

daß außer Sesamöl auch Kaffeebohnenöl und einige andere seltene Öle die Reaktion geben. Malagnini und Armanni¹²⁶⁾ gelang es, denjenigen Bestandteil des Sesamöls zu isolieren, welcher die Bauddouinsche Reaktion veranlaßt. Er läßt sich dem Öl durch Ausschütteln mit einem Gemisch von Alkohol und Petroläther entziehen und stellt im reinen Zustande Blättchen vom F. 94° dar, unlöslich in Wasser, löslich in Alkohol, Formel $C_{20}H_{18}O_7$ oder $C_{17}H_{16}O_8$. Bei der Spaltung mit Mineralsäuren entsteht hauptsächlich ein mit dem Kreischenen Sesamöl identisches, krySTALLisiertes Phenol, das sich als Di oxy hydrochinonmethyläther, $C_6H_2(OH)_2O_2\cdot CH_2$ entpuppte.

H. Rebs¹²⁷⁾ will Leinöl dadurch prüfen, daß er die Benzinlösung mit Chlorzinkpulver schüttelt. Bei reinem Leinöl entsteht ein charakteristisch grüner Niederschlag, bei Gegenwart von Harzöl zeigt die grüne Farbe einen schmutzigbraunen Stich, bei Gegenwart von Mineralöl setzt sich ein grüner Schleim langsam ab. (Von dieser Reaktion ist ohne Zweifel wenig zu hoffen, zumal schon von anderer Seite vergebliche Versuche mit Chlorzink angestellt wurden. D. Ref.)

H. Milrath¹²⁸⁾ empfiehlt zum Nachweis von Tran im Rübel Erhitzen mit sirupöser Phosphorsäure, bei Gegenwart von Tran entsteht eine Braunfärbung. Henseval und Hewart¹²⁹⁾ haben bei ihren Tranuntersuchungen den Farbreaktionen nur einen geringen Wert beigemessen. (Mit Recht! Immerhin ist die Lipochromreaktion speziell für frische Lebertran charakteristisch. D. Ref.)

Nach K. W. Charitschkooff¹²⁹⁾ geben alle ungesättigten Substanzen Färbungen mit Trichloressigsäure, die Reaktion ist also keineswegs, wie Tschugaeff annahm, für Cholesterin charakteristisch.

(Schluß folgt.)

Unsere modernen Papiere, ihre Herstellung und Prüfung

mit Demonstrationen *).

Von C. FRITZSCHE-Stuttgart.

(Eingeg. d. 25.3. 1908.)

Während im Mittelalter die Leinenfaser, in geringen Grenzen auch die Hanffaser, Grundsubstanz aller Papiere war und bis in die zweite Hälfte des vorigen Jahrhunderts geblieben ist, bestehen heute neun Zehntel aller Papiere nur noch

¹²⁶⁾ Chem.-Ztg. **31**, 884.

¹²⁷⁾ Chem.-Ztg. Rep. **31**, 226.

¹²⁸⁾ Z. öff. Chem. **19**, 371.

¹²⁹⁾ Chem.-Ztg. **31**, 399.

*) Vortrag, gehalten im Württembergischen Bezirksverein des Vereins deutscher Chemiker.

Die Demonstrationen boten dar: Muster der zur gegenwärtigen Papiererzeugung dienenden Rohstoffe in ihren verschiedenen Vollendungsstufen, außerdem alte und neue Bücher, bedruckte und unbedruckte Papiere, illustrierte Zeitschriften, Abbildungen von Papiermaschinen, die kolorierte Wandtafel einer

aus den mechanisch oder chemisch aufgeschlossenen Zellen unserer Nadelholz- und Laubbäume, sowie aus den Zellen unserer Stroharten, mehr oder weniger vermischt mit Baumwoll- und Leinenfasern.

