

Miniatur-Bibliothek

1181-1182

10 21

Die
Papierfabrikation



Preisgekrönt auf der Weltausstellung für
Vergewerbe und Graphik Leipzig 1914



Die Papierfabrikation

Von
Herbert Dathe



Leipzig
Verlag für Kunst und Wissenschaft
Albert Otto Paul



Vorwort.

Die Bändchen technischen Inhalts, welche bisher schon im Verlage der Miniatur-Bibliothek erschienen sind, führen uns in eine Menge verschiedener Industrien ein. Sie lassen uns einen Blick in die Eishütten mit ihren Hochöfen werfen, sie zeigen uns die Herstellung des Glases u. a. m. Sie geleiten uns vom Schreibtisch des Kaufmannes, aus dem Laboratorium des Chemikers hinein in die Stätten der Arbeit. Und wie all diese Zweige in der langen Nummernreihe der Miniatur-Bibliothek vertreten sind, so will dies Bändchen einer Industrie den gleichen Platz verschaffen, den sie wohl beanspruchen darf, der Papierfabrikation.

Das vorliegende Bändchen kann und will kein technisch-wissenschaftliches Werk sein, es soll nur einen allgemeinen Überblick geben und den Laien einführen in eine hochinteressante Industrie, welche in unserem Vaterlande weit verbreitet und ganz besonders bei uns durch große und mustergültige Werke vertreten ist.

Daß sich dies Heftchen aber viele Freunde erwerben möge, dies wünscht ihm

der Verfasser.

1. Geschichtliches.

Der Name „Papier“ stammt von Papyrus, einer Sumpfs- und Wasserpflanze, aus deren Schaft und Stengeln die Ägypter schon 1562 v. Chr. Blätter zum Schreiben herstellten. Das von Luft befreite Mark wurde mittels eines scharfen Instrumentes in möglichst feine und breite Längsstreifen gespaltet, diese wurden mit Nilwasser angefeuchtet und abwechselnd in Längs- und Querrichtung schichtweise auf große Bretter gelegt. Hierauf wurde ein so entstandenes Blatt mittels eines geeigneten Gegenstandes (Zahn, abgeschliffene Muschel oder dergl.) geglättet und, nachdem ihm durch einen besonderen Pflanzenleim ein Zusammenhang gegeben war, zwischen zwei Brettern scharf gepreßt. Stärkere Blätter, welche aus mehreren Lagen schichtweise gelegter Streifen bestanden, wurden mit kleinen Holzhämmern geschlagen. Die derart hergestellten Blätter wurden, nachdem sie an der Sonne gründlich ausgetrocknet waren, mittels Kleisters aneinandergesetzt, wodurch — je nach Anzahl der Bogen — verschieden lange Rollen entstanden, welche die Griechen biblos oder chartos, die Römer charta nannten.

Unser heutiges Papier nun hat mit dem auf obigem Wege gewonnenen Fabrikat nichts gemein als den ähnlichen Namen des Rohmaterials; denn das uns als Papier bekannte Produkt entsteht nach ganz anderen Prinzipien, nämlich durch Verfilzung feinsten Fasern geeigneter Rohstoffe. Und die Erfindung dieser Herstellungsweise gehört dem Volke, dessen Kultur schon vor vielen Jahrhunderten auf hoher Stufe stand, den Chinesen. Um das Jahr 123 v. Chr. lehrte der Ackerbauminister Tsai-hün unter dem Kaiser Han-ho-ti die Bereitung eines Schreibblattes aus Baumwolle und der Bastfaser des Maulbeerbaumes, des Stroh- und des Bambusröhres. Ja, die Sage will wissen, daß schon durch ihn alte auf mechanischem Wege wieder zerkleinerte Hadern als Rohmaterial verwendet worden seien. Tsai-hün stellte ein vollkommenes und allen Ansprüchen seiner Zeit genügendes Fabrikat mit den primitivsten Mitteln her. Noch heute bereitet man in Siam, China und Japan ein Papier auf gleiche Weise, wie es vor 2000 Jahren der erfindungsreiche Minister lehrte. Lange Zeit wurde das Verfahren, nach welchem man das Rohmaterial behandelte, streng geheimgehalten, und erst um das Jahr 580 n. Chr. ist es den Tataren gelungen, die Kunst, Papier zu

machen, in ihre Heimat zu verpflanzen, und um das Jahr 650 finden wir mehrere Papiermühlen in Arabien: in Mekka, Medina und in Damaskus. Und es war ein in Damaskus hergestelltes Fabrikat, welches das Abendland unter der Bezeichnung charta damascena zuerst als Papier kennen lernte. Im Orient beschäftigten sich auch die deutschen Ritter und die Templer während der Kreuzzüge und vor allem in der auf diese folgenden Zeit mit Papiermachen, und so finden wir denn auch, durch diese eingeführt, am Ende des 12. Jahrhunderts die ersten Spuren dieser Fabrikation in Deutschland. Geschichtlich nachweisbar ist die Papiermacherei 1319 in Nürnberg und 1347 in München; 1390 wurde von Ullmann Stromer in Nürnberg eine vollständige Papiermühle angelegt.

Einen großartigen Aufschwung nahm die Papierindustrie durch die Erfindung der Buchdruckerkunst, so daß wir schon um die Mitte des 15. Jahrhunderts zahlreiche Papiermühlen finden; seit Mitte des 16. Jahrhunderts bedingte die vollzogene Kirchenreformation einen erhöhten Papierverbrauch. So entstanden eine Menge kleiner Mühlen, welche dann später — nach Erfindung der Papiermaschine 1799 — den neuzeitlichen Papierfabriken weichen mußten.

2. Rohmaterial.

Der Papiermacher unterscheidet zwei große Hauptgruppen seiner Branche: die Feinpapierfabrikation, die sich besonders mit der Herstellung von Schreibpapieren usw. befaßt und als Rohmaterial hauptsächlich alte Gewebe (Habern, Lumpen) verwendet, und die vielen anderen Zweige der Papierindustrie, die aus Zellulose, Holz- und Strohstoff u. a. m. die verschiedenartigsten Papiersorten verfertigen.

So mannigfaltig auch der Herstellungsprozeß und das fertige Produkt sich darstellt, der Grundzug der Fabrikation ist derselbe. Er besteht im großen und ganzen in einem mehr oder minder komplizierten Verkleinerungsprozeß der Rohstoffe und — nach verschiedenen Zwischenbehandlungen — aus einer Verfilzung der Fasermasse. Um aber einen allgemeinen Überblick über die Fabrikationsmethoden zu erhalten, wollen wir die Herstellung derjenigen Papiersorten verfolgen, die wir täglich zu den verschiedensten Zwecken benötigen, und deren Fabrikation für den Laien am interessantesten ist. So wollen wir denn eine Papierfabrik kennen lernen, die sowohl aus alten Geweben (Habern) wie auch unter Verwendung von Zellulose und Holzstoff Papiere erzeugt, die zu Schreib-

zwecken, zur Herstellung von Briefumschlägen und Tüten, als Packpapier und auch für technische Zwecke Verwendung finden.

Wie also schon das Rohmaterial zur allgemeinen Trennung der Hauptgruppen der Papierindustrie dient, so wollen auch wir uns zunächst mit diesem wichtigen Faktor beschäftigen. Aus was wird denn nun eigentlich Papier gemacht? fragt der Leser. Bis vor noch gar nicht allzulanger Zeit stellte man Papier ausschließlich aus alten Geweben (Lumpen) her. Bei dem rapid und stetig steigenden Papierverbrauch aber würde bald ein schwerer Mangel an Rohstoffen eingetreten sein. Deshalb suchte man unablässig nach einem möglichst billigen Ersatz für die immer selten und somit teurer werdenden Hadern; und man fand ihn in den beiden aus Holz gewonnenen Rohstoffen, der Zellulose (Zellstoff) und dem Holzschliff. Und auf diesen drei Rohprodukten: Hadern, Zellulose und Holzstoff beruht in der Hauptsache unsere gesamte heutige Papierindustrie; allerdings kommen auch noch verschiedene andere Materialien, wie allerhand Gespinnstwaren (Fute usw.), Stroh-, Esparto- und dergl. Faserstoffe in Betracht.

