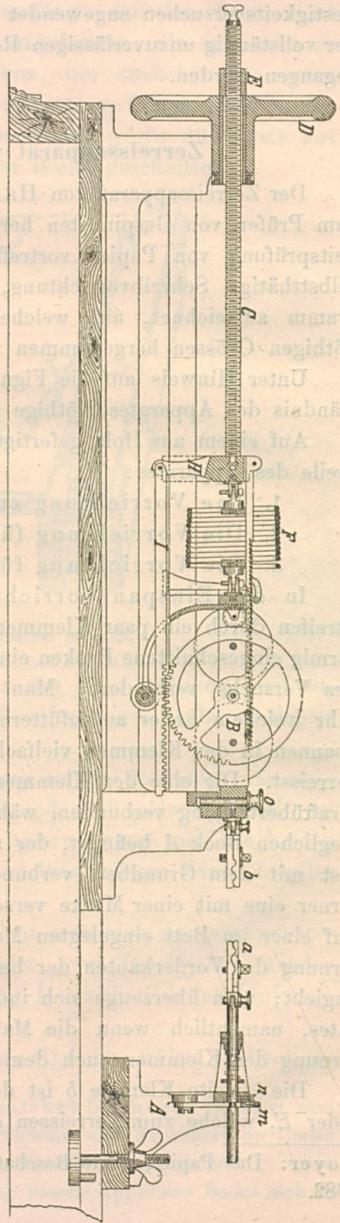


Fig. 3. Zerreissapparat von Hartig-Reusch.

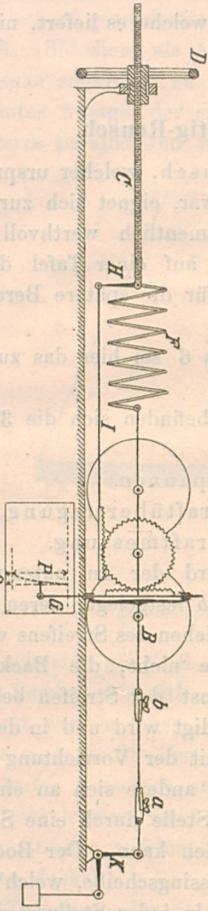


Fig. 4. Schema des Apparates.

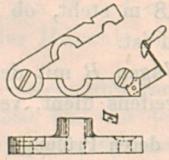


Fig. 6. Verschluss bei E.

F muss sich also beim Versuch soweit elastisch ausdehnen, als dem Widerstande, welchen der Papierstreifen dem Zerreißen entgegensetzt, entspricht. Gleichzeitig folgt jedoch der Wagen dem Zuge der Feder um soviel, als das Papier sich bis zum Bruche dehnt. Diese beiden Bewegungen nun, die Ausdehnung der Feder und die Verschiebung des Wagens, werden auf den Zeichenstift G übertragen, welcher das Versuchsdiagramm auf dem hierfür angebrachten Papier verzeichnet.

Die senkrechten Ordinaten des Diagramms entsprechen den Feder- ausdehnungen und somit den zum Zerreißen erforderlich gewesen Zugkräften und die wagerechten Ordinaten den diesen Zugkräften entsprechenden Dehnungen der Probestreifen.

Die Schreibtafel, welche das Diagrammpapier (Fig. 5) trägt, lässt sich wagerecht verschieben, so dass es auf diese Weise möglich ist, mehrere Diagramme nebeneinander zu verzeichnen¹⁾.

Zu jedem Apparat gehören 3 verschiedene Federn; je eine von 4, 9 und 18 kg Zugkraft; zu jeder derselben gehört ein Maasstab, welcher bei jeder Ausdehnung der Feder die hierfür aufzuwendende Kraft in kg angiebt. Man halte bei allen Versuchen das Prinzip inne, die schwächste Feder anzuwenden und nicht etwa ein Papier mit der 18 kg Feder zu prüfen, welches etwa schon bei einer Belastung von 7 kg zerreisst, denn je stärker die Feder ist, um so feiner ist der Maasstab und um so grösser sind die Ablesungsfehler. Es kann sogar vorkommen, dass man bei Prüfung einer Papiersorte mit Vortheil zwei verschiedene Federn anwenden kann, wenn zum Zerreißen der Querrichtung eine schwächere Feder genügt als für die Maschinenrichtung. Man überzeuge sich, bevor man die

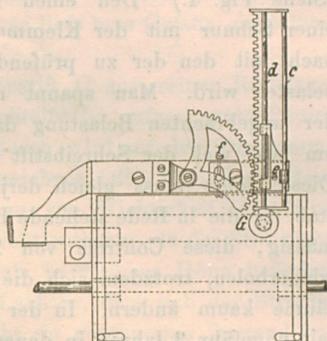


Fig. 5.
Schreibvorrichtung.

¹⁾ Statt des gewöhnlichen Schreibpapiers und eines Graphitstiftes bediene man sich besser des sog. Indicatorpapiers, das von der Firma Dreyer, Rosenkranz u. Drop in Hannover in dem erforderlichen Format geliefert wird. Der Zeichenstift muss dann aus Metall hergestellt sein (Messing, Silber u. a.).

einem jeden Apparat beigegebenen Maassstäbe zum Ausmessen der Diagramme in Anwendung bringt, ob dieselben auch ohne Fehler hergestellt sind¹⁾.

Zu diesem Zweck entfernt man den Bock *A* von dem Bett des Apparates und bringt an seine Stelle auf eine geeignete Unterlage die dem Apparat mitgegeben wird, einen rechtwinkligen Hebel an. (Siehe Fig. 4.) Den einen Hebelarm verbindet man mit Hilfe einer Schnur mit der Klemme *b*, während der andere der Reihe nach mit den der zu prüfenden Feder entsprechenden Gewichten belastet wird. Man spannt nun die Feder soweit an, dass sie der angebrachten Belastung das Gleichgewicht hält und misst aus, um wie viel der Schreibstift hierdurch nach unten verschoben ist. Diese Länge muss gleich derjenigen sein, welche auf dem Maassstab für die in Rede stehende Belastung angegeben ist. Es ist zweckmässig, diese Controle von Zeit zu Zeit, etwa halbjährlich zu wiederholen, trotzdem sich die Federn selbst innerhalb langer Zeiträume kaum ändern. In der Versuchsanstalt sind einige Apparate seit ungefähr 3 Jahren in dauerndem Gebrauch, jedoch ist eine Aenderung der seiner Zeit hergestellten Maassstäbe bis jetzt nicht nöthig gewesen²⁾.

Ein Maassstab zur Ausmessung der Dehnung wird dem Apparat nicht beigegeben, man thut indessen gut, sich einen solchen anfertigen zu lassen, welcher für die Normalstreifenlänge von 0,18 m berechnet direct die Ablesung in Procenten der ursprünglichen Länge gestattet.

Nachdem nun kurz das Wichtigste über die Construction des Apparates auseinandergesetzt ist, mag zur Beschreibung der Ausführung des Versuchs selbst übergegangen werden.

Der Bock *A* wird so festgelegt, dass die vorhin erwähnte Marke

¹⁾ Die Versuchsanstalt übernimmt übrigens auch die amtliche Prüfung von Apparaten zu Papieruntersuchungen und es empfiehlt sich um so mehr, hiervon Gebrauch zu machen, als nachgewiesenermassen die einmal genau justirten Federn sich im Laufe der Zeit nur sehr wenig verändern und man bei sorgfältiger Instandhaltung dauernd die Gewähr erhält, möglichst fehlerfreie Vorrichtungen zu besitzen.

²⁾ Der Nachweis über die Unveränderlichkeit der Messfedern ist im 3. Ergänzungsheft zu den „Mittheilungen aus den technischen Versuchsanstalten“ 1887 geführt. Martens: Ergebnisse der Prüfungen von Apparaten zur Untersuchung der Festigkeitseigenschaften von Papier.

mit dem Theilstrich 0,18 m der Meterskala zusammenfällt; der Wagen *B* wird durch einen Stift *O* festgehalten. Der Streifen wird so zwischen die Klemmen *a* und *b* gelegt, dass er keine Durchbiegung zeigt und nun die Schrauben mit Hülfe des hierfür gefertigten Schlüssels schwach angezogen. Man löst alsdann den Bock *A* wieder, verschiebt ihn ein wenig in der Richtung nach *B* zu und zieht die Klemmschrauben fest an; würde man das stärkere Anziehen bei straff gespanntem Streifen vornehmen, so liefe man Gefahr, denselben einzureissen.

Man bringt nunmehr den Zeichenstift *G* aus seiner Ruhelage, so dass er sich gegen das auf der Schreibtabel aufgespannte Papier legt und zieht die Spiralfeder an; dadurch wird auf dem Diagrammpapier die senkrechte Nulllinie aufgezeichnet, die für die spätere Auszeichnung der einzelnen Diagramme von Wichtigkeit ist. Eine wagerechte Nulllinie zu zeichnen, ist nicht rathsam, da der Stift nicht in allen Stellungen des Wagens *B* sich in gleicher Höhe befindet. Aus diesem Grunde muss man darauf achten, dass sich der Streifen bei Beginn eines jeden Versuchs nicht in gespanntem Zustand befindet, damit der Zeichenstift erst eine kurze Strecke horizontal vorgehen kann, ehe er durch die Spannung der Feder nach unten getrieben wird. So befindet sich an jedem einzelnen Diagramm die für die Bestimmung nöthige horizontale Nulllinie.

Nachdem man den Bock *A* nun ungefähr auf eine Entfernung von 0,17 m festgeschraubt hat, so dass der Streifen schlaff zwischen den Klemmen hängt, entfernt man den Stift *O*, legt die Sperrhaken ein, welche beim Bruch des Streifens das Zusammenschnellen der Feder verhindern, und schliesst die Schraubenmutter *E*, welche mit dem Handrad *D* verbunden ist. Durch ein sehr langsames und gleichmässiges Drehen des Rades, bei welchem man jede Unterbrechung und jedes stossweise Vorgehen sorgfältig zu vermeiden hat, wird nunmehr der Apparat in Thätigkeit gesetzt. Je langsamer und gleichmässiger die Versuche angeführt werden, um so besser werden die einzelnen Resultate unter einander übereinstimmen.

Ist die Spannung der Feder so gross geworden, dass sie gleich dem Widerstand ist, welchen der Papierstreifen leistet, so zerreisst der letztere, und der Versuch ist als beendet anzusehen; der Stift wird vom Diagramm abgehoben, die Schraubenmutter *E* geöffnet, der Wagen verschoben bis der Stift *O* eingesetzt werden kann und dann die Feder entspannt.

Der Streifen wird darauf unmittelbar an den Klemmen abgerissen und der Apparat kann nun zum Zerreißen des zweiten Streifens benutzt werden. Erfolgt der Bruch des Streifens nicht mindestens 1 cm von der Einspannvorrichtung entfernt, so ist es gerathen, den Versuch als ungiltig zu betrachten, weil die Vermuthung nahe liegt, dass die Klemme das Papier beschädigt haben kann.

Sind auf oben angegebene Weise aus der Maschinenrichtung und quer zu derselben je 5 Streifen zerrissen worden, so wird das Gewicht derselben, jede Richtung für sich, bestimmt und es kann nunmehr an die Auszeichnung und Ausmessung der Diagramme gegangen werden.

Fig. 7 zeigt eine Reihe von 10 Diagrammen, wie sie bei Prüfung eines schwachen und mit viel Füllstoffen beschwerten Conceptpapiers erhalten wurden. Die Querrichtung konnte mit Hilfe der

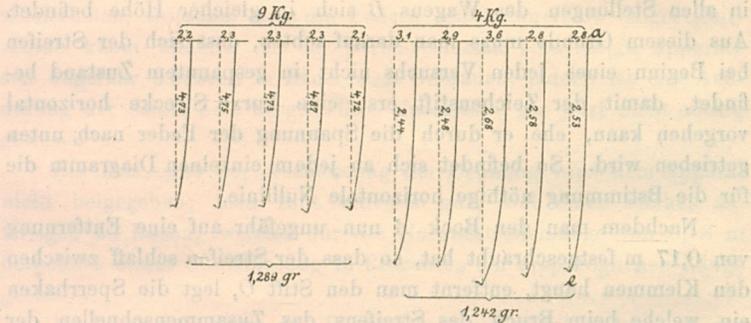


Fig. 7.
Versuchsdiaqramm.

4 kg Feder zerrissen werden, während für die Maschinenrichtung die nächst stärkere Feder angewendet werden musste. Bei der Ausmessung der Curven ist es zu empfehlen, die Anfangs- und Endpunkte derselben a und e durch feine Nadelstiche hervorzuheben und dann erst die Anfangspunkte horizontal und die Endpunkte vertical zu projeciren. Die Entfernung vom Schnittpunkt dieser beiden Linien bis zum Punkt a giebt uns die Dehnung des Streifens an, während die Entfernung desselben Punktes vom Punkte e die Ausdehnung der Feder und somit das Maass für die zum Zerreißen des Streifens nothwendig gewesene Kraft angebt. Beide Längen werden mit den für sie bestimmten Maassstäben ausgemessen, wobei

es genügt, wenn die Bruchdehnung auf eine und die Bruchbelastung auf 2 Decimalstellen bestimmt wird.

Die geringen Differenzen, welche die einzelnen Diagramme unter einander aufweisen, sind durch die Ungleichmässigkeit des Papierstoffes bedingt; ja es sind Fälle durchaus nicht selten, in denen bei 2 Streifen, welche unmittelbar nebeneinander aus einem Bogen herausgeschnitten sind, Dehnungsdifferenzen bis zu 1 % auftreten; aus diesem Grunde ist die Ausführung von 5 Versuchen in jeder Richtung nothwendig, damit eine Ausgleichung der Unterschiede eintritt.

Wie schon erwähnt, ist die Kraft, welche zum Zerreißen der Streifen nöthig ist, die Bruchbelastung, an und für sich nicht geeignet, ein Urtheil über die Festigkeit des Stoffes, aus dem das zu prüfende Papier hergestellt ist, zu gestatten, weil sie sich mit der Dicke des Streifens ändert. Um sich nun von dem Querschnitt des Streifens unabhängig zu machen, berechnet man aus der gefundenen Bruchbelastung und den ermittelten Streifengewichten die sogenannte Reisslänge. Man versteht unter Reisslänge diejenige Länge eines Papierstreifens von beliebiger Breite und Dicke, bei welcher derselbe, an einem Ende aufgehängt gedacht, in Folge seines eigenen Gewichtes am Aufhängepunkt abreißen würde. Man sieht leicht ein, dass für diesen Werth die Breite und Dicke der Probestreifen ohne Bedeutung sind.

An der Hand des oben ausgeführten Versuches möge nun hier nach einer Zusammenstellung der gewonnenen Resultate die Berechnung der Reisslänge in den beiden untersuchten Richtungen folgen.

Versuchs-Ergebnisse.

Maschinenrichtung				Querrichtung			
Streifen No.	Bruchbelastung kg	Bruchdehnung %	Gewicht g	Streifen No.	Bruchbelastung kg	Bruchdehnung %	Gewicht g
1	4,72	2,1		1	2,53	2,8	
2	4,87	2,3		2	2,58	2,8	
3	4,13	2,3		3	2,68	3,6	
4	4,75	2,3		4	2,48	2,9	
5	4,73	2,2		5	2,44	3,1	
Summe	23,20	11,2	1,289	Summe	12,71	15,2	1,242
Mittel	4,64	2,2	0,258	Mittel	2,54	3,0	0,248

Berechnung der Reisslänge.

Der Versuch hat gezeigt, dass das mittlere Gewicht eines Streifens aus der Maschinenrichtung von 0,18 m ein Gewicht von 0,258 g hat, und wir müssen nun nach der oben gegebenen Definition der Reisslänge berechnen, ein wie langer Streifen derselben Breite einem Gewicht von 4,64 kg oder 4640 g gleichkommt. Bezeichnen wir die uns zunächst noch unbekannte Länge mit x , so erhalten wir folgende Proportion:

$$\frac{0,18}{0,258} = \frac{x}{4640} \text{ d. h. } x = \frac{0,18}{0,258} \cdot 4640 \text{ m.}$$

$$x = 3238 \text{ m oder } = 3,238 \text{ km.}$$

Da eine Angabe auf 2 Decimalstellen vollkommen genügt und die dritte in Folge von Versuchsfehlern sicher schon ungenau ist, so wäre demnach 3,24 km die Reisslänge des Papiers in der Maschinenrichtung. Ebenso ergibt sich für die Querrichtung:

$$\frac{0,18}{0,248} = \frac{x}{2540} \text{ d. h. } x = \frac{0,18}{0,248} \cdot 2540 \text{ m.}$$

$$x = 1844 \text{ m} = 1,84 \text{ km.}$$

Aus den so berechneten Reisslängen und den oben gefundenen Dehnungsangaben ergeben sich demnach für das geprüfte Papier folgende Mittelwerthe:

$$\text{Mittlere Reisslänge} = \frac{3,24 + 1,84}{2} \text{ km} = 2,54 \text{ km}$$

$$\text{Mittlere Dehnung} = \frac{2,2 + 3,0}{2} \% = 2,6 \%$$

Auf Grund dieser Mittelwerthe würde die Einreihung des Papiers in eine der Festigkeitsklassen erfolgen, nach denen das für den Gebrauch der preussischen Behörden bestimmte Papier classificirt ist. Es würde dieses Papier zur Festigkeitsklasse 5 gehören, vorausgesetzt, dass es einen mittelmässigen Widerstand gegen Zerknittern aufweist, der für diese Klasse vorgeschrieben ist.

Den Quotienten aus der Länge und dem Gewicht des Streifens, mit welchem man, wie wir soeben gesehen, die durch den Versuch bestimmte Bruchbelastung multipliciren muss, um die Reisslänge zu erhalten, nennt man die Feinheitnummer des Papiers. Da sich dieselbe bei gleichbleibender Länge der Probestreifen für unsere gewöhnlichen Papiere stets innerhalb gewisser Grenzen bewegt, so habe ich eine Tabelle aufgestellt, welche für die gangbarsten Ge-

wichte eines Streifens von 0,18 m Länge (nämlich vom Gewicht 0,100 bis 0,419 g) eine directe Ablesung der Feinheitsnummer ohne jede Rechnung gestattet. In dieser Tabelle, welche sich am Schluss des Buches vorfindet, geben die sattgedruckten Zahlen das Gewicht eines Normalstreifens an und die darunter befindlichen cursiv gedruckten den Werth, welchen man erhält, wenn man dieses Gewicht in die Normallänge dividirt, d. h. die Feinheitsnummer.

Mit Hülfe dieser Tabelle vereinfacht sich die Berechnung der Reisslänge bedeutend, indem man nur die unter dem Werth für das mittlere Gewicht der geprüften 5 Streifen stehende Cursivzahl mit der mittleren Bruchbelastung in gr zu multipliciren hat, um die Reisslänge in m zu erhalten.

Um die hohen Ziffern bei der Angabe der Reisslänge zu vermeiden, giebt man die letztere zweckmässiger in km an; bei ihrer Berechnung multiplicirt man dann die aus der Tabelle entnommene Feinheitsnummer mit der Bruchbelastung in kg und erhält dann die Reisslänge naturgemäss in km. An der Hand unseres oben erwähnten Beispiels wäre hiernach die Reisslänge x in der Längsrichtung

$$x = 0,698 \cdot 4,64 = 3,238 \text{ km.}$$

Auf die Berechnung des Arbeitsmoduls, der den Begriff der Reisslänge und Dehnung in sich vereinigt, indem er den Arbeitsaufwand und zwar in mkg darstellt, bezogen auf einen Streifen von 1 m Länge und 1 g Gewicht, soll an dieser Stelle nicht eingegangen werden, da behördlicherseits von der Einreihung des Arbeitsmoduls in die für die Normalpapiere aufgestellten Tabellen mit Recht Abstand genommen worden ist. Wer sich eingehender hierüber unterrichten will, findet nähere Angaben in der Originalarbeit des Prof. Hartig in Dresden ¹⁾. Nachdem so der Zerreissapparat von Hartig-Reusch, seine Construction und die Verwerthung der erhaltenen Diagramme auseinandergesetzt ist, mögen noch einige allgemeine Bemerkungen über denselben hier Platz finden.

Die Resultate, die der Apparat liefert, sind bei richtiger und gewissenhafter Handhabung desselben recht zuverlässig und genügen allen Ansprüchen, die bei einer wissenschaftlichen Prüfung an denselben gestellt werden können.

Ferner ist es von grossem Werth, dass das Diagramm als Versuchsurkunde aufbewahrt und jeder Zeit zur Controle der Prüfung

¹⁾ Papier-Zeitung 1881.

Herzberg, Papier-Prüfung.

herangezogen werden kann, ein Vortheil gegenüber anderen Apparaten, der sich schon oft bewährt hat. Anders liegen die Verhältnisse, wenn man den Apparat vom Standpunkte des Praktikers aus beurtheilt; für diesen, dem es darauf ankommt, möglichst schnell über die Festigkeit eines Papiers Aufschluss zu erhalten, ist das Auszeichnen und Ausmessen des Versuchsdiagramms eine viel zu zeitraubende und vielfach zu schwierige Arbeit; deshalb ist der Apparat von Reusch für die Praxis weniger geeignet als der nachfolgend beschriebene Zugfestigkeitsprüfer von Wendler, der eine directe Ablesung von Bruchbelastung und Bruchdehnung gestattet. A. Martens hat in der Papierzeitung 1886 die Grundsätze angegeben, nach denen Apparate zur Prüfung von Papier gebaut sein müssen, um sich leicht und bequem handhaben zu lassen. In Folge dieser Anregung haben sich viele Mechaniker mit der Herstellung derartiger Apparate befasst und dürfte die Reihe derselben noch nicht abgeschlossen sein. Auch der Wendlersche Apparat verdankt der Martensschen Anregung seine Entstehung.

Der Wendlersche Zugfestigkeitsprüfer.

Der Wendlersche Zugfestigkeits-Prüfer zur Bestimmung der Festigkeit so wie der Dehnung des Papiers besteht im Wesentlichen aus 4 Haupttheilen; dieselben sind:

1. Der Antrieb
2. Die Einspannvorrichtung
3. Die Vorrichtung für die Kraftübertragung und
4. Die Vorrichtung für die Kraft- und Dehnungsmessung.

Der Antrieb erfolgt durch ein Handrad *a*, welches bei vielen Apparaten auf Wunsch durch Schneckenrad und Schraube *s* ersetzt worden ist. Der Zapfen dieses Rades dreht sich in dem Lager *l*, welches mit dem Bett *d* aus einem Stück hergestellt ist. In diesem Zapfen, welcher ausgebohrt ist, wird die Schraube *b*, welche mit dem Schlitten *c* fest verbunden ist und mit deren Hülfe die Fortbewegung des Schlittens ermöglicht wird, geführt. Am Handrade befindet sich eine Mutter, bestehend aus der Hülse *p* und zwei Gewindebacken, welche durch einen Kurvenschub geöffnet beziehungsweise geschlossen werden können, je nachdem die Bewegung des Schlittens direct mit der Hand, oder mit Hülfe des Handrades bewirkt werden soll.

Bei einer Rechtsdrehung der Hülse wird die Verbindung geschlossen, d. h. das Gewinde der Backen greift in die Vertiefungen der Schraube, umgekehrt wird bei einer Linksdrehung die Verbindung geöffnet.

Die Einspannvorrichtung besteht aus 2 Klemmen k und k_1 , welche erstere am Wagen w , letztere am Schlitten c befestigt ist. Zwischen den Backen dieser Klemmen wird der zu untersuchende Papierstreifen eingespannt. Die Backen der Klemmen sind normal zur Zugaxe wellenförmig ausgearbeitet und mit Leder gefüttert, um ein Rutschen des Streifens in den Klemmen zu verhindern. Die Backen selbst werden durch Schrauben s_1 und s_2 zusammengepresst.

Die Kraftübertragung geschieht bei diesem wie bei den meisten derartigen Apparaten mittelst Spiralfedern, deren der Wendlersche zwei von 9 resp. 20 kg Maximalkraftleistung besitzt. Die Feder wird an einem Ende durch die Hülse i gehalten, welche mit dem Bett d fest verbunden ist; am anderen durch den Wagen w . Die Zahnstange f ist mit dem Wagen w fest verbunden und wird durch die Hülse i geführt. Mit dem Bett durch Schrauben verbunden sind die Sperrklinken g , welche in die Zähne der Zahnstange greifen und, sobald das Papier gerissen, die Feder am Zurückschnellen hindern.

Die Kraftmessung geschieht in folgender Weise: Der Wagen schiebt mit Hilfe des Hebels h den Schlepp-

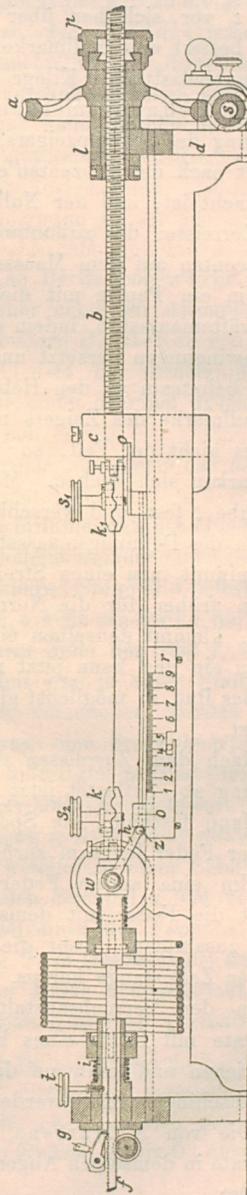


Fig. 8.
Zugfestigkeitsprüfer von Wendler.

zeiger z vor sich her über den Kräftemaassstab r . Der Schleppzeiger besitzt eine Nullmarke, unter welcher man auf dem Maassstab die Bruchbelastung in Kilogr. nach dem Zerreißen des Papiers abliest.

Die Dehnungsmessung erfolgt durch die gegenseitige Verschiebung des Schleppzeigers, auf welchem der Dehnungsmaassstab θ getheilt nach den Prozenten einer normalen Streifenlänge von 180 mm angebracht ist, und der Nullmarke des Schlittens. Man liest nach dem Zerreißen des zu untersuchenden Streifens direct die Dehnung in Procenten auf dem Maassstabe ab.

Um ein Papier mit diesem Apparate zu prüfen, justirt man den Kräftemaassstab, indem man die Sperrklinken aufhebt, die Feder in Schwingungen versetzt und wenn dieselbe in Ruhe, den Schleppzeiger behutsam an den Hebel heranschiebt; man sehe nun zu, ob die Nullmarke des Zeigers mit der des Maassstabes übereinstimmt; ist dies nicht der Fall, so verschiebe man letzteren so lange, bis die Marken sich decken. Man stellt jetzt die Feder mittelst der Schraube t fest und verschiebt den Schlitten bis die beiden Nullmarken des Dehnungsmaassstabes und des Schlittens übereinstimmen. Jetzt nimmt man einen Streifen von dem zu untersuchenden Papier in den früher für die Normalstreifen angegebenen Grössenverhältnissen, klemmt denselben ein, löst die Schraube t , legt die Sperrklinken ein und kann jetzt mit der Untersuchung beginnen, indem man das Rad in möglichst gleichmässige und langsame Umdrehungen versetzt.

Nach dem Zerreißen des Streifens liest man Belastung sowie Dehnung ab, entlastet jetzt die Feder, indem man den Wagen mit der Hand festhält, die Sperrklinken auslöst und nun den Wagen mit der Feder langsam zurückgleiten lässt.

Um eine andere Feder einzusetzen, nimmt man den Wagen, drückt die Feder mit demselben in Richtung nach der Schraube t etwas zusammen, dreht die Feder um 90° und zieht den Wagen mit der Zahnstange heraus.

In der Versuchsanstalt werden zwei dieser Wendlerschen Apparate mit Hilfe eines kleinen Motors durch die Wasserleitung angetrieben und kann auf diese Weise ein sehr gleichmässiger Gang der Maschinen erzielt werden.

Die von A. Martens construirte Ausrückvorrichtung setzt die Apparate in demselben Augenblicke ausser Thätigkeit, als der Streifen zerreisst.

A. Martens gestattet nach voraufgegangener Anfrage gern das Anbringen seiner Ausrückvorrichtung an dem Wendlerschen Apparat, und ist die Construction des Ausschalters im „Sonderheft III der Mittheilungen aus den Technischen Versuchsanstalten. 1887“ ausführlich beschrieben und abgebildet; auch kann dieselbe in der Versuchsanstalt jeder Zeit in Augenschein genommen werden.