Obgleich sich der Aufbau der Zellen in unseren Gespinstpflanzen nach den gleichen Grundsätzen vollzieht, wie in unseren Waldbäumen, obgleich die chemische Formel des Zellstoffs hier wie dort die ganz gleiche ist ($C_{12}H_{20}O_10$) X , so besteht dennoch ein großer Unterschied zwischen beiden, namentlich aber im Bau der einzelnen Zellen, in ihrer Festigkeit, Form, Länge, Breite, Durchmesser, Wanddicke usw. Namentlich die Festigkeit spielt hierbei eine große Rolle; sie ist bestimmend für die Festigkeit des aus dem Zellstoff gefertigten Papiers. Am widerstandsfähigsten sind die (im Bau zum Verwechseln ähnlichen) Zellstofffasern von Flachs (Leinen) und Hanf. Leinengewebe gelten daher als die ausdauerndsten, und die gleiche Eigenschaft haben auch die hieraus gefertigten Papiere, da sie weder von Luft noch Licht verändert werden und Jahrhunderte überdauern. Das gleiche gilt vom Hanf in noch erhöhtem Maße; sein Zellstoff ist daher das Rohmaterial unserer Banknotenpapiere. Viel weicher und geschmeidiger sind die Zellen aus den Samenhaaren der Baumwolle. Auch sie haben große Festigkeit, verbunden mit Weichheit und Elastizität. Wie wir ein leinentes Taschentuch von einem baumwollenen durch Zusammenknüllen mit der Hand sofort unterscheiden, genau so erkennen wir ein Baumwollpapier sehr leicht an seinem weichen, samtartigen Griff, Leinenpapier am harten, blechernen Klang und Griff. Baumwollhadern haben sich daher für unsere besser bezahlten Illustrations- wie Werkdruckpapiere, sofern sie für Werke mit sehr langer Lebensdauer bestimmt sind, als hervorragend geeignet erwiesen. Ihre große Elastizität, verbunden mit Weichheit, geben dem hieraus gefertigten Papier alle diejenigen Eigenschaften, die der Buchdrucker an die Druckfähigkeit seiner Papiere stellt und besonders hoch schätzt. Ein weiterer Vorzug ist ihre geringe Transparenz. Leinenhadern dagegen sind bis heute das wertvollste Lumpenmaterial für gute Schreibstoffe geblieben. Leider gibt es nirgends in der Welt so viel Hadern — gleichviel ob Leinen oder Baumwolle — um unseren Bedarf an besseren Druckpapieren hiermit decken zu können. Würde heute ein Gesetz den Verlegern die Verwendung von Hadernpapieren vorschreiben, so wäre die Folge eine Papiernot, wie wir sie noch nie erlebt haben; die Mehrzahl der Werke würde nicht gedruckt werden können, und die Bücherpreise würden eine Höhe erreichen, die deren Ver-

den ganzen Werdegang des Papiers darstellenden Fabriks-Innenansicht mit Lumpenboden, Kugelkocher, Kollergang, Holländer, Stoffbütte, Langsiebmaschine, Feuchtblätte, Rollapparat, Glätt-Kalander, Längs- und Querschneider, ferner Einzel-Ansichten von Holzsleifern, Zellulosekochern, Wasch- und Mahl-Holländern, Glätt-Kalandern und sonstigen Hilfsmaschinen. Mikroskopische Lichtbilder der in unseren heutigen Papiere vorkommenden hauptsächlichsten Faserarten, sowie eine Darlegung ihrer Unterscheidungsmerkmale und physikalischen Eigenschaften erleichterten das Verständnis.

breitung sehr hinderlich wäre und ihre Anschaffung dem minder Bemittelten verböte. Lange schon hat die Beschaffung der Hadern den Papiermachern große Schwierigkeiten bereitet; sie waren nie in genügender Menge und zweckdienlicher Beschaffenheit zu haben. Mit der Erfindung der Schnellpresse zu Anfang des vorigen Jahrhunderts, die mit der Erfindung der Papiermaschine fast zusammenfällt, tritt die erste merkliche Verschlechterung des Papiers ein: es hat nicht mehr die Festigkeit des mit der Hand im Büttenrahmen geschöpften Papiers, die Färbung ist trübe und grau; auffallend sind die vielen Stockflecke, mit denen die Bücher aus den 20er und 30er Jahren des vorigen Jahrhunderts übersät sind. Hieraus läßt sich erkennen, daß man in der Wahl des Hadernmaterials nicht mehr so wählerisch war und auch nicht sein konnte, wie vor Erfindung der Schnellpresse, die ganz andere Mengen Papier verbrauchte, wie die primitive Handpresse der früheren Zeit. Weiterer Jahrzehnte bedurfte es, bis die von vielen Seiten unternommenen Bemühungen, einen Ersatzstoff für die Hadern ausfindig zu machen, Erfolg hatten: es war die Strohfasern, die den Reigen der Surrogatstoffe eröffnete. Leider ergab die Ausbeute für die Papierfabrikation viel zu wenig; außerdem hatte die sehr dünnwändige, durch den Kochprozeß mit Ätzkalk geschwächte Faser keine Festigkeit. Man mußte also nach Stoffen suchen, die ausgiebiger und dabei auch billiger herzustellen waren. Dieses Ersatzmaterial fand man im Wald unserer Waldbrüder. Gottfried Keller entdeckte durch einen Zufall die Kunst, Holz auf Sandsteine fein zu zerschleifen und aus diesem „Holzschnell“ Papier zu erzeugen. Durch diese Erfahrung wurde er zu einem Wohltäter für die ganze Menschheit; denn das Papier, als Träger unserer gesamten Kultur und des geistigen Gedankenaustausches, konnte nunmehr in genügender Menge billig hergestellt werden. Allerdings ergab Holzschnell für sich allein noch kein gebrauchsfähiges Papier; es war zu brüchig. Aber mit Hadern gemengt erwies es sich für Zeitungen, wie für die Drucksachen des täglichen Gebrauchs sehr geeignet, namentlich nachdem man gelernt hatte, es durch Ton, Gips und andere Weißerden zu färben. Allein bald machten sich auch die Nachteile des Holzschnells bemerkbar. Holz bleibt eben Holz, gleichviel ob es als Zaun, als Möbelstück, als Balken, als Werkzeug oder fein gemahlen zu Papier verarbeitet wird: es dunkelt nach, wird gelb und schließlich braun, und dies um so rascher und gründlicher, je mehr Luft, Licht und namentlich Feuchtigkeit Gelegenheit haben darauf einzutreten. Es ist ein Oxydations-, ein langsamer Verbrennungsprozeß, der sich hier abspielt. So finden wir denn an den Druckerzeugnissen aus den 60er und 70er Jahren, selbst bei wissenschaftlichen Büchern aus jener Zeit, infolge des häufig übertriebenen Holzschnellzusatzes zu den verwendeten Papiere überall die Spuren des beginnenden Zerfalls: gelb- bis kaffeebraun gefärbte Ränder an dem durchweg vergilbten Papierblatt. Der braune Rand geht überall so tief, soweit die Feuchtigkeit der Luft in das Papier eindringen konnte. Diese unliebsame Erscheinung