Da wir also, um in die Geheimnisse der Papierfabrikation einzudringen, einen Gang durch eine Fabrik unternehmen wollen, be-

ginnen wir, indem wir uns im Lagerschuppen die Rohstoffe näher betrachten. Wir finden da zunächst in mächtigen Ballen die Hadern, alte Gewebe, wie sie von den Rohprodukthändlern kommen. Dieselben sind nicht sortiert, und so liegen da alte seidene und samtene Flecken neben blauem schmierigem Schürzenstoff und Stücken ehemals weißer Leinwand. Alle diese Stoffstücke sind unter hydraulischem Druck in große viereckige Ballen zusammengepreßt und mit Draht fest verschnürt. Daneben sehen wir eine Menge große weiße Rollen aufgestapelt, es ist dies die Zellulose, ein auf chemischem Wege durch Kochen und Säurebehandlung des vorher geschälten und astfrei gemachten Holzes bereiteter Faserstoff. Und ein ebenfalls auf ähnlichem chemischem Wege hergestelltes Rohmaterial sehen wir, den Strohstoff, welcher, wie schon der Name sagt, aus Stroh gewonnen wird. Nächst diesen Produkten finden wir zu großen Haufen aufgestapelte Pakete einer feuchten gelblichen Masse, welche die Form einer dicken, mehrmals zusammengeschlagenen Pappe haben. Es ist dies der Holzstoff, ein auf mechanischem Wege, durch Schleifen geschälter Holzstücke hergestelltes Material. Wenn wir also durch einen dergleichen Lagerschuppen gehen, sehen wir schon, daß — neben den Hadern — ganz besonders

aus Holz gewonnene Masse zur Papierfabrikation in Frage kommt. So ist es vielleicht auch nicht ganz uninteressant, einmal etwas Näheres über die Herkunft dieses Holzes zu erfahren.

Unser Vaterland ist bei weitem nicht mehr waldbreich genug, um einen derartigen Bedarf auch nur annähernd zu decken, und deshalb mußte man vom Auslande Holz einführen. Um dies zu ermöglichen, d. h. um dem Mangel des Inlandes zu steuern, ohne durch hohe Spesen für Zölle usw. die Möglichkeit der Verwendung ausländischen Materials auszuschließen, darf das zur Herstellung von Papierrohstoffen zu verwendende Holz zollfrei eingeführt werden, sofern die einzelnen Stücke nicht länger als 1,25 m und am dünnen Ende nicht stärker als 24 cm sind. So bezogen die deutschen Zellstofffabriken im Jahre 1912 ungefähr 66⁰/₁₀₀ ihres gesamten Bedarfs vom Auslande, und zwar hauptsächlich aus Rußland, doch wird auch aus Norwegen und Schweden Holz eingeführt. Aber es liegt klar auf der Hand, daß auch die — wenn schon riesig großen — Vorräte dieser Länder in absehbarer Zeit erschöpft sein werden, da selbst bei der rationellsten Wiederaufforstung der Neuwuchs nicht Schritt zu halten vermag mit dem gewaltigen Verbrauch. Und wie groß dieser Unterschied ist,

das sehen wir ohne weiteres, wenn wir den Papierkonsum einer modernen Tageszeitung betrachten. Das „Berliner Tageblatt“ verbraucht bei einer täglichen Auflage von 275 000 Stück und einem Jahresgewicht von 65 kg für das Stück allein jährlich 1800 Waggon (à 10 000 kg) Papier. Und dieser Papierverbrauch einer einzigen Zeitung entspricht — unter der Annahme, daß für einen Waggon Druckpapier etwa 30 fm Papierholz erforderlich sind — einem jährlichen Bedarf von etwa 54 000 fm Papierholz. Mit anderen Worten: es muß alljährlich ein ganz schöner Wald fallen, um eine einzige Zeitung mit Rohstoffen zu versorgen. Deshalb sucht man unablässig nach neuen geeigneten Materialien, um einem schweren Mangel entgegenzuarbeiten, und man hat besonders in den verschiedenen Stroh- und Grasarten (Esparto, Pampas usw.) einen leidlichen Ersatzstoff gefunden. Diese haben dem Holz gegenüber zwar den Vorteil des schnellen Nachwuchses, anderseits ist aber die Ausbeute geringer, denn 100 kg Esparto geben höchstens 42—50 kg verarbeitungsfähigen Faserstoff.

Nachdem wir also nun die hauptsächlichsten Rohstoffe kennen gelernt haben, wollen wir die Prozesse betrachten, welche die schmutzigen, fast wertlosen Hädern durchlaufen müssen,

um zu einem Blatt Papier zu werden, welches als Teil einer Urkunde oder eines Wertpapieres gewichtig in das Getriebe des öffentlichen Lebens eingreift.

3. Die Herstellung des Halbzeuges.

Bevor die Fäden ihren Verwandlungsprozeß antreten können, müssen sie einer gründlichen Sortierung unterworfen werden. Zu diesem Zwecke werden sie auf ein wagerechtes in Tischhöhe befestigtes Drahtgitter gebracht, unter dem sich große Kästen befinden, welche die durchfallenden Unreinigkeiten usw. aufnehmen; in modernen Anlagen werden diese wohl auch mittels eines Ventilators unmittelbar abgesaugt. Die Sortierung der Fäden in die einzelnen Sorten geschieht meist durch ältere Frauen, welche vor diesem Sortiertisch stehen und an einem auf jedem Platze befindlichen senkrecht stehenden Sensenblatt die Fäden in ungefähr spannenlange Stücke zerschneiden. Hierbei werden die einzelnen Stoffarten (Leinen, Baumwolle, Fosenzeug usw.) getrennt, meist auch unter Berücksichtigung der helleren oder dunkleren Färbung, und die Nahtstellen herausgeschnitten, da diese weiterhin getrennt behandelt werden müssen. Nachdem auf diese Weise eine Sortierung der einzelnen Fädensorten herbeigeführt ist, die wohl in jeder Fabrik nach

etwas anderen besonderen Gesichtspunkten gehandhabt wird, werden die Hädern in einen sogenannten Lumpenschneider gebracht. Es sind da besonders zwei Systeme in Gebrauch. Nach dem einen — jetzt mehr und mehr aufgegebenen — werden die Hädern an eine mit mehreren Messern versehene schnell rotierende Scheibe (nach Art der Häckelschneidemaschinen) herangeführt und auf diese Weise zerkleinert. Das andere, häufiger anzutreffende System besteht in einem Ausstanzen der Hädernstücke. Die Hädern werden durch ein sogenanntes endloses Tuch und mittels zweier Führungswalzen auf einen Bleiblock gebracht, auf welchem ein Messerfuß niederstößt und die Hädern zerteilt. Mittels eines Transporttuches werden die zerkleinerten Hädern nun zu einer groben mechanischen Reinigung in den sogenannten Drescher oder Stäuber gebracht, welcher, wie schon sein Name sagt, bestimmt ist, sie von den anhaftenden Staubtheilchen zu befreien. Man hat verschiedene Systeme derartiger Reinigungsmaschinen hergestellt, die aber im Grunde darin übereinstimmen, daß die in die Maschine geschütteten Hädern von mehreren Holzstäben geschlagen werden, welche von zwei oder mehreren sich in entgegengesetzter Richtung drehenden Walzen strahlenförmig

auslaufen. Wegen der großen Staubentwicklung muß der Drehscher unmittelbar mit einem Ventilator versehen sein, der den Staub durch eine Rohrleitung ins Freie, noch besser in eine Feuerung oder in laufendes Wasser abführt.