Der Rehse'sche Papierprüfer.¹⁾

Der von dem Mechaniker Rehse in Berlin construirte Papierprüfer unterscheidet sich von den bisher erklärten Apparaten zunächst dadurch, dass nicht Streifen, sondern Blättchen von Papier zur Verwendung kommen. Die Kraft wird bei diesem Apparat durch eine Feder ausgeübt, welche auf einen Stempel drückt, der das fest gespannte Papier durchlochen soll.

An beifolgender Skizze soll die Construction, sowie das Arbeiten mit diesem Apparat erläutert werden.

In einer Hülse *a*, auf welcher eine Millimeter-Eintheilung angebracht ist, befindet sich eine Feder *b*, welche auf der einen Seite auf eine Scheibe *c* drückt, an welcher ein kleiner Stempel *d* befestigt ist.

Von der anderen Seite der Scheibe *c* geht ein Stift *e* durch das Innere der Feder *b* und berührt mit seinem Ende den Stift *f*, welcher wiederum eine Millimeter-Eintheilung hat und in einer Führung *g*, an welcher ein Nonius angebracht ist, verschoben werden kann. Diese Führung *g*, welche als Fortsetzung eine Schraubenspinde *h* besitzt, welche in die an der Hülse *a* befestigte Schraubenmutter *i* hineingeschraubt werden kann, ist an einer Hülse *k* angebracht, welche über Hülse *a* wegleitet und deren Umfang in 100 Theile getheilt ist.

Der Handgriff *l* an der Scheibe *c*, welcher in einen Schlitz vorgeschoben werden kann, dient dazu, den Stempel *d* während des Einspannens niederzudrücken. Das Einspannen des Papiers erfolgt bei *n*, indem der Deckel *o*, welchen Fig. 9 im Durchschnitt darstellt, durch die Schraube *p* an das Ende der Hülse *a* angedrückt wird, und zwar passt eine Erhöhung des Deckels *o* in eine Vertiefung der

¹⁾ A. Martens giebt im Ergänzungsheft III der „Mittheilungen aus den technischen Versuchs-Anstalten 1887“ eine ausführliche Beschreibung des Apparates und eine Zusammenstellung der mit demselben gewonnenen Resultate. Der Apparat ist vom Mechaniker Rehse, Berlin O., zum Preise von 35 Mk. zu beziehen.

Hülsenwand, so dass das Papier ganz gleichmässig eingespannt wird. Die Papierprüfung geschieht bei dem Apparat in folgender Weise.

Nachdem das Papier, welches man am besten in Blättchen von 3 Centimeter Quadrat schneidet, bei n eingespannt und beide Millimeter-Eintheilungen auf Null eingestellt worden, wird durch Hülse

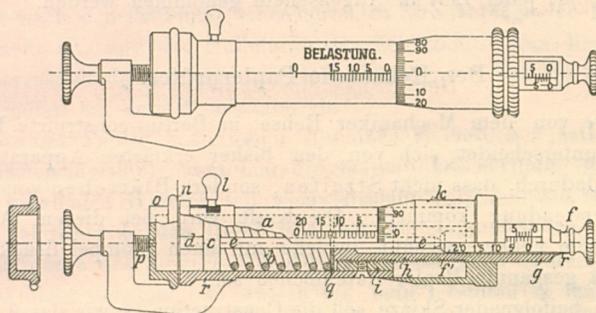


Fig. 9.

Rehscher Papierprüfer.

k die Schraubenspindel h vorwärts geschraubt, wodurch auf die Feder b ein Druck ausgeübt wird. Um diesen Druck gleichmässig auf die Feder b zu vertheilen, ist zwischen der Feder und der Schraubenspindel ein loses dünnes Scheibchen q angebracht, welches im Mittelpunkt durchlocht ist und welchem der Stift e als Führung dient. Der Druck der Feder überträgt sich nun auf die mit dem Stempel d versehene Scheibe c , und der Stempel dehnt das Papier, bis die Federspannung der Kraft, welche zum Durchlochen des Papiers erforderlich ist, entspricht. Der Stift f wird von der Führung g mitgenommen; er ist an der Drehung in der Hülse durch die Nuth und Feder r verhindert und giebt, da er mit e in steter Berührung bleibt, in seiner Verschiebung gegen g die Bruchbelastung an, während die Ablesung an der Hülse a die Summe von Bruchbelastung und Dehnung anzeigt.

Zieht man also von der an der Hülse a abgelesenen Grösse die an dem Stift g abgelesene ab, so ergibt sich eine Grösse, welche der Durchbiegung des Papiers, welche wir als Dehnung bezeichnen können, entspricht.

Im Papierlager zur schnellen Vergleichung zweier Papiersorten dürfte sich dieser kleine Apparat als recht brauchbar erweisen.

II. Widerstandsfähigkeit gegen Zerknittern und Reiben.

Es giebt zur Zeit noch keine mechanisch wirkenden Apparate, mit Hülfe deren der Zerknitterungsversuch ausgeführt werden könnte und ob es dergleichen überhaupt jemals geben wird, mag dahin gestellt bleiben¹⁾. Es ist dieser Versuch demnach ein rein subjectiver und von der Person des Prüfenden abhängig; ihn aus diesem Grunde aber zu verwerfen und ihm den Vorwurf der Unzuverlässigkeit zu machen, wie es in letzter Zeit vielfach geschehen ist, ist völlig unberechtigt. Schon die Thatsache, dass die Art dieser Prüfung sich in der Praxis selbst ausgebildet hat, spricht genügend für dieselbe. Will ein Privatmann für sich ein Papier auf seine ungefähre Festigkeit prüfen, so reisst er es nach verschiedenen Richtungen hin ein und unterwirft es ausserdem der Operation des „Waschens“, wie man den Process des Zerknitterns in der Praxis sehr treffend bezeichnet hat. Diese Procedur verschafft dem Händler, Fabrikanten etc. einen allgemeinen Ueberblick über die Festigkeitseigenschaften des Papiers und ist durch andere Versuche, wie den Falzversuch von Winkler etc. in keiner Weise zu ersetzen. Man erhält beim Zerknittern nicht nur eine Vorstellung über den Widerstand, den das Material dieser Behandlung entgegengesetzt, ein Urtheil, welches man sich aus der Reisslänge und Dehnung des Papiers in keiner Weise mit Sicher-

¹⁾ Zwar hat Arnoldi (siehe Dinglers Polytechnisches Journal Bd. 257 Heft 8) einen Apparat veröffentlicht, der die Festigkeitsbestimmung mit der Hand durch Zerreiben etc. ersetzen soll, indessen ist über denselben nichts weiter bekannt geworden. Es ist auch aus der Construction garnicht zu ersehen, wie der Apparat in der angegebenen Weise wirken soll.

heit herleiten kann, sondern gewinnt auch einen gewissen, wenn auch beschränkten und nicht absolut sicheren Einblick bezüglich der verwendeten Materialien und des Zustandes derselben. Enthält ein Papier beispielsweise viel Füllstoffe, so wird sich, abgesehen von dem geringen Widerstand, den es dem Zerknittern entgegengesetzt, ein Zerstäuben bemerkbar machen, das bei einem Papier ohne mineralische Zusätze nicht zu beobachten ist.

Ist das Papier zu stark gebleicht, der Rohstoff also theilweise in die sehr brüchige Hydrocellulose umgewandelt, oder ist der Stoff todtgemahlen, so wird sich dieses durch ein glasiges Brechen des Papiers beim Reiben leicht bemerkbar machen.

Kurz, die Vielseitigkeit des Urtheils, welches diese Untersuchungsmethode gestattet, hebt den einen Nachtheil, den man ihr vorgeworfen hat, dass die Ergebnisse nicht durch Zahlenwerthe ausgedrückt werden können, vollständig auf und würde mir die Aufgabe gestellt, ein Papier auf Grund einer beliebig auszuwählenden Untersuchungsart zu prüfen, so würde ich keinen Augenblick im Zweifel sein, den Widerstand gegen Zerknittern und Reiben hierfür zu wählen.

Der Versuch selbst wird nun in folgender Weise ausgeführt; ein halber Bogen des zu prüfenden Papiers wird zunächst fest zusammengeballt, dann wieder aufgewickelt und dieser Process einige Male wiederholt, bis der Bogen voll kurzer Kniffe ist; Papiere von äusserst geringer Festigkeit erhalten hierbei bereits Löcher; so dass der Widerstand gegen Zerknittern bei diesen als „ausserordentlich gering“ bezeichnet werden muss.

Das gekniffte Papier wird nunmehr mit voller Hand gefasst und tüchtig zwischen den Handballen gerieben, etwa so, wie die Waschfrau die Wäsche beim Reinigen behandelt. Bei einiger Uebung in der Ausführung dieses Versuchs, hält es nicht schwer, aus der Reihe der nachfolgenden 7 Beurtheilungsgrade, wie solche in der Versuchsanstalt gebräuchlich sind, den passenden auszuwählen.

- 0 Ausserordentlich gering,
- 1 sehr gering,
- 2 gering,
- 3 mittelmässig,
- 4 ziemlich gross,
- 5 gross,
- 6 sehr gross,
- 7 ausserordentlich gross.

Um für die beiden äussersten Grenzen 0 und 7 Beispiele anzuführen, so sei bemerkt, dass Zeitungspapier, Butterpapier etc. wohl selten beim Zerknittern eine andere Beurtheilung erfahren werden als „ausserordentlich gering“, während bei Papieren, die aus ungekochten und ungebleichten Segelleinen, oder aus Hanf hergestellt sind, es oft nur mit vieler Mühe gelingt, durch Reiben kleine Löcher hineinzubringen; bei einem solchen Befunde kann man den Widerstand unbedenklich als „ausserordentlich gross“ bezeichnen.

Es erscheint allerdings auf den ersten Blick, als wenn die Unterschiede der oben angeführten Urtheile so gering sind, dass eine sichere Unterscheidung kaum möglich ist, und doch verschwinden diese Schwierigkeiten, sobald der Prüfende sich hinlängliche Uebung im Versuch verschafft hat.

Viele in dieser Richtung ausgeführte Controlversuche haben bewiesen, dass das Urtheil über die Widerstandsfähigkeit eines Papiers gegen Reiben und Zerknittern stets nahezu das gleiche war, auch wenn die Versuche von verschiedenen Personen ausgeführt wurden. Die Versuchs-Anstalt dürfte gerade auf diese Methode trotz aller Einwendungen so lange grossen Werth legen, bis eine bessere und leistungsfähigere gefunden ist.

Um unter den Beamten einen thunlichst einheitlichen Maassstab für die Beurtheilung des Widerstandes gegen Zerknittern zu schaffen, ist die Anordnung getroffen, dass die einschlägigen Versuche stets von mehreren Personen gleichzeitig ausgeführt werden. Auf diese Weise ist es erreicht worden, dass die Beurtheilung selbst dann recht gleichwerthig ausfällt, wenn die Beamten ganz unabhängig von einander den gleichen Stoff prüfen.

Den Papier-Interessenten, welche mit der Versuchs-Anstalt in Verbindung stehen, ist es leicht möglich, durch eigene Versuche und Vergleiche an ihren in der Versuchs-Anstalt geprüften Papieren sich den in der Versuchs-Anstalt gebrauchten Maassstab anzueignen, so dass sie einigermassen Sicherheit gewinnen können, dass das von ihnen zur Prüfung vorgelegte Papier bezüglich des Widerstandes gegen Zerknittern keine zu ungünstige Beurtheilung erfährt.

III. Bestimmung der Dicke.

Hat man keinen Apparat zur Hand, um die Dicke des Papiers festzustellen, und handelt es sich nicht darum, genaue Werthe zu erhalten, so kann man sich einer Methode bedienen, die in der Praxis noch vielfach Anwendung findet; man schichtet zu dem Zweck eine möglichst grosse Anzahl der zu messenden Blätter übereinander, presst sie zusammen und misst die Höhe des Stosses; diese durch die Anzahl der Blätter dividirt, ergibt die Dicke des Papiers.

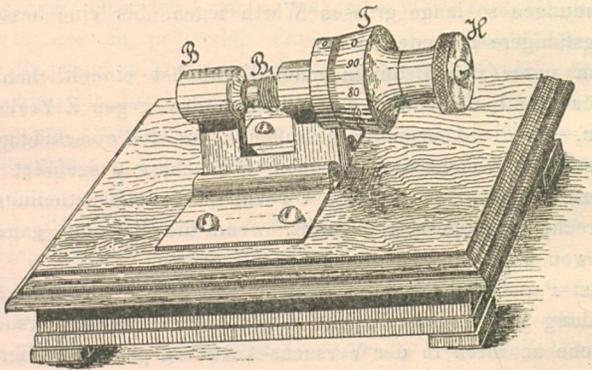


Fig. 10.

Rehsescher Dickenmesser.

Für genauere Messungen sind zahlreiche Dickenmesser construirt, von denen hier zunächst der Rehsesche Apparat¹⁾ Fig. 10 beschrieben werden soll; derselbe besteht im Wesentlichen aus der Mikrometerschraube B_1 , mit welcher die Trommel T fest verbunden

¹⁾ Der Rehsesche Dickenmesser ist vom Mechaniker Rehse, Berlin O., zum Preise von 26 Mk zu beziehen.

ist und der Gabel mit der Stellschraube *B*. Die Kreisflächen der Enden beider Schrauben *B* und *B*₁, zwischen denen die Dicke des Papiers gemessen werden soll, können je nach Drehung der Mikrometerschraube näher aneinander gebracht beziehungsweise von einander entfernt werden. Das Gewinde der Mikrometerschraube besitzt eine Steigung von 0,5 mm, d. h. bei einer Umdrehung der Schraube verschiebt sich dieselbe in Richtung der Längsaxe um 0,5 mm; die Peripherie der Trommel *T* ist in 100 gleiche Theile getheilt, folglich wird bei 0,01 Umdrehung der Schraube und somit der Trommel dieselbe um

$$0,01 \cdot 0,5 \text{ mm} = 0,005 \text{ mm}$$

gegen die Fläche der festen Stellschraube verschoben; man hat also die directe Ablesung auf der Trommel mit 0,005 zu multipliciren, um die absolute Dicke des Papiers in mm zu erhalten.

Um ein gleichmässiges sowie constantes Anlegen der Kreisflächen an das Papier zu ermöglichen, ist mit der Mikrometerschraube eine sogenannte Reibungskuppelung, an deren Ende sich der Kopf *H* zum leichteren Handhaben des Dickenmessers befindet, verbunden. Sobald das Papier genügend fest sitzt, wird bei einer Weiterdrehung des Kopfes *H* die Kuppelung an der Mikrometerschraube gleiten und so verhindern, dass dieselbe weiter bewegt und das Papier zusammengepresst werden kann.

Die Stellschraube *B* ermöglicht bei nicht mehr genauem Zusammenfallen der Nulllinien ein Nachstellen.

Der Apparat ist zugleich so eingerichtet, dass er als Taschenapparat benutzt werden kann, indem die Gabel nicht fest mit dem Holz-Gestell verbunden ist, sondern nur durch ein federndes Blech festgeklemmt wird und auf diese Weise leicht aus demselben entfernt werden kann. Die dem Apparat beigegebene Tabelle zur Bestimmung des Gewichts pro Quadratmeter dürfte wohl auf Zuverlässigkeit keinen Anspruch machen.

Ein anderer Apparat, der in der Versuchs-Anstalt ebenfalls angewendet und von Grossmann¹⁾ hergestellt wird, sei durch die umstehende Skizze veranschaulicht.

Derselbe besteht im Wesentlichen aus den beiden Klemmen *D* und *E*, zwischen denen das zu messende Papier gehalten wird,

¹⁾ Grossmann in Glashütte bei Dresden. Preis des Apparates 65 Mk.

dem Zahnsegmente *S*, welches mit *E* fest verbunden ist, der Feder *F*, dem Zeiger mit Zahntrieb *Z* und dem Zahnrade *A* mit der Spiralfeder *B*.

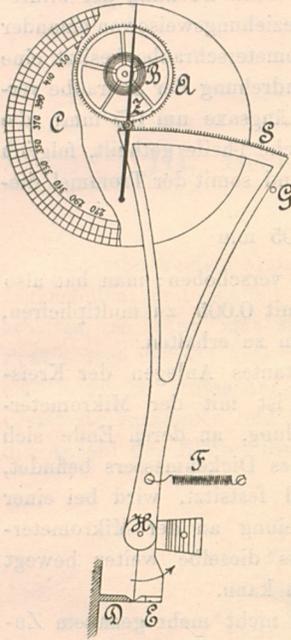


Fig. 11.

Die Klemme *D* ist fest, *E* hingegen bewegt sich in der Richtung des Pfeiles um den festen Punkt *H*, infolgedessen das Zahnsegment *S*, da dasselbe mit *E* fest verbunden ist, in entgegengesetzter Richtung um denselben Drehpunkt; dadurch wird die Bewegung der Klemme *E* übertragen auf den Zahntrieb des Zeigers *Z*, welcher infolgedessen um seinen Drehpunkt bewegt wird.

Der Zeiger bewegt sich über der Scheibe *C*, deren äussere Fläche in 500 Theile radial getheilt ist. Eine vollendete Umdrehung des Zeigers entspricht einem Klemmenabstand von 1 mm, folgedessen beträgt bei $\frac{1}{500} = 0,002$ Umdrehung des Zeigers der Klemmenabstand $0,002 \cdot 1 \text{ mm} = 0,002$ mm. Man hat also die abgelesene Zahl mit 0,002 zu multipliciren, um die absolute Dicke des Papiers in mm

zu erhalten. Die Feder dient dazu, die Schneiden der Klemmen *D* und *E* mit einer mässigen Kraft gegen das Papier zu legen.

Um todten Gang zwischen den Zähnen des Triebes *Z* und denen des Segments aufzuheben, wird ein Anliegen der Zähne des Rades *A* an die des Triebes *Z* durch die Spannung der Spiralfeder *B* bewirkt, so dass dadurch der Zeiger einen ruhigen Gang erhält.

Um die Stärke eines Papiers zu messen, entfernt man die Klemmen von einander, indem man *E* von *D* fortbewegt, hält das zu messende Papier dazwischen und lässt die Klemme *E* langsam frei. Man liest hierauf am Zeiger die darunter stehende Zahl auf der Skala ab, multiplicirt dieselbe mit 0,002 und hat so die Stärke des fraglichen Papiers in mm.

Steht der Zeiger beispielsweise auf 53, so ist die Dicke des Papiers $53 \cdot 0,002 = 0,106$ mm.

IV. Bestimmung des Aschengehaltes.

Diejenigen Bestandtheile des Papiers, welche beim Verbrennen desselben und darauf folgendem Glühen des schwarzen Rückstandes als unverbrennlich zurückbleiben, nennt man die Asche; dieselbe enthält die unorganischen Verbindungen im Gegensatz zu den vorhandenen organischen (Cellulose, Leim, Stärke etc.), welche beim Verbrennen zum grössten Theil als Kohlensäure entweichen.

Was den Ursprung der unorganischen Rückstände anbetrifft, so können dieselben aus drei verschiedenen Quellen stammen; zunächst aus dem zur Herstellung des Papiers verwendeten Rohmaterial (Lumpen, Cellulose, Holzschliff etc.), sodann aus den zum Leimen verwendeten Materialien und schliesslich können sie dem Papier direct als Füllstoffe zugesetzt sein.

Die Pflanzenzellen enthalten auch im reinsten Zustand (Baumwolle) stets geringe Mengen unorganischer Verbindungen, und zwar sind Kalk und Kieselerde die am meisten vorkommenden; der erstere in Verbindung mit Oxalsäure und Kohlensäure, die Kieselsäure als solche.

Der Procentgehalt an Asche ist natürlich bei den verschiedenen Rohstoffen ein verschiedener; das schwedische Filtrirpapier, das man wohl als reinste Cellulose betrachten darf, indem die Kieselsäure der Zellen zum grössten Theil durch Behandlung mit Fluorwasserstoffsäure ausgezogen ist, weist einen Aschengehalt von nahezu 0,1 % auf.

Der Anschaulichkeit wegen mögen hier noch einige Angaben über den Aschengehalt der in der Papierfabrikation verwendeten Rohstoffe angeführt werden¹⁾.

¹⁾ Es soll hierbei ausdrücklich bemerkt werden, dass diesen Zahlen keine absolute Bedeutung beizulegen ist, da dieselben von mannigfachen

Buchenholz	0,43 %	Asche
Lindenholz	0,39 %	-
Gebleichte Leinenfaser	0,94 %	-
Ungebleichte	0,76 %	-
Gebleichte Baumwollfaser	0,76 %	-
Ungebleichte Baumwollfaser	0,41 %	-
Gebleichte Kiefern-cellulose	0,53 %	-
Holzschliff	0,41 %	-

Man sieht hieraus, dass die unverbrennlichen Rückstände der Rohmaterialien einen verschwindend geringen Bruchtheil der Substanz ausmachen und wenn man für dieselben rund 1 % in Anrechnung bringt, so wird dieses in allen Fällen genügen.

Ganz anders verhalten sich beispielsweise einige ausländische Fasersorten, welche zur Herstellung von Papier benutzt werden. So weist die gebleichte *Adansonia digata*, Affenbrodbaum (die Bastfasern des in Afrika heimischen *Adansonia digata*, Affenbrodbaum) einen Aschengehalt von 5,70—7,19 %, die Fasern, welche in Japan zur Herstellung von Papier dienen, im Durchschnitt einen solchen von 2,52 % auf.

Da diese Rohstoffe aber bis jetzt für die deutsche Papierfabrikation ohne Bedeutung sind, so können diese abnormen Verhältnisse hier ausser Acht gelassen werden.

Die zweite der oben angeführten Quellen für die Asche, der der Papiermasse zugesetzte Leim, liefert bisweilen schon einen grösseren Procentsatz an unverbrennlichen Substanzen. Bekanntlich wird der grösste Theil der bei uns fabricirten Papiere nicht wie früher durch thierischen Leim, sondern durch den weit billigeren Harzleim beschreibbar gemacht.

Ohne hier auf die wohl noch nicht endgiltig entschiedene Frage einzugehen, was denn eigentlich der leimende Factor im Harzleim ist, ob das Harz oder die harzsaure Thonerde o. a., so sei nur bemerkt, dass bei dem Leimen des Papiers stets mit einem Ueber-

Factoren abhängig sind; bei Hölzern wird der Standort derselben, bei Lumpen die vorherige Verwendung einen grossen Einfluss auf den Aschengehalt ausüben. So untersuchte Birnbaum Leinentücher, die 8 % Asche aufwiesen, welche aus kohlensaurem Kalk bestand. Derselbe hatte sich in dicker Menge auf den Tüchern (Servietten) niedergeschlagen durch das häufige Bespritzen mit Kalkwasser, ein Verfahren, das häufig angewandt wird, um den Tüchern den Anschein zu geben, als seien sie frisch gewaschen.

schuss von Alaun gearbeitet wird und auf diese Weise eine gewisse Menge überschüssiger Thonerdeverbindungen in das Papier gelangen. Dieselben bleiben in der Asche als Thonerde (Al_2O_3) zurück und können unter Umständen wohl bis 2 % des Papiers ausmachen. Ein geleimtes Papier kann demnach, ohne dass ihm Füllstoffe beigelegt sind, sehr wohl einen Aschengehalt von 3,0 % aufweisen. Endlich werden dem Papier nun auch mineralische Füllstoffe direct zugesetzt, sowohl um dasselbe wohlfeiler zu machen, als auch, um ihm ein bestechendes Aussehen zu geben.

Hauptsächlich verwendet werden zu diesem Zweck:

- Kaolin (Thon, Bleichererde, China Clay),
- Schwerspath (schwefelsaure Baryterde),
- Permanentweiss (Blanc-fix, Blanc-Perle, künstlich hergestellter Schwerspath),
- Gyps (schwefelsaurer Kalk)

und andere.

Bestimmung der Aschenmenge.

Die Bestimmung in der Weise vorzunehmen, dass man einen Bogen des zu prüfenden Papiers von bekanntem Gewicht verbrennt und den übrig bleibenden schwarzen Rückstand dem Gewicht nach bestimmt, eine Methode, wie sie wohl hin und wieder in der Praxis noch ausgeführt wird, ist natürlich für die Erlangung einigermaßen genauer Daten vollkommen unzulänglich, indem das Gewicht der noch nicht verbrannten Kohle auf Kosten der Asche verrechnet wird.

Wenn es auch für die allgemeinen Zwecke der Papierprüfung als überflüssig erscheinen muss, eine Aschenbestimmung beispielsweise bis auf 0,001 g genau auszuführen, denn ein so genaues Arbeiten wird doch durch die Ungleichartigkeit des Rohmaterials und die ungleichmässige Vertheilung der etwa vorhandenen Füllstoffe durch die Papiermasse (ein Kupferdruckpapier ergab an verschiedenen Stellen ein und desselben Bogens einen wechselnden Aschengehalt von 13,65 — 14,71 %) vollkommen illusorisch gemacht, so muss man doch Bedacht darauf nehmen, Methoden und Apparate anzuwenden, bei denen der Fehler 0,25 % nicht übersteigt.

Zwei Waagen sind es, welche zu diesem Zwecke in der Versuchs-Anstalt angewendet werden und welche die geforderte Ge-

naugigkeit besitzen, nämlich die Postsche Aschenwaage und die Reimannsche Substitutionswaage¹⁾.

Beide Waagen haben sich auch in der Praxis bereits Eingang verschafft.

Die Postsche Aschenwaage.

Auf 2 horizontal gelagerten Stahlplatten *P* liegt der Hebel *H* mit einer Stahlschneide *S* auf; das eine Ende desselben bildet den Zeiger *Z*, an dem anderen ist eine Stahlschneide eingelassen,

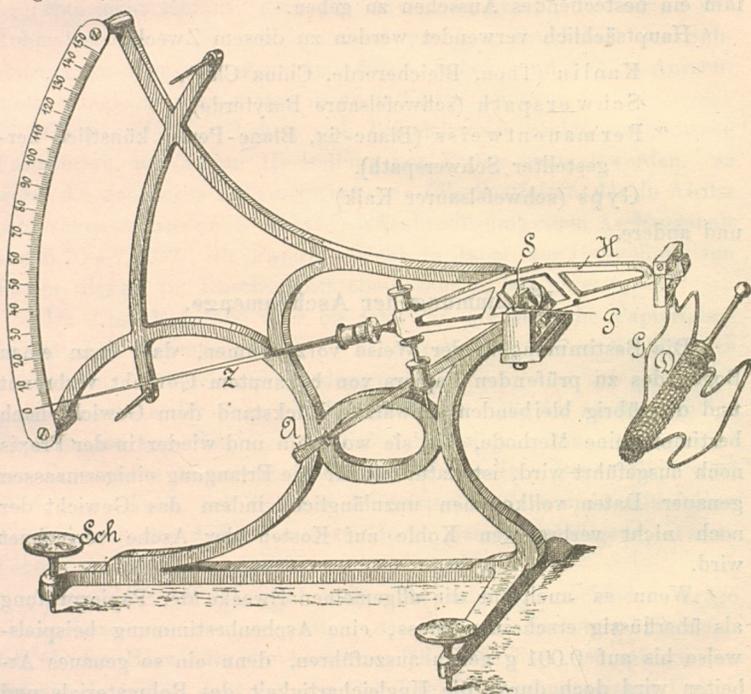


Fig. 12.

Postsche Aschenwaage.

auf welcher das Gehänge *G* aufgelegt ist; in diesem Gehänge liegt das Platindrahtnetz *D*, in welchem die Veraschung des Papiers vor-

¹⁾ Die Postsche Aschenwaage ist vom Mechaniker Post in Hamburg zum Preise von 90 Mk., die Reimannsche Substitutionswaage von Reimann in Berlin, Schmidt-Str., für den Preis von 22,50 Mk. einschliesslich des Gewichtssatzes zu beziehen.

genommen wird; der Zeiger *Z* spielt an einer Skala, welche eine Theilung von 0—150 trägt, und auf welcher jeder Theilstrich einem Belastungszuwachs von 1 Centigramm entspricht.

Durch Niederdrücken des Arretirungshebels *A* kann der ganze Hebel *H* nebst dem daran befindlichen Gehänge von den Platten *P* abgehoben und so die Waage arretirt werden; auch dient *A* dazu, heftige Schwingungen des Zeigers, die beim Auflegen von Papier auf das Gehänge entstehen können, zu mässigen.