brachte den Holzschnell, was nicht wundernehmen kann, sehr bald in Mißkredit, aber ganz unverdienter Weise. Es bildete sich damals die irrite Meinung heraus, daß jedes Papier, welches Holzschnell enthält, unbedingt minderwertig und für länger aufzubewahrende Werke zu verwerfen sei, eine Ansicht, die auch heute noch von vielen Verbrauchern, und sehr zum Schaden ihres Geldbeutels, geteilt wird. Man prüfte zu wenig die Ursache. Wird nämlich einem Papier zuviel Holzschnell zugesetzt und dieser ohne genügende Bleiche und ohne gut deckende Einbettung in weiß färbende Mineralstoffe gelassen, so daß Luft und Licht ungehindert Zutritt zu den Holzschnell-Fasern haben, so muß natürgemäß ein Vergilben des Papierblatts in erhöhtem Maße stattfinden, und zwar um so rascher und durchgreifender, je größer das verwendete Holz geschliffen, je schlechter es von Splittern sortiert wurde, und je vollkommener der Sauerstoff der Luft seine oxydierende Wirkung am fertigen Papier ausüben kann. Schlecht durchforstete Wälder, deren Holzbestand aus Mangel an Luft und Licht langsames Wachstum aufweist (was an den dicken Markstrahlen und an den dicht aufeinandersitzenden Jahresringen der gefällten Bäume zu erkennen ist), liefern einen für Papierverarbeitung wenig geeigneten Holzschnell. Die Zellen eines solchen Holzes — der Zellstoff — bilden hier die Minderheit, die starken Verholzungen der Faser — Lignit oder Holzstoff — aber die Mehrheit. Hieraus erklärt sich, daß die Neigung der Papiere zum Vergilben sehr verschieden ist. Die Ursache des Vergilbens wurde sehr bald in der harzreichen Holzsubstanz, welche die Zellen umgibt, entdeckt. Es folgten jetzt Versuche, durch Dämpfen des Holzes die Zellen zu lockern und ihnen durch Zusatz geeigneter Lösemittel gleichzeitig die harzreichen Lignitstoffe, die inkrustierende Substanz, zu entziehen und letztere in eine lösliche Form zu bringen, so daß der reine Zellstoff (Cellulose), nach Ablassen der Harzlaugen, übrig bleiben mußte. Berufs-Chemiker nahmen sich der Lösung dieser Frage an, und sie hatten Erfolg. Ritter-Kellner, Ungerer u. a. erreichten dieses Ziel durch Kochen des Holzes mit Natronlauge unter einem Druck von 6—8 Atmosphären in zylindrischen Kochern von stehender Form (sog. Natronverfahren). Ein billigeres Verfahren entdeckte Mitscherlich, der zur Lösung der harzreichen Lignitstoffe schweflige Säure, resp. die Laugen saurer schwefligsaurer Salze des Kalks und Magnesiums verwendete. Die Herstellung dieser Sulfitlauge (Lösung von Calcium- oder Magnesium-bisulfit in Wasser), die genügend freie schweflige Säure enthalten muß — 1 Teil auf 2 Teile gebundene Säure — wenn ein reiner Zellstoff durch kurze Kochdauer erzielt werden soll, erfordert besondere, umfangreiche Einrichtungen, große Erfahrung und ein gutgeschultes Personal. Hieraus erklärt sich, daß die eine Kochung nie genau so wie die andere ausfällt und ausfallen kann, weil der Kochprozeß außerordentlich schwierig zu überwachen ist. Eine zu schwache oder unrichtig zusammengesetzte Sulfitlauge, zu kurze Kochdauer usw. können die Zellstofffasern nicht genügend aufschließen; es werden Spuren harzhaltiger Lignitstoffe in der fertigen Papiercellulose zurückbleiben, die später