Nach Verlassen des Stäubers sind die Hädern natürlich nur von den größten Unreinigkeiten befreit. Zur Weiterverwendung müssen sie einer gründlichen chemischen Reinigung unterzogen werden, und zu diesem Zwecke werden sie in den sogenannten Kocher gebracht. Es ist ein aus zusammengenieteten Eisenplatten bestehender Kessel von runder (Kugellocher, Abb. 1) oder zylindrischer Form, welcher durch ein Getriebe in ständiger langsamer Rotation erhalten wird.

Man hat Kocher in den verschiedensten Größen hergestellt. Kugellocher haben in der Regel einen etwas kleineren Rauminhalt (500—3000 kg Hädern Fassungsvermögen) als diejenigen von zylindrischer Form. Der größte Kocher wurde 1913 in der „Oberbayerischen Papierfabrik Redensfelde“ in Betrieb genommen; derselbe weist bei einem Durchmesser von 6,5 m eine Höhe von 14 m auf, hat etwa 300 cbm Fassungsvermögen und ist für einen Betriebsdruck von 6 Atmosphären berechnet.

In einen derartigen Kocher werden die sortierten und entstäubten Hädern, jede Sorte natürlich für sich, gebracht und unter Zusatz einer Kalk- oder Natronlauge bei einem Dampfdruck von 2—4 Atmosphären, je nach Art des Rohmaterials, 3—11 Stunden unter ständiger Rotation des Kochers (1—3 Umdrehungen in der Minute) gekocht. An der Innenwand sind eiserne Haken angebracht, welche in das Kocherinnere hineinragen und eine ständige Mischung des Kochergutes herbeiführen. Soll der Kocher entleert werden, so muß mindestens eine Stunde vorher die Dampfzuleitung abgesperrt werden, ebenso muß durch die Ablasshähne das Laugenwasser abgelassen und der Dampf abgelassen sein, ehe der Deckel des Mannlochs abgenommen werden darf. Den Kocher läßt man einfach mit der offen stehenden Entleerungsöffnung rotieren, so daß der Inhalt selbsttätig in eine unter dem Kocher befindliche Vertiefung fällt.

Wenn wir jetzt die gekochten Hädern betrachten, können wir weder Farben noch Muster mehr unterscheiden, sondern sie weisen durchgängig eine hellgraue bis dunkelbraune Färbung auf. Auch von ihrer Form haben sie alle glatten Schnittländer eingebüßt, wir haben jetzt nur noch schmale, bandartige; kleine Fetzen in der Hand; denn wie sowohl die

Reibung als auch der Dampfdruck und die Laugenbehandlung im Kocher alle Schmutz- und Öltheile gelöst hat, sind auch die Gewebe teilweise zerstört worden.

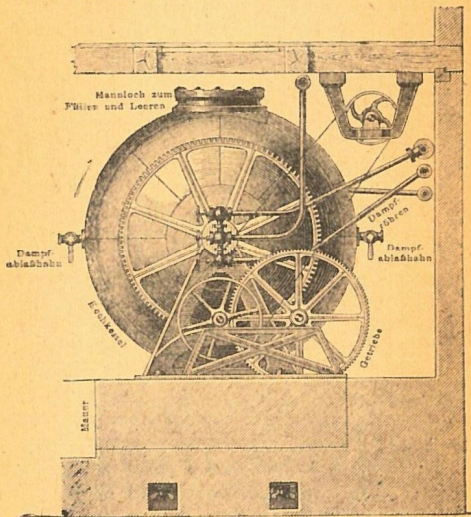


Fig. 1.

Auf der Textabbildung Nr. 1 sehen wir deutlich die Zuleitungsröhren, und zwar je

eine für Dampf, Wasser und Lauge. Auch die am häufigsten anzutreffende Anordnung, daß der Kocher im Erdgeschoß steht und die Füllung durch ein Loch im Fußboden des Obergeschoßes vollzogen wird, ist aus der gleichen Abbildung zu erkennen.

Nachdem also während des Kochprozesses die Schmutz- und Fettheile, welche den Fadern anhaften, gründlich gelöst sind, werden diese in den Halbzeugholländer gebracht. Wie schon der Name „Holländer“ sagt, stammt dieser aus Holland und ersetzt das früher bei uns übliche Stampf- oder Hammergeschirr. Derselbe besteht (Textfigur 2 und 3) aus einem ovalen Trog t, der in der Mitte durch eine Quierwand V so geteilt ist, daß die in demselben sich befindende Masse aus Lumpen und Wasser in der Richtung des Pfeiles zirkulieren kann. Hierbei gerät die Masse unter die Walze W, welche mit einer großen Zahl (36—64) Schienen oder Messern ausgestattet ist, die mit den unten bei g im sogenannten Grundwerk liegenden Messern (5—30 an der Zahl) das Zermalmen der Fadern bewirken, zugleich aber auch die Masse über den Sattel s hinwegheben. Von dort aus fließt der Stoff den etwas geneigten Boden zur Messerwalze zurück, um diese abermals zu passieren. Um die Umlaufgeschwindigkeit der Masse im Holländer zu

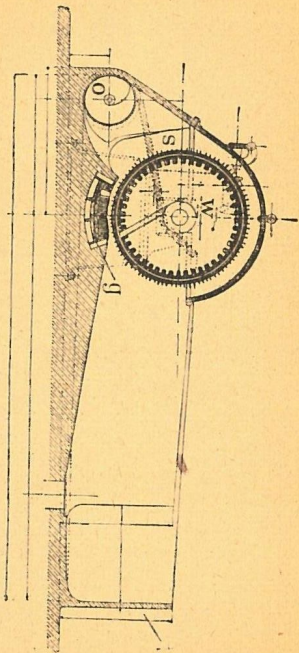


Fig. 2.

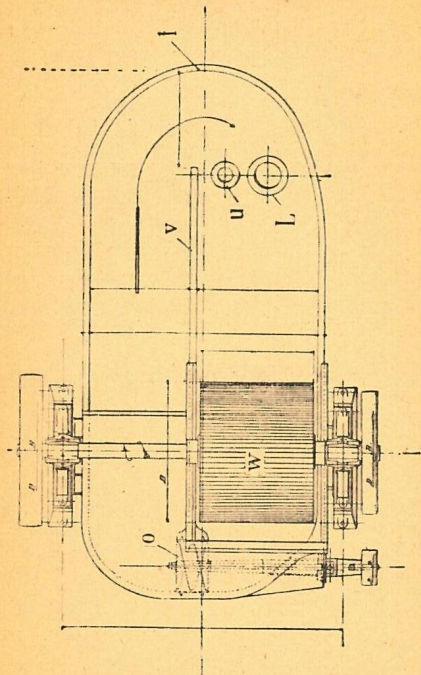


Fig. 3.

erhöhen — denn hiervon hängt natürlich die gesaunte Mahldauer (1—4 Stunden) ab —, versteht man moderne Neukonstruktionen mit einem Stofftreiber o, einer auf einer besondern Achse sitzenden Spiralscheibe, welche vor allem auch eine gründliche Mischung der Stoffmasse herbeiführt. Zum Entleeren dient das im Boden des Holländers eingelassene Ventil L, während, ebenfalls an der tiefsten Stelle liegend, sich bei u ein Ablassventil für Reinigungswässer usw. befindet.