Beim Wägen muss selbstverständlich dieser Arretirungshebel so liegen, dass er die Walze, in welcher die Schneide *S* eingelassen ist, nicht berührt.

Mit Hülfe der Schraube *Sch* wird die Aufstellung der Waage so regulirt, dass bei eingelegtem Drahtnetz der Zeiger sich auf den Nullpunkt der Skala einstellt.

Man stelle die Waage so auf, dass sie vor Erschütterungen möglichst geschützt ist, am besten auf einem Consol, das an einer Tragwand angebracht ist; ist eine solche nicht zu haben, so vermeide man wenigstens ein häufiges Wechseln des Standortes der Waage.

Der Versuch selbst geht nun in folgender Weise vor sich.

Nachdem die Waage so regulirt ist, dass der Zeiger bei eingelegtem Drahtnetz auf Null einspielt, legt man in das Gehänge einen Streifen Papier, der nicht ganz die Breite des Drahtnetzes besitzt, damit er nach dem Zusammenrollen gut in dasselbe hineingeht.

Zur Verwendung gelangt eine Papiermasse von dem Gewicht 1 g, weil dann das Gewicht der Asche, in Centigrammen abgelesen, direct den Procentgehalt bedeutet.

Steht der Zeiger der Waage nach dem Auflegen des Papierstreifens über dem Theilstrich 100, so schneidet man so lange kleine Stückchen von dem Streifen ab, bis der Zeiger auf 100 einspielt; steht derselbe mit dem aufgelegten Papier unter 100, so fügt man nach und nach geringe Mengen des Papiers hinzu, bis das Gewicht von 100 Centigramm voll ist.

Die gesammte Menge des nunmehr im Gehänge befindlichen Papiers wird darauf fest zusammengerollt und in das Platindrahtnetz geschoben, in welchem sie verbrannt wird.

Die Verbrennung geschieht am besten und vollkommensten durch Gas mit Hülfe eines Bunsenschen Brenners, welcher einen fächer-

förmigen Aufsatz trägt (Fig. 13). Durch diesen Aufsatz erreicht man eine Flamme, welche das ganze Drahtnetz gleichzeitig umspielt und zum Glühen bringt, während man bei Anwendung eines einfachen Brenners ohne Aufsatz die Flamme von Zeit zu Zeit verschieben muss, um alle Theile des Papiers in dieselbe zu bringen.

Steht Gas für diesen Versuch nicht zur Verfügung, so muss man sich mit einer kräftigen Spiritusflamme begnügen, mit der man

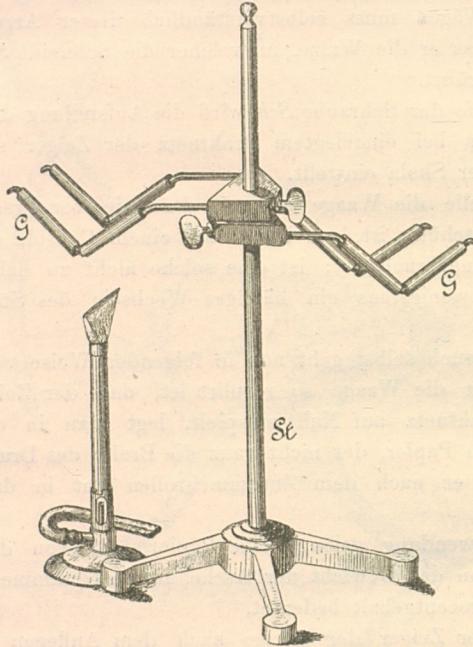


Fig. 13.

Veraschungs - Gestell.

seinen Zweck ebenso vollkommen, jedoch erst nach längerem Glühen erreicht.

Bei Anwendung von Gasfeuerung ist der Versuch in längstens 20 Minuten beendigt.

Zum Auflegen des Drahtnetzes während der Veraschung bedient man sich zweckmässig einer Vorrichtung, wie sie in Figur 13 abgebildet ist. An einem Stativ *St* befinden sich zwei durch Schrauben festzulegende Gabeln *G*, welche in der dem Brenner entsprechenden

Höhe festgeschraubt werden. Die Drahtstangen der Gabeln sind mit Porzellanröhrchen belegt, um eine Berührung des Platinnetzes mit dem Eisendraht zu verhindern. Während des Versuchs drehe man das Netz häufiger, so dass die untere Seite auch nach oben zu liegen kommt, weil die Verbrennung in dem dem Brenner zugekehrten Theile des Netzes in Folge der ausströmenden noch nicht verbrannten Gase und der Luft keine so vollkommene ist als oben, wo sich alles in Gluth befindet.

Einen Verlust an Asche hat man während dieses Umdrehens und auch bei der ganzen Operation nicht zu befürchten, da die Asche auch bei allen feineren Papieren in sich zusammenhält. Man kann nun allerdings der Asche nicht ohne weiteres ansehen, wann sie vollständig ausgeglüht und alle organischen Stoffe derselben verbrannt sind. Meist wird dieses der Fall sein, wenn nach dem Entfernen der Flamme in dem Rückstand ein Glimmen nicht mehr zu bemerken ist. Sieht man noch Theile der Asche weiter glimmen, besonders wenn man mit der Hand vorsichtig etwas Luft gegen dieselbe fächelt, so ist dieses ein Beweis dafür, dass noch unverbrannte Kohletheilchen vorhanden sind und das Glühen muss sodann fortgesetzt werden, bis diese Erscheinung nicht mehr auftritt.

Die Asche erscheint alsdann als eine weisse bis weissgraue Masse, vorausgesetzt, dass das verwendete Papier nicht mit einem farbigen, unorganischen Farbstoff gefärbt war, der auch in der Glühhitze seine Farbe nicht verliert.

Nach dem vollständigen Erkalten des Netzes bringt man dasselbe mit seinem Inhalt in das Gehänge der Waage und liest ab, auf welchen Theilstrich der Zeiger einspielt; die Zahl der angezeigten Centigramme geben den Aschengehalt des Papiers in Procenten an.

Zahlreiche Controlversuche, die in der Versuchs-Anstalt mit Hülfe einer chemischen Waage angestellt wurden, ergaben als grösste Differenz mit der Postschen Aschenwaage 0,23%, so dass dieselbe als für diesen Zweck vollkommen genügend bezeichnet werden kann, wenn sie auch 2 kleine Fehlerquellen in sich birgt, auf welche ich weiter unten noch zu sprechen komme.

Hat man den Aschengehalt durch Ablesen an der Scala festgestellt, so muss man sich nunmehr überzeugen, ob denn die Versaschung wirklich bis zu Ende durchgeführt ist; denn häufig sieht der Rückstand sehr weiss aus und glimmt auch nach dem Entfernen

der Flamme nicht mehr nach, und dennoch befinden sich im Innern desselben noch Kohletheilchen, bis zu denen keine atmosphärische Luft gedrungen ist und welche aus dem Grunde nicht verbrennen konnten. Man drückt, um sich hiervon zu überzeugen, die Asche, nachdem das Ablesen an der Scala erfolgt ist, auf einem Papierblatt mit Hülfe eines Glasstabes auseinander; finden sich im Innern noch schwarze, unverbrannte Theile vor, so ist natürlich der Versuch als verfehlt zu betrachten und es muss ein anderer ausgeführt werden.

Was die beiden Fehlerquellen anbetrifft, die oben kurz erwähnt wurden, so steckt die eine derselben in dem Platinnetz selbst, während die andere in dem an dem Netz befindlichen Griff aus Messing zu suchen ist.

Dadurch, dass der Platindraht in der Glühhitze mit der Kohle aus dem Papier zusammenkommt, entsteht eine Verbindung des Platins mit dem Kohlenstoff, das sogenannte Kohlenstoffplatin, das sich in der Glühhitze verflüchtigt.

Das Platinnetz wird also während des Versuches leichter.

Ein solches Netz, welches in der Versuchsanstalt gebraucht wurde, und welches ursprünglich 16,566 g schwer war, wog nach 74 damit vorgenommenen Versuchen nur noch 16,142 g; es hatte demnach 0,424 g oder 2,6 % seines Anfangsgewichts verloren.

Die Zerstörung des Platinnetzes geht schliesslich so weit, dass die ursprünglich etwa 1 mm starken Drähte desselben haardünn werden und das Netz durch ein neues ersetzt werden muss.

Die andere Fehlerquelle liegt, wie wir schon erwähnt, in dem Messinggriff des Netzes; beim Erhitzen des Papiers entstehen im Innern desselben, wo die Luft nicht sofort zutreten kann, Producte der trockenen Destillation; diese Kohlenwasserstoffe schlagen sich an dem kälteren Griff nieder und bilden hier eine schwarze kohlige und sehr schwer zu entfernende Masse.

Der Metallgriff wird also während des Versuches schwerer und hebt mehr oder weniger den durch das Platinnetz verursachten Fehler wieder auf.

Diese beiden Unzuträglichkeiten haben die Versuchsanstalt veranlasst, von der Verwendung der Postschen Aschenwaage Abstand zu nehmen und die Reimannsche Substitutionswaage für diesen Zweck besonders herzurichten.

Die Reimannsche Substitutionswaage.

Der eine Arm des Waagebalkens ist mit einem constanten Gewicht aus einem Stück gearbeitet, siehe Fig. 14; der andere trägt zwei Waageschalen, von denen die obere zum Auflegen eines Glasröhrchens, siehe Fig. 15a, die untere für Gewichte bestimmt ist. Da die Waage ohne Glasrohr bei einer Belastung von 21 g sich im Gleichgewicht befindet, so wähle man das Röhrchen so aus, dass es dem Gewicht von 19 g recht nahe kommt, ohne jedoch diese Grenze

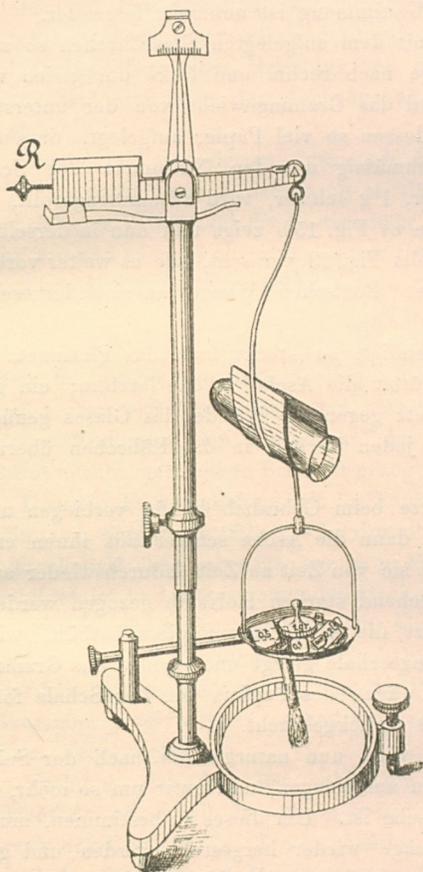


Fig. 14.
Reimannsche Substitutionswaage.

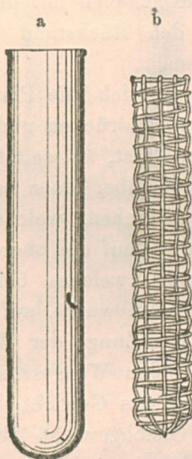


Fig. 15.
Glasröhrchen und Platinnetz
zur Veraschung.

zu überschreiten. Auf die untere Waageschale bringt man an Gewichten 2 g und zwar ein Grammgewicht als solches und den Rest in Deci- und Centigrammstücken.

Eine etwaige Differenz gleicht man entweder mit der zu diesem

Zweck angebrachten Regulierungsschraube *R* aus, oder, wenn diese nicht ausreicht, durch Aufhängen von Reiterchen.

Eine Pinselarretirung, wie sie die Figur zeigt, hat sich für das Auflegen und Abnehmen der Gewichte als sehr praktisch erwiesen.

Der Gang der Aschenbestimmung ist nunmehr folgender.

Nachdem die Waage mit dem aufgelegten Glasröhrchen so aufgestellt ist, dass die Zunge nach rechts und links um gleich viel Theilstriche ausschlägt, wird das Grammgewicht von der untersten Schale entfernt und statt dessen so viel Papier aufgelegt, dass die Waagenzunge wieder gleichmässig um den Nullpunkt der Scala spielt. Diese Menge Papier, 1 g schwer, wird zusammengerollt, in ein Platinnetz gesteckt, wie es Fig. 15 b zeigt und nun in derselben Weise mit Hilfe des Gestells Fig. 13 verascht, wie es weiter vorher bei der Beschreibung der Postschen Waage auseinandergesetzt wurde.

Ist die Veraschung beendigt, so steckt man das Platinnetz in das Glasröhrchen und schüttet die Asche in das letztere; ein geringes Klopfen mit dem Netz gegen die Wände des Glases genügt, um den Rückstand ohne jeden Verlust in das Röhrchen überzuführen.

Da sich die Platinnetze beim Gebrauch häufig verbiegen und zusammendrücken und sich dann die Asche schwer aus ihnen entfernen lässt, so weitet man sie von Zeit zu Zeit dadurch wieder auf, dass sie über einen entsprechend starken Holzstab gezogen werden. Das Röhrchen, welches jetzt die Asche des Papiers enthält, wird nunmehr auf die obere Waageschale gelegt und ebenso das Gramm-Gewicht, welches beim Abwägen des Papiers von der Schale fortgenommen wurde, auf diese zurückgebracht.

Die Zunge der Waage wird nun naturgemäss nach der Seite der beiden Waageschalen zu ausschlagen, und zwar um so mehr, je grösser das Gewicht der Asche ist. Um dieses zu bestimmen, muss das Gleichgewicht der Waage wieder hergestellt werden und geschieht dieses in der Weise, dass von den kleinen Gewichten allmählich so viel entfernt werden, dass der Ausschlag der Zunge nach beiden Seiten des Nullstrichs der Scala ein gleich grosser ist. Die Summe dieser Gewichte ergibt das Gewicht der Asche; in Centigrammen abgelesen, bedeuten diese den Procentgehalt des Papiers an unverbrennlichen Producten. Wären beispielsweise behufs Herstellung des Gleichgewichts der Waage nach dem Auflegen des Röhr-

chens mit der Asche 11 cg heruntergenommen worden, so hätten 1 g oder 100 cg Papier 11 cg unverbrennliche Bestandtheile hinterlassen, d. h. das Papier enthielte 11 % Asche.

Es erübrigt noch zu bemerken, dass Bruchtheile von Centigrammen an dem Ausschlag auf der Scala abgelesen werden; die Waagen der Versuchsanstalt sind so justirt, dass ein Ausschlag von zwei Theilstrichen einer Belastung von 1 cg entspricht; auf diese Weise lässt sich also der Aschengehalt auf Viertelprocente genau ablesen.

Handelt es sich darum, genauere Angaben als diese über die im Papier enthaltenen Füllstoffe zu erhalten, so reichen die beiden beschriebenen Waagen für die Bestimmung nicht mehr aus und es muss eine quantitative Bestimmung mit Hülfe der chemischen Waage vorgenommen werden.

Hierbei ist dann auch die im Papier enthaltene Feuchtigkeit zu berücksichtigen, welche bei den eben erwähnten Methoden wegen des geringen Einflusses, den dieselbe auf das Endresultat ausübt, garnicht in Betracht gezogen ist.

Um den Feuchtigkeitsgehalt im Papier zu bestimmen, werden ungefähr 1—2 g desselben in ein Trockengläschen gebracht, wie es in Fig. 16 abgebildet ist und dieses, ohne den Deckel aufzusetzen, in einem Luftbad etwa 30 Minuten lang auf ungefähr 105° erwärmt. Nach Verlauf dieser Zeit kann man annehmen, dass das Papier vollkommen ausgetrocknet ist und man setzt den Deckel im Luftbad auf das Trockenglas.

Nachdem sich das Glas vollkommen abgekühlt hat, wird das Gewicht desselben mit dem darin befindlichen Papier bestimmt und hiervon das Gewicht der Trockenflasche abgezogen. Die Differenz ergibt das Gewicht der Papiermasse. Um sich davon zu überzeugen, ob auch wirklich die gesammte Feuchtigkeit aus dem Papier ausgetrieben ist, erhitzt man das Trockengläschen mit seinem Inhalt noch einmal auf kurze Zeit und nach dem Erkalten muss die zweite Wägung dasselbe Resultat liefern wie die erste; ist dieses nicht der Fall, so muss das Austrocknen fortgesetzt werden, bis eine Abnahme des Gewichts nicht mehr nachgewiesen werden kann.



Fig. 16.
Trockengläschen.

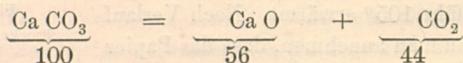
Das so getrocknete Papier wird darauf in einem kleinen Porzellantiegel verbrannt und der Rückstand so lange geglüht, bis zwei aufeinanderfolgende Wägungen dasselbe Resultat liefern.

Aus dem Gewicht des Papiers und des Rückstandes lässt sich dann mit Leichtigkeit der Aschengehalt in Procenten berechnen.

Es folgt nunmehr der schwierigste Theil der Bestimmung, nämlich die quantitative Bestimmung der in der Asche enthaltenen Füllstoffe, die indessen vollkommen ausser dem Bereich dieser Anleitung liegt; so soll vielmehr nur der Grund kurz angegeben werden, weshalb eine quantitative Analyse zu einer genauen Aschenuntersuchung absolut erforderlich ist.

Bei der Veraschung gehen mit den im Papier vorhandenen mineralischen Füllstoffen in Folge des Glühens mehr oder weniger weitgreifende chemische Veränderungen vor sich, indem Bestandtheile der ersteren durch das Glühen ausgetrieben oder aber durch die glühende Kohle theilweise in andere Verbindungen übergeführt werden; es sei hierfür nur ein Beispiel erwähnt.

Angenommen es wären einem Papierstoff kohlenaurer Kalk (Kreide) Ca CO_3 zugesetzt, so zerlegt sich derselbe beim Glühen in Calciumoxyd (gebrannter Kalk) Ca O und Kohlensäure CO_2 , ein Process, wie er ja in den Kalköfen bei der Darstellung von gebranntem Kalk vor sich geht, und zwar geschieht dieses in der Weise, dass aus 100 Gewichtstheilen kohlenaurer Kalk (100 ist das Verbindungsgewicht desselben) 56 Theile gebrannter Kalk und 44 Theile Kohlensäure entstehen, nach der Formel:



Gewichtstheile Gewichtstheile Gewichtstheile.

Die 44 Gewichtstheile Kohlensäure entweichen nun beim Glühen und diese müssen, auf Grund der ausgeführten Analyse berechnet, dem Gewicht der Asche hinzugefügt werden. Ebenso ist die Aufgabe, die Art des zugesetzten Füllstoffs zu bestimmen, rein chemischer Natur und gehört nicht hierher. Eine diesbezügliche Anleitung würde auch ihren Zweck vollkommen verfehlen, denn ein Chemiker bedarf ihrer nicht und ohne chemische Kenntnisse wird Niemand im Stande sein, auch an der Hand des besten Lehrbuches eine zuverlässige Analyse auszuführen.

V. Mikroskopische Untersuchung.

Aufgabe der mikroskopischen Papierprüfung ist es hauptsächlich, die Art der Fasern zu bestimmen, aus denen ein Papier hergestellt ist; erst in zweiter Linie soll sie Aufschluss darüber geben, in welchem Zustand sich die Fasern befinden und in welchen Mengen dieselben vorhanden sind, soweit sich dieses letztere überhaupt durch das Auge beurtheilen lässt. Auf Füllstoffe und Farbstoffe mikroskopisch zu untersuchen, wie von verschiedenen Seiten vorgeschlagen wird, dürfte ebenso schwierig wie unpraktisch sein, da hier die chemische Untersuchung einfacher und sicherer zum Ziele führt. Der Verfasser ist von dem Gesichtspunkte ausgegangen, das Ziel der mikroskopischen Prüfung auf die möglichst einfachste Weise und unter Benutzung der denkbar geringsten Hilfsmittel zu erreichen, damit auch Interessenten, welche nicht wissenschaftlich gebildet und mit den neuesten Fortschritten der Mikroskopie vertraut sind, einen Anhalt zur Prüfung finden mögen. Leider ist es bis jetzt noch nicht gelungen, jede einzelne Faserart verschieden zu färben und es so dem Auge leicht zu machen, daraufhin eine Unterscheidung zu gründen; es ist auch kaum anzunehmen, dass es dahin kommen wird, weil die Fasern theilweise einen zum Verwechseln ähnlichen Bau besitzen und sich allen chemischen Mitteln, namentlich Farbstoffen gegenüber, fast gleich verhalten. Durch Anwendung von Jodlösung gelingt es jedoch wenigstens, die Papierfasern in drei Klassen zu scheiden, die das Auge leicht durch ihre verschiedene Färbung beziehungsweise durch das Fehlen einer solchen unterscheiden kann. Innerhalb dieser drei Klassen wiederum Unterschiede durch Färbung hervorzurufen, ist trotz aller Versuche nicht gelungen.



So ist denn eine sichere Kenntniss des Aufbaues der Fasern ein unbedingtes Erforderniss zur sicheren Erkennung derselben. Der Bau der Zelle giebt genügende Anhaltspunkte, obschon auch diese nicht immer so sichere sind, dass Verwechslungen einzelner Fasern ausgeschlossen sein sollten, zumal die Fasern der mechanisch zerkleinerten Rohmaterialien selten in ihrem natürlichen Zustand gefunden werden, sondern oft bis zur Unkenntlichkeit zerrissen und zerquetscht sind.

Durch die oben erwähnte Unterscheidung in drei Klassen ist wenigstens erreicht, dass eine Verwechslung von Lumpenfasern mit Cellulosefasern selbst dem Laien unmöglich ist, und das ist bei unserer geringen Kenntniss bezüglich der Dauerhaftigkeit der Cellulose zunächst die wichtigste Aufgabe der mikroskopischen Papierprüfung.

Im Folgenden ist nur auf die bei uns hauptsächlich zu Papier verarbeiteten Fasern Rücksicht genommen, nämlich Leinen, Hanf, Baumwolle, Holz-, Strohh- und Espartocellulose, Jute und Holzschliff.

Vorbereitung des Papiers.

Das Papier als solches ist zum Mikroskopiren nicht ohne Weiteres geeignet. Der Regel nach wird vorgeschrieben, ein kleines Stück des zu untersuchenden Papiers auf dem Objectglase in einem Tropfen Wasser, Glycerin o. a. mit Präparirnadeln zu zerfasern und unter dem Mikroskope zu betrachten; aber diese Methode ist roh und unvollkommen, weil die neben den Fasern im Papier vorhandenen Körper, wie Leim, Stärke, Füllstoffe etc., den Bau der Zelle verdecken und so das Erkennen derselben erschweren. Aus demselben Grunde ist das vom Hofrath F. in Wiesbaden angerathene und im Jahrgang 1885 der „Papierzeitung“ veröffentlichte Verfahren, das Papier für die mikroskopische Untersuchung mit Hilfe eines Schleifsteines zu zerkleinern, zu verwerfen. Um die oben erwähnten der Untersuchung hinderlichen Substanzen zu entfernen, ist es zweckmässig, das Papier zunächst in ganz verdünnter Natron- oder Kalilösung in einer Porzellanschale zu kochen¹⁾.

Zur Erlangung einer guten Durchschnittsprobe entnimmt man am besten aus verschiedenen Bogen kleine Stücke des zu unter-

¹⁾ Eine concentrirte Lösung würde ein zu starkes Aufquellen der Fasern verursachen; eine 1—2procentige Lösung genügt vollkommen.

suchenden Papiers (die bei den Festigkeitsversuchen zerrissenen Streifen eignen sich sehr gut hierzu), übergießt diese in einer Porzellanschale mit Wasser, fügt eine geringe Menge verdünnter Natronlösung hinzu und erhitzt das Ganze zum Kochen, wobei sich die Natronlösung allmählich durch Lösen des Leims gelblich färbt. Schon bei diesem vorbereitenden Kochen verräth sich die Anwesenheit eines der erwähnten Faserstoffe, nämlich des Holzschliffes. Holzschliffhaltiges Papier färbt sich beim Erwärmen mit der Lauge erbsengelb, eine Färbung, die namentlich beim Kochen sehr deutlich hervortritt, während holzschliffreies Papier im Aussehen unverändert bleibt, wenn nicht etwa das Papier gefärbt ist und die Natronlauge auf die Farbe einwirkt.

Man kocht ungefähr eine Viertelstunde und befördert den Lösungsprocess des Leimes durch häufiges Umrühren mit einem Glasstabe. Papiere, die aus geringerem Material und solche, die mit viel Füllstoffen hergestellt sind, verlieren hierbei ihren Zusammenhang leicht und vollkommen und ergeben eine breiige Masse, während festere Papiere sich erst nach heftigem Rühren, dann aber auch vollständig zerfasern. Ist das Kochen beendet, so gießt man das Ganze in einen aus Messingblech hergestellten und unten

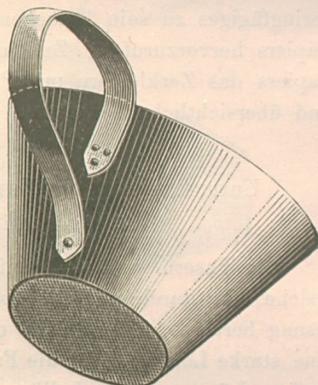


Fig. 17.
Spültrichter.

durch ein feinmaschiges Sieb verschlossenen Trichter von nebenstehender Form (Fig. 17) und gießt Wasser über die darin befindliche Masse, um die den Fasern anhaftende Lauge möglichst zu entfernen.

Die Papiermasse zerreibt man in einem Porzellanmörser unter geringem Wasserzusatz zu einem möglichst gleichmässigen Brei, bis alle etwa noch vorhandenen klumpigen Theile verschwunden sind.

Bei farbigen Papieren ist zunächst der Farbstoff vollständig zu entfernen; es wird dies in den meisten Fällen schon durch den Kochprocess erreicht werden; anderenfalls muss man es durch Behandlung des Papiers mit Salzsäure, Salpetersäure oder anderen Farben zerstörenden Mitteln zu erreichen suchen. Eine Methode, die in allen Fällen zum Ziele führt, kann nicht angegeben werden, da eine solche

in jedem besonderen Fall von der chemischen Natur des verwendeten Farbstoffes abhängig ist.

Bei nicht geleimten Papieren kann füglich das Kochen mit Lauge fortfallen und statt dessen reines Wasser verwendet werden. Vermuthet man in dem Papier Wolle, so nimmt man ein Gemisch von Alkohol und Wasser, da die Wollfasern zum Theil von der Natronlauge aufgelöst werden würden.

Der Einwand, der hier vielleicht gemacht werden könnte, dass die Fasern, welche schon durch den Fabrikationsprocess arg gelitten haben, durch das Reiben im Mörser noch weiter entstellt und unkenntlich gemacht werden, würde nicht zutreffend sein. Es wird das Reiben im Mörser, wenn überhaupt erforderlich, nur ein sehr geringfügiges zu sein brauchen, um ein vollständiges Zergehen des Papiers hervorzurufen. Zudem erspart man durch die Breiform des Papiers das Zerkleinern mit Präparirnadeln und erhält leicht klare und übersichtliche Präparate.

Untersuchung des durch Kochen mit Natronlauge erhaltenen Breies.

Die Fasern werden behufs Untersuchung in Jodlösung gelegt, welche man durch Auflösen von Jod in einer wässrigen Jodkaliumlösung bereitet. Die Stärke der Lösung ist ziemlich gleichgültig; eine starke Lösung färbt die Fasern dunkler, eine schwache heller¹⁾. Andere Lösungen als Jodlösung sind im vorliegenden Fall für die Untersuchung entbehrlich. Zum Zertheilen des Breies auf dem Objectglase bedient man sich zweier Präparirnadeln, am besten aus Platin, da andere Materialien, namentlich die vielfach verwendeten Hornnadeln, von der Jodlösung stark angegriffen werden. Für die eine der Nadeln wählt man zweckmässig eine lanzettförmige Spitze.