ein leichtes Vergilben des hieraus gefertigten Papiers unbedingt herbeiführen müssen. Eine bis jetzt nicht genügend aufgeklärte Erscheinung bleibt, daß mancher Zellstoff, dessen Kochung durchaus einwandfrei gewesen ist, und dem weder chemisch noch mikroskopisch Lignitrückstände nachgewiesen werden konnten, Neigung hat, nach 10—15 Jahren wieder in einen verholzten Zustand zurückzugehen. (Redner zeigt einige Proben Cellulose aus dem Jahre 1890 und 1893, deren Fasern seinerzeit nach der Kochung weder im mikroskopischen Bild — Indicator Chlorzinkjod — Spuren einer Verholzung zeigten, noch bei Behandeln mit Phloroglucin- oder Anilinsulfatlösung. Heute, nach ca. 15 Jahren, zeigt diese Cellulose wieder eine schwache Verholzung; sie ist stark vergilbt und reagiert bei Phloroglucinbehandlung schwach rosa. Unter dem Mikroskop zeigt sich die Faser, die früher blau gefärbt wurde, heute hellgelb — Indicator Chlorzinkjod.) Es läßt sich mit ziemlicher Gewißheit annehmen, daß Papiere, die aus diesem Zellstoff vor 15 Jahren gefertigt worden sind, heute die gleichen Eigenschaften zeigen dürften, wie der Rohstoff, aus dem sie gefertigt wurden: sie werden sehr stark vergilbt sein — trotzdem das Papier unbedingt als holzfrei gelten muß —, sie werden mindestens gelbe Ränder aufweisen und an Festigkeit wesentlich eingebüßt haben. Allerdings sind 15 Jahre eine lange Zeit! Werke, die auf diesen Papiere gedruckt wurden, haben inzwischen längst mehrere verbesserte Neuauflagen erlebt, so daß der Zerfall älterer, wertlos gewordener Auflagen kein welterschütterndes Unglück ist. Für andere, weniger wertvolle und inhaltreiche Bücher, die keine Neuauflage erlebten, die somit von Anfang an nicht lebensfähig gewesen sind, war dieses Papier dagegen noch viel zu gut; die Verleger hätten hierzu vorteilhafter ein ganz billiges, stark holzhaltiges Papier nehmen können, ohne den Werken zu schaden. Der Zellstoff unserer Nadelhölzer und der Zitterpappel muß trotz dieser Nachteile als das hauptsächlichste und wertvollste Rohmaterial unserer modernen Papiere bezeichnet werden, solange kein anderer, besserer Ersatzstoff zu finden ist. An Bemühungen hierzu hat es nicht gefehlt; denn die deutschen Wälder können schon längst nicht mehr den immer mehr anschwellenden Bedarf an Holz decken. Die Holzpreise sind in den letzten 4 Jahren genau um ein Drittel in die Höhe gegangen, und viele Holzschielefereien und Sulfitstofffabrikanten wissen jetzt kaum noch, woher und zu welchen Preisen sie ihren Bedarf an Holz decken sollen. Man hat allerdings Versuche mit Schilfrohr, mit Binsen, mit den in unseren Kolonien wild wachsenden Sorghumgräsern (Kaffernhirse) und anderen Pflanzen gemacht (Zuckerrohr, Bambus und allen möglichen Palmenarten), ja sogar mit dem Torf unserer Moorniederungen. Allein die Versuche haben bisher keine befriedigenden Resultate ergeben, weil die Herstellungskosten die Ausbeute unrentabel machen, und weil das Erzeugnis keinen Vergleich mit dem Zellstoff aus den Bäumen unserer gut durchforsteten Wälder aushält.