In einem derartigen Holländer werden nun die Fadern, indem sie fortgesetzt die Walze mit ihrem Grundwerk passieren müssen, zermahlt und zerrissen. Um dies in gewünschter Weise zu bewerkstelligen, kann die Messerwalze, welche mit ihren Zapfenenden in zwei durch eine Schraubenspindel mittels Handrad beweglichen Hebelarmen liegt, den entgegenstehenden Grundwerksmessern genähert oder entfernt werden. Nachdem die Masse genügend zerfasert ist, wird die Walze gehoben, so daß sie nicht mehr mahlt, sondern nur noch schlägt, und um den Fadern alle früheren Farbenreste zu entziehen, bleicht man dieselben. Am gebräuchlichsten ist heute wohl die sogenannte Chlorbleiche, bei welcher man Chlorkalk — in Wasser gelöst — dem Stoff zusetzt, und zwar rechnet man 2—10 kg Chlor auf 100 kg trocken gedachte Fadern.

Sind dieselben genügend gebleicht, so wird der Holländer „gezogen“, d. h. das Abflußventil wird gehoben und durch eine weite Rohrleitung fließt der Stoff in die in einem tiefer gelegenen Stockwerk befindlichen aus Beton oder Mauerwerk hergestellten „Kästen“ von etwa 8—12 cbm Inhalt, deren Fußboden aus durchlöchernten Tonplatten besteht, welche alles überschüssige Wasser ablaufen lassen und auf welchen der zurückbleibende Faserstoff, nun Halbzeug genannt, abtropfen kann

4. Die Herstellung des Ganzzeuges, Stoffzusammensetzung, das Leimen und Färben.

Wenn wir die Aufbereitung des Halbzeuges als einen lediglich vorbereitenden Prozeß bezeichnen können, so müssen wir die Herstellung des Ganzzeuges als die erste Stufe zur Bildung des neuen Stoffes betrachten. Und wenn für alle Papiersorten die Halbzeugbereitung fast die gleiche ist, so werden wir sehen, daß die Herstellung des Ganzzeuges, je nach der Art des zu verfertigen Papiers, sehr verschieden ist, denn die Stoffzusammensetzung ist naturgemäß bei einem Schreibpapier eine ganz andere als bei einem grauen Packpapier oder bei einem Löschpapier. Und da fast kein Papier aus

einem einzigen Rohstoff hergestellt wird, so kann man auch hier sagen, auf die Mischung kommt es an.

Nehmen wir an, wir wollten die Bildung eines Papiereß verfolgen, wie wir es täglich zu Briefumschlägen usw. verarbeitet sehen. Die Zubereitung besonderer Papierforten wollen wir dann am Schlusse kennen lernen.

Der Ganzzeugprozeß geht im Ganzzeugholländer vor sich, welcher die gleiche Einrichtung zeigt wie der bei der Halbzeugbereitung beschriebene. Die grobe Zerfaserung der Hädern im Halbzeugholländer ist bei weitem noch nicht genügend, und deshalb werden diese, nachdem sie in den oben beschriebenen Kästen gut abgetropft sind, in die Ganzzeugholländer eingetragen. Hierbei wird auch zugleich eine der herzustellenen Papierforte angepaßte Mischung der einzelnen Halbzeuge und verschiedener Surrogate vorgenommen, so daß z. B. auf 100 kg (trocken gedachte) Baumwollhädern und 70 kg Leinen etwa 80 kg Zellulose und 30 kg Holzstoff kommen. Diese Masse wird in Wasser zur Breidicke, d. h. mit einer Stoffdichte von 5—8^o/_o, eingetragen und zu einem innigen Gemisch vermahlen. Gegen das Ende dieses Mahlvorganges werden verschiedene Füllstoffe (Schlemmkreide, Kaolin, Tonerde, Blanc fixe) besonders zur Erhöhung des Gewichtes und der Griffigkeit

hinzugefügt und, um das Papier schreibfähig und fest zu machen, ein aus Harz bereiteter Leim beigegeben, welcher durch eine Maunlösung auf die Fasern niedergeschlagen wird. Vor allem erfolgt hierbei auch die Färbung des Stoffes durch Erd- und Anilinfarben. Ist der Mahlprozeß genügend vorgeschritten, d. h. sind die Fasern ausreichend zerkleinert, so wird der Stoff, nunmehr Ganzzeug genannt, in die Bütten der Papiermaschine, große gemauerte Behälter von 8—10 cbm Inhalt, abgelassen.

Nachstehend ist die allgemeine Stoffzusammensetzung einiger wichtiger Papierarten verzeichnet, doch hat natürlich jede Fabrik ihre besonderen eigenen Rezepte, die oft genug Geschäftsgeheimnis sind:

1. Schreibpapiere:

a) Dokumentenpapier wird aus reiner Lumpenfaser, bestem Leinen bei sorgfältiger, faserschonender Mahlung und kräftiger Leimung hergestellt;

b) Kanzleipapier muß eine große Festigkeit und gute Schreibfähigkeit besitzen. Die Verwendung von Holzstoff für derartige Papiere ist nicht zulässig, dagegen wird gebleichte Zellulose mit mehr oder weniger Lumpenfaser versetzt verwendet;

c) Konzeptpapier soll nur eine gute Leimung und eine gewisse Festigkeit und Glätte der Oberfläche haben, Farbe und Haltbarkeit sind Nebensache. Als Fasermaterial für die Herstellung dieser Papiere dienen Zellulose, Holzstoff und Altpapier;

d) Schulheftpapiere erfordern ebenfalls weder besondere Haltbarkeit noch reine weiße Farbe. Sie werden zumeist aus Zellulose hergestellt, da Holzschliff wegen des „Faserns“ beim Schreiben der mit der Feder nicht gewandten Schulkinder sehr störend wirkt, und enthalten größere Mengen mineralischer Füllstoffe.

e) Bücherpapiere für Geschäftsbücher, Amtsregister beanspruchen, da die Ganzzeugholländer sehr dick eingetragen werden müssen, eine Mahlzzeit von durchschnittlich 8 Stunden bei kleinen Holländern mit etwa 100 kg Eintrag. Sie werden aus Zellulose unter ganzlichem Ausschluß von Holzschliff hergestellt, welcher etwas Strohstoff (zur besseren Ausfüllung der Faserzwischenräume) und geringe Mengen Altpapier (zwecks Vermeidung des Durchscheinens) zugesetzt werden.

2. Löschpapier:

Der Rohstoff besteht aus möglichst schon stark abgetragenen, ziemlich mürben Fäden (Baumwolle). Man kocht die Fäden in nicht

zu großen Kochern (1000 kg Inhalt) mit 2—3 vom Hundert kaufstischer Soda unter $2\frac{1}{2}$ Atmosphären Dampfdruck 6 Stunden lang. Nach einer möglichst langen Lagerung werden die gekochten Hadern in den Halbzeugholländer gebracht, rasch gebleicht, und zwar, um den Bleichprozeß möglichst schnell zu beenden, mit 3% Chlorkalklösung und 21 verdünnter Salzsäure. Ebenso dürfen die Halbzeuge nur kurze Zeit im Holländer gehen, um das Papier weich zu erhalten. Oft werden dem Lösspapierstoff vorher ausgefärbte Wollfasern zu Melierungszwecken zugesetzt; um eine Saugfähigkeit zu erzielen, dürfen Lösspapiere nicht geleimt werden.

3. Druckpapiere

werden ebenfalls nur schwach geleimt, aber stark mit Füllstoffen versetzt. Eintrag 50 bis 60% Holzstoff, 15—25% Zellulose, 15 bis 20% Altpapier.

4. Packpapiere

müssen fest sein und großen Widerstand gegen Zerkrümmern zeigen. Sie werden aus gewöhnlicher Zellulose, minderwertigen Hadern unter Verwendung von Jutesfasern, Krempel (Gespinstabfälle) bei guter Leimung und reichlichem Zusatz von Holzschliff und Füllstoffen hergestellt.