Vor der Benutzung des Breies rührt man denselben mit dieser Nadel gründlich um; es bleibt dann beim Herausnehmen eine für ein Präparat genügende Fasermasse hängen. Diese bringt man in einen Tropfen Jodlösung, den man vorher auf das gut gereinigte Objectglas getropft hat; durch einfaches Umrühren erreicht man leicht in der Flüssigkeit die gleichmässige Vertheilung der Fasern. Das Objectglas

¹⁾ In der Versuchs-Anstalt wird eine Lösung angewendet, welche aus 20 g Wasser, 1,15 g Jod und 2 g Jodkalium nebst 1 cc Glycerin hergestellt wird.

legt man hierbei hohl über eine weisse Unterlage, da sich die Fasern auf diese Weise am besten vom Untergrund abheben. Fig. 18 zeigt eine Vorrichtung, wie sie zu diesem Zwecke in der Versuchsanstalt angewandt wird. Das Präparat wird mit einem Deckgläschen bedeckt und mit einem Stück Fliesspapier, welches man gegen den Rand hält, die zuviel zugesetzte Jodlösung fortgenommen. Hierbei ist indessen darauf zu achten, dass man das Papier nicht zu lange Zeit saugen lässt, da sonst zwischen Object- und Deckglas Luftblasen entstehen, die beim Untersuchen lästig sind.

Im durchfallenden Licht muss nun das Präparat vollkommen gleichmässig gefärbt erscheinen; sind noch deutlich hervortretende dunkle Punkte zu bemerken, so sind die Fasern noch nicht hinrei-

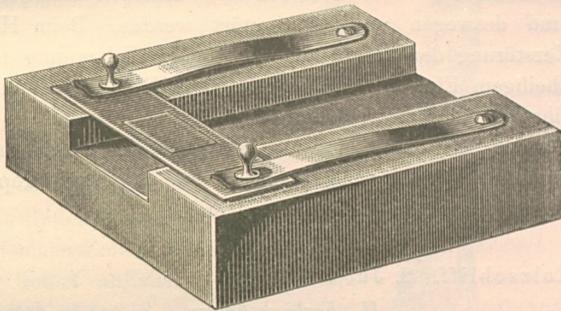


Fig. 18.

Mikroskop - Brücke.

chend gleichmässig vertheilt und man thut gut, die Zusammenballungen zu entfernen, beziehungsweise ein neues Präparat herzustellen.

Für die Untersuchung der Fasern empfiehlt sich eine 300fache lineare Vergrösserung; man erkennt freilich viele Fasern schon bei einer geringeren Vergrösserung, aber manche Feinheiten des Faserbaues gehen hierbei verloren. In der Versuchsanstalt wird mit Zeisschen Mikroskopen, gewöhnlich mit dem Ocular Nr. 2 und dem Objectiv E, gearbeitet. Diese Zusammenstellung entspricht ungefähr einer 355fachen Vergrösserung, die für eine Unterscheidung der Fasern vollkommen ausreicht und sich sehr gut bewährt hat.

Will man sich einen Ueberblick über die Menge der verschiedenen Faserarten verschaffen, so wählt man eine geringere, etwa 120fache Vergrösserung, damit eine grössere Fläche auf einmal übersehen werden kann. Dieses Urtheil ist indess stets, auch bei vieler

Uebung, unzuverlässig, da die Fasern theilweise so zerkleinert sind, dass ihre Abstammung mit Sicherheit überhaupt nicht mehr festgestellt werden kann. Ueberhaupt muss man sich bei der mikroskopischen Untersuchung von dem Gedanken frei machen, jedes Faserbruchstück auf seinen Ursprung hin erkennen zu wollen, weil die Rohstoffe auf ihrem Wege durch die Papierfabrik von den Messern der Holländer, den Walzen etc. oft bis zur Unkenntlichkeit entstellt werden. Ein Beispiel dieser Art giebt Fig. 1 Tafel I. Es gilt dieses im Wesentlichen nur von den mechanisch zerkleinerten Materialien, also vorwiegend von den Lumpenfasern. Bei den chemisch zubereiteten Rohstoffen liegen die Verhältnisse bedeutend günstiger, weil die durch den chemischen Process bereits gelockerten Zellen im Holländer einer kürzeren mechanischen Bearbeitung bedürfen und deswegen weniger zerstört werden. Beim Holzschliff ist die Zerstörung der Fasern für die sichere Erkennung nicht von so nachtheiligem Einfluss, da hier geeignete Färbungsmittel für den unzweifelhaften Nachweis zu Gebote stehen.

Unter der Annahme, dass alle oben erwähnten Faserstoffe im Papier vorhanden sind, erblickt man durch das Mikroskop in dem in Jodlösung eingelegten Präparat Folgendes:

I. Gelb gefärbte Fasern.

1. Holzschliff. 2. Jute.

II. Farblose Fasern.

1. Holz-, 2. Stroh-, 3. Espartocellulose.

III. Braungefärbte Fasern.

1. Baumwolle. 2. Leinen. 3. Hanf.

I. Gelbgefärbte Fasern¹⁾.

1. Holzschliff²⁾.

Zur Fabrikation von Holzschliff werden bei uns in Deutschland zum grössten Theil nur Nadelhölzer (*Pinus sylvestris* Kiefer, *P. picea*

¹⁾ Es ist vermieden worden, Zahlenwerthe für die Dicke der Fasern anzugeben, weil dieselben durch diese Angaben doch nicht von einander getrennt werden können. Nähere Angaben über Faserdicken findet man in „Wiesner, Technische Mikroskopie“.

²⁾ Den Namen Holzstoff für Holzschliff sollte man besser vermeiden, da er als solcher angewendet ungenau und mit dem Vermerk „mechanisch zubereitet“ versehen doch etwas umständlich ist.

Fichte, *P. abies* Weisstanne und auch wohl *P. larix* Lärche) verwendet, und es soll deshalb nur diese Holzart hier berücksichtigt werden. Bei der sehr grossen Anzahl der in der Versuchsanstalt ausgeführten Holzschliffuntersuchungen ist bis jetzt nie Holzschliff aus Laubhölzern herrührend vorgekommen. Zum Nachweis desselben können aber vorkommenden Falles die unter II Seite 51 (Holzcellulose) angegebenen Erkennungsmerkmale dienen.

Der anatomische Bau aller zur Ordnung der Nadelhölzer gehörigen Arten ist ein sehr gleichartiger und deshalb die auf geringe Verschiedenheiten in dem Bau der Markstrahlen gestützte Unterscheidung eine recht schwierige. Bei der Papierprüfung hat diese Unterscheidung zunächst noch wenig Werth und es soll daher, um die Untersuchung nicht unnütz zu erschweren und zu erweitern, auf die anatomischen Verschiedenheiten der einzelnen Coniferenarten nicht weiter eingegangen werden, umso mehr nicht, als man in Wiesners Technischer Mikroskopie oder in ähnlichen Werken die Unterscheidungsmerkmale finden kann.

Diejenigen Zellen nun, die dem Beobachter sofort auffallen, und die am zahlreichsten vertreten sind, sind die sogenannten Holzzellen, mehr oder weniger dünnwandige Zellen, die durch die Tüpfel oder behöften Poren ihrer Radialwände sehr charakteristisch gekennzeichnet und deshalb leicht zu finden sind. Die Tüpfel erscheinen von der Fläche aus gesehen meist als zwei concentrische Kreise, wie solches in Fig. 19a deutlich wahrzunehmen ist. Fig. 19 zeigt eine schematische Darstellung dieser Tüpfel a) von der Fläche gesehen, b) in Seitenansicht; letztere wird man indessen bei Untersuchungen selten wahrnehmen. Die Tüpfelzellen im Herbst- und Frühjahrsholz erscheinen mehr oder weniger elliptisch geformt und zur Längsachse der Zelle schief gestellt.

Wenn auch ein grosser Theil der Holzzellen beim Schleifen des Holzes zertrümmert werden (Fig. 2 und 3 Tafel I und Fig. 4 und 6 Tafel II zeigen Reste solcher zertrümmerten Zellen), so kommen doch auch noch viele unverletzt im Papier vor, an denen man diese Tüpfel-

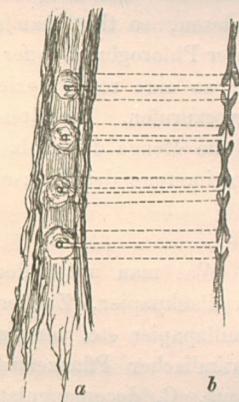


Fig. 19.
Behöfte Poren.

zeichnung (Tafel I Fig. 2 und Tafel II Fig. 1, 3, 5) sehr deutlich wahrnehmen kann.

Neben diesen Holzzellen sind jedoch noch andere vorhanden, die sich ebenso vorzüglich zur Erkennung des Holzschliffs eignen, nämlich die Markstrahlzellen, welche im Stamme von der Mitte aus sternförmig nach aussen verlaufen und durch ihr gitterförmiges Gefüge sofort auffallen.

Fig. 3 Tafel I und Fig. 5 Tafel II zeigen derartige Markstrahlzellen, wie sie über darunter liegende Holzzellen fortlaufen. Das Fig. 2 Tafel II dargestellte Bruchstück eines Tüpfelgefäßes ist seltener zu beobachten, da die Nadelhölzer nur in der Jugend Gefässe aufweisen. Hat man mit Hülfe des Mikroskopes Holzschliff nachgewiesen, so thut man stets gut, eine Probe des Papiers mit salzsaurer Phloroglucin- oder schwefelsaurer Anilinlösung zu bestreichen, und so eine rothe beziehungsweise gelbe Färbung des Holzschliffs hervorzurufen. Die Intensität derselben gestattet eher einen Schluss auf die Menge des Holzschliffs als das mikroskopische Bild. (Siehe „Bestimmung des Holzschliffs“ Seite 61 ff.)

2. Jute.

Was man unter dem Namen Jute namentlich zur Herstellung von Packpapier, Zuckerpapier, Briefumschlagpapier, sogenanntem Manillapapier etc. verwendet, sind die Bastzellen mehrerer ost- und westindischer Pflanzenarten (*Corchorus olitorius*, *C. capsularis*, *C. fuscus*, *C. decemangulatus* u. a.), die sich in den letzten Jahrzehnten unter den Rohstoffen der Papierfabrikation wegen ihrer Festigkeit eine ziemlich bedeutende Stellung errungen haben. Sie lassen sich sehr schwer und wohl kaum vollkommen bleichen und finden deswegen für feine Papiere keine Verwendung.

Die charakteristische Eigenthümlichkeit der Bastfasern dieser Pflanzen ist die, dass die Wandstärken der Zellen an verschiedenen Stellen ganz verschiedene sind und oft im Bereich des mikroskopischen Bildes von einem Extrem ins andere übergehen. Zuweilen ist die Wand sehr dünn, dann wird sie mehr oder minder plötzlich dicker und verdickt sich oft so sehr, dass die Höhlung der Zelle bei einer 355fachen Vergrößerung nur noch als eine dünne Linie erscheint, oder auch auf kurze Strecken vollständig verschwindet, um eine kurze Strecke weiter dieselben Wandlungen von Neuem durchzumachen. (Tafel I Fig. 4, Tafel II Fig. 7 und 8.)

Man muss indessen nicht erwarten, dass eine jede Zelle diese charakteristischen Merkmale so auffallend zeigt, wie eben geschildert; an manchen sind sie sehr schwer aufzufinden, und man muss die Zelle erst weit unter dem Mikroskop verfolgen, um eine Verschiedenheit der Wandstärken zu entdecken (Fig. 9 und 10 Tafel II).

Häufig kommt es vor, dass man die Jutefasern noch zu ganzen Bündeln vereinigt in dem mikroskopischen Bilde erblickt (Fig. 5 Tafel I). Zur Erkennung des anatomischen Baues sind solche Bündel indessen wenig geeignet, weil meist eine Zelle die andere verdeckt. Stellenweise zeigen sich Poren und ganz ähnliche Verdickungen (Knoten), wie wir sie später bei der Leinenfaser regelmässig antreffen werden (Fig. 9 Tafel II); dieselben heben sich durch ihre in ein mehr oder weniger gelbes Braun übergehende Färbung deutlich gegen die anderen Theile der Zelle ab.

II. Farblose Fasern.

1. Nadelholz-Cellulose.

Es gilt für den anatomischen Bau der Nadelholz-Cellulose natürlich im allgemeinen das vorher über den Holzschliff Gesagte; man erkennt sie an den behöftten Poren oder Tüpfeln der Holzzellen. Jedoch ist zu bemerken, dass das Gefüge der Zellen in Folge des vorausgegangenen chemischen Lösungs-Processes viel weniger deutlich hervortritt als beim Holzschliff. Häufig ist man nicht im Stande, die beiden concentrischen Kreise der Poren genau wahrzunehmen, die Tüpfel erscheinen dann mehr wie kreisförmige beziehungsweise elliptisch geformte helle Stellen auf den Zellhäuten (Fig. 6₂ Tafel I und Fig. 11 und 15 Tafel II). Auch fehlen bei der Cellulose meist die charakteristischen Markstrahlzellen, die nur in sehr seltenen Fällen und auch dann nur höchst undeutlich zu erkennen sind. Neben diesen behöftten Poren zeigt die Cellulose grosse einfache Poren (Fig. 6₁ Tafel I und Fig. 11 und 15 Tafel II), die im Gegensatz zu den ersteren durch den Kochprocess weit klarer sichtbar werden.

Bei schlecht zubereiteter Cellulose kommt es vielfach vor, dass die Fasern, die ja in Jodlösung farblos erscheinen sollen, eine ganz schwache gelblich-braune Färbung aufweisen. Die Ursache dieser stets nur unbedeutenden Färbung ist die, dass man es in Folge mangelhafter Fabrikation nicht mit vollkommen reiner Cellulose, sondern mit Zellen zu thun hat, die noch, wenn auch in ganz ge-

ringem Maasse, verholzt sind. Hat man diese Färbung einmal an Cellulose geringer Qualität beobachtet, so wird man bei der Prüfung von Papier nicht in Versuchung kommen, solche selten auftretende schwach gefärbte Fasern für etwas anderes als Cellulose zu halten. Es kann bei einem solchen Material, wenn man es makroskopisch mit Phloroglucin behandelt, vorkommen, dass man glaubt, es mit Holzschliff zu thun zu haben, indem eine schwachrothe Färbung des Papiers auftritt.

Auf die Verschiedenheiten der von verschiedenen Nadelhölzern herrührenden Cellulose soll hier nicht näher eingegangen werden; ich verweise um so mehr auf das hierüber beim Holzschliff Gesagte, als die Unterscheidungsmerkmale hier noch weit weniger deutlich hervortreten als beim geschliffenen Holz.

Die meiste Cellulose dürfte wohl von der Fichte herrühren, die sich wegen ihres geringen Harzgehaltes am besten zur Fabrikation eignet.

Auf eine Eigenthümlichkeit der Cellulose sei noch besonders hingewiesen; es treten bei manchen Fasern Erscheinungen auf, wie sie der Baumwolle eigen sind, nämlich spiralförmige Windungen der Zelle (Fig. 15 Tafel II) und eine gitterförmige Streifung der Zellmembran (Fig. 12 Tafel II). Indessen schützt ja die braune Färbung der Baumwolle, gegenüber der farblosen Cellulose vollkommen vor einer Verwechslung beider.

1a. Laubholzcellulose.

Die Fasern der Laubhölzer bieten nicht so charakteristische und leicht auffindbare Merkmale dar, wie die der Nadelhölzer. Die Holzzellen sind meist dünnwandig, die breiteren sparsam mit Poren versehen, die eine scharf begrenzte mandelförmige, seltener rundliche Gestalt haben und zur Längsaxe der Zelle schief gestellt sind.

Bemerkenswerth sind bei den Laubhölzern die zahlreichen röhrenartigen Gefässe, die einen grösseren Porenreichthum aufweisen und zur Unterscheidung der einzelnen Holzarten einen Anhalt geben müssen.

a) Birkenholzcellulose.

Die Holzzellen der Birkencellulose, zu deren Herstellung *Betula alba* verwendet wird, sind oft sehr dünnwandig; die dickwandigen sind den Bastzellen des Strohs nicht unähnlich (Fig. 18 Taf. II), jedoch ist das Lumen bei den letzteren meist regelmässiger; auch sind die Stellen, an denen eine Verengung des Lumens durch Ver-

dickung der Wände eintritt, farblos, während sie beim Stroh röthlich-braun erscheinen. Die dünnwandigen Zellen tragen vielfach einfache mandelförmige Poren, deren Längsaxen theilweise parallel, theilweise schief zur Zellrichtung verlaufen; zuweilen nehmen dieselben auch eine mehr oder weniger rundliche Gestalt an. Es kommen zuweilen Zellen vor, die sehr dicht mit Poren besetzt sind. (Fig. 16 Taf. II.) Die Enden der Zellen sind sehr mannigfaltig; theilweise sehr spitz (Fig. 7h₁ Taf. I), theilweise abgestumpft bis rund (Fig. 7h₂ Taf. I).

Die Gefässe, die oft noch vollständig und sehr schön erhalten im Papier vorkommen, sind mit einer grossen Anzahl einfacher schlitzförmiger Poren versehen, die zur Längsaxe des Gefässes schief gestellt sind. Diese Poren sind zuweilen über das Gefäss ganz symmetrisch vertheilt, indem eine grössere Anzahl von ihnen beisammen steht; weiterhin ist die Gefässwand auf eine kurze Strecke nicht durchbrochen und diese Abwechselung wiederholt sich 4—5 Mal auf einem Gefässe (Fig. 17 Taf. II).

An den Enden sieht man die gitterförmig durchbrochenen Querwände der Gefässe sehr schön (Fig. 17 Taf. II und Fig. 7g Taf. I). Der Gefässreichthum ist bei der Birke ein sehr grosser.

Die Birkencellulose giebt zwar ein sehr schön weisses, aber wenig festes und dehnbares Papier und wird wohl nur in Ländern hergestellt, wo es an anderen Holzarten, namentlich an Nadelhölzern mangelt.

b) Pappelholzcellulose.

Zur Herstellung der Pappelholzcellulose dürfte vorzugsweise das Holz der Zitterpappel (*Populus tremula*) und der Weisspappel (*P. alba*) Verwendung finden. Unter den Laubhölzern liefern diese beiden Hölzer die zur Bereitung von Papier geeignetste Cellulose.

Ueber die Holzzellen der Pappel (Fig. 9 Taf. I) lässt sich kaum etwas Anderes sagen, als über die der Birke; sie sind einander zum Verwechseln ähnlich; die breiteren weisen hier nicht so viele und in der Regel kleinere Poren auf als bei der Birke. Schmale Zellen mit knotenförmigen Verdickungen (Fig. 20 Taf. II) kommen ziemlich häufig vor.

An Gefässen ist die Pappel weit ärmer, als die Birke. Die Poren sind grösser als bei der Birke und von einem fünf- bis sechseckig-rundlichen Hof umgeben; auch grosse einfache Poren sind in den Gefässwänden vorhanden (Fig. 10—13 Taf. I und Fig. 19 und 22 Taf. II). Charakteristisch für die Gefässe sind die schwanzartigen

Enden zu beiden Seiten, die oft eine beträchtliche Länge erreichen (Fig. 10, 11 und 13 Taf. I). Die gitterförmig durchbrochenen Querwände, die bei der Birke so charakteristisch hervortraten, fehlen hier ganz.

2. Strohcellulose.

Zur Herstellung von Strohcellulose wird das Stroh aller Getreidearten verarbeitet und es wird hauptsächlich von der Lage einer Strohstoffabrik abhängen, ob dieselbe mehr Roggenstroh, Weizenstroh oder andere Strohsorten verarbeitet. Am meisten dürfte bei uns wohl Roggenstroh zur Verarbeitung kommen.

Es soll auch hier auf die Beschreibung der geringen anatomischen Unterschiede, welche die einzelnen Strohartn im Bau der Epidermiszellen aufweisen, aus demselben Grunde wie bei der Holzcellulose verzichtet werden; unser Urtheil über ein Papier, das Strohcellulose enthält, wird nicht wesentlich vervollkommenet, wenn wir erfahren, dass dieselbe z. B. dem Weizenstroh entstammt, da die Güte des Strohs wesentlich von den Witterungsverhältnissen während des Wachsens abhängt.

Aus einem mikroskopischen Bilde der Strohcellulose heben sich sofort die sehr charakteristisch geformten Zellen der Oberhaut (Epidermis-Zellen) deutlich ab. Es sind dieses dickwandige, mehr oder weniger verkieselte Zellen, deren Ränder wellenförmig gebogen sind (Fig. 14e Taf. I und Fig. 37 und 39 Taf. II). Mit diesen wellenförmigen Ausrandungen schliessen die Zellen dicht aneinander und in der Cellulose findet man noch zuweilen kleine Colonieen solcher innig mit einander verbundenen Zellen, in fertigem Papier hingegen sehr selten. Diese Epidermiszellen kommen in den mannigfachsten Grössen vor; das Verhältniss von Länge zur Breite wechselt von $\frac{1}{1}$ bis auf mehr als $\frac{10}{1}$. Auch die Ausrandungen haben eine ganz verschiedene Gestalt; bald hat man tiefe Einbuchtungen (Fig. 37 Taf. II), bald nur schwache Wellenlinien (Fig. 41 Taf. II). Wenn nun auch diese Oberhautzellen ein leichtes Erkennen der Strohcellulose ermöglichen, so bilden sie doch nur einen geringen Theil aller aus dem Stroh stammenden Zellen; unter diesen herrschen die Bastzellen bei Weitem vor. Diese dünnen langgestreckten Fasern sind von sehr regelmässigem Bau und von einem nach dem Ende zu sich verjüngenden schmalen Hohlkanal durchzogen (Fig. 14 Taf. I und Fig. 30—31 Taf. II). In ziemlich regelmässigen Abständen zeigt die Wandung Verdickungen, die der Faser ein knotenartiges

Aussehen geben. Die Verstärkungen erstrecken sich meist nach dem Innern der Zelle, so dass das Lumen derselben an diesen Stellen eng zusammengeschnürt erscheint, um sich hinter der Verdickung sogleich wieder zu erweitern. Diese verdickten Stellen fallen dem Beobachter durch eine schwach röthlich-braune Färbung, die sich von der ganz farblosen oder auch bei nicht gut gekochtem Strohstoff schwach bläulichen Zelle sehr deutlich abhebt, sofort auf.

Auch weisen die Bastzellen zahlreiche Poren auf, die als dunkle Linien von der Höhle aus nach der Peripherie laufen.

Neben diesen beiden Arten von Zellen, den Oberhaut- und Bastzellen finden wir beim Stroh eine grosse Anzahl sehr dünnwandiger Parenchymzellen (Fig. 35 und 36 Taf. II); dieselben sind an beiden Enden abgerundet, zuweilen fast kreisförmig, zuweilen sehr langgestreckt, mehr oder weniger mit einfachen Poren versehen und deswegen von grösster Wichtigkeit für die Untersuchung, weil sie uns, wie wir später sehen werden, ein sicheres Mittel an die Hand geben, die Strohcellulose vom Alfastoff zu unterscheiden.

In untergeordnetem Maasse treten ferner die Gefässe auf, die bei der Ernährung der Pflanze eine wichtige Rolle spielen.

Vielfach unverletzt trifft man die Netzgefässe an, dünnwandige, röhrenförmige Zellen, deren Wände mit sehr zahlreichen ründlichen oder schlitzförmigen Poren durchsetzt sind (Fig. 15 Taf. I und Fig. 42 Taf. II).

Spiralgefässe im unversehrten Zustande (Fig. 34 Taf. II) sind sehr selten; meist sind die Spiralen durch die Bearbeitung auseinandergezogen und finden sich als wurmartige Gebilde im Präparate (Fig. 32 Taf. II). Dasselbe gilt von den Ringgefässen; die Ringe sind meist aus den Gefässen herausgetreten und zeigen sich dem Beobachter als solche (Fig. 33 Taf. II). Zu erwähnen sind ferner noch die Sklerenchymelemente, sehr stark verdickte und verkieselte Zellen, die fast immer einen schwach bläulichen Schein aufweisen (Fig. 38 und 40 Taf. II); die Ursache der Färbung ist wohl die, dass in Folge der starken Verdickung die Kochlauge nicht im Stande ist, die Cellulose vollständig von den anderen sie begleitenden organischen Verbindungen zu befreien.

3. Alfa- (Esparto-) Cellulose.

Die zu den Gramineen gehörigen beiden Species: *Ligaeum Spartum* und *Stipa tenacissima*, zwei in Spanien und namentlich

Nordafrika in grossen Mengen vorkommende Pflanzen, bilden das Rohmaterial für die Alfa- oder Espartocellulose, die der Strohcellulose sehr nahe steht, bei uns indessen nur in sehr beschränktem Maasse Verwendung findet. Der Bau der Zellen ist dem bei der Strohcellulose besprochenen sehr ähnlich und es dürfte nicht immer möglich sein, zu entscheiden, ob z. B. eine im Papier vorgefundene Epidermiszelle von Stroh oder Espartogras herrührt.

Im Allgemeinen ist der Bau der Alfazellen zierlicher und die Dimensionen der Zellen geringer als beim Stroh; jedoch ist es nicht immer möglich, hierauf eine sichere Unterscheidung zu gründen.

Die Bastzellen (Fig. 16b Taf. I und Fig. 43 und 49 Taf. II) sind im Gegensatz zu denen des Strohs ausserordentlich kurz und häufig in ihrer ganzen Länge im mikroskopischen Gesichtsfelde zu beobachten. Sie sind sehr regelmässig gebaut und haben stark verdickte Zellwände, so dass das Lumen oft nur als eine Linie erscheint. Unregelmässigkeiten im Verlauf der Höhlung, wie wir sie beim Stroh kennen gelernt haben, sind beim Alfa nicht zu bemerken.

Von den Epidermiszellen (Fig. 16e Taf. I und Fig. 47 und 48 Taf. II) lässt sich im Wesentlichen nichts Anderes sagen, als von denen des Strohs; es ist von verschiedenen Seiten auf die angeblichen Grössenunterschiede und verschiedenartig scharfe Ausrandung der Oberhautzellen ein Unterscheidungsversuch aufgebaut worden, der indessen kaum haltbar sein dürfte; es sollen nach demselben die Epidermiszellen beim Alfa kleiner und tiefer ausgerandet sein als beim Stroh. Die zahlreichen Untersuchungen, die in der Versuchsanstalt bereits ausgeführt sind, haben jedoch gezeigt, dass die Strohcellulose neben grösseren Oberhautzellen auch kleine und sehr tief ausgerandete aufweist, die man nach dem obigen Grundsatz als von Alfa herrührend bezeichnen müsste.

Die Zähnchen hingegen (Fig. 67 Taf. I und Fig. 45 Taf. II), die von den Blättern der Rohpflanzen herrühren, geben ein recht gutes und in's Auge fallendes Unterscheidungsmerkmal ab. Dieselben finden sich in Alfapapieren in ziemlicher Menge und in mannigfacher Form vor, bald kurz und gedrunken, bald lang und spitzig, oder hakenförmig umgebogen.

Die grossen dünnwandigen Parenchymzellen fehlen beim Alfastoff vollständig, und so liefern denn die Zähnchen des Alfastoffes und die grossen Parenchymzellen des Strohs ein Mittel, das letzte vom ersteren zu unterscheiden.

Die auch beim Alfastoff vorkommenden Sklerenchymelemente (Fig. 16 s Taf. I und Fig. 44 und 46 Taf. II) sind ähnlich wie beim Stroh.

III. Braungefärbte Fasern.

Bevor auf eine Beschreibung der hierher gehörigen Fasern eingegangen wird, soll auf eine Erscheinung aufmerksam gemacht werden, die den ungeübten Mikroskopiker bei Untersuchung von reinen Lumpenpapieren leicht stutzig machen könnte, nämlich das Auftreten ungefärbter Fasertheilchen in dieser Abtheilung. Es werden vielfach sehr dünne Lamellen bei der Zubereitung der Papiers von den Fasern abgerissen, die dann nicht mehr im Stande sind, die Jodlösung aufzunehmen und in Folge dessen farblos erscheinen. Der Neuling könnte diese Häutchen für Cellulose halten, wenn er sich mit der Feststellung der Farblosigkeit derselben begnüge; würde er aber nach den charakteristischen Merkmalen der Cellulose suchen, so müsste er aus dem gänzlichen Fehlen derselben den Schluss ziehen, dass hier keine Cellulose vorliegt. Man kann diese Erscheinung sehr schön bei den Häutchen beobachten, die noch mit der Faser zusammenhängen.