Die heutigen Papiere bestehen fast nie aus einem einzigen Faserstoff allein; sie bestehen immer aus Mischungen von Zellstoff und Hadern (holz-

freie Papiere), oder Holzschliff und Zellstoff, vielleicht noch mit mehr oder weniger Hadernzusatz (holzsurregierte Papiere); ganz vereinzelt kommen auch Papiere vor, die nur aus Hadern — Baumwolle mit Leinen — bestehen (surrogatfreie Papiere), wie sie z. B. für Kunstblätter, schwerwissenschaftliche Werke von hohem Werte, für Grundbuchakten und Standesamtsregister usw. Verwendung finden. Man spricht daher von einem Lumpenpapier, einem Zellstoffpapier, einem Holzschliffpapier, je nachdem die eine oder andere Faserart darin vorherrscht. Hadernpapiere sind die wertvollsten; bei sorgfältiger Herstellung überdauern sie Jahrhunderte und vergilben wenig oder kaum merklich. Ihr Preis liegt zwischen 65 Pf bis 2 M per kg und darüber. Zellstoffpapiere mit mehr oder weniger Hadernzusatz (meist 75% : 25%) bilden allgemein das Material für unsere besser bezahlten Werke, Schulbücher, Lexika; sie sind das hauptsächlichste Material unserer Bibliotheken. Ihr Preis liegt von 40—50 Pf per kg. Für die große Menge unserer Zeitschriften, billigeren Werke, illustrierten Journale und sonstigen Drucksachen, die keiner dauernden starken Benutzung unterworfen sind, und die auch keinen Anspruch auf jahrzehntelange Lebensdauer erheben, werden Zellstoffpapiere mit Holzschliffzusatz, meistens unter Beimengung von ca. 10—25% Hadern verwendet. Die heutige Papiermacherkunst — denn von einer solchen müssen wir hier sprechen — stellt diese Papiere in einer solchen hohen Vollendung dar, daß sie von den viel teureren holzfreien Papieren nur vom Kenner, und dann auch nur unter Zuhilfenahme chemischer Reagenzien und des Mikroskops mit Gewißheit unterschieden werden können. In Qualität stehen sie den sogen. holzfreien billigen Papieren, trotz ihres niedrigeren Preises nicht nach, übertreffen sie vielmehr in Druckfähigkeit, namentlich für unsere moderne Illustrationstechnik, ferner sind sie weniger transparent wie jene und zeigen wenig Neigung zum Vergilben — immer vorausgesetzt, daß gut aufgeschlossener Zellstoff, splitterfreier Holzschliff in nicht zu großer Menge und eine zweckdienliche mineralische Füllung des Fasermaterials verwendet wurde (Redner setzt einige mehrere Jahre alte Bände in Umlauf, bei denen das holzfreie, teurere Papier stark nachgedunkelt ist und gelbe Ränder bekommen hat, während das viel billigere, holzsurregierte Papier sich scheinbar nicht veränderte; zwei Bände aus dem Jahre 1902 lassen das Gesagte besonders deutlich erkennen). Waren wir nicht im Besitz dieser billigen und dabei außerordentlich zweckdienlichen Papiere, oder wollte man ihre Verwendung durch irrite amtliche Vorschriften einschränken, so müßte ein Stillstand auf geistigem Gebiete eintreten, und Deutschland würde seine anerkannte Führerschaft in der Welt auf graphischem Gebiete verlieren. Der Preis dieser Papiere liegt zwischen 36 und 42 Pf per kg, je nach Holzschliffgehalt, Druckfähigkeit, Festigkeit und reiner Färbung.

Wir kommen nunmehr zu den ausgesprochenen Holzschliffpapieren, die für die Legion der deutschen Zeitungen und die sonstigen Druckezeugnisse des alltäglichen Bedarfs, Preislisten, Prospekte usw. das Druckmaterial abgeben müssen.

Der Bedarf in diesen Holzschnellpapieren wird zu acht Zehnteln des gesamten Verbrauchs geschätzt! Große Ansprüche werden an diese Papiere überhaupt nicht gestellt, sie dienen für heute auf morgen, und wir dürfen uns daher nicht wundern, daß sie fast nur noch Holzschnell mit ca. 15—20% Zellstoffzusatz enthalten, also gerade so viel Zellstoff, daß das Papier noch einen gewissen Halt bekommt und nicht während des Druckes in der modernen Rotationsmaschine abreißt; denn hiermit würde großer Zeitaufenthalt entstehen und die Tageszeitungen nicht rechtzeitig erscheinen können. Die besseren Sorten enthalten mehr Zellstoff. Preis 23 bis 35 Pf per kg.

Eine besondere Gattung bilden unsere geschnittenen Kunstdruckpapiere; sie sind ziemlich jungen Datums, haben sich aber im Flug die Welt erobert, da sie mit einem eleganten Aussehen eine ganz vorzügliche Druckfähigkeit verbinden. Ganz besonders sind sie für die auf photochemischem Wege erzeugten Buchdruckklischees (Autotypien) der beste Bildträger. Als Rohstoff dient ein sehr gleichmäßig gearbeitetes, mäßig geplättetes Papier, dessen Poren durch Aufstrich irgend einer leimgelösten Weißerde (Kreide, Ton, Talcum, Barytweiß usw.) vollständig vereinbart worden sind. Die geschlossene, glatte Oberfläche dieser Papiere, verbunden mit der Saugfähigkeit des mineralischen Aufstrichs, läßt alle Feinheiten eines Bildes vollwertig zum Abdruck kommen. Ihre Nachteile sind allerdings: die beim Lesen störende, lästige Spiegelglätte, die große Brüchigkeit, das hohe spezifische, durch den Mineralaufstrich bedingte Gewicht und der hohe Preis, der 55—62 Pf per kg und darüber beträgt.