Bei der Verarbeitung des Papierstoffes auf der Papiermaschine entsteht ebenso wie bei der späteren Sortierung eine Menge Ausschuß, welcher, da er ja bereits verarbeitungsfähige Fasern enthält, mit dem von Rohprodukthändlern bezogenen Altpapier wieder verwendet wird. Zu diesem Zwecke wird dasselbe in sogenannten Kellergängen wieder zermahlen oder auch in besonders hergestellten Verfaserungsmaschinen soweit aufbereitet, daß es in kleinen Mengen dem Stoffe im Ganzzzeugholländer zugesetzt werden kann.

5. Die Bildung des Papierses.

Die Bildung des Papierses geschieht, indem man auf einem Metalltuch den Stoff entwässert und durch Rütteln die Fasern zu einer Verfilzung bringt. Früher wurde dieser Vorgang mit der Hand ausgeführt, und da man gleich aus der Stoffbütte schöpfte, erhielt das so gewonnene Blatt den Namen „Büttenspapier“. Heute ist diese Herstellungsweise durch die moderne Maschinenpapierfabrikation vollständig unterdrückt, und nur noch einige wenige Fabriken befassen sich mit der wenig lohnenden Arbeit, ein Luxuspapier (Büttensbriefpapier) auf ähnliche Weise, wie oben beschrieben, herzustellen.

Wie also schon erwähnt, werden die zur Bildung des Papierses nötigen Arbeiten durch

maschinelle Einrichtungen ausgeführt. Man unterscheidet zwei Systeme der Papiermaschinen: die Rundsiebmaschine, bei welcher die die Papierbahn bildende Form durch einen Siebzylinder dargestellt wird, und die Langsiebmaschine, welche die Papierbahn auf einem langen Siebtuche (Tuch ohne Ende) herstellt. Was Schnelligkeit und Erakttheit der Arbeit anbetrifft, ist die Langsiebmaschine dem anderen System bei weitem überlegen, und dies ist der Grund, daß man nur noch in wenigen kleinen alten Fabriken Rundsiebmaschinen zur Papierfabrikation antrifft, während sich diese zur Herstellung von Pappen noch haben behaupten können. Betrachten wir nun also einmal die Bildung der Papierbahn auf einer Langsiebpapiermaschine. Das in den Bütten befindliche Ganzzeug wird gehörig mit Wasser verdünnt und fließt durch einen selbsttätigen Regulierhahn in den Sandfang, einen mindestens 6 m langen flachen Kanal, dessen Boden mit aufrechtstehenden Nägeln und entgegengesetzten Holzleisten versehen ist, welche sowohl die im Stoff befindlichen Unreinigkeiten (Sand, Metallstückchen usw.) als auch die Knoten und Klagen (Faserverschlingungen) zurückhalten. Nach Verlassen des Sandfanges läuft der dünnflüssige Stoff in den Knotenfänger (Abb. 4). Dieser besteht aus einer ebenen oder zylindrischen

drischen Siebplatte aus Bronze, welche der Stoff, der bei E in des Innere des Siebmantels einfließt, passieren muß. Um dies zu erleichtern, und um Verstopfungen zu vermeiden, wird dieser Zylinder durch ein Getriebe R ständig in langsamer Umdrehung gehalten und außerdem kräftig in vertikaler Richtung gerüttelt. Durch ein über dem Zylinder angebrachtes Spritzrohr S erfolgt eine ständige Reinigung der darunter befindlichen Öffnungen. Nach Verlassen des Knotenfängers ist der Stoff nun von allen die Papierbildung störenden Unreinigkeiten befreit und kann zur eigentlichen Verfilzung in die sogenannte Nasspartie der Papiermaschine übergeführt werden, deren erste Hälfte, die Siebpartie, wir in Fig. 5 sehen.

Durch einen am Knotenfänger angebrachten Auslauf A fließt der stark verdünnte Stoff auf das zur Entwässerung und Verfilzung dienende Metalltuch S (Sieb). Dasselbe läuft auf 24 bis 36 dünnen Registerwalzen R R₁ in genau wagerechter Lage und wird durch ein besonderes Getriebe leicht in dieser Richtung geschüttelt, so daß den Fasern ein leichteres Verfilzen ermöglicht und ein schnelleres Abfließen des überschüssigen Wassers erzielt wird. Je nachdem nun das Sieb — und mit ihm alle folgenden Teile der Papiermaschine — schneller oder langsamer läuft,

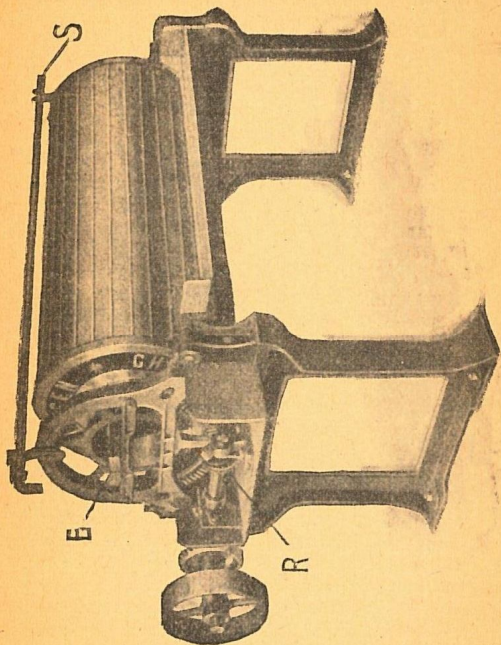


Fig. 4.

wird ein dünneres (leichteres) oder dickeres (schwereres) Papier erzielt; denn da aus dem Auslauf des Knotenfängers stets die gleiche Stoffmenge ausfließt, so muß sich diese bei einem schnellen Laufe des Siebes auf eine größere Fläche verteilen als bei einem langsamen Gange. Auf diese Weise erfolgt also die allgemeine Regulierung der Papierstärke. An den äußeren Längskanten des Siebes laufen zwei Riemen (D), aus starkem Gummi, Deckelriemen genannt, welche ein Überlaufen des nassen Stoffes nach den Seiten verhindern und durch Nähern oder Entfernen von der Maschinenmitte die Breite der Papierbahn, welche je nach dem zu produzierenden Formate schwankt, festlegen. Die allgemeine Entwässerung auf dem Siebtuche wird weiterhin noch fortgesetzt, indem man es über einen oder mehrere luftleere Kasten (die Sauge: K) führt, welche das noch im Stoff befindliche freie Wasser absaugen. Mittels leichter auf der feuchten Stoffbahn neben den Saugern laufender Siebzylinder, sogenannte Egoutteure, können besondere Muster, Zeichnungen, Worte usw. in den Stoff gedrückt werden, welche in dem fertigen Blatt als sogenannte Wasserzeichen erscheinen.