1. Baumwolle.

Mit dem Namen Baumwolle bezeichnen wir die Samenfäden einiger in den heissen Zonen besonders cultivirter *Gossypium*arten (*G. indicum*, *G. barbadense*, *G. arboreum* etc.). Diese Fäden sind bis zu 5 cm lang, kegelförmig sich nach dem Ende zu verjüngend, einzellig und ohne Querwände. Die Enden sind stumpf bis rundlich, werden aber im Papier selten angetroffen. Die Zelle ist einem Schlauche ähnlich, dessen Höhlung etwa $\frac{2}{3}$ des ganzen Durchmessers ausmacht. Trocknen diese Samenschläuche nun aus, so klappen die Wände, da sie wegen ihres schwachen Baues dem Luftdruck nicht widerstehen können, aufeinander, und die naturgemäss gleichzeitig auftretenden Spannungen der Wandung veranlassen eine spiralförmige Drehung der Zelle, eine Erscheinung, die zum leichten Erkennen der Baumwolle wesentlich beiträgt. Fig. 26 und 27 Taf. II giebt ein Bild der rohen Baumwollfaser, an welcher diese Drehung sehr deutlich zu beobachten ist.

Bei den aus dem Papier stammenden Baumwollfasern oder Fasertheilchen tritt die Erscheinung seltener und weniger deutlich

auf, da man es immer nur mit verhältnissmässig kurzen Enden zu thun hat. Ausserdem hebt das Kochen des Papiers in Natronlauge die Bedingungen der spiralförmigen Drehung nahezu wieder auf, so dass ein Umklappen der Fasern, wie es aus Fig. 17 Taf. I zu ersehen ist, hier wohl auf mehr mechanische Ursachen zurückzuführen sein dürfte. Bei Besprechung der Holzcellulose wurde schon ganz dieselbe Erscheinung erwähnt (Fig. 15 Taf. 2).

Indessen ist die Baumwolle auch ohne diese spiralförmigen Windungen mit keiner der noch folgenden Lumpenfasern zu verwechseln. Zunächst fehlen der Faser sowohl die den Bastfasern eigenthümlichen Poren, feine Canäle, die von der Zellhöhle aus durch die ganze Wand nach aussen verlaufen, als auch die zahlreichen knotenartigen Auftreibungen. Ferner trägt die Zellwand vielfach eine höchst charakteristische Streifung, die der ganzen Zelle eine gitterförmige Zeichnung aufprägt. Allerdings kommen auch, wie schon früher erwähnt, bei der Nadelholzcellulose derartig gitterförmig gezeichnete Zellen vor (Fig. 12 Taf. II), indessen ist eine Verwechslung mit dieser wegen ihrer Farblosigkeit ausgeschlossen.

Die eigenthümliche Streifung in Verbindung mit dem weiten Lumen der Zelle und das Fehlen von Poren und Knötchen, wie sie den folgenden beiden Faserarten eigenthümlich sind, bilden demnach sichere Anhaltspunkte zur Erkennung der Baumwolle. Zudem hat sie von den zu besprechenden Lumpenfasern den grössten Durchmesser und erscheint durch die Jodlösung meist etwas dunkler gefärbt, als die Leinen- und Hanffaser.

Es kommt zuweilen vor, dass durch Drehen oder Zusammen drücken der Faser der Hohlkanal so eng wird, dass er nur als dunkle Linie erscheint (Fig. 25 Taf. II); man hüte sich also davor, in solchen Fällen die Faser mit der Leinenfaser zu verwechseln.

2. Leinen.

Die Bastzellen der Flachspflanze (*Linum usitatissimum*) liefern der Papier-Industrie den vornehmsten, allerdings auch theuersten Rohstoff, aus denen unsere feinsten Papiere hergestellt werden. Diese Bastzellen, welche in der Pflanze unmittelbar unter der Epidermis liegen, sind bis zu 4 cm lang, etwa halb so dick wie die der Baumwolle, sehr regelmässig gebaut und spitz auslaufend. Allerdings wird man die natürlichen Enden der Faser sehr selten bei der Untersuchung beobachten, da dieselben durch den Fabrikations-

process meist so beschädigt werden, dass ihr Erkennen nicht mehr möglich ist.

Charakteristisch sind für die Leinenfasern die sich oft in sehr kurzen Entfernungen wiederholenden Verdickungen der Wand, welche die Faser knotenartig auftreiben (Fig. 18 Taf. I und Fig. 51—53 Taf. II). Bei sehr starker Verdickung werden dieselben durch den Fabrikationsprocess häufig breitgepresst (Fig. 52 Taf. II), eine Erscheinung, die in manchen Fällen bis zum vollständigen Bruch der Fasern an der verdickten Stelle führen kann.

Neben diesen Knoten ist der enge Hohlkanal der Zelle für die Erkennung derselben von grösster Wichtigkeit. Da die Wände sehr stark sind, so ist das Lumen meist nur als dunkle Linie zu beobachten. Dabei sind Zellen, bei denen man diesen Hohlkanal von Anfang bis zum Ende verfolgen könnte, nicht sehr häufig. Bei vielen, namentlich den schwächeren Fasern, sieht man mit der früher angegebenen Vergrösserung das Lumen überhaupt nicht; bei anderen erscheint es auf einer kurzen Strecke, wird dann so eng, dass es dem Beobachter entschwindet und kommt eine kurze Strecke weiter mit grosser Deutlichkeit wieder zum Vorschein.

Zugleich ist die Wand der Zelle mit zahlreichen Poren durchsetzt, die von dem Innern aus nach der Peripherie zu verlaufen und als dunkle Linien erscheinen (Fig. 51 Taf. II).

Die Gestaltsveränderungen, welche die Fasern zuweilen im Laufe der Fabrikation, namentlich durch den Druck der Walzen etc. erleiden, können leicht zu Irrthümern Veranlassung geben. So zeigt Fig. 54 Taf. II einen Theil einer Leinenfaser, bei der durch Breitdrücken der Faser der Hohlkanal sich vergrössert hat, so dass man glauben könnte, man hätte es mit einer Baumwollfaser zu thun.

Noch mehr fällt diese Erscheinung bei Fig. 56 Taf. II in's Auge, indem bei dieser noch ein wiederholtes Umschlagen der Faser hinzukommt, um den Beobachter irrezuleiten. Wären nicht an dem wohl erhaltenen Theil dieser Zelle Poren und Knoten vorhanden, die ja bekanntlich der Baumwollfaser vollständig fehlen, so würde man sehr im Zweifel sein, ob man sich in Bezug auf den Ursprung der Faser für Leinen oder Baumwolle entscheiden sollte.

Die Enden der Fasern sind oft sehr fein und lang ausgefasert (Fig. 52 Taf. II), eine Eigenthümlichkeit, die aber nicht nur, wie oft angegeben wird, dem Flachs allein eigen ist, sondern auch den anderen Bastfasern. Auch bei Cellulose kommen zuweilen derartige

Erscheinungen vor (Fig. 9 Tafel I) und bei Besprechung des Hanfes werden wir derselben wieder begegnen.

3. Hanf.

Die Bastfasern des Hanfes (*Cannabis sativa*) sind von den bei uns verwendeten Papierrohstoffen im Allgemeinen die kräftigsten und eignen sich deshalb vorzüglich zu Papieren, von denen eine grosse Festigkeit verlangt wird, wie Urkunden, Banknoten etc.

Der anatomische Bau der Hanffaser ist dem des Flachses un-
gemein ähnlich und es ist eine der schwierigsten Aufgaben der
mikroskopischen Papierprüfung, diese beiden Faserarten zu unter-
scheiden, ein Versuch, der in manchen Fällen zur Unmöglichkeit
wird. Es treten dieselben knotenartigen Auftreibungen auf wie beim
Flachs (Fig. 19 Taf. I, Fig. 62 Taf. II), dieselben zerquetschten Knoten
(Fig. 59 Taf. II) und dieselben ausgefaserten Enden (Fig. 57 Taf. II).
Nur der Hohlkanal ist etwas weiter, als der der Leinenzelle, etwa
 $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ des Zelldurchmessers und ferner ist die Zellmembran der
Länge nach sehr stark gestreift. Es dürften dieses wohl die einzig
stichhaltigen anatomischen Unterschiede zwischen Hanf- und Leinen-
fasern sein. Indessen kommen auch Fälle vor, in denen Leinenzellen
durch Pressung ein Aussehen annehmen, das dem des Hanfes zum
Verwechseln ähnlich ist, indem die Zelhöhle sich durch den Druck
verbreitert und die ursprünglich kaum oder nicht sichtbare Längsstrei-
fung sehr deutlich hervortritt. Auf diese Weise kann dem gewiegte-
sten Mikroskopiker eine Verwechslung der beiden Fasern unterlaufen,
und ich kann mich nur den Worten des Dr. Schacht anschliessen:
„Mit Sicherheit möchte ich deshalb nicht entscheiden, ob ein
Hanfpapier ganz aus Hanf besteht, oder ob es Leinen beigemischt
enthält.“

Zum Schluss möchte ich noch einige Bemerkungen über die
Dauerpräparate hinzufügen.

Es ist gewiss der berechtigte Wunsch eines jeden Mikros-
kopikers, bei der Untersuchung gute Präparate reinen Materials
zur Hand zu haben, um dieselben jederzeit zum Vergleiche benutzen
zu können. Namentlich für denjenigen sind solche von Werth, der
nicht dauernd mit dem Mikroskop arbeitet, und dem in Folge dessen
einmal gewonnene Bilder bald wieder aus dem Gedächtniss ent-
schwinden, und der so geradezu gezwungen ist, aus dem Vergleich
mit bekannten Objecten seine Schlüsse zu ziehen.

Leider sind bis jetzt für die mikroskopische Papierprüfung derartige Präparate, die für eine Vergleichung wirklich werthvoll wären, nicht geschaffen worden, und es ist fraglich, ob sie überhaupt in zufriedenstellender Weise geschaffen werden können. Die Gelatine oder andere ähnliche Einbettmassen, welche zum Präpariren der Fasern dienen, nehmen den durch die Jodlösung gefärbten Fasern diese Färbung und damit einen sicheren Anhaltspunkt für ihre Unterscheidung, so dass es rathsam sein möchte, solche ungefärbte Präparate, die doch nur zu Irrthümern Anlass geben würden, ganz zu vermeiden. Dauerpräparate dieser Art, die für Papierprüfung mit Unrecht und leider oft ohne Kritik warm empfohlen werden, haben ausserdem noch meist den Nachtheil, dass die Fasern zum grossen Theil nicht aus Papier, sondern aus dem unverarbeiteten Rohmaterial entnommen sind. Dass aber die Fasern vor der Einwirkung der mechanischen Zerstörungsprocesse und der chemischen Reagentien ein anderes Bild abgeben, als nach denselben, braucht nach dem Vorgesagten wohl nicht erst erwähnt zu werden¹⁾.

Um nun die besprochene Lücke einigermaassen auszufüllen, verfähre man in folgender Weise: Man koche eine geringe Menge verbürgt reinen Hanf-, Leinen-, Baumwolle- etc. Papiers in der oben näher angegebenen Weise mit Natronlauge und bereite sich aus demselben einen ganz dünnen gleichmässigen Brei. Einen jeden solchen Brei bringt man in eine gut verschliessbare Flasche. Eine Sammlung derartig vorbereiteter Papierfasern ist ein für einen weniger Geübten gar nicht zu entbehrendes Hilfsmittel für eine Untersuchung, und selbst der mit dem Bau der Fasern hinlänglich Vertraute wird in schwierigen Fällen gern seine Zuflucht zu ihnen nehmen. Sie sollten daher auch stets den für Papierprüfung zusammengestellten Mikroskopon beigegeben werden.

¹⁾ Aehnliche Umstände waren auch die Veranlassung, weswegen die Abbildungen zu diesem Abschnitt als Zeichnungen und als Photographieen veröffentlicht worden sind. Der Zeichner kann leicht das besonders Charakteristische einer Faser getrennt von dem Nebensächlichen wiedergeben, während die Photographie das Bild nahezu in der Weise und mit allem Beiwerk wiedergibt, wie das Mikroskop es dem Auge bietet. Durch die Beigabe beider Arten von Abbildungen wird die Vergleichung demjenigen erleichtert werden, der sich nicht berufsmässig mit der mikroskopischen Untersuchung des Papiers beschäftigt.

Allerdings ist nicht zu verkennen, dass es sehr grosse Schwierigkeit macht, Papiere zu erhalten, die wirklich nur aus einem einzigen Rohstoff bestehen; meist finden sich auch bei der sorgfältigsten Auswahl der Rohstoffe und der saubersten Verarbeitung derselben geringe Beimengungen anderer Stoffe, die den Beobachter leicht irreführen können. Besonders hüte man sich aber, aus der *Bezeichnung* eines Papiers einen Schluss auf die zur Herstellung verwendeten Fasern zu ziehen und etwa zu glauben, dass Hanfpapier aus Hanf, Manillapapier aus Manillahanf etc. bestehen müsse. Derartige Bezeichnungen stehen oft mit dem Papierrohstoff in gar keiner Beziehung und verdanken lediglich dem geschäftlichen Verkehr ihre Entstehung.

haben allgemein noch nicht den Nachtheil, dass die Fasern zu grossen Theilen nicht aus Papier, sondern aus dem unverarbeiteten Rohstoff entnommen sind. Dass aber die Fasern vor der Einwirkung chemischer Reagenzien geschützt sind und die chemischen Reagenzien ein anderes Bild abgeben, als nach demselben, künnte nach dem Vorgehen wohl nicht erst erwähnt zu werden. In diesem Hinsicht ist zu bemerken, dass man aus die beschriebene Färbung einzunehmen anzuführen, ist nicht nur in folgenden Fällen: Man kocht eine geringe Menge von dünn zerschnittenen Hanf-, Baumwoll- etc. Papiere in der oben näher angegebenen Weise mit Natriumcyanid und bewirkt sich, dass demselben oben ganz dünne gleichmässige Schichten bilden. Ein solcher Färbung kann in eine gut verschlossene Flasche. Eine Sammlung derartig vorbereiteter Papiere ist ein für einen weniger Gebrauche geeignet zu empfehlen. Hauptsächlich für eine Untersuchung und selbst der natürlichen Form der Fasern einigermassen Verhältnisse in schwachen Fällen kann seine Nützlichkeit zu übersehen. Sie sollen daher auch stets den für die Papierprüfung zusammenzustellen. Mikroskopisch begabten werden, wenn die Untersuchung der

1) Absolute Zustände wenn auch die Veranlassung, wegen die Abbildungen zu diesem Abschnitt als Nachfragen und die Photographien veröffentlicht wurden sind. Der Zeichner kann leicht das besondere Charakter einer Faser erkennen von dem Nadelstichchen wiederzugeben. während die Photographie das Bild nahezu in der Weise und im allem Bessere wiedergibt, wie das Mikroskop es dem Auge bietet. Durch die Vergleichung dieser Abbildungen wird die Vergleichung derselben erleichtert werden, der sich nicht beständig mit der mikroskopischen Untersuchung des Papiers beschäftigt.



VI. Qualitative Bestimmung des Holzschliffs.

Wir haben oben bei Besprechung der mikroskopischen Prüfung gesehen, auf welche Weise und mit Hülfe welcher Merkmale man den Holzschliff im Rahmen dieser Untersuchung nachweisen kann. Weit einfacher als dort angegeben gestaltet sich dieser Nachweis, wenn es sich nur darum handelt, das geschliffene Holz als solches nachzuweisen, ein Versuch, welcher mit grösster Leichtigkeit von jedem Arbeiter ausgeführt werden kann. Wir besitzen eine sehr grosse Anzahl chemischer Verbindungen, die mit den im Holze vorkommenden Produkten mehr oder minder intensive Färbungen geben, und eine dieser Verbindungen (meist wohl Anilinsulfat) wird man in der Mehrzahl der Papierfabriken vorfinden.

Da der Holzschliff als einer der grössten Feinde eines zur Aufbewahrung für lange Zeiten bestimmten Papiers betrachtet werden muss, so ist es von besonderer Wichtigkeit, solche Methoden zu besitzen, die schnell und sicher Aufschluss über diesen in bedeutenden Mengen verwendeten Papierstoff verschaffen.

Von den vielen Reactionen, welche zum Nachweis vom Holzschliff empfohlen sind, sollen hier nur einige besprochen werden, mit Hülfe deren der Nachweis am schärfsten geschieht und welche daher auch am häufigsten angewendet werden, nämlich:

- die Reaction mit salzsaurem Naphtylamin,
- die Reaction mit schwefelsaurem Anilin (Anilinsulfat), und
- die Phloroglucinreaction¹⁾.

¹⁾ In der Müllerschen Abhandlung über „Die Bestimmung des Holzschliffs im Papier“ findet sich Seite 10 eine ausführlichere Zusammenstellung von Holzschliffreagentien, die aufzuzählen hier zu weit führen würde.

Zugleich haben diese 3 Reagentien die Eigenschaft, die Farbewirkung direct und schon nach sehr kurzer Zeit hervorzurufen, während viele der anderen erst in der Wärme oder nach Verlauf längerer Zeit auf den Holzschliff einwirken.

Die Reaction mit salzsaurem Naphtylamin.

Zur Herstellung der Reagirflüssigkeit erwärmt man etwa 5 g des käuflichen Naphtylamins mit 50 ccm destillirten Wassers und 1 ccm concentrirter Salzsäure; da die angeführte Verbindung einen etwas unangenehmen Geruch besitzt, der sich namentlich beim Erwärmen bemerkbar macht, so thut man gut, die ganze Operation im Freien vorzunehmen, wenn ein Digestorium nicht zur Verfügung steht.

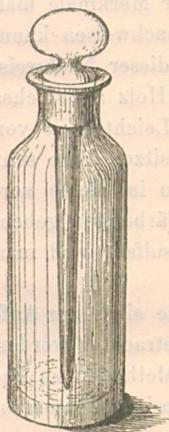


Fig. 20.
Cobaltflasche.

Hat man das oben erwähnte Gemenge etwa 10 Minuten erwärmt, so filtrirt man das Ganze, und die durchlaufende mehr oder weniger violett gefärbte Flüssigkeit kann unmittelbar zum Nachweis von Holzschliff benutzt werden; wird holzschliffhaltiges Papier mit derselben benetzt, so entsteht ein schön orangegelber Fleck.

Zum Aufbewahren der Flüssigkeit dienen am besten die sogenannten Cobaltflaschen (siehe Fig. 20), bei denen der eingeschlossene Glasstopfen verlängert ist und nahezu bis auf den Boden der Flasche reicht. Beim Herausnehmen des Glasstöpsels bleibt stets so viel Flüssigkeit an demselben hängen, als zum Bestreichen des Papiers nothwendig ist.

Des unangenehmen Geruchs wegen, das dies Reagens wie schon erwähnt verbreitet, wird es kaum noch angewendet und ist durch die beiden nachfolgenden vollkommen verdrängt worden.

Die Reaction mit schwefelsaurem Anilin. (Anilinsulfat.)

Man löst, um die Reagirflüssigkeit darzustellen, etwa 5 g schwefelsaures Anilin in 50 g destillirten Wassers auf; das Salz löst sich bei einigem Umschütteln ziemlich leicht auf und man erhält eine klare vollkommen farblose Flüssigkeit, welche jedoch nicht lichtbeständig

ist, sondern sich ziemlich leicht zersetzt, wobei sie eine violette Färbung annimmt; trotzdem reagirt sie auch während der Zersetzung noch auf Holzschliff. Die Färbung, welche die Lösung von Anilinsulfat auf holzschliffhaltigem Papier hervorbringt, ist eine sehr schön hellgelbe.

Die Phloroglucin-Reaction.

Diese von Prof. Wiesner¹⁾ in Wien entdeckte Reaction für verholzte Zellen ist wohl die empfindlichste von allen ähnlichen und zugleich die farbenprächtigste. Zur Herstellung des Reagens verfährt man in folgender Weise: Man löst 2 g Phloroglucin, eine gelbliche, pulverige Substanz, in 25 ccm Alkohol und fügt dieser Lösung etwa 5 ccm concentrirter Salzsäure hinzu; es entsteht daraus eine schwach gelb gefärbte Flüssigkeit, welche sich allmählich durch den Einfluss der Luft und des Lichtes zersetzt; man thut daher gut, sich von der Lösung nie grössere Mengen herzustellen, da eine frisch bereitete Lösung schneller und schärfer reagirt, als eine schon in Zersetzung übergegangene.

Die Färbung, welche diese Lösung auf holzschliffhaltigem Papier hervorbringt, ist eine sehr schön rothe und aus diesem Grunde ist die Phloroglucinlösung den beiden oben besprochenen vorzuziehen, weil diese beispielsweise bei gelben Papieren keine so deutliche Reaction veranlassen als jene.

Man lasse jedoch nicht ausser Acht, dass es gewisse Farbstoffe giebt, wie das in der Papier-Fabrikation vielfach verwendete Metanylegelb (Diphenylamin-azo-metabenzolsulfosaures Natron), das sich unter dem Einfluss freier Säuren ebenfalls roth färbt und daher möglicherweise zu der Annahme führen könnte, man hätte es mit Holzschliff zu thun, während das Papier in Wirklichkeit mit dem genannten Farbstoff gefärbt ist.

Zur Vermeidung von Irrthümern will ich anführen, dass die Farbenreaction, wenn es sich um Holzschliff handelt, ganz allmählich an Intensität zunimmt, in dem Maasse, als die Lösung das Papier durchdringt; ist indessen das letztere mit Metanylegelb gefärbt, so tritt die Färbung mit einem Schlage in ihrer ganzen Intensität auf.

In dem Falle nun, wo holzschliffhaltiges Papier mit diesem durch Säure veränderlichen Farbstoff versetzt ist, könnten sehr leicht

¹⁾ Siehe Dingler, Polytechnisches Journal 1878 pag. 397.

Täuschungen eintreten und man thut immer gut in solchen zweifelhaften Fällen das Mikroskop zu Rathe zu ziehen.

Bevor nunmehr auf die quantitative Bestimmung des Holzschliffs im Papier eingegangen wird, mögen noch einige allgemeine Bemerkungen Platz haben, die gleichzeitig für alle drei angeführten Holzschliffbestimmungsmethoden von Wichtigkeit sind.

Man achte darauf, stets mit Lösungen von wenigstens nahezu gleicher Concentration zu arbeiten, um auf diese Weise allmählich auch einen Anhalt über die Menge des verwendeten Holzschliffs zu erhalten; wenn auch hierdurch keine zuverlässigen Ergebnisse erzielt werden, so giebt uns die Intensität der Färbung doch immerhin einen gewissen Anhalt, ob viel oder wenig geschliffenes Holz vorhanden ist. Arbeitet man nun mit Lösungen von stets verschiedenem Gehalt an reagirender Verbindung, so sind natürlich auch die Farbentöne auch bei gleichem Holzschliffgehalt im Papier stets verschiedene.

Da, wie schon erwähnt, sämmtliche drei Flüssigkeiten im Laufe der Zeit durch Licht und Luft verändert werden, so bereite man sich in kürzeren Zeiträumen frische Lösungen.

Es kommt zuweilen vor, dass die erwähnten Holzschliffreagentien auch bei Papieren, welche Cellulose, aber keinen Holzschliff enthalten, eine ganz schwache Färbung hervorrufen, so dass man glauben könnte, man habe es mit geringen Mengen Holz zu thun. Es rührt diese Erscheinung daher, dass geringe Mengen der Holzsubstanz noch in der Cellulose vorhanden sind und die Reaction veranlassen. In solchen Fällen ist nur eine mikroskopische Untersuchung ausschlaggebend für die Frage, ob Holzschliff oder nicht vollkommen aufgeschlossene Cellulose in Frage kommt.

Quantitative Bestimmung des Holzschliffs.

Zwei Methoden neueren Datums sind es, welche sich mit der quantitativen Bestimmung des Holzschliffs im Papier befassen, soweit man diese Methoden überhaupt quantitative nennen kann. So lange es nicht gelingt, den Holzschliff als solchen in wägbarer Form, ohne dass er irgend welche Veränderungen erleidet, abzuscheiden, ist natürlich eine genaue Bestimmung des Holzes nicht möglich. Ob dieses Ziel jemals erreicht werden wird, möchte ich stark bezweifeln,

obgleich es für etwaige Streitfälle von Bedeutung wäre. Für die Praxis hätte auch eine wirklich genaue Methode geringen Werth, denn wenn für eine Papiersorte überhaupt ein Holzschliffgehalt zugelassen wird, so wird es sicher in den meisten Fällen ohne Bedeutung sein, ob beispielsweise 5% mehr oder weniger Holz vorhanden sind, so lange hierdurch die Anforderungen, die bezüglich der Festigkeit und der sonstigen anderen Eigenschaften an das Papier gestellt werden, nicht beeinflusst sind. Aus dem Grunde sollen die beiden oben erwähnten Methoden, die Wurstersche und die von Dr. Müller nur einer kurzen Besprechung unterworfen werden.

Wursters Methode.¹⁾

Zur Verwendung gelangt bei der Prüfung ein Reagenspapier, das durch Präpariren von Filtrirpapier mit Dimethylparaphenylendiamin hergestellt ist, und das Dr. Wurster der Kürze wegen mit „Dipapier“ bezeichnet hat. Das Dipapier ist neben der zugehörigen Farbenscala aus der chemischen Fabrik von Dr. Schuchardt in Görlitz zu beziehen.

Dieses Dipapier wird mit 1—2 Tropfen Wasser oder Essig befeuchtet und in der Mitte zusammengelegt zwischen das zu prüfende Papier gebracht. Ist Holzschliff in demselben vorhanden, so tritt eine Rothfärbung des untersuchten Papiers ein und an der Intensität derselben nach dem Trocknen hat man einen Anhalt, den Gehalt an geschliffenem Holz bis auf 5—10% genau zu bestimmen. Dem Dipapier wird nämlich eine Farbenscala beigegeben, auf welcher 10 verschiedene rothe Farbentöne aufgetragen sind, deren jeder einem bestimmten Holzschliffgehalt entspricht. Hat man also das holzschliffhaltige Papier mit Hülfe des Dipapiers gefärbt, so sucht man sich auf der Scala den Farbenton aus, der der erhaltenen Färbung am meisten entspricht. Die Zahl, welche sich auf der Scala befindet, gestattet die Bestimmung des Procentgehalts an Holzschliff mit Hülfe der Gebrauchs-Anweisung, welche dem Papier beigegeben ist.

Es ist allerdings nicht zu verkennen, dass die Unterschiede der einzelnen Farbentöne, namentlich von zwei aufeinanderfolgenden, so gering sind, dass es kaum möglich ist, Verschiedenheiten in der Intensität zu entdecken.

¹⁾ Siehe Papier-Zeitung 1887 No. 14 und ff.
Herzberg, Papier-Prüfung.

Müllers Methode.¹⁾

Die Methode von Müller beruht auf der Löslichkeit der Cellulose in Kupferoxyd-Ammoniak; bekanntlich ist die Cellulose im Holzschliff umkleidet von einer grossen Anzahl organischer Verbindungen, welche der reineren Cellulose (Leinen, Baumwolle etc.) vollkommen fehlen, oder dieselbe doch nur in ganz geringen Mengen begleiten. Während nun diese reineren Cellulosearten vom Kupferoxyd-Ammoniak nach vorangegangener Aufquellung ziemlich schnell gelöst werden, wird die Cellulose des Holzschliffs zu gleicher Zeit verhältnissmässig wenig angegriffen und der Holzschliff wird also als ungelöster Rückstand bei der Behandlung des zu untersuchenden Papiers mit dem oben erwähnten Reagens zurückbleiben.

Es würde hier zu weit führen, genauere Angaben über die Ausführung des Versuches selbst zu machen, zumal derselbe wegen seiner Umständlichkeit für die Praxis zunächst werthlos ist und die Arbeiten nur von einem Chemiker ausgeführt werden können. Hinzu kommt ferner, dass die Methode selbstverständlich keine absolut genauen Resultate liefern kann, weil geringe Mengen des Holzschliffs bei dem Behandeln mit Kupferoxyd-Ammoniak ebenfalls aufgelöst werden. Müller giebt den Fehler der Methode auf 3% an, jedoch wird man sich erst eine Gewissheit über die Grösse desselben verschaffen können, wenn weitere Arbeiten hierüber vorliegen, welche sich namentlich auch auf die verschiedenen Arten von Holzschliff zu erstrecken hätten.

¹⁾ Siehe das vorher angeführte Werk von Müller.

VII. Nachweis des freien Chlors und freier Säuren.

Es ist eine bekannte Thatsache, dass sowohl freies Chlor als auch freie Säure, das erstere allerdings weit mehr als die letztere, die Fasern des Papiers angreifen und der Zerstörung entgegenführen, was schon Girard¹⁾ durch Bildung von Hydrocellulose erklärte.