Wenden wir uns der Herstellung unserer modernen Papiere zu. Jeder der oben aufgeführten Rohstoffe: die Hadern, der Zellstoff (gleichviel ob aus Holz oder Stroh stammend), ebenso der Holzschnell bildet einen Halbstoff für sich, und jeder wird für sich besonders erzeugt.

1. Hadern. Ihre Sortierung erfordert große Sorgfalt und noch größere Sachkenntnis. Sie werden nach Reinheit, Weiß, Färbung, Festigkeit und Gattung (Baumwolle, Leinen usw.) in ca. 30 Sorten eingeteilt, wobei ungebrauchte Ausschnitte aus den Wäschefabriken die wertvollsten, abgetragene schmutzige Lumpen aber die wertlosesten sind. Jede dieser im Hadern-drescher von Staub gereinigten Sorten wird von Näten, Knöpfen, Hefteln, Haken usw. sauber befreit, in größere Stücke an einem sensenartigen Messer zertrennt und dann in Hadernschneidemaschinen in gleichmäßig große Stücke geschnitten. Diese geschnittenen Hadern wandern in den Hadernständer und werden hier einer trockenen Reinigung durch Klopfen unterzogen. Von hier aus gelangen sie in den rotierenden Kugelkocher, wo sie mit Ätznatron, Soda, meistens aber Kalk unter 2—5 Atm. Dampfdruck gekocht und von Fetten, Unreinigkeiten und Farbstoffen befreit werden. In einem sog. Waschholländer werden die nunmehr gereinigten Hadern gründlich durch mehrmaliges Erneuern des Waschwassers ausgewaschen und sind jetzt reif für den Halbzuegholländer, einem eisernen, büttenartigen, durch eine Scheidewand in zwei Abteilungen getrennten Gefäß. Ein mit Stahl- oder Bronze-

schielen (der Messer) radial besetzter Eisenzylinder (die Walze), der sich um seine Achse dreht, schneidet auf ebensolche Messer, die auf dem Boden des Holländers befestigt sind (das Grundwerk). Die zwischen Walze und Grundwerk getriebenen Hadern werden hierdurch zerfasert und durch mehrmaliges Erneuern des Wassers noch weiter gereinigt; sogen. Waschtrommeln seihen das schmutzige Wasser ab und ersetzen es gleichzeitig durch frisches. Der Mahlprozeß wird aber hier noch nicht bis zu Ende geführt, sondern nach Erhalt eines langfaserigen Breies unterbrochen. Der so erhaltene „Halbstoff“ gelangt zunächst in Abtropfkästen und von hier aufs Halbstofflager zu späterer Verwendung und Umwandlung in „Ganzzeug“, da die Mehrzahl aller Papiere aus Mischungen verschiedener Faserarten besteht, wie wir vorn gesehen haben. Außerdem muß der Stoff auch noch gebleicht, gefärbt und geleimt werden, was mit den anderen Halbstoffen zusammen erfolgt. Wir kommen nun zu den Surrogathalbstoffen.

2. Der Holzschnell. Die Zerfasierung des Holzes erfolgt auf rotierenden, ca. 1½ m Durchmesser haltenden nassen Schleifsteinen, wobei die Holzstücke mit einer gewissen Kraft angepreßt werden. Meistens sind 5 Kästen radial zum Stein angeordnet, welche das zum Schleifen bestimmte Holz aufnehmen. Der so erhaltene Holzschnell ist noch sehr ungleichmäßig und enthält grobe und feine Splitter, welche durch Passieren des Splitterfangs — einer Anordnung von übereinanderliegenden Schüttelsieben — aussortiert werden müssen. Je nach Art und Sorgfalt der Schleifarbe und des Sortierens fällt auch der erhaltene Holzschnell verschieden aus, und es bestehen hierbei außerordentlich große Qualitätsunterschiede, die auf die spätere Haltbarkeit und Lichtbeständigkeit des hieraus hergestellten Papiers von Einfluß sind. Soll der Holzschnell aufbewahrt werden, so muß er über rotierende Zylindersiebe geleitet und in Pappetafeln verwandelt werden, die man künstlich trocknet.