Nach Passieren der Sauger verläßt die noch sehr feuchte und empfindliche Stoffbahn die Siebpartie, das Metalltuch wird durch

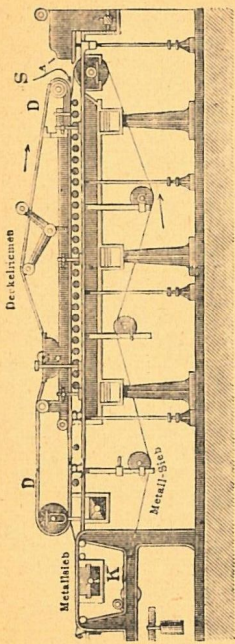


Fig. 5.

die Gautsche mit hindurchgeführt, um dann wieder bis an den Knotenfang zurückzulaufen, während die Stoffbahn in der Gautsche G die erste leichte Pressung erfährt (s. Abb. 6 „Die Pressen“). Von wassersaugenden Filztüchern ohne Ende wird die im Entstehen begriffene Papierbahn nun aufgenommen und durch weitere 2—3 Pressen, deren Walzen in der Regel aus geschliffenem Granit, seltener aus Bronze bestehen, geführt. Nach Verlassen der letzten Presse besitzt die feuchte Stoffbahn gerade genügend Festigkeit, um sich selbst auf eine kurze Strecke zu tragen, sie wird über zwei Leitwalzen von der letzten Presse zum ersten Trockenzylinder geleitet (Abb. 7), somit nun in die Trockenpartie eintretend. Diese setzt sich aus mehreren (8—12) mit Dampf heizbaren Zylindern zusammen, an welche die Papierbahn mittels großer endloser Filztücher angedrückt wird. Die Zylinder sind in einzelnen Gruppen angeordnet; vor der letzten Gruppe befindet sich zur Glättung der Papieroberfläche ein aus zwei Walzen bestehendes Glättwerk (S), während hinter dem letzten Trockenzylinder sich der Längsschneideapparat befindet, dessen runde Tellermesser die Papierbahn in einzelne Streifen zerschneiden, deren Breite einer Seite des fertigen Bogens entspricht. Auf dem sogenannten Rollstuhl wird die Papierbahn auf auswechselbare Hülften aufgewickelt, um

dann zur besonderen Nachbehandlung auf die verschiedenen Papierbearbeitungsmaschinen gebracht zu werden.

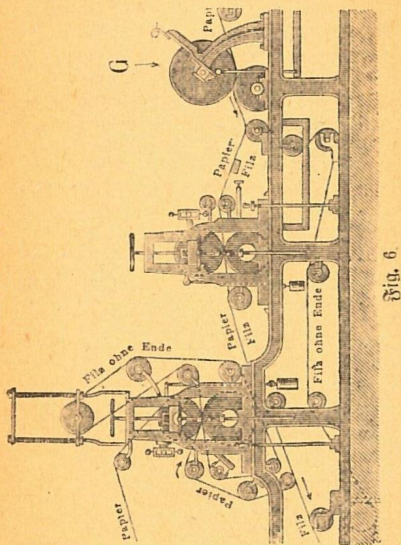


Fig. 6

Die Produktionsfähigkeit einer Papiermaschine richtet sich natürlich sowohl nach

ihrer Arbeitsbreite als auch nach ihrer Arbeitsgeschwindigkeit. Um eine möglichst wirtschaftliche, gewinnbringende Fabrikation zu erzielen, sucht man unablässig beide Zahlen zu erhöhen, und während man früher schmale Maschinen von 1,60 m Arbeitsbreite baute, weisen moderne Konstruktionen das Doppelte auf, und man hat sogenannte Schnellläufer konstruiert, welche 240 m Papier in der Minute produzieren. Selbstverständlich sind derartige Geschwindigkeiten nur bei minderwertigen Papieren (Rotationsdruck, Zeitungspapier) einzuhalten, bei besseren Sorten würde die Qualität unter einer derartigen Geschwindigkeit viel zu sehr leiden. Um diese überhaupt zu ermöglichen, mußte man, damit der Stoff genügend abtropfen und trocknen kann, die Zahl der Sauger, der Pressen und Trockenzylinder vermehren, und somit kommt es, daß alle kleinen Papiermaschinen eine Länge von ungefähr 25 m aufweisen, während die neuesten Schnellläufer bei der reichlich doppelten Länge angekommen sind. Zum Antrieb der Papiermaschinen bedient man sich heute vorwiegend der Elektromotoren, deren leichte Regulierfähigkeit eine genaue Einstellung der erforderlichen Geschwindigkeit ermöglichen, von der ja, wie wir gesehen haben, die Stärke des Papiers abhängt. Der Papiermacher bezeichnet nun ein Papier nicht

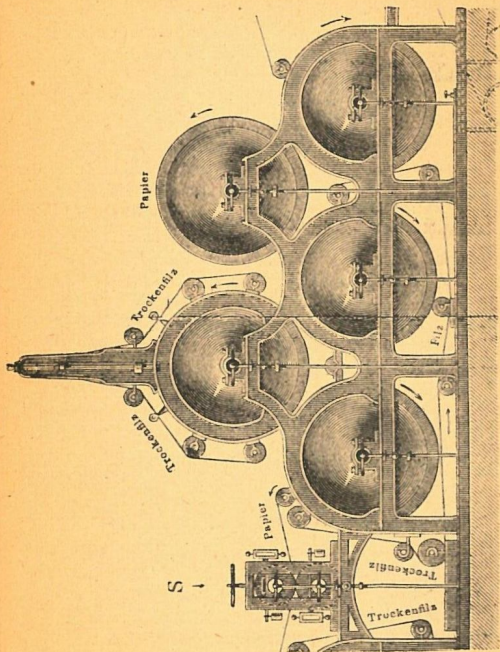


Fig. 7.

als stark oder dünn, sondern er gibt einfach das Grammgewicht eines Quadratmeters an, welches er an besonders konstruierten Wagen auch durch Wiegen kleinerer Stücke — 20×20 cm — unmittelbar ablesen kann.

Aus den gesamten vorstehenden Ausführungen wird der Leser auch den Umstand erkennen können, daß für eine jede Papierfabrik die Wasserverhältnisse von größter Wichtigkeit sind. Zum Papiermachen braucht man erstens ein gutes reines Wasser und zweitens viel Wasser, da man annehmen kann, daß zur Fabrikation von 1 kg Papier mittlerer Sorte durchschnittlich 500 Liter gebraucht werden. Für eine mittlere Fabrik mit 5000 kg Tagesproduktion würde sich die benötigte Wassermenge auf 2500000 Liter Wasser täglich belaufen. Man sieht also, daß die Anlage einer Papierfabrik sehr an das reichliche Vorhandensein eines guten Wassers gebunden ist.

6. Die Nachbehandlung und Bearbeitung des fertigen Papiers, Papierformate.

Die Papiermaschine ist mit ihrem Glättwerk imstande, nur einseitig glatte Papiere herzustellen, während die andere Seite die rauhe Faserung behält. Für viele Papiere, wie Pack-, billige Kuvert- und Tütenpapiere,

genügt dies ja auch vollständig, und diese sind also nach Verlassen der Papiermaschine ohne weiteres versandfähig, wenn sie nicht nochmals umgerollt oder geschnitten werden müssen. Andere, bessere Papiere dagegen, wie sämtliche Schreibpapiere, bessere Kuberpapiere usw., sollen eine beiderseitige Glätte aufweisen. Um diese zu erzielen, rollt man auf einer kleinen Hilfsmaschine, Feuchter genannt, die Papierbahn auf eine andere Hülse um und läßt hierbei einen feinen Wasserstaub auf dieselbe niederfallen. Nachdem die dem Papiere derart mitgeteilte Feuchtigkeit gleichmäßig von den Fasern aufgenommen worden ist, bringt man dasselbe zur sogenannten Satinage auf den Kalanders. Dieser besteht aus mehreren (bis zu 16) Walzen und heizbaren Zylindern, welche unter großem Druck aufeinanderlaufen und durch welche die Papierbahn hindurchgeführt wird. Nach Verlassen des Kalanders zeigt das Papier je nach dem aufgewendeten Druck und der Beheizung des Kalanders eine matt- bis hochglänzend satinierte Oberfläche und kann nun in eine versandfähige Form gebracht werden. Zu diesem Zwecke kommt es, falls es in Rollenform zum Versand kommen soll, in eine Rollmaschine (Bischoff genannt), in welcher es auf Papphülsen klanghart aufgerollt wird, oder man bringt es, mehrere

Rollen zugleich, in den Querschneider, welcher die Papierbahn in Bogen des gewünschten Formates zerschneidet. Diese werden einer gründlichen Sortierung unterzogen, um fehlerhafte Bogen zu entfernen, und — nach Riez abgezählt — zwischen Holzdeckel oder in Kisten verpackt.