Papier, das von Chlor und Säuren nicht vollständig befreit ist, zeigt schon nach wenigen Jahren Spuren des Verfalls; Theile desselben bröckeln ab und die auf demselben niedergeschriebenen Schriftzüge verblässen.

Von einigen Seiten wird den in den meisten Papieren vorhandenen und von dem Leimprocess herrührenden Spuren von Alaun dieselbe zerstörende Wirkung zugeschrieben.

Es ist von fachmännischer Seite versichert worden, dass ein sehr festes Papier, aus vorzüglichem Rohmaterial hergestellt, nach drei Jahren so mürbe geworden, dass es beim heftigen Anfassen in Stücke zerbrach. Diese Zerstörung der ursprünglich guten und festen Faser erklärte der betreffende Fabrikant mit der im Papier vorhandenen verhältnissmässig grossen Menge Alaun.

Ob dem in der That so ist, oder ob nicht neben dem Alaun vielleicht auch noch freie Säure oder andere zerstörend wirkende Substanzen vorhanden gewesen sind, muss aus Mangel an diesbezüglichen Untersuchungen dahingestellt bleiben, zumal von anderer, ebenso erfahrener Seite eine schädliche Wirkung des Thonerdesalzes entschieden in Abrede gestellt wird.

Es ist nach dem oben Gesagten erklärlich, dass man bei denjenigen Papiersorten, welche zu dauernder Aufbewahrung bestimmt sind, die beispielsweise zur Anfertigung von Documenten, Taufscheinen,

¹⁾ Comptes rendus 1875.

Standesamtsregistern etc. benutzt werden, die Forderung stellt, dass dieselben frei von Chlor und Säuren sind, und es muss die Aufgabe des Fabrikanten sein, entweder bei der Herstellung des Papiers das Hineinkommen dieser Stoffe überhaupt zu vermeiden, oder, wenn sich dieses nicht umgehen lässt, für eine vollständige Entfernung derselben Sorge zu tragen.

Das erstere wird dadurch erreicht, dass man das Papier aus möglichst reinen und ungefärbten Lumpen herstellt, ohne dieselben einer Bleiche zu unterziehen und zum Leimen einen Alaun verwendet, der keine freie Säure enthält.

Es ist natürlich auf diese Weise nie ein vollkommen weisses Papier zu gewinnen, die Farbe desselben spielt vielmehr immer mehr oder weniger ins Gelbliche, indessen für die Zwecke, zu denen derartige Papiere hergestellt werden, sollte auch billiger Weise eine blendende Weisse nie verlangt werden.

Handelt es sich aber dennoch um die Herstellung eines weissen Papiers, ist also das Halbzeug gebleicht worden, so besitzen wir in dem Antichlor ein so vorzügliches Entchlormittel, dass kaum eine Spur des überschüssigen freien Chlors, das etwa durch Auswaschen nicht entfernt wurde, als solches in das fertige Papier gelangen kann.

Demnach wird Papier, welches freies Chlor und freie Säuren enthält, überhaupt zu den Seltenheiten gehören, aber die Prüfung des Papiers muss dennoch auf diese beiden Punkte ausgedehnt werden, da ja Fehler und Irrthümer bei der Herstellung nie vollständig ausgeschlossen sind.

Der Nachweis des freien Chlors im Papier geschieht in ähnlicher Weise, wie bei der Prüfung des Halbzeugs, wenn dieses nach vorangegangener Bleiche und darauf folgendem Auswaschen auf die Anwesenheit von Chlor untersucht werden soll; man nimmt hierbei bekanntlich eine geringe Menge des zu prüfenden Stoffes aus dem Holländer, presst mit der Hand das Wasser aus und lässt wenige Tropfen einer Kaliumjodidstärkelösung darauf fallen; ist noch freies Chlor vorhanden, so wird sich das Halbzeug in Folge der Bildung von Jodstärke mehr oder weniger blau färben.

Bei der Prüfung des fertigen Papieres verfährt man am besten in der Weise, dass man dasselbe in Stücke zerschneidet, diese durch destillirtes Wasser zieht und sie dann abwechselnd mit Kaliumjodidstärkepapier übereinanderschichtet; das Ganze beschwert man

ein wenig durch eine aufgelegte Glasplatte und überlässt es etwa eine Stunde lang sich selbst.

Das Wasser zieht das eventuell vorhandene Chlor allmählich aus, das Chlorwasser wirkt auf das Stärkepapier und es entstehen auf demselben mehr oder weniger blaue Streifen und Flecken.

Das Kaliumjodidstärkepapier stellt man sich dar, indem man gewöhnliche Stärke pulverisirt, sie mit kaltem Wasser zu einem Brei anrührt und diesen unter Umrühren in siedendes Wasser giesst, in welchem man eine geringe Menge Jodkalium aufgelöst hat; durch die erkaltete Lösung zieht man Filtrirpapier, lässt dasselbe trocknen und schneidet es in Stücke, so wie man sie zur Reaction nöthig hat.

Wenn es so ziemlich einfach ist, sich von dem Vorhandensein oder der Abwesenheit des freien Chlors zu überzeugen, so ist der Nachweis der freien Säuren weit schwieriger. Bei der Prüfung handelt es sich natürlich zunächst darum, dieselben aus dem Papier auszuziehen und es geschieht das in der Weise, dass man eine möglichst grosse Menge des zerkleinerten Papiers in einem Becherglase mit einer möglichst geringen Menge destillirten Wassers übergiesst, so dass das Papier eben vollständig von demselben bedeckt ist; das Ganze erwärmt man etwa eine Stunde lang mässig, wobei ein häufiges Umrühren der Masse von Vortheil ist und den Process des Ausziehens beschleunigt. Man darf dann wohl mit Sicherheit annehmen, dass der weitaus grösste Theil aller im Papier enthaltenen, durch Wasser ausziehbaren Stoffe, also auch die freien Säuren, in Lösung gegangen sind; man giesst den Auszug ab und operirt nun bei der weiteren Untersuchung allein mit diesem. Dasjenige Mittel, dessen man sich in der Chemie gewöhnlich zum Nachweis der freien Säuren bedient, das blaue Lackmuspapier, lässt sich in vorliegendem Falle nicht anwenden, da in dem Auszug in den meisten Fällen Thonerdesalze vorhanden sind, welche durch den Process des Leimens in das Papier gelangen, und welche ebenfalls das blaue Lackmuspapier roth färben¹⁾.

¹⁾ Ich mache darauf aufmerksam, dass Winkler in seinem Werk „Der Papierkenner“ und merkwürdigerweise auch Prof. Hoyer in seinem Buch: „Das Papier, seine Beschaffenheit und deren Prüfung“ das blaue Lackmuspapier zum Nachweis der freien Säuren empfehlen; es kann dieses zu recht unliebsamen Zwischenfällen Veranlassung geben, denn wenn der Consument sein Papier auf diese Weise prüft, so wird er durch die Rothfärbung des Reagenspapiers, welche durch

Müller¹⁾ giebt in seinem Werke über Papierfabrikation zwei Methoden an, um freie Schwefelsäure neben Alaun nachzuweisen; die erste besteht darin, dass man aus einer concentrirten Alaunlösung den Alaun mit absolutem Alkohol wieder ausfällt. Die über dem abgesetzten Alaun stehende Flüssigkeit enthält dann die etwa vorhandene freie Säure und dieselbe kann nun durch Lackmuspapier mit Leichtigkeit nachgewiesen werden.

Müller macht indessen bei der Beschreibung dieser Methode zugleich auf die Unzuverlässigkeit derselben aufmerksam, weil nämlich der Alaun in absolutem Alkohol nicht völlig unlöslich und folglich nicht vollkommen ausfällbar ist.

Man kann indessen diesem Uebelstande begegnen, wenn man, statt absoluten Alkohol zuzusetzen, ein Gemenge des Letzteren mit Aether anwendet. Der Alaun scheidet sich dann nach einiger Zeit vollständig aus, und die Reaction ist nunmehr, wie verschiedene diesbezügliche Versuche gezeigt haben, bei genügenden Mengen der angewandten Reagentien, eine durchaus zuverlässige.

Zur Prüfung des fertigen Papiers auf freie Säure lässt sich indessen dieses Verfahren nicht anwenden, da der Auszug aus demselben einen so geringen Procentsatz an Alaun enthält, dass derselbe auf Zusatz von Alkohol und Aether nicht ausfallen würde.

Ein Eindampfen des Auszuges dürfte ebenfalls nicht anzurathen sein, da bei demselben sicher theilweises Entweichen der Säuren stattfinden würde und so erweist sich diese Methode für den vorliegenden Zweck als gänzlich unbrauchbar.

Die andere Methode, welche Müller angiebt, um Alaun auf einen Gehalt an freier Säure zu prüfen und welche zuerst von Gieseke²⁾ vorgeschlagen wurde, besteht darin, dass man zu der Auflösung des zu prüfenden Alauns einige Tropfen Blauholztinctur setzt, die man sich durch Abkochen gleicher Gewichtstheile Wasser und Blauholz herstellt und diesem Auszug $\frac{1}{10}$ des Volumens Alkohol zusetzt. Ist freie Säure in dem Alaun vorhanden, so entsteht beim Versetzen mit der Blauholztinctur eine bräunlich-gelbe Färbung, während dieselbe tief violett erscheint, wenn der angewandte Alaun frei von Säure war. Bei einiger Uebung, sagt den Alaun veranlasst wird, zu dem Glauben kommen, das Papier enthalte freie Säuren.

¹⁾ Müller „Die Fabrikation des Papiers“. 1877.

²⁾ Dinglers Polytechnisches Journal CLXXXIII pag. 43.

Müller, kann man mit Hülfe dieser Tinctur noch einen Säuregehalt von 0,1 Procent nachweisen.

Auch diese Methode, so practisch dieselbe auf den ersten Anblick erscheint, verlässt uns, wenn es sich darum handelt, fertiges Papier auf freie Säure zu untersuchen; denn wenn dieselbe auch vorhanden ist, bis zu einem Procentsatze von 0,1 wird sie in dem hergestelltem Auszuge nie vorhanden sein; es handelt sich im vorliegenden Fall darum, selbst minimale Mengen noch mit Sicherheit nachzuweisen.

Ein Reagens nun, welches dieses gestattet, ist das von F. Böttiger entdeckte Congoroth.

Dasselbe bildet sich¹⁾ durch Paarung von Tetrazodiphenyl aus Benzidin und Naphtylaminsulfosäure und zeichnet sich durch die Eigenthümlichkeit aus, von der Pflanzenfaser direct ohne Anwendung von Beize aufgenommen zu werden und dabei der Faser eine lebhaft rothe Färbung zu geben.

Die verdünnte hellrothe Lösung dieses Farbstoffs in Wasser oder Alkohol hat nun die Eigenthümlichkeit, von einer Alaunlösung nicht verändert, von freien Säuren hingegen sehr schön himmelblau gefärbt zu werden.

Eine concentrirte Lösung des Farbstoffs darf bei der Ausführung dieses Versuchs nicht angewendet werden, weil diese beim Vermischen mit Alaun einen dunkelbraunen Niederschlag ergiebt. Um diese Reaction für den praktischen Gebrauch in einer möglichst bequemen und leicht auszuführenden Form anwenden zu können, färbt man Filtrirpapier in einer kochenden, stark verdünnten wässrigen Lösung des Congoroths und wäscht den mechanisch noch anhaftenden Farbstoff durch Wasser ab.

Wendet man eine concentrirtere Farbstofflösung an, so entsteht der oben erwähnte dunkelbraune Niederschlag durch Alaun auf dem Papier und trübt die Reaction; bei hellrosa gefärbtem Congopapier bringt selbst eine concentrirte Alaunlösung keine Farbenänderung hervor, während jede Spur einer freien Säure die schön rothe Farbe in eine himmelblaue überführt.

Um ein Papier auf freie Säure zu untersuchen, zieht man also dasselbe in einem Becherglase, wie oben auseinandergesetzt, mit destillirtem Wasser aus und wirft ein Stück Congopapier in diesen Aus-

¹⁾ Siehe Berichte des „Vereins zur Beförderung des Gewerbefleisses in Preussen“. 1885.

zug; eine Blaufärbung desselben zeigt die Gegenwart freier Säure an. Um ein Bild von der grossen Empfindlichkeit dieser Reaction zu geben, möge folgender Versuch angeführt werden:

Ein Tropfen concentrirte Schwefelsäure vom Gewicht 0,037 wurde mit 2 Liter destillirtem Wasser verdünnt; es entspricht dieses einem Gehalt der Lösung an freier Säure von 0,0019%. Das hineingeworfene Congopapier färbte sich nach kurzer Zeit der Einwirkung der Schwefelsäure blau.

So wie dem Alaun gegenüber verhält sich das Congopapier zu einigen anderen sauer reagirenden Salzen, z. B. Kupfersulfat, Zinksulfat etc. und es ist zu vermuthen, dass auch die anderen sauren Salze nicht farbenändernd auf das Congoroth einwirken, so dass das letztere in diesem Falle allgemein auch zur Untersuchung der sauer reagirenden Salze auf freie Säure benutzt werden könnte.

Vor dem Lackmuspapier hat das Congopapier neben der leichteren Herstellung und der Unveränderlichkeit gegen die Kohlensäure der Luft noch voraus, dass der Farbstoff von der zu untersuchenden Flüssigkeit nicht ausgezogen wird und daher dieselbe nicht verunreinigt, während sich diese Erscheinung bei Anwendung des Lackmuspapiers oft in unangenehmer Weise bemerkbar macht.

Es giebt neben dem Congoroth noch einige andere Farbstoffe, mit Hülfe deren man die freien Säuren neben dem Alaun nachweisen könnte, wie das Tropaeolin (Säuregelb) u. a., jedoch ist der durch die Säure hervorgebrachte Farbenwechsel (beim Tropaeolin geht die gelbe Farbe in eine roth-violette über) bei keiner der anderen Verbindungen so deutlich und in die Augen fallend als beim Congoroth.

Es ist hier nicht der Ort, zu untersuchen, wie weit es überhaupt von Werth ist, fertige Papiere, welche längere Zeit gelagert haben, und bei den meisten zur Prüfung gelangenden dürfte dieses der Fall sein, auf freies Chlor und freie Säuren zu prüfen. Bekanntlich verwandeln Chlor, unterchlorige Säure, Schwefelsäure etc., wenn sie längere Zeit mit Cellulose in Berührung sind, diese in Hydrocellulose, und dieser Process geht in verhältnissmässig kurzer Zeit vor sich.

So kann z. B. in einem Filtrirpapier, welches durch Chlorwasser gezogen und darauf getrocknet ist, schon nach Verlauf von 24 Stunden kein freies Chlor mehr nachgewiesen werden.

VIII. Bestimmung der Art der Leimung.

a) Thierische Leimung.

Die Bestimmung des thierischen Leims beruht auf der Fähigkeit des letzteren, in der Siedehitze gelbes Quecksilberoxyd zu metallischem Quecksilber zu reduciren, eine Eigenschaft, welche dem vegetabilischen Leim und der Stärke abgehen.

Es muss jedoch gleich bemerkt werden, dass diese Methode nicht sehr empfindlich und dass eine ziemlich grosse Menge des zu prüfenden Papiers erforderlich ist, um die Gegenwart von thierischem Leim nachzuweisen.

Zum Versuch werden, wenn es möglich ist, mindestens zwei Bogen des Papiers möglichst fein zerkleinert in einem Becherglase mit destillirtem Wasser übergossen und zum Sieden erhitzt. Die Siedehitze unterhält man etwa eine Viertelstunde lang, so dass man die Ueberzeugung haben kann, dass wirklich der ganze im Papier vorhandene thierische Leim durch das Wasser aufgelöst worden ist.

Während des Kochens versetzt man in einem Becherglase eine Lösung von Quecksilberchlorid mit verdünnter Aetznatronlösung, wobei man darauf zu achten hat, dass die letztere im Ueberschuss zugesetzt wird. Durch das Vermischen dieser beiden farblosen Flüssigkeiten entsteht ein sehr schön gelber Niederschlag, welcher sich in Folge seines hohen specifischen Gewichtes schnell zu Boden setzt.

Die über dem Niederschlag stehende Flüssigkeit giesst man so viel wie möglich ab und fügt zu dem Quecksilberoxyd den durch Kochen des Papiers erhaltenen wässrigen Auszug.

Kocht man dieses Gemenge eine Zeit lang, so wird man bei Anwesenheit von thierischem Leim bemerken, dass die anfänglich gelbe Farbe des Niederschlags durch ein schmutziges Grün in eine

schwarze übergeht; beendet man das Sieden, so setzt sich am Boden des Becherglases ein schwarzkörniger Niederschlag von metallischem Quecksilber fest.

Ist in dem Papier Thierleim nicht vorhanden, so verändert sich entweder die gelbe Farbe des Quecksilberniederschlages garnicht, oder aber sie geht in ein schmutziges Grün über und der zu Boden sinkende Niederschlag ist nicht schwarz.

Den erhaltenen schwarzen oder schmutziggrünen Niederschlag bringt man zur weiteren Untersuchung auf ein Filter und wäscht ihn mit Wasser und später mit verdünnter Salzsäure aus, um das nicht reducirte Quecksilberoxyd aufzulösen. Bleibt bei diesem Auswaschen mit Säure auf dem Filter ein schwarzer Rückstand von metallischem Quecksilber, das von der Salzsäure bekanntlich nicht angegriffen wird, so ist die Gegenwart des thierischen Leims nachgewiesen.

Bei Abwesenheit des letzteren löst sich der auf dem Filter befindliche gelbe oder schmutziggrüne Niederschlag vollständig auf.

Man thut gut, sich den Verlauf der Reaction zunächst durch Kochen des Quecksilberniederschlages mit Gelatinelösung selbst vor Augen zu führen.

Empfindlicher als diese Quecksilberreaction geschieht der Nachweis des thierischen Leims durch Gerbsäure, der darauf beruht, dass die Letztere mit Thierleim einen Niederschlag von gerbsaurem Leim (Leder) bildet. Versetzt man eine nicht allzu dünne Leimlösung mit Gerbsäure, so entsteht ein dicker gallertartiger Niederschlag und selbst bei sehr starker Verdünnung der Lösung ist noch eine milchig-weiße Trübung zu bemerken, aus welcher sich bald die Flocken absetzen, während eine Trübung ohne Flockenbildung die Abwesenheit thierischen Leims anzeigt.

Behufs Ausführung des Versuchs zieht man zunächst das Papier in der oben angegebenen Weise mit destillirtem Wasser aus und dampft den Auszug möglichst stark ein, damit die Reaction schärfer zu beobachten ist; zu diesem Auszug setzt man darauf nach dem Erkalten eine concentrirte Lösung von Gerbsäure in Wasser und beobachtet, ob ein Niederschlag beziehungsweise eine Trübung und Flockenbildung entsteht oder nicht.

Zum Nachweis ganz geringer Mengen animalischen Leims oder wenn zur Prüfung nur sehr wenig Material zu verwenden ist, wie bei der Untersuchung alter Handschriften, kostbarer Manuscripte etc.

kann man die beiden erwähnten Methoden nicht anwenden, sondern muss das Millonsche Reagens zu Rathe ziehen, welches auf Eiweissstoffe, und diese sind ja im thierischen Leim stets vorhanden, sehr empfindlich reagirt¹⁾.

Die Herstellung der Reagirflüssigkeit geschieht in folgender Weise:

Ein gewogenes Quantum metallischen Quecksilbers wird mit dem gleichen Gewicht rauchender Salpetersäure versetzt und einige Stunden lang an einem kalten Orte sich selbst überlassen; hierauf setzt man ein gleich grosses Volumen destillirten Wassers hinzu und lässt das Ganze 24 Stunden lang stehen.

Das so bereitete Reagens behält etwa 4 Wochen lang seine volle Wirksamkeit.

Das zu untersuchende Papier wird auf ein Deckgläschen gelegt und mit dem Reagens befeuchtet; hierauf bringt man dasselbe auf ein Drahtnetz und erwärmt sehr langsam. Ist thierischer Leim vorhanden, so färbt sich das Papier in wenigen Minuten roth und zwar je nach der Menge des vorhandenen Leims rosenroth bis ziegelroth. Später stellt sich eine Bräunung des Papiers ein, weshalb der Eintritt der Reaction genau zu beobachten ist. Auch in der Kälte wird die Reaction erkennbar, aber erst nach längerer Zeit und die Färbung ist auch nicht so deutlich als in der Wärme.

Zweckmässig ist es, eine Probe des zu untersuchenden Papiers mit destillirtem Wasser befeuchtet neben das mit dem Reagens behandelte zu legen und die Farben beider zu vergleichen. Das Millonsche Reagens zeigt eine einfach hydroxylierte aromatische Gruppe an, welche in den Eiweisskörpern enthalten ist; es ist mithin ein Eiweissreagens. Der im Handel vorkommende Leim enthält stets die hydroxylierte aromatische Gruppe, sowohl gewöhnlicher Tischlerleim als auch feinste farblose Gelatine. Hingegen enthält chemisch reine Leimsubstanz diese Gruppe nicht mehr; diese kommt aber für die Praxis nicht in Betracht. Hingegen kann aus dem Zutreffen der Millonschen Reaction nur unter bestimmten Voraussetzungen auf Leim geschlossen werden. Diese sind:

1. Das Papier darf kein Eiweiss als solches enthalten.
2. Das Papier darf keine freien, einfach hydroxylierten aromatischen Gruppen enthalten.

¹⁾ Die folgende Mittheilung verdankt die Versuchs-Anstalt der Güte des Herrn Prof. Dr. Wiesner.

Was 1 anbetrifft, so kommen jene Eiweisskörper in Betracht, welche in der Papierfaser sein können, gewöhnlich aber nicht mehr vorkommen, oder höchstens in Spuren. Uebrigens würde das Mikroskop sofort darüber Aufschluss geben, ob das Millonsche Reagens Eiweiss der Faser anzeigt; die Rothfärbung würde dann im Lumen (Innern) der Zelle auftreten, während der Leim aussen anhaftet.

Absichtlich zugesetztes Eiweiss ist aber, abgesehen von speciellen Producten (Eiweisspapier der Photographen) im Papier nicht anzunehmen.

In Betreff 2 ist zu bemerken, dass abgesehen von dem Vanillin solche einfach hydroxylierten Körpergruppen im Papier nicht zu vermuthen sind.

Ist Vanillin (als Bestandtheil der Holzsubstanz) vorhanden, so lässt sich dasselbe durch Phloroglucin und Salzsäure nachweisen und ist damit ein Mittel gegeben, einer Verwechslung vorzubeugen.

Wenn der zum Leimen angewandte Leim sich bereits zersetzt hat, so wirkt das Millonsche Reagens nicht mehr.

Dass man bei Prüfung alter Beschreibstoffe, unter welchen oft feine Pergamente vorkommen, die mit Papier die grösste Aehnlichkeit haben, auf die Beschaffenheit der Faser Rücksicht zu nehmen hat, ist selbstverständlich. Solche Papiere geben natürlich die Millonsche Reaction ausgezeichnet, sind aber nicht mit Leim versetzt, sondern bestehen schon an und für sich aus leimgebender Substanz.

b) Harz-Leimung.

Die Ansichten, welches bei der Anwendung des Harzleims die wirkenden Factoren seien, ob freies Harz, ob harzsaure Thonerde, oder ein Gemenge beider, sind noch getheilt. Während Wurster behauptet, die Leimfestigkeit des Papiers werde lediglich durch freies Harz bedingt, sind Tedesco und Rudel der Ansicht, dass dieselbe durch eine Verbindung des Harzes mit der Thonerde bewerkstelligt wird.

Dass auf alle Fälle auch immer freies Harz im Papier vorhanden ist, dürfte wohl nicht mehr angezweifelt werden und hierauf stützt sich im Wesentlichen die Methode, den Nachweis der Harzleimung zu führen.

Man übergiesst einen in möglichst kleine Stücke zerrissenen halben Bogen des zu prüfenden Papiers mit absolutem Alkohol und

bringt das Gefäß, in dem das Ausziehen vorgenommen wird, ungefähr eine halbe Stunde lang in heisses Wasser. Der warme Alkohol löst mit Leichtigkeit das etwa vorhandene Harz und theilweise auch die harzsaure Thonerde auf. Giesst man diesen Auszug nunmehr in ein Gefäß, welches eine nicht zu geringe Menge destillirten Wassers enthält, so wird sich das Harz ausscheiden, da es der Alkohol bei der eintretenden Verdünnung nicht mehr in Lösung zu halten vermag.

In dem destillirten Wasser wird sich eine milchig-weiße Trübung bemerkbar machen, deren Intensität sich nach der Menge des aufgelösten Harzes richtet.

Quantitative Bestimmung des Harzes.

Nach der von Schumann zur quantitativen Bestimmung des Harzes im Papier angegebenen Methode bringt man eine abgewogene Menge möglichst zerkleinerten Papiers in eine Porzellanschale und erwärmt dasselbe einige Zeit lang mit einer 4 bis 5 procentigen Natronlauge bei 75° C. Durch die Einwirkung der Lauge auf das Harz bildet sich bekanntlich die in Wasser leicht lösliche Harzseife; man filtrirt nunmehr, wäscht mit heissem Wasser aus und setzt zu dem Filtrat Schwefelsäure im Ueberschuss; hierdurch wird die Harzseife zersetzt, es bildet sich in Wasser lösliches schwefelsaures Natrium und Harz scheidet sich als milchiger Niederschlag ab. Man filtrirt wieder durch ein gewogenes Filter, wäscht mit heissem Wasser vollständig aus und trocknet bei 100° C.

Nach der Bestimmung des Gewichts zieht man das Gewicht des Filters ab und erhält so das Gewicht des Harzes.

Läuft der milchige Niederschlag zuerst durch die Poren des Filters, so giesst man das Filtrirte so lange auf das Filter zurück, bis die Flüssigkeit klar durchläuft.

c) Stärkeleimung.

Stärke wird beim Leimen ganz allgemein angewendet, um dem Papier ein schöneres Aussehen, eine gewisse Appretur zu geben; die Stärkeleimung, welche als solche allein bei uns wohl nicht mehr gebraucht wird, ist weit älteren Datums als die thierische und pflanzliche Leimung.

Wiesner¹⁾ hat nachgewiesen, dass beispielsweise alle Papiere des Papyrus Erzherzog Rainer ausschliesslich durch Stärkekleister beschreibbar gemacht worden sind.

Erst im Jahre 1377 tritt die thierische Leimung bei Papieren auf.

Der Nachweis der Stärke im Papier geschieht mit Hülfe von Jodlösung; bringt man einen Tropfen derselben auf stärkehaltiges Papier, so entsteht eine Blau- oder Violettfärbung in Folge der Bildung von Jodstärke. Die Jodlösung muss ausserordentlich verdünnt sein, weil sonst die Blaufärbung des Papiers durch die braune Farbe der Jodlösung verdeckt wird.

Handelt es sich darum, nachzuweisen, welcher Frucht die angewendete Stärke entstammt, so muss das Mikroskop zu Rathe gezogen werden; weitere Mittheilungen hierüber liegen nicht im Rahmen dieses Buches²⁾.

Quantitative Bestimmung der Stärke.

Nach Dr. Wursters Vorschlag verfährt man hierbei in folgender Weise:

Man kocht einen Papierstreifen von 0,5—1,5 g Gewicht einige Minuten mit absolutem Alkohol aus, dem man einige Tropfen Salzsäure zusetzt, und bringt so das im Papier befindliche Harz in Lösung. Den Papierstreifen wäscht man mit absolutem Alkohol ab, trocknet ihn bei 100° und bestimmt sein Gewicht. Darauf wird das entharzte Papier mit gleichen Volumen Alkohol und Wasser, dem einige Tropfen Salzsäure zugesetzt sind, gekocht und zwar so lange bis das Papier mit Jodlösung betupft, keine Blaufärbung mehr aufweist. Der Streifen wird darauf mit Alkohol abgewaschen, bei 100° getrocknet und wieder gewogen. Die Gewichtsabnahme giebt die Menge der vorhandenen Stärke an³⁾.

¹⁾ Mittheilungen aus der Sammlung der Papyrus Erzherzog Rainer 1887 pag. 45.

²⁾ Siehe „Hager, das Mikroskop und seine Anwendung“.

³⁾ Genauere Angaben über diese Methode und ihre Fehlerquellen siehe in Dinglers Polyt. Journ. 1878 Bd. 229.