3. Der Strohzellstoff ist einer der wertvollsten Halbstoffe für die Herstellung unserer Illustrationspapiere. Obgleich seine Faser außerordentlich zart, dünnwandig und fein ist, somit wenig Haltbarkeit besitzt, gibt er den hiermit gearbeiteten Papiere eine dichte und geschlossene Oberfläche. Sein weiterer Vorteil ist, daß er sich rein weiß bleicht und demgemäß auch schöne, weiße Papiere gibt. Meistens wird das Stroh in stehenden Kochern mit Natronlauge bei 2—4 Atm. Druck 5—6 Stunden lang gekocht; die Silicate des Strohs werden von der Lauge vollständig gelöst und lassen sich nach Beendigung des Kochprozesses leicht und sorgfältig auswaschen. Die Zerfasierung erfolgt am gleichmäßigsten im Holländer, kann aber auch im Kollergang vorgenommen werden. Hierauf wird der Strohzellstoff in zementierten Behältern mit Chlorkalk gebleicht, entwässert und wie der Holzschnell über rotierende Zylindersiebe in Form von Pappetafeln gebracht und getrocknet aufbewahrt.

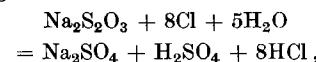
4. Der Holzzellstoff. Das entrindete, von Ästen sauber befreite Holz wird in dünne Scheiben geschnitten, diese zerhackt und der so erhaltene Häckerling in den meistens aufrechtstehen-

den Kocher gefüllt, der bis ca. 180 cbm gehäckseltes Holz zu fassen vermag. Man läßt 8—10 Stunden lang Dampf durch die Holzfüllung, um die wasserlöslichen Bestandteile und die in den Holzporen sitzende Luft daraus zu vertreiben. Dann wird die Sulfitlauge in den Kocher eingelassen, bis sie die Holzfüllung überragt. Die Kochung erfolgt mittels Dampf bei 3—4 Atm. Druck 31—37 Stunden lang. Sämtliche Holzinkrusten sind hierdurch in die Lauge gelöst übergegangen, die als dunkelbraun gefärbte Flüssigkeit nunmehr abgelassen wird. Der im Kocher verbleibende Zellstoff muß mehrmals mit Wasser gründlich ausgewaschen werden, gelangt dann auf die Separatoren, die die Äste daraus entfernen und die Faserbündeln des Zellstoffs aufschließen. Aus den Schlitzten der Trommelwände tritt der nunmehr gereinigte und aufgeschlossene Zellstoff heraus, um mit Chlorkalk gebleicht und auf Entwässerungsmaschinen wie vorn beschrieben, in Pappetafelform gebracht und getrocknet zu werden.

Kehren wir nun zu unserer Papiermaschine zurück. Wir haben erfahren, daß die meisten Papiere aus verschiedenen Fasergattungen, resp. Halbstoffmischungen bestehen, die alle eine verschiedene Behandlung beim Kochen, Bleichen usw. erfordern. Diese Halbstoffe kommen jetzt in den Ganzzeugholländer zum Eintrag, werden hier zusammen fertiggemahlen, je nach Bedarf vielleicht noch einmal im Bleichholländer mittels Chlorkalk gebleicht, gut ausgewaschen, dann mit unterschwefligsaurem Natrium (Natriumthiosulfat) entchlort, nochmals ausgewaschen und kommen von hier wieder in den Ganzzeugholländer zurück, um hier mit Tonerdesulfat und alkalischer Harzlösung (Kolophonium), vielleicht auch noch unter Zusatz von Kartoffelstärke geleimt und mit weißen Füllstoffen (Porzellanerde, Gips, Barytweiß, Talkum usw.) gefärbt zu werden. Ein Zusatz von anderen Farbstoffen (blau, gelb, lila, rot) gestattet die Erreichung jeder gewünschten Tönung. Unser Ganzzeug kommt nun endlich in die Stoffbütteln und von hier auf die Papiermaschine. Der stark mit Wasser verdünnte Stoff passiert zuerst den Sandfang, dann den Knotenfänger, läuft in den Stoffkasten und von hier über das Siebleder auf den Siebteller, demjenigen Teil des Langsiebs, welcher durch oszillierende Schüttelbewegung die Verfilzung der Faser und die Bildung des Papierblatts erzeugt. Auf dem Langsieb erfolgt die Entwässerung über Saugkästen durch die Vorpreßwalze (die etwa gewünschte Wasserzeichen in die noch plastische Papierbahn eindrückt) und die Gauptsche. Dann läuft die Papierbahn zwischen Filzen — da sie noch nicht genügende Festigkeit hat, sich selbst tragen zu können, ohne zu zerreißen — durch die drei Naßpressen und gelangt von hier auf die Trockenpartie der Papiermaschine, um zwischen zunehmend immer heißer werdenden, durch Dampf erhitzen Trockenzylinern — ca. 20—25 Zylinder — vollends getrocknet zu werden. Die $1\frac{1}{2}$ —3 m breite Papierbahn wird nach Verlassen der Trockenpartie durch Tellermesser zertrennt und auf den Roller gewickelt, um vorerst auf Rollen stehend, bis zum Eintritt der vollen Leimfestigkeit aufbewahrt zu werden. Das Papier hat noch eine rauhe Oberfläche, sogen. Maschinenglätte. Da aber meistens eine glänzende