Es ist ein großer Mangel unserer Zeit, daß man in bezug auf die Papierformate noch zu keiner Vereinheitlichung gekommen ist. Jeder Geschäftsmann sieht mit Bedauern, wieviel Platz durch die Ungleichheit der einzelnen Formate verschwendet werden muß. Und jedes größere Aktienstück über irgendeine Angelegenheit sieht mit der Zeit höchst unschön aus, wenn die vorstehenden größeren Blätter über die kleineren vorstehen und somit leicht abgestoßen und eingerissen werden. Seit dem Jahre 1912 nun ist man in Fachkreisen dieser Frage ernstlich näher getreten und hat durch die Praxis bei einigen großzügigen Veranstaltungen (Münchener Ausstellung: „Bureau und Geschäftshaus“ usw.) bewiesen, daß die Einführung einheitlicher Formate sehr wohl möglich ist und eine große Verkehrserleichterung bedeutet. Freilich ganz so einfach war auch die Lösung dieser Frage nicht. Man mußte den Messungen zunächst ein Maßsystem unterlegen, welches von fast allen Kulturvölkern (zum mindesten

fakultativ) anerkannt war. Dieses fand man ja leicht in dem metrischen; und da ein Papierblatt eine Fläche darstellt, hatte man als Flächeninhalt einen Quadratcentimeter zu nehmen. In der Größe eines Quadratcentimeters können wir aber unsere Schriften und Bücher nicht herstellen, überhaupt muß die quadratische Form von vornherein ausgeschaltet werden. Wir können ja nicht mit einem einzigen Format auskommen, sondern wir müssen für alles Papier, von der kleinsten Briefmarke bis zum größten Plakat, eine ganze Reihe von Formaten haben. Alle die kleinen Sachen werden aus einem großen Papierbogen hergestellt; wir müssen also aus dem großen Format die kleinen Formate herstellen können, indem wir den Bogen auf die einfachste Art teilen durch Halbieren. So tun wir es von jeher, halbieren wir aber einen quadratischen Bogen, so bekommen wir ein schmales, hohes Format, welches sehr unpraktisch ist. Wir müssen also ein Format finden, welches, wenn man es halbiert, ebenso aussieht, d. h. dieselben Verhältnisse in Breite und Höhe hat wie das erste Format. Dieses finden wir durch ein einfaches mathematisches Exempel, denn es gibt ein einziges Seitenverhältnis am Rechteck, welches diese Eigenschaft hat. Ein Rechteck, in welchem sich die Seiten verhalten wie die Seite eines Qua-

drates zu der Diagonale desselben Quadrates, oder in welchem sich die Seiten wie $1:\sqrt{2}$ (in Zahlen rund 7:10, genauer 12:17 oder 1:1,414) verhalten, hat die verlangte Eigenschaft. Damit aber ist auch die Frage nach der Möglichkeit der Einheitsformate gelöst, die ganz eindeutig dastehen und gar nicht anders sein können. Wir fangen beim kleinsten an. Dieses hat 1 cm Seite; nach obigem Exempel muß die andere Seite 1,41 cm groß sein. Jetzt geht die Sache ganz von selbst weiter. Das nächste Format ist doppelt so groß, d. h. es hat auf der kürzeren Seite 1,41 cm, auf der langen 2 cm. Das folgende hat 2:2,83, und so geht es fort. Auf der einen Seite ist immer eine Zahl von runden Zentimetern aus der Reihe 1, 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128, 256 vorhanden; da hört die Breite der Papiermaschine auf. Die andere Seite ist stets im Verhältnis wie 1:1,414 größer. Es entsteht dann folgende Tabelle aller möglichen Formate:

Tabelle der Weltformate:

I:	1	:	1,41 cm
II:	1,41	:	2 "
III:	2	:	2,83 "
IV:	2,83	:	4 "
V:	4	:	5,66 "
VI:	5,66	:	8 "

VII:	8	: 11,3	cm
VIII:	11,3	: 16	"
IX:	16	: 22,6	"
X:	22,6	: 32	"
XI:	32	: 45,3	"
XII:	45,3	: 64	"
XIII:	64	: 90,5	"
XIV:	90,5	: 128	"
XV:	128	: 181	"
XVI:	181	: 256	"
XVII:	256	: 362	"

Betrachten wir die vorstehende Tabelle etwas genauer, so sehen wir, daß durch ihre Einführung eine praktische und Arbeit erleichternde Vereinheitlichung stattfinden wird, während dadurch anderseits gar keine so großen Umwälzungen nötig wären. Das Format für Geschäftspapiere bleibt in der Breite ungefähr dasselbe, es wird nur etwas höher, nämlich 22,6:32, und stimmt auch sehr nahe mit dem Reichsformat für Akten (21:33) überein. In Zukunft ändern also die beiden großen Mächte, das Reich und die Kaufmannschaft, um eine Kleinigkeit ihre bisherigen Formate und einigen sich auf das neue Weltformat X. — Daß die Einführung dieser Einheitsformate sehr wohl möglich und im höchsten Grade geeignet ist, den gesamten Geschäfts- und Verwaltungsbetrieb zu vereinfachen, ist durch die Praxis

bewiesen. Neben der oben erwähnten Münchener Ausstellung ist zum Beispiel das Bureau der Werkstätten für Handwerkskunst auf Weltformat eingerichtet, und man hat überall die besten Erfahrungen damit gemacht. Warten wir also noch einige Jahre ab und wir werden dann auch noch erleben, daß endlich das fundamentalste Werkzeug menschlicher Geistesaktivität, das Blatt Papier, welches so lange ein Objekt wildester Zufälligkeiten sein mußte, in der ganzen Welt in Ordnung gebracht wird.

7. Papierprüfung.

So willkürlich man auch lange Zeit die Formate wählte, in einer Hinsicht ist schon seit längerer Zeit eine Einheitlichkeit geschaffen, nämlich in bezug auf die Qualität der Papiere. Um diese zu prüfen, hat man verschiedene Methoden konstruiert, deren hauptsächlichste wir in folgendem kurz kennen lernen wollen. Man prüft im allgemeinen die Papiere auf:

1. Zusammensetzung des Stoffes,
2. Gehalt an Chlor,
3. physikalische Eigenschaften (Festigkeit),
4. Leimfestigkeit (nur bei Schreibpapieren),
5. Saugfähigkeit (nur bei Löschpapieren).

1. Die faserigen Bestandteile des Stoffes prüft man unter dem Mikroskop, nachdem man sie in einem Reagenzglaschen mit heißem Wasser zur Auflösung gebracht hat. Baumwolle, Leinen und Wolle unterscheiden sich augenfällig durch ihre Form; Holzschliff und Jute lassen sich durch chemische Reagenzien nachweisen. Phlorogluzin in 0,5 prozentiger Lösung färbt mit Salzsäure befeuchtete Papierfasern bei Gegenwart von Holzschliff purpurrot, ein Gemisch von 1 Teil Schwefelsäure und 3 Teilen Salzsäure braungelb. Gut gebleichte Zellulose gibt diese Reaktion nicht.

Stärke und Harzleimung wird durch intensive Bläuung angezeigt, die ein Tropfen Jodwasser hervorbringt. Zur Erkennung von tierischer Leimung kocht man 5—10 g zerschnittenes Papier mit 120 g Wasser, bis nur 25 g Flüssigkeit übrig sind, welche man mit 5 ccm einer 5 prozentigen Natriumlauge und 5 ccm einer 1 prozentigen Quecksilberchloridlösung ungefähr 3—5 Minuten kocht. Bei Gegenwart von Leim färbt sich das gelbrote Quecksilberoxyd schwarzgrau.