IX. Bestimmung der Leimfestigkeit.

Die Methode, welche dazu dient, nachzuweisen, ob ein Papier beim Beschreiben die Tinte durchschlagen lässt, oder nicht, ist von Leonhardi auf Grund zahlreicher diesbezüglicher Versuche bekannt gegeben.

Es wird hierbei eine neutrale Eisenchloridlösung angewendet, welche 1,531% Eisen enthält und welche in ihrer Fähigkeit, die Papiere zu durchdringen, mit den besseren Schreib- und Copirtinten übereinstimmen soll.

Das Verfahren selbst giebt Leonhardi in folgender Weise an:

Mittelst einer Ziehfeder, deren Backen aus Elfenbein, Hartgummi oder anderen ähnlichen nicht zu harten Substanzen hergestellt sind und welche abgerundete Ecken besitzen, damit sie nicht schneidend in das Papier eindringen, werden auf dem zu untersuchenden Papier eine Anzahl Striche mit der erwähnten Eisenchloridlösung gezogen; die Spitzen der Zeichenfeder stehen hierbei um 1 mm auseinander.

Nach dem Eintrocknen der Striche wird auf die Rückseite des Papiers unter Schräghalten desselben eine geringe Menge ätherischer Tanninlösung gegossen, wobei der als Lösungsmittel dienende Aether fast augenblicklich verdunstet.

Ist nun das Papier schlecht geleimt, so werden sich die mit Eisenchlorid aufgetragenen Striche allmählich durch das Papier hindurchziehen und es wird nachher die aufgegossene Tanninlösung auf der Rückseite des Papiers mit den durchgedrungenen Mengen des Eisenchlorids zusammentreffen.

Die Folge des Zusammentreffens ist eine Verbindung des Tannins mit dem Eisen zu gerbsaurem Eisenoxyd, das sich als eine tief-schwarze Färbung der ausgeführten Striche auf der Rückseite darstellt.

Ist das Papier hingegen leimfest, so findet die Tanninlösung auf der Rückseite keine Eisenchloridlösung vor und es entsteht keine dunkle Färbung; in der Durchsicht sieht man nur die gelben Striche der Eisenlösung.

Um die Willkürlichkeiten, welche bei der Ausführung des Versuchs durch das mehr oder minder starke Aufdrücken mit der Ziehfeder auf die Unterlage Platz greifen können, zu vermeiden, hat Post der Untersuchungsmethode eine andere praktischere Form gegeben, wobei er zugleich auf die Dicke des Papiers Rücksicht genommen hat.



Fig. 21.
Pipettenfläschchen.

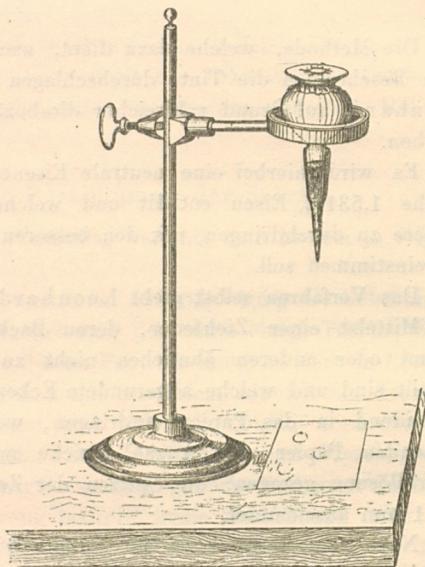


Fig. 22.
Gestell zur Bestimmung der Leimfestigkeit.

Die Eisenchloridlösung wird in einer Flasche aufbewahrt, wie sie in Fig. 21 dargestellt ist; der bis auf den Boden gehende Stopfen ist eine Pipette, welche oben mit einer feinen Gummimembran verschlossen ist. Diese Pipette ist so justirt, dass sie bei einem Druck auf die Gummischeibe stets Tropfen von gleichem Gewicht (0,03 g) fallen lässt.

Für den Versuch muss man zunächst das Gewicht des Papiers pro Quadratmeter feststellen; es geschieht dieses am einfachsten, in-

dem an verschiedenen Stellen mit Hülfe einer Schablone 5 Papierstücke von je 1 Quadratdecimeter herausgeschnitten werden; multiplicirt man das mittlere Gewicht eines solchen Stücks mit 100, so hat man das Gewicht des Papiers pro Quadratmeter.

Man hängt nunmehr die Pipette, deren unterster Theil mit Eisenchloridlösung gefüllt ist, in ein Stativ von nebenstehender Gestalt (Fig. 22) und zwar in solcher Höhe, dass die Spitze der Pipette von der Tischplatte an 10 cm entfernt ist. Man bringt ein Stück des zu untersuchenden Papiers unter die Pipette und lässt einen Tropfen der Eisenlösung auf dasselbe fallen, indem man auf die Gummimembran einen leichten Druck ausübt. Den heruntergefallenen Tropfen lässt man so viel Secunden auf das Papier einwirken, wie das letztere an Grammen pro Quadratmeter schwer ist. Nach Verlauf dieser Zeit nimmt man den Theil des Tropfens, welcher nicht eingedrungen ist, mit Hülfe einer feinen Pipette fort und trocknet mit Filtrirpapier gut nach.

Hat man auf diese Weise 4—5 Eisenchloridflecke erzeugt, so wartet man, bis die noch anhaftende Feuchtigkeit verdunstet ist, und behandelt dann die Rückseite des Papiers in derselben Weise mit ätherischer Tanninlösung, wie vorher angegeben. Mechaniker Post in Hamburg liefert alle für diesen Versuch nöthigen Reagentien, sowie die zugehörigen Fläschchen in einem kleinen Etui vereinigt.

In der Versuchsanstalt ist von der Anwendung der ätherischen Tanninlösung Abstand genommen und statt dessen eine wässrige Auflösung eingeführt, weil der Aether ein Lösungsmittel für Harz ist und deshalb trotz seiner schnellen Verdunstung in das Papier eindringen und so das Tannin in das Innere desselben führen und dort ablagern kann; man hat deshalb, wenn ein schwarzer Niederschlag auf dem Papier entsteht, nicht die absolute Gewissheit, dass derselbe auch auf der Rückseite entstanden ist, sondern er kann sich im Innern des Papierblattes gebildet haben.

Um diesem Missstand vorzubeugen und trügerische Schlüsse zu vermeiden, befeuchtet man einen Plock Baumwolle mit der wässrigen Tanninlösung und fährt hiermit über die Rückseite des zu prüfenden Papiers; das auf diese Weise schwach angefeuchtete Papierblatt wird sofort mit Fliesspapier nachgetrocknet, so dass ein Eindringen der Feuchtigkeit in das Papier von der Rückseite her nicht zu befürchten ist.

X. Reihenfolge der vorzunehmenden Prüfungen.

Es seien an dieser Stelle noch einige praktische Fingerzeige gegeben, vorzunehmende Untersuchungen in möglichst kurzer Zeit nebeneinander auszuführen, ein Moment, welches namentlich für den Geschäftsmann von grosser Wichtigkeit ist. Führt man die Untersuchungen in der Reihenfolge aus, in welcher sie im vorliegenden Buch beschrieben sind, so würden sie eine geraume Zeit in Anspruch nehmen, während sie in passender Weise nebeneinander angefangen in verhältnissmässig kurzer Zeit beendet werden können.

Hat man sich von dem zu prüfenden Papier aus der Maschinenrichtung und der Querrichtung eine Anzahl Probe-Streifen geschnitten (etwa je 8 Stück aus verschiedenen Bogen), so benütze man einen halben Bogen dazu, den Widerstand gegen Zerknittern zu bestimmen.

Laufende No.	Streifen No.	Bezeichnung des Papiers	Datum des Versuchs	Des Probestückes			Bruchbelastung	Feinheitsnummer	Reisslänge in km	Dehnung in %	
				Länge mm	Breite mm	Gewicht g					
1	1	Schreibpapier (Querrichtung)	1.VII.87	180	15		6,46			4,9	
	2			"	"		6,46			4,9	
	3			"	"		6,38			5,0	
	4			"	"		6,51			4,7	
	5			"	"		6,41			4,7	
		Summe					1,242	32,22		24,2	
		Mittel					0,248	6,44	0,726	4,68	4,8
		1	(Längsrichtung)		"	"		10,42			2,3
		2			"	"		10,73			2,3
		3			"	"		10,45			2,2
		4			"	"		10,55			2,4
		5			"	"		10,60			2,3
		Summe					1,233	52,75		11,5	
	Mittel					0,247	10,55	0,729	7,69	2,3	

Mittlere Reisslänge: 6,19 km.

Dieses zerknitterte Papier wird in einer Porzellanschale mit verdünnter Aetz-Natronlösung übergossen und erhitzt, um für die Zwecke der mikroskopischen Prüfung zu dienen; zu gleicher Zeit wird ein anderer Theil des Papiers in einem Becherglase mit destillirtem Wasser erwärmt, behufs Nachweis der freien Säure. Hierauf nimmt man die Aschenuntersuchung in Angriff.

Diese drei Prozesse sind es, die sich während des nunmehr zu beginnenden Festigkeitsversuches fast selbstständig vollziehen; während des Festigkeitsversuches befördert man die Zerkleinerung des für die mikroskopische Untersuchung bestimmten Papiers durch zeitweises Umrühren und beschleunigt die Veraschung, indem man das Platinnetz von Zeit zu Zeit dreht und die Flamme so stellt, dass sie die lange schwarz bleibenden Theilchen besonders fasst.

Ist die Bestimmung der absoluten Festigkeit vollendet und die Reisslänge und Dehnung des Papiers berechnet, so kann die Ausführung der noch fehlenden Versuche nunmehr in beliebiger Reihenfolge erledigt werden.

Die Resultate werden zweckmässig und der Uebersicht wegen in ein Formular von nebenstehender Art eingetragen; es sind für die Ausfüllung der Rubriken die Resultate gewählt, welche bei der Prüfung eines Schreibpapiers in der Versuchsanstalt gewonnen wurden.

Widerstand gegen Zerknittern	Aschen- gehalt in %	Mikrosko- pische Untersuchung	Leimung	Chlor und freie Säure	Holz- schliff	Temperatur und Feuchtigkeit	Berechnung der Reisslänge
6	1,0	Leinenfasern	leimfest	säurefrei und chlorfrei	nicht vor- handen	15° 56%	$6,44 \times 0,726$
							3864
							1288
							4 508
							<u>4,67544</u>
							$10,55 \times 0,729$
							9495
							2110
							<u>7 385</u>
							7,69095

Mittlere Dehnung: 3,6%.

XI. Schluss.

Nachfolgend sind die Verfügungen für die Benutzung der Abtheilung für Papierprüfung an der Königlichen mechanisch-technischen Versuchs-Anstalt, sowie der Gebührensatz und die Grundsätze für amtliche Papierprüfungen wiedergegeben, deren genaue Kenntniss für alle Interessenten, welche mit der Anstalt in Verkehr stehen, von grösster Wichtigkeit ist.

Die Vorschriften für die Benutzung der Königlichen technischen Versuchsanstalten zu Berlin vom 1. Januar 1881 („Reichs-Anzeiger“ 1881 No. 47, 48, „Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten“ 1883 S. 8) werden durch folgende Bestimmungen ergänzt:

Zu No. 1. Leitung der Versuchsanstalten.

Mit der **mechanisch-technischen Versuchsanstalt** ist eine Abtheilung für Papierprüfung verbunden.

Zu No. 2. Hilfsmittel der Versuchsanstalten.

D. In der Abtheilung für Papierprüfung wird die Festigkeit und Elastizität des Papiers geprüft, der Aschengehalt desselben bestimmt, durch mikroskopische Untersuchung unter Anwendung chemischer Reagentien die Art und Beschaffenheit des zur Herstellung des Papiers verwendeten Faserstoffs ermittelt und das Papier auf Leimung, Gehalt an freier Säure, Chlor u. s. w. untersucht.

Ausführliche Analysen des ganzen Papiers oder des Aschengehalts werden auf Antrag durch die Königliche chemisch-technische Versuchsanstalt ausgeführt werden.

Zu No. 3. Form und Beschaffenheit der einzusendenden Proben.

D. Zur Prüfung der Festigkeit und Elastizität von Papier sind nicht weniger als fünf Bogen, mindestens von der Grösse des Kanzleipapiers (33 cm Länge, 21 cm Breite) einzusenden, welche unbeschrieben und frei von schadhafte Stellen, Rissen und Kniffen sein müssen.

Es wird empfohlen, diese Proben zwischen zwei Pappdeckeln zu versenden, damit sie beim Transport durch Poststempel u. s. w. nicht leiden*).

Nur bei Papieren, deren Verwendung in kleinerem Formate üblich ist (Briefbogen, Formularpapier u. s. w.), wird eine von den erwähnten Maassen abweichende Grösse zur Prüfung zugelassen.

Für die übrigen Untersuchungen sind mindestens 5 g Papier erforderlich, welche die Herstellung von mindestens 5 Blättchen zu je 4 qcm gestatten müssen.

Für vollständige Analysen ist so viel Papier einzusenden, dass nach der Verbrennung mindestens 2 g Asche gewonnen werden.

Zu No. 4. Kosten der Proben.

D. Papier.

1) Prüfung der Zerreiissfestigkeit und der Dehnung nach zwei Richtungen in je 5 Proben	10 M.
2) Prüfung auf Widerstandsfähigkeit gegen Zerknittern und Reiben	2 M.
3) Bestimmung des Aschengehalts nach Gewicht	3 M.
4) Desgleichen mit Prüfung der qualitativen Zusammensetzung der Asche	10 M.
5) Desgleichen mit Prüfung der quantitativen Zusammensetzung	50 M.
6) Messung der Dicke des Papiers und Bestimmung des Gewichts für das Quadratmeter	2 M.
7) Qualitative Untersuchung auf Holzschliff	1 M.
8) Quantitative desgleichen	30 M.
9) Mikroskopische Untersuchung der im Papier enthaltenen Fasern und anderer Stoffe	5 M.
10) Chemische Untersuchung des Papiers auf Farbstoff, Leimung, Gehalt an freier Säure, Chlor u. s. w., je nach dem Umfange der verlangten Untersuchung	5 bis 50 M.
11) Desgleichen quantitativ	10 bis 100 M.

Berlin, den 1. September 1884.

Königliche Kommission

zur Beaufsichtigung der technischen Versuchsanstalten.

von Moeller.

*) Es kann nicht dringend genug angerathen werden, diese Bestimmungen über Zahl, Zustand und Verpackung der einzusendenden Proben gewissenhaft innezuhalten, da anderenfalls durch Zwischenverhandlungen und Einfordern weiterer Proben die an und für sich meist eiligen Prüfungsanträge eine unliebsame Verzögerung erfahren. Ferner sollte Niemand übersehen, dass er ein um so günstigeres Prüfungsergebniss zu erwarten hat, je unverletzter die Papierproben in den Besitz der Versuchs-Anstalt gelangen.

Abonnements für Papierprüfungen.

Die in den „Mittheilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten“ Jahrgang 1884 S. 91 u. f. (vergl. auch Jahrgang 1886 S. 91) veröffentlichten Tarifsätze erfahren unter

No. 4. Kosten der Prüfung. D. Papier.

folgende Zusätze:

- a) 12. Die vollständige Untersuchung eines Papiers auf Zerreißungsfestigkeit, Dehnung, Widerstand gegen Zerknittern und Reiben, Bestimmung des Aschengehaltes, die qualitative Untersuchung der im Papier enthaltenen Fasern und anderen Stoffe und die chemische Untersuchung auf Leimung und freie Säure (also die Gesamtuntersuchung nach D No. 1. 2. 3. 7. 9. u. 10) kostet 20 *M.*
- b) Bei Vorauszahlung der nachgenannten Gesamtgebühren und unter der Voraussetzung, dass mindestens die angeführte Zahl von Papierprüfungen innerhalb eines Kalenderjahres ausgeführt werden soll, werden die Gebühren:

13. für die vollständige Untersuchung von 25 Papieren nach dem Umfange der vorhergehenden Tarifnummer D. 12 auf

$$25 \times 15 = 375 \text{ M.},$$

14. für die vollständige Untersuchung von 50 Papieren nach dem Umfange derselben Tarifnummer D. 12 auf

$$50 \times 10 = 500 \text{ M.},$$

15. für die Untersuchung von 25 Papieren auf Zerreißungsfestigkeit, Dehnung sowie Widerstand gegen Zerknittern und Reiben, also im Umfange der Tarifnummern D. 1 und 2 (vergl. Mittheilungen 1884 S. 92) auf

$$25 \times 9 = 225 \text{ M.},$$

16. für die Untersuchung von 50 Papieren, im Umfange derselben Tarifnummern D. 1 und 2, auf

$$50 \times 6 = 300 \text{ M.}$$

festgesetzt.

Die vorstehend angegebenen Preisermässigungen sind in der Königlichen mechanisch-technischen Versuchsanstalt sogleich zur Anwendung gebracht.

Die Antragsteller werden zur Erleichterung des Geschäftsganges der Anstalt und zur Vermeidung von Verzögerungen darauf aufmerksam gemacht, in ihrem eigenen Interesse in den Prüfungsanträgen genau die Ansatznummer des Tarifs anzugeben, nach welcher die Prüfung ausgeführt werden soll. Ferner ist sorgfältig darauf zu achten, dass die vorschrifts-

mässigen 5 Probebogen mindestens in Reichsformat 33 × 21 cm und vollständig unbeschädigt eingehen.

Gekniffenes und beschädigtes Material kann für die Prüfungen nicht verwendet werden, und es wird zur Vermeidung von Verzögerungen empfohlen, das ungekniffte Probematerial zwischen dicken Pappdeckeln verpackt einzusenden.

Berlin, den 9. Juni 1887.

Königliche Kommission
zur Beaufsichtigung der technischen Versuchsanstalten.
gez. Schultz.

Durch eine Verfügung der Königlichen Aufsichtskommission ist der Versuchsanstalt die Befugniß ertheilt worden, Papierprüfungs-Apparate auf ihre Richtigkeit und Zuverlässigkeit untersuchen und über den Befund ein amtliches Zeugniß ausstellen zu können. Die Gebühren für derartige Untersuchungen sind, wie folgt, festgesetzt:

1. Vollständige Untersuchung eines ganzen Apparates 20 bis 120 *M.*
2. Nachprüfung einzelner Theile eines bereits geprüften Apparates
10 bis 20 *M.*
3. Prüfung einzelner Theile eines nicht im Ganzen geprüften Apparates 20 bis 60 *M.*

Grundsätze für amtliche Papier-Prüfungen.

Klassificirung der Papiere.

Urkunden-, Schreib- und Concept-Papier für den amtlichen Gebrauch der Königlich preussischen Behörden werden nach den folgenden beiden Tabellen klassificirt:

Tabelle I.

Festigkeitsklassen 1 bis 6.

Klasse	1	2	3	4	5	6	Skala für den Widerstand gegen Zerknittern
a) Mittlere Reisslänge in Metern mindestens	6000	5000	4000	3000	2000	1000	0 ausserordentl. gering, 1 sehr gering, 2 gering, 3 mittelmässig, 4 ziemlich gross, 5 gross, 6 sehr gross, 7 ausserordent . .
b) Mittlere Dehnung in Procenten der ursprünglichen Länge mindestens	4,5	4	3	2,5	2	1,5	
c) Widerstand gegen Zerknittern	6	6	5	4	3	1	

Tabelle II.
Stoffklassen I bis IV.

-
- | | | |
|--------|------|--|
| Klasse | I. | Papiere, nur aus Hadern, mit nicht mehr als 2% Asche, |
| - | II. | Papiere aus Hadern, mit Zusatz von Cellulose, Strohstoff, Esparto, aber frei von Holzschliff, mit nicht mehr als 5% Asche, |
| - | III. | Papiere von beliebiger Stoff-Zusammensetzung, jedoch ohne Zusatz von Holzschliff, mit weniger als 15% Asche. |
| - | IV. | Papiere von beliebiger Stoff-Zusammensetzung und mit beliebigem Aschengehalt. |

Jedes Papier muss leimfest und ohne freie Säure sein.

Ein Papier, welches nicht gleichzeitig die in einer Vertikalspalte unter a und b aufgeführten Festigkeitszahlen besitzt, gehört in eine tiefere Klasse.

Wenn zum Beispiel ein Papier bei 5000 m Reisslänge nur 3% Dehnung aufweist, gehört es in Klasse 3, nicht in Klasse 2.

Der Regel nach soll allerdings auch die Nummer des Widerstandes gegen das Zerknittern der unter der entsprechenden Klasse angegebenen Ziffer genügen, jedoch soll dieselbe nicht in allen Fällen unbedingt als ausschlaggebend angesehen werden.

Verwendungsart der Papierklassen.

Als Anhalt für die Beamten, welche Lieferungen von Papier zu bestimmten Gebrauchszwecken auszuschreiben haben, dienen die folgenden Normen:

Klassen und Stoffzusammensetzungen bei der Auswahl von Papier.

1. Für besonders wichtige und auf lange Aufbewahrungsdauer berechnete Urkunden: Festigkeitsklasse 1, Stoffklasse I.
2. Für Urkunden, Standesamtsregister, Geschäftsbücher u. s. w.:
 - a) für erste Sorte: Klasse 2 und Stoffzusammensetzung I.
 - b) für zweite Sorte: Klasse 3 und Stoffzusammensetzung II.
3. Für das zu dauernder Aufbewahrung bestimmte Aktenpapier:
 - a) für Kanzlei-, Mundir-, Brief- u. s. w. Papier: Klasse 3 und Stoffzusammensetzung II.
 - b) für Concept-Papier: Klasse 4 und Stoffzusammensetzung II.
4. Für Papiere, welche für den gewöhnlichen Gebrauch bestimmt sind und nur einige Jahre in Akten u. s. w. aufbewahrt werden sollen:
 - a) für Kanzlei-, Mundir-, Brief- u. s. w. Papier: Klasse 3 und Stoffzusammensetzung III.
 - b) für Concept-Papier: Klasse 4 und Stoffzusammensetzung III.

5. Für Briefumschläge, Packpapier u. s. w., und zwar:
 - a) für erste Sorte: Klasse 3 und Stoffzusammensetzung II.
 - b) für zweite Sorte: Klasse 5 und Stoffzusammensetzung III.
6. Für Papiere, welche zu untergeordneten Zwecken im täglichen Verkehr verwendet werden sollen und an welche Ansprüche auf Dauerhaftigkeit nicht gemacht werden, kann die Stoffzusammensetzung IV ohne besondere Rücksicht auf eine Klasse gewählt werden.

Die Papiere der letzten Abtheilung (No. 6) dürfen nur zu formularmässigen, mit Vordruck versehenen, in den Akten nicht verbleibenden, sondern zur Versendung kommenden Mittheilungen, Vorladungen, Aufforderungen u. s. w. benutzt werden.

Prüfung der gelieferten Papiere.

Die Prüfung der zum Dienstgebrauche bestimmten Papiere auf ihre Zugehörigkeit zu einer der Festigkeits- und Stoffklassen erfolgt erst nach der Lieferung derselben auf Kosten des Lieferanten in der Königlichen mechanisch-technischen Versuchsanstalt zu Charlottenburg (Technische Hochschule).

Daselbst können Papiere auf sämtliche in den Vorschriften für die Benutzung der Abtheilungen für die Papierprüfung und für Tintenprüfung vom 1. September 1884*) vorgesehenen Eigenschaften, — mit Ausnahme der Pos. 8 (Quantitative Untersuchung auf Holzschliff), für deren zuverlässige Ausführung mit hinreichender Genauigkeit Hilfsmittel noch nicht ermittelt sind — geprüft werden. Erforderlich ist jedoch künftig nur die Prüfung auf: D. No. 1, Zerreiissungsfestigkeit und Dehnung nach zwei Richtungen, No. 2, Widerstandsfähigkeit gegen Zerknittern und Reiben, No. 3, Bestimmung des Aschengehalts, No. 7, Qualitative Untersuchung auf Holzschliff, No. 9, Mikroskopische Untersuchung der im Papier enthaltenen Fasern und anderen Stoffe und No. 10, Chemische Untersuchung, letztere mit der Beschränkung auf Leimung und freie Säure.

Die aus den sechs angegebenen Prüfungsarten ermittelten Werthe des Papiers nach Festigkeits- und Stoffklasse der Tabellen I und II müssen aus jedem Prüfungszeugnisse, welches den Behörden eingereicht wird, genau ersichtlich sein.

Der Regel nach wird indessen die Prüfung des Papiers für den Amtsgebrauch auf diejenigen Papiersorten zu beschränken sein, welche für Urkunden, Geschäftsbücher, Standesamts-Register u. s. w. bzw. für die dauernde Aufbewahrung in Acten bestimmt sind.

*) Vergl. Mittheilungen aus der Königl. techn. Versuchsanstalt 1884. S. 91.

Kosten der Papierprüfung.

Werden jene sechs Untersuchungsarten gleichzeitig beantragt, so reduciren sich die dafür gemäss des Reglements vom 1. September 1884*) zu ersattenden Kosten auf 20 *M* im Ganzen.

Zweck der einzelnen Proben.

Folgendes dient zur Aufklärung über den Zweck der auszuführenden Proben:

1. Die Festigkeit des Papiers gegen Zerreißen wird in der Richtung des Maschinenlaufs und senkrecht darauf gemessen und durch die mittlere „Reisslänge“ zum Ausdruck gebracht, welche die Länge eines gleich breiten Papierstreifens in Metern (oder Kilometern) angiebt, dessen Gewicht der Kraft zum Zerreißen derselben gleichwerthig ist. Die Reisslänge, welche von der Dicke des Papiers unabhängig ist, nimmt zu mit der Güte des Papiers und bewegt sich bei Schreibpapier der Regel nach zwischen den Grenzen von 2000 m bis 5000 m, geht bei sehr gutem Kanzleipapier bis 6000 m und überschreitet diese Grenze nur bei den mit besonderer Sorgfalt angefertigten Urkundenpapieren.

2. Die Festigkeit des Papiers gegen Knittern, Kniffen und Reiben kann zur Zeit noch nicht durch bestimmte Zahlenwerthe ausgedrückt werden.

Die zur Bemessung dieser Eigenschaft angenommene Skala, von den geringeren Qualitäten zu den besseren aufsteigend, wird gekennzeichnet durch die Zusätze.

Es bedeutet:

0 ausserordentlich gering,	4 ziemlich gross,
1 sehr gering,	5 gross,
2 gering,	6 sehr gross,
3 mittelmässig,	7 ausserordentlich gross.

Bis zu der Einführung mechanisch wirkender Apparate zur Prüfung dieser Eigenschaft wird den Resultaten stets nur ein relativer Werth beizulegen sein.

3. Die Elasticität des Papiers wird durch die Ausdehnung desselben bei der Zerreißprobe unter 1 gemessen, die in Procenten der ursprünglichen Länge angegeben und mit „Bruchdehnung“ bezeichnet wird. Sie bewegt sich in fallender Skala von 4,5 bis 1,5% und darunter.

4. Der Gehalt an Asche wird in Procenten des Papiergewichts ausgedrückt, er beträgt bei reinem Lumpenpapier etwa 2,5%, bei Zusatz von Cellulose etwa 3—5%; bei Beschwerung des Papierstoffs mit mineralischen Substanzen (zur Erhöhung der Schönheit des Papiers) nimmt er auf 10%, auch 15% zu, und bei Papier mit Holzstoffen steigt er bis auf 20% und selbst darüber.

*) Vergl. Mittheilungen 1884, S. 92, No. 4, D.

5. Die Untersuchung der Stoffzusammensetzung beschränkt sich auf die Konstatirung von Hanf- und Leinenfasern mit weniger oder mehr Baumwollfasern, auf Cellulose, auf Wolle und auf Holzschliff. Die letzten beiden Stoffe sind bei gutem Schreibpapier auszuschliessen.

6. Sämmtliche Papiere müssen gut geleimt und frei von Säuren und Laugen sein.

Die sämtlichen 6 voraufgeführten zu untersuchenden Eigenschaften der Papiere beziehen sich vorzugsweise auf die Qualität des Papierstoffs und sind mehr oder weniger unabhängig von denjenigen Eigenschaften der Papiersorten, die der Käufer selbst sofort erkennen oder leicht ermitteln kann, nämlich Farbe, Glanz, Durchsichtigkeit, Glätte, Dicke, Gewicht und Format. Es können hiernach mehrere Papiersorten, die sich nach den letzteren von der Versuchsanstalt nicht unbedingt zu untersuchenden Eigenschaften unterscheiden, doch in Bezug auf die zu untersuchenden Eigenschaften, welche die Dauer und Festigkeit des Papiers qualificiren, übereinstimmen.

Bei den ersten beiden Klassen von Papieren ist auf übergrosse Weisse und Reinheit der Oberfläche im Interesse der Haltbarkeit zu verzichten.

Vorschriften bei Submissionen.

Bei den Submissionsbedingungen, mit denen Papier-Lieferungen ausgeschrieben werden, wird für jede Papiersorte, — je nach dem Zweck, welchem dieselbe dienen soll — sowohl eine der 6 Festigkeitsklassen der Tabelle I, als auch eine der IV Stoffklassen der Tabelle II vorzuschreiben, ausserdem aber der ausdrückliche Vorbehalt zu machen sein, das Papier nach erfolgter Lieferung in mindestens einer für jede Sorte zu ziehenden Durchschnittsprobe auf Kosten des Lieferanten prüfen zu lassen.

Bei Einreichung der mit den Submissions-Offerten vorzulegenden Papier-Proben ist fortan die Beifügung eines Prüfungs-Zeugnisses über die Eigenschaften des angebotenen Papiers nicht mehr erforderlich.

Bei Lieferungen, welche den Betrag von 300 *M.* nicht erreichen, kann von einer Prüfung des Papiers ganz abgesehen werden.

Die vorstehenden Grundsätze für amtliche Papier-Prüfungen zur öffentlichen Kenntniss zu bringen, sind wir von dem Königlichen Staatsministerium beauftragt worden.

Berlin, den 5. Juli 1886.

Königliche Kommission
zur Beaufsichtigung der technischen Versuchsanstalten.

Schultz.

Tabelle zur Bestimmung der Feinheitnummer.

Die fettgedruckten Zahlen beziehen sich auf das Gewicht eines Streifens von 0,18 m. Länge, die darunter stehenden cursivgedruckten geben die zugehörigen Feinheitnummern an.

0,100	0,110	0,120	0,130	0,140	0,150	0,160	0,170	0,180	0,190	0,200	0,210	0,220	0,230	0,240	0,250
1,800	1,636	1,500	1,385	1,286	1,200	1,125	1,059	1,000	0,947	0,900	0,857	0,818	0,783	0,750	0,720
0,101	0,111	0,121	0,131	0,141	0,151	0,161	0,171	0,181	0,191	0,201	0,211	0,221	0,231	0,241	0,251
1,782	1,622	1,488	1,374	1,277	1,192	1,118	1,053	0,994	0,942	0,896	0,853	0,814	0,779	0,747	0,717
0,102	0,112	0,122	0,132	0,142	0,152	0,162	0,172	0,182	0,192	0,202	0,212	0,222	0,232	0,242	0,252
1,765	1,607	1,475	1,364	1,268	1,184	1,111	1,047	0,989	0,937	0,891	0,849	0,811	0,776	0,744	0,714
0,103	0,113	0,123	0,133	0,143	0,153	0,163	0,173	0,183	0,193	0,203	0,213	0,223	0,233	0,243	0,253
1,748	1,593	1,463	1,353	1,259	1,176	1,104	1,040	0,984	0,933	0,887	0,845	0,807	0,773	0,741	0,711
0,104	0,114	0,124	0,134	0,144	0,154	0,164	0,174	0,184	0,194	0,204	0,214	0,224	0,234	0,244	0,254
1,731	1,579	1,452	1,343	1,250	1,169	1,098	1,034	0,978	0,928	0,882	0,841	0,804	0,769	0,738	0,709
0,105	0,115	0,125	0,135	0,145	0,155	0,165	0,175	0,185	0,195	0,205	0,215	0,225	0,235	0,245	0,255
1,714	1,565	1,440	1,333	1,241	1,161	1,091	1,029	0,973	0,923	0,878	0,837	0,800	0,766	0,735	0,706
0,106	0,116	0,126	0,136	0,146	0,156	0,166	0,176	0,186	0,196	0,206	0,216	0,226	0,236	0,246	0,256
1,698	1,552	1,429	1,324	1,233	1,154	1,084	1,023	0,968	0,918	0,874	0,833	0,796	0,763	0,732	0,703
0,107	0,117	0,127	0,137	0,147	0,157	0,167	0,177	0,187	0,197	0,207	0,217	0,227	0,237	0,247	0,257
1,682	1,538	1,417	1,314	1,224	1,146	1,078	1,017	0,963	0,914	0,870	0,829	0,793	0,759	0,729	0,700
0,108	0,118	0,128	0,138	0,148	0,158	0,168	0,178	0,188	0,198	0,208	0,218	0,228	0,238	0,248	0,258
1,667	1,525	1,406	1,304	1,216	1,139	1,071	1,011	0,957	0,909	0,865	0,826	0,789	0,756	0,726	0,698
0,109	0,119	0,129	0,139	0,149	0,159	0,169	0,179	0,189	0,199	0,209	0,219	0,229	0,239	0,249	0,259
1,651	1,513	1,395	1,295	1,208	1,132	1,065	1,006	0,952	0,905	0,861	0,822	0,786	0,753	0,723	0,695

0,260	0,270	0,280	0,290	0,300	0,310	0,320	0,330	0,340	0,350	0,360	0,370	0,380	0,390	0,400	0,410
0,692	0,667	0,643	0,621	0,600	0,581	0,563	0,545	0,529	0,514	0,500	0,486	0,474	0,462	0,450	0,439
0,261	0,271	0,281	0,291	0,301	0,311	0,321	0,331	0,341	0,351	0,361	0,371	0,381	0,391	0,401	0,411
0,690	0,664	0,641	0,619	0,598	0,579	0,561	0,544	0,528	0,513	0,499	0,485	0,472	0,460	0,449	0,438
0,262	0,272	0,282	0,292	0,302	0,312	0,322	0,332	0,342	0,352	0,362	0,372	0,382	0,392	0,402	0,412
0,687	0,662	0,638	0,616	0,596	0,577	0,559	0,542	0,526	0,511	0,497	0,484	0,471	0,459	0,448	0,437
0,263	0,273	0,283	0,293	0,303	0,313	0,323	0,333	0,343	0,353	0,363	0,373	0,383	0,393	0,403	0,413
0,684	0,659	0,636	0,614	0,594	0,575	0,557	0,541	0,525	0,510	0,496	0,483	0,470	0,458	0,447	0,436
0,264	0,274	0,284	0,294	0,304	0,314	0,324	0,334	0,344	0,354	0,364	0,374	0,384	0,394	0,404	0,414
0,682	0,657	0,634	0,612	0,592	0,573	0,556	0,539	0,523	0,508	0,495	0,481	0,469	0,457	0,446	0,435
0,265	0,275	0,285	0,295	0,305	0,315	0,325	0,335	0,345	0,355	0,365	0,375	0,385	0,395	0,405	0,415
0,679	0,655	0,632	0,610	0,590	0,571	0,554	0,537	0,522	0,507	0,493	0,480	0,468	0,456	0,444	0,434
0,266	0,276	0,286	0,296	0,306	0,316	0,326	0,336	0,346	0,356	0,366	0,376	0,386	0,396	0,406	0,416
0,677	0,652	0,629	0,608	0,588	0,570	0,552	0,536	0,520	0,506	0,492	0,479	0,466	0,455	0,443	0,433
0,267	0,277	0,287	0,297	0,307	0,317	0,327	0,337	0,347	0,357	0,367	0,377	0,387	0,397	0,407	0,417
0,674	0,650	0,627	0,606	0,586	0,568	0,550	0,534	0,519	0,504	0,490	0,477	0,465	0,453	0,442	0,432
0,268	0,278	0,288	0,298	0,308	0,318	0,328	0,338	0,348	0,358	0,368	0,378	0,388	0,398	0,408	0,418
0,672	0,647	0,625	0,604	0,584	0,566	0,549	0,533	0,517	0,503	0,489	0,476	0,464	0,452	0,441	0,431
0,269	0,279	0,289	0,299	0,309	0,319	0,329	0,339	0,349	0,359	0,369	0,379	0,389	0,399	0,409	0,419
0,669	0,645	0,623	0,602	0,583	0,564	0,547	0,531	0,516	0,501	0,488	0,475	0,463	0,451	0,440	0,430



12.

- 9-13. Pappelholz-Cellulose.
- 14-15. Stroh-Cellulose.
- 16. Alfa- (Esparto-) Cellulose.
- 17. Baumwolle.
- 18. Leinen.

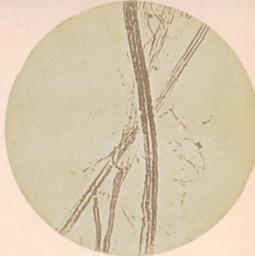
Hanf.



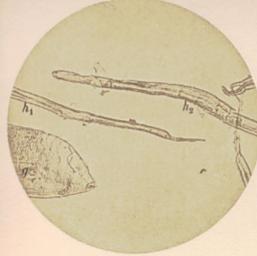
13.



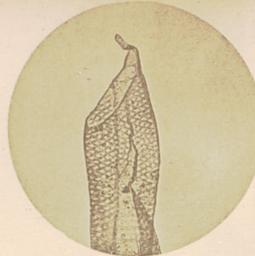
1.



4.



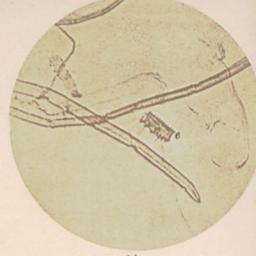
7.



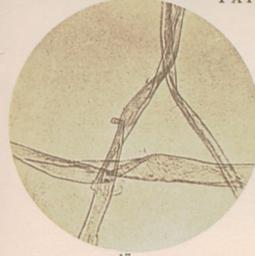
10.



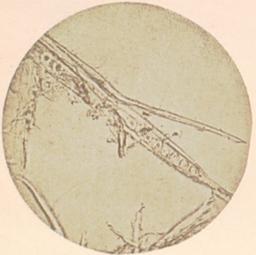
12.



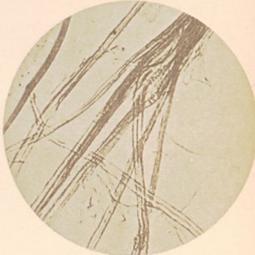
14.



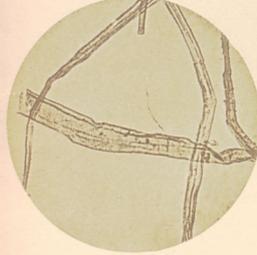
17.



2.



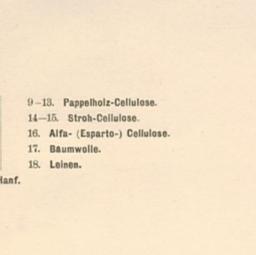
5.



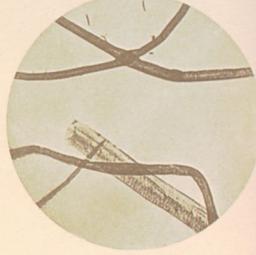
8.



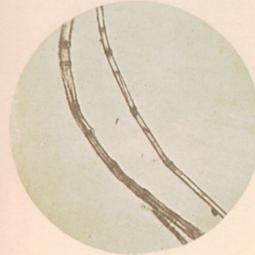
11.



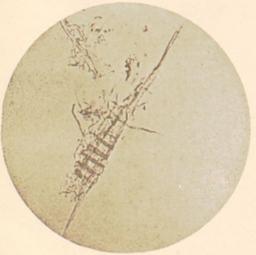
10. Hanf.



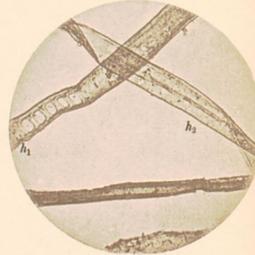
15.



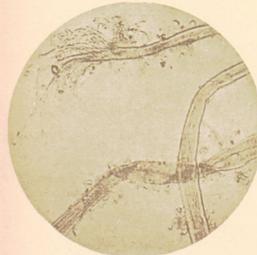
18.



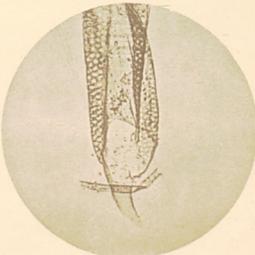
3.



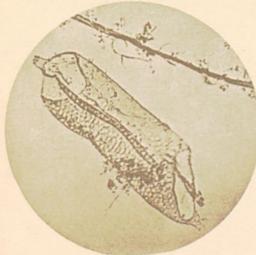
6.



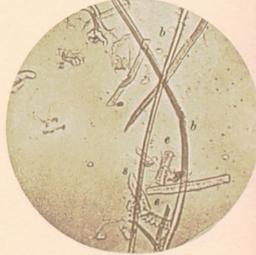
9.



10.



13.



16.



19.

HERZBERG, Papier-Prüfung.

Verlag von JULIUS SPRINGER in Berlin.





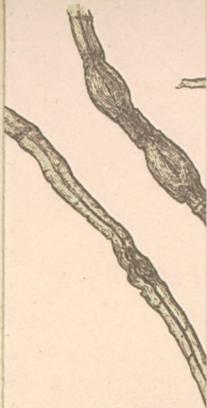
Erklärung zu Teil II.

- 1-6 Haischilf. (1 und 2: Haischilf, 3: Haischilf mit Mark, 4 und 5: Göttinger Haischilf, 6: Bamberger Haischilf)
- 7-10 Lärche. (7: Haischilfartige Haischilf, 8: Haischilfartige Haischilf, 9: Haischilfartige Haischilf, 10: Haischilfartige Haischilf)
- 11-13 Buchenholz. (11 und 12: Buchenholz, 13: Buchenholz)
- 14-16 Buchenholz. (14 und 15: Buchenholz, 16: Buchenholz)
- 17-20 Buchenholz. (17 und 18: Buchenholz, 19 und 20: Buchenholz)
- 21-23 Buchenholz. (21 und 22: Buchenholz, 23: Buchenholz)
- 24-26 Buchenholz. (24 und 25: Buchenholz, 26: Buchenholz)
- 27-30 Buchenholz. (27 und 28: Buchenholz, 29 und 30: Buchenholz)
- 31-33 Buchenholz. (31 und 32: Buchenholz, 33: Buchenholz)
- 34-36 Buchenholz. (34 und 35: Buchenholz, 36: Buchenholz)
- 37-40 Buchenholz. (37 und 38: Buchenholz, 39 und 40: Buchenholz)
- 41-43 Buchenholz. (41 und 42: Buchenholz, 43: Buchenholz)
- 44-46 Buchenholz. (44 und 45: Buchenholz, 46: Buchenholz)
- 47-50 Buchenholz. (47 und 48: Buchenholz, 49 und 50: Buchenholz)
- 51-53 Buchenholz. (51 und 52: Buchenholz, 53: Buchenholz)
- 54-56 Buchenholz. (54 und 55: Buchenholz, 56: Buchenholz)

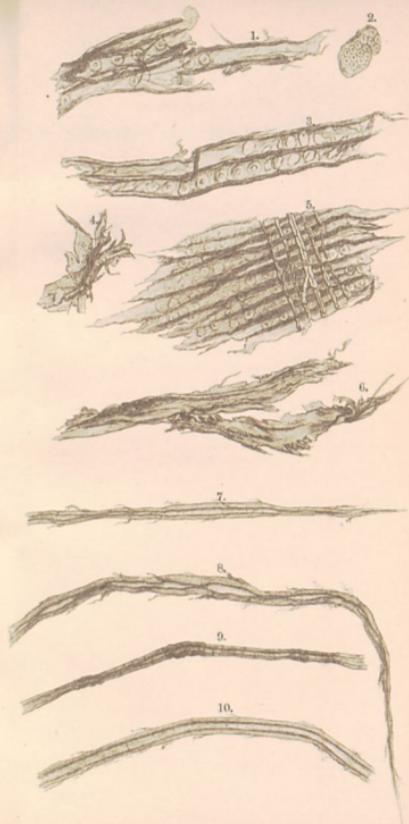


Erklärung zu Tafel II.

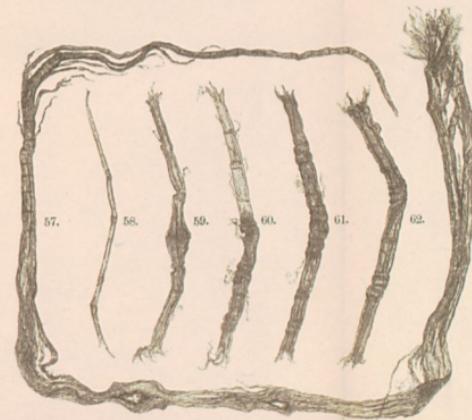
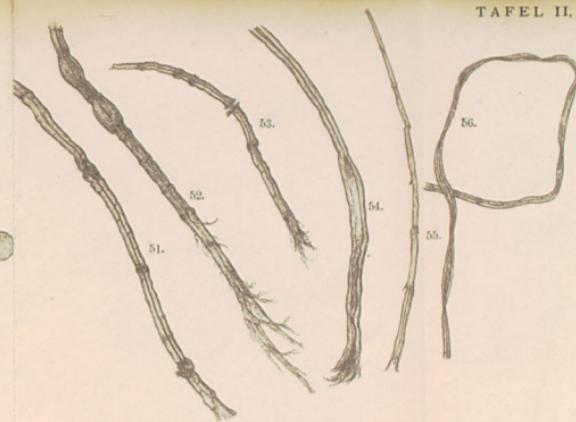
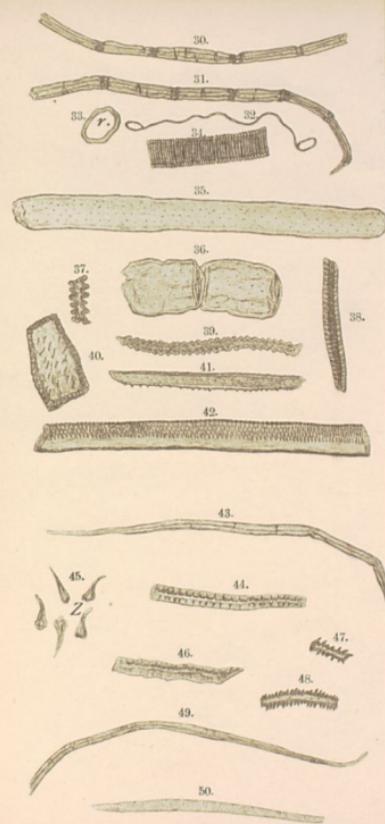
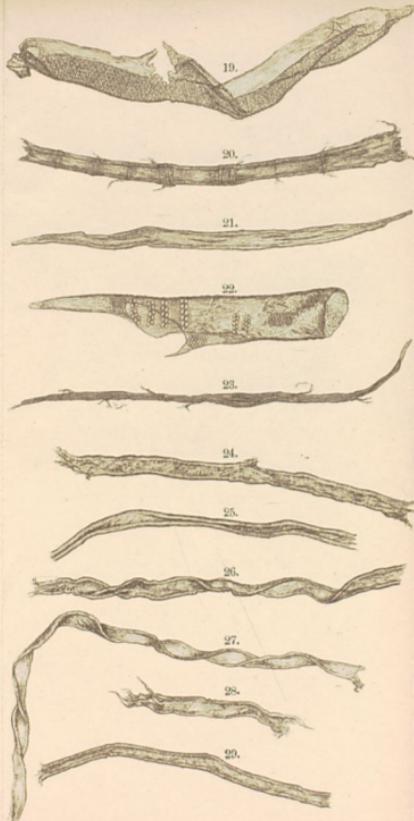
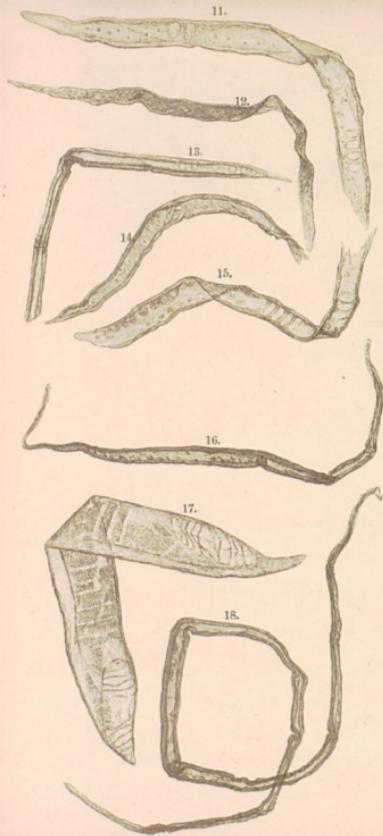
- 1— 6. **Holzschliff.** (1 und 3: Holzzellen, 5: Holzzelle mit Markstrahlen, 4 und 6: Gefügelose Faserbruchstücke, 2: Bruchstück eines Tüpfelgefäßes.)
- 7—10. **Jute.** (Verschiedenartige Bastzellen.)
- 11—15. **Nadelholzcellulose.** (Verschiedenartige Holzzellen.)
- 16—18. **Birkenholzcellulose.** (16 und 18: Holzzellen, 17: Gefäß.)
- 19—23. **Pappelholzcellulose.** (19 und 22: Gefäße, 20—21 und 23: Holzzellen.)
- 24—29. **Baumwolle.** (Verschiedenartige Fasern.)
- 30—42. **Strohcellulose.** (30—31: Bastzellen, 33 (r): Ring aus einem Ringgefäß, 32 und 34: Spiralen, 35—36: Parenchymzellen, 37, 39 und 41: Epidermis- (Oberhaut-) Zellen, 38 und 40: Sklerenchymelemente, 42: Gefäß.)
- 43—50. **Esparto- (Alfa-) Cellulose.** (43 und 49: Bastzellen, 44 und 46: Sklerenchymelemente, 45 (z): Zähnnchen, 47—48: Epidermis- (Oberhaut-) Zellen, 50: Gefäß.)
- 51—56. **Leinen.** (Verschiedenartige Fasern.)
- 57—62. **Hanf.** (Verschiedenartige Fasern.)
-



5



HERZBERG. Papier-Prüfung.



Verlag von JULIUS SPRINGER in Berlin.







Verlag von Julius Springer in Berlin N.,
Monbijouplatz 3.

Chemisch-technische
Untersuchungsmethoden

der
Gross-Industrie, der Versuchsstationen und Handelslaboratorien.

Unter Mitwirkung
von

C. Balling, M. Barth, Th. Beckert, R. Benedikt, C. Bischof, E. Büchner, C. Counciler,
C. v. Eckenbrecher, O. Guttman, W. Herzberg, P. Jeserich, C. Kretschmar, O. Mertens, A. Morgen,
R. Nietzki, A. Pfeiffer, E. Scheele, K. Stammer, A. Stutzer

herausgegeben
von

Dr. Fr. Böckmann,

Chemiker der Solvay'schen Sodafabrik zu Wyhlen.

Zwei Bände.

Mit zahlreichen in den Text gedruckten Abbildungen.

Zweite vermehrte und umgearbeitete Auflage.

Preis M. 22.—; geb. M. 24,40.

Die Fabrikation des Papiers,

insonderheit des auf der Maschine gefertigten,
nebst
gründlicher Auseinandersetzung der in ihr vorkommenden chemischen Prozesse
und
Anweisung zur Prüfung der angewandten Materialien.

Von

Dr. L. Müller.

Mit in den Text gedruckten Holzschnitten und lithographirten Tafeln.

Vierte neu bearbeitete und vermehrte Auflage.

Preis geb. M. 24.—.

Die qualitative und quantitative Bestimmung
des

Holzschliffes im Papier.

Eine chemisch-technische Studie
von

Dr. Albrecht Müller,

Chemiker und Papierfabrikant.

Preis geb. M. 3.—.

Die thierische Leimung für endloses Papier.

Ein Verfahren, der Praxis entnommen

von

Ferdinand Jagenberg.

Mit in den Text gedruckten Abbildungen und einer lithographirten Tafel.

Preis kart. M. 6.—.

Zu beziehen durch jede Buchhandlung.

Zeitschrift für angewandte Chemie.

Organ der
Deutschen Gesellschaft für angewandte Chemie.

Herausgegeben
von

Dr. Ferdinand Fischer.

Nachdem der Verein analytischer Chemiker am 27. November 1887 sich in eine Deutsche Gesellschaft für angewandte Chemie umgewandelt hat, erscheint das bisherige Vereinsorgan, das „Repertorium für analytische Chemie“ mit der „Zeitschrift für die Chemische Industrie“ vereinigt seit Januar 1888 als

Zeitschrift für angewandte Chemie.

Organ der Deutschen Gesellschaft für angewandte Chemie.

Herausgegeben
von

Dr. Ferdinand Fischer

im Verlage des Unterzeichneten.

Die Ausgabe erfolgt in 24 Hefen, je am 1. und 15. des Monats in Format und Ausstattung der bisherigen „Zeitschrift für die Chemische Industrie“.

Der Preis des Jahrgangs (24 Hefte) beträgt M. 20,—. Bestellungen nehmen alle Buchhandlungen und Postanstalten an.

Die „Zeitschrift für angewandte Chemie“ berichtet in übersichtlicher Anordnung über alle das Gesamtgebiet der angewandten Chemie betreffenden Vorkommnisse und Fragen in Originalartikeln und in Berichten aus etwa 175 deutschen und ausländischen Zeitschriften, sowie über die in Betracht kommenden Patente des In- und Auslandes.

Verlagsbuchhandlung von Julius Springer

in Berlin N., Monbijouplatz 3.

Rehse's Normal-Papier-Versuchs-Maschine.

Attestirt von der Königlichen Papier-Versuchsanstalt. Eignet sich für amtliche Papierprüfungen. Preis M. 155,—.

Rehse's Papierprüfer.

Attestirt von der Königlichen Papier-Versuchsanstalt. Eignet sich für schnelle vergleichsweise Papierprüfungen auf Festigkeit und Dehnung. Preis M. 35,—.

Rehse's Papier- u. Pappendickenmesser

mit vergleichenden Gewichtsangaben zu den in der beigegebenen Tabelle enthaltenen Normalpapieren. Preis M. 20,—.

C. Rehse (Inh.: **Johannes Wallmann**) **Berlin O.**

Breslauerstr. 31.



OSKAR LEUNER

Mechanisches Institut

Königl. Polytechnikum **DRESDEN** Königl. Polytechnikum

empfiehlt

selbstregistrirende

Papier-Prüfungs-Apparate,

wie dergl. der Königl. mechanisch-technischen
Versuchs-Anstalt in Charlottenburg geliefert
worden und bei derselben in Gebrauch sind,

sowie

**Construction und Ausführung wissenschaftlicher
und technischer Apparate.**



Dr. Robert Muencke

Technisches Institut für Anfertigung naturwissenschaftlicher Apparate
und Geräthschaften

58. Luisenstr. **BERLIN N.W.** Luisenstr. 58.

Fabrik und Lager chemischer Apparate und Geräthschaften.

Complete Einrichtungen und Ergänzungen
chemischer Laboratorien.

**Bezugsquelle der zur Papier-Prüfung erforderlichen
Apparate und Utensilien.**

Wendler's Zugfestigkeitsprüfer

D. R. P. No. 39189

complett zum Preise von **M. 250.—**

Beste Apparat zur Untersuchung von Papier auf
Festigkeit; in Gebrauch von

Königl. mechan.-techn. Versuchs-Anstalt in Charlotten-
burg (3 Stück)

Kaiserl. Reichsdruckerei in Berlin

Versuchs-Anstalt, Finnland

Versuchs-Anstalt, Dänemark und vielen ersten

Papierfabriken, wie Papierhändlern in Deutschland
und Oesterreich.

Zu beziehen durch

Fromme & Kroseberg

Berlin C., a. d. Schleuse 8.

Zugleich machen wir auf Fromme's Streifenschneider aufmerksam.

L. Reimann

32. Schmidtstrasse **Berlin S.O.** Schmidtstrasse 32.

Mechanische Werkstätte.

Waagen- und Gewichtsfabrikation.

Gegründet 1839.

Prämiirt:

Berlin 1844 — London 1854 — Paris 1867 — Wien 1873 — Genua 1880 —
Berlin 1880 — Melbourne 1881.

Tb 5115

ULB Halle

3

003 776 948



m







Papier-Pr

Ein Leitfaden bei der Unte

Herausgege

von

Wilhelm Her

Erster Assistent der Abtheilung für Papier-
mechanisch-technischen Versuchs-An

Mit 22 in den Text gedruckten Figuren



1887/88. 12
Berlin.

Verlag von Juliu
1888.