2. Chlorgehalt ist in Abkochungen durch einen weißen Niederschlag, den Höllesteinlösung erzeugt, erkennbar; freies Chlor kann nachgewiesen werden, indem man das aus dem gut eingeweichten und zersetzten Papier

ausgepreßte Wasser auf etwas Jodkaliumstärkleister tropfen läßt, welcher sich beim Vorhandensein von freiem Chlor blau bis violett färbt. Der Nachweis des Chlorgehaltes ist besonders wichtig, wenn das in Frage kommende Papier zum Verpacken von Metallgegenständen verwendet werden soll, da diese durch Chlor oxydieren würden.

3. Zur Angabe der Festigkeit berechnet man, wie lang ein aus dem Papier geschnittener Streifen von überall gleicher Breite sein muß, damit er durch sein eigenes Gewicht zerreißt. Die gefundene Zahl heißt Reißlänge. Zerrißt ein Streifen von 15 mm Breite bei Belastung mit 5000 g und wiegt ein qm 75 g, so ist die Reißlänge

$$\frac{5000}{75 \cdot 15} \times 1000 = 4444 \text{ m.}$$

In der Praxis erfolgt diese Prüfung mittels besonders zu diesem Zwecke konstruierter Wagen.

4. Die Leimfestigkeit eines Papiers prüft man, indem man mit verschiedenen chemischen Tinten kreuzweise Linien zieht, ohne die Papieroberfläche mit der Feder zu verletzen. Gutes Schreibpapier darf keine Tinte durchschlagen lassen.

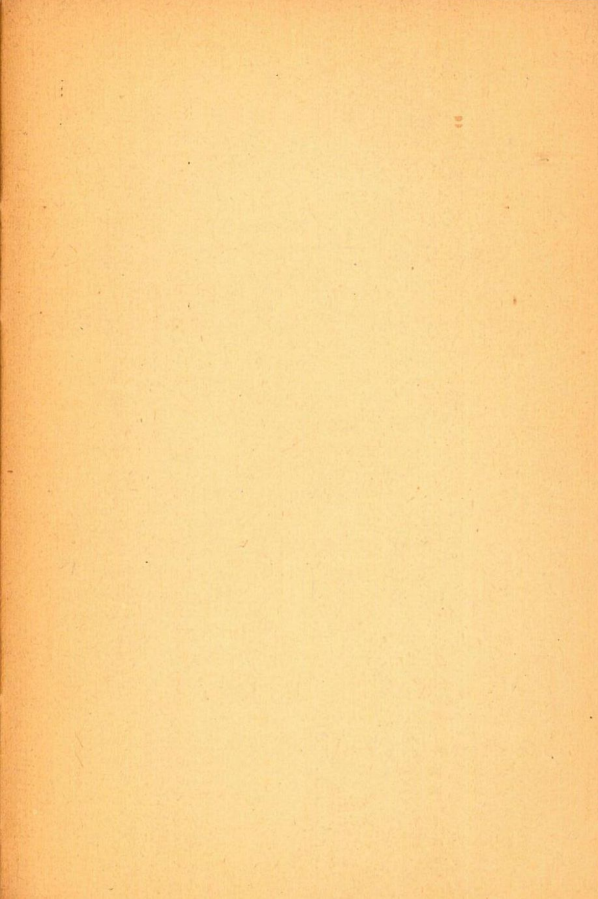
5. Zur Ermittlung der Saugfähigkeit eines Löschpapiers bestimmt man die sog. Saughöhe, indem man einen 1 cm breiten Streifen des zu untersuchenden Papiers

1 cm tief in Wasser (aqua destillata) taucht und beobachtet, wie hoch dasselbe in den Fasern des Papiers während 10 Minuten steigt. Die erreichte Höhe wird vom Wasserspiegel ab gemessen und bezeichnet in Zentimetern die Saughöhe. Billige Schullöschpapiere weisen eine solche von 25—35 cm auf, gute Qualitäten kommen auf 90 bis 110 cm.

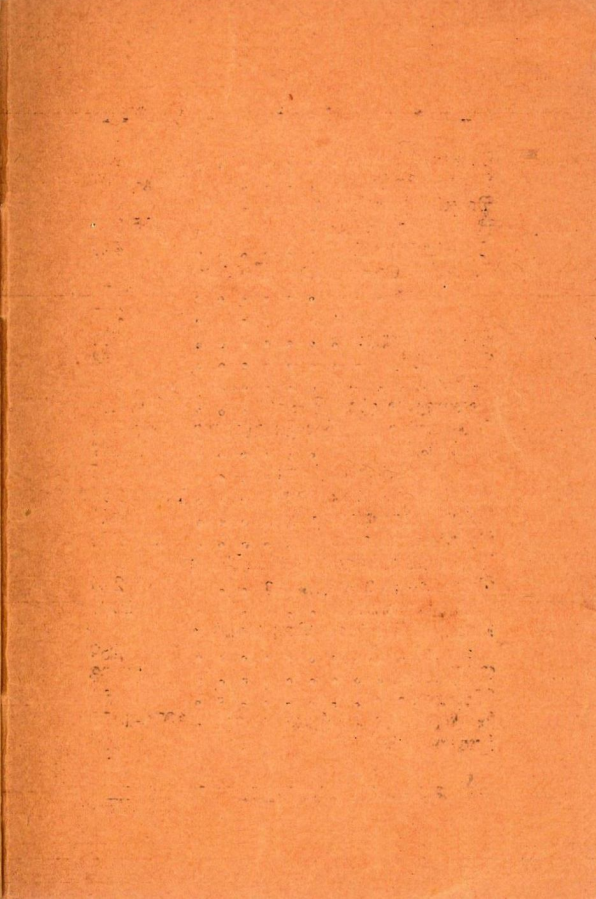
Wie in diesem Bändchen nur ein kurzer Überblick über die gesamte Papierfabrikation gegeben werden konnte, so war es natürlich auch nicht möglich, auf alle mitunter recht komplizierten Prüfungsverfahren einzugehen. Nebenbei sei noch bemerkt, daß als amtliche Prüfungsstelle für Papier das Kgl. Preuß. Materialprüfungsamt zu Großlichterfelde bei Berlin tätig ist.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Vorwort	3
1. Geschichtliches	4
2. Rohmaterial	7
3. Die Herstellung des Halbzeuges	12
4. Die Herstellung des Ganzzeuges, Stoff- zusammensetzung, das Leimen und Färben	21
1. Schreibpapier	23
2. Löschpapier	24
3. Druckpapier	25
4. Packpapier	25
5. Die Bildung des Papierses	26
6. Die Nachbehandlung und Bearbeitung des fertigen Papierses, Papierformate	36
7. Papierprüfung	42



Buchdruckerei Gutenberg
Albert Paul
Leipzig



Osmiumlampe	431
Papierfabrikation	1181-1182
Porzellanfabrikation	384
Rauchloses Pulver	255-256
Schnelltelegraph	441
Schwefelsäure- und Sodafabrikation	1079
Spiritusbrennerei	387
Steinkohlenteer	390
Straßenbau	56
Tabak	849
Telegraphie ohne Draht	205-206
Telegraphie und ihre Entwicklung	365-366
Schnell-Telegraph	441
Billiges Telegraphieren	1067
Automatische Telephonie	1156-1157
Telephonograph	441
Telephonwesen	296-298
Lesla-Licht, Mooresche Beleuchtung	265
Torpedos und Seeminen	290
Überlandzentralen	1208
Unterseeboote und Torpedofahrzeuge	289
Wasserbau	52-53
Wegebau	56
Wirkerie und Wirkmaschinen	1070-1072
Zuckerfabrikation	385