Glätte gewünscht wird, so muß das Papier, nach vorangegangener Durchfeuchtung mittels Dampf, auf dem Kalander satiniert werden. Je stärker der Druck ist und je mehr Glättwalzen der Kalander hat, desto glänzender und geschlossener wird die Oberfläche des Papiers. Vom Kalander kommt die Papierbahn auf den Längs- und Querschneider, um die vorgeschriebene Bogengröße zu erhalten. Jetzt ist unser Papier versandfertig und kann gepackt werden.

Die Papierprüfung bezweckt, die physikalischen Eigenschaften eines Papiers und seinen Kaufwert, ganz besonders aber sein mutmaßliches Verhalten auf eine längere Reihe von Jahren zum voraus festzustellen. Die Dauerhaftigkeit der Papiere, namentlich der besseren Qualitäten, leidet häufig unter den Rückständen und Umsetzungsprodukten von Chemikalien, die bei der Papierfabrikation Verwendung fanden. Hauptsächlich das zur Entchlörung allgemein gebrauchte unterschwefligsäure Natrium ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) wird sich nach der Gleichung:



also unter Bildung von schwefelsaurem Natrium, Schwefelsäure und Salzsäure umsetzen. Das Natriumsalz ist unschädlich. Die Schwefelsäure neutralisiert sich mit dem beim Chlören freiwerdenden Kalk aus der Chlorkalklösung zu schwefelsaurem Kalk und bleibt als Gips in feinstverteiltem Zustande zum Teil in der Papiermasse zurück. Nicht so einfach liegen die Umsetzungen aus den salzsäuren Rückständen. Obgleich auf das Auswaschen des Ganzzeugs und die Entfernung schädlicher Rückstände allgemein die größte Sorgfalt verwendet wird, obgleich ferner mit Recht angenommen werden muß, daß bei den Wassermengen, mit denen der Papierstoff verdünnt über das Sieb der Papiermaschine läuft, alle Säurereste mit dem Siebwasser abgelaufen sein müßten, so lassen sich trotzdem im fertigen Papier, namentlich nach längerem Lagern, sehr oft Spuren von Säure nachweisen, die bei der Fabrikation noch nicht zu bemerken waren. Inwiefern auch das für die Harzelzung allgemein verwendete Harz der Nadelholzbäume in Verbindung mit dem schwefelsauren Salz der Tonerde (Alaun) Einfluß auf die Rückbildung von Säure im fertigen Papier, namentlich aber auf das Vergilben haben dürfte, ist wissenschaftlich noch nicht ganz aufgeklärt. — Für dauernde Säurefreiheit wird ein Fabrikant nur dann bürgen können, wenn der Papierstoff nicht gebleicht und nicht mit Harz geleimt wurde. Wir müßten also wieder zum ungeblichen Papier und zur tierischen Leimung zurückkehren! Dies wäre nicht nur ein Rückschritt, und zwar ein recht kostspieliger, sondern die auf diese Weise hergestellten Papiere würden unansehnlich bleiben und sich für unsere modernen Reproduktionstechnik entweder gar nicht mehr eignen oder sich nur nach vorangegangener Feuchtung verdrucken lassen. Niemand wird Rücksichten oder zwecklosen Verteuerungen das Wort reden; denn seit Erfindung der Papiermaschine drängten die großen Fragen für die Papierfabrikation nur nach den zwei Richtungen: 1. Rohstoffe und Arbeitsmethoden zu finden, welche die

Massenerzeugung billiger Papiere ermöglichten, und 2. der fortschreitenden Verbesserung unserer Druckmaschinen und der so hoch vollendeten Technik der Illustrationsverfahren mit ihren komplizierten Druckmethoden Rechnung zu tragen! — Mit den unbestreitbaren Mängeln der Mehrzahl unserer Papiere (geringe Festigkeit und leichtes Vergilben) haben wir uns abzufinden, soweit es sich nicht um wirklich kostbare Druckerzeugnisse von dauerndem Wert handelt. Die Zeiten sind vorüber, daß ein Buch heute noch Anspruch auf jahrhundertelange Lebensdauer erheben könnte. Sein Inhalt wird nach längstens 20 Jahren veraltet sein, und diese Dauerhaftigkeit muß unseren modernen Surrogatpapieren, sogar den besseren holzhaltigen, unbedingt zugesprochen werden. Hierzu kommt ferner, daß häufig der Inhalt wertvoller wissenschaftlicher Werke samt seinen Illustrationen in eine große Anzahl anderer Werke übergeht, d. h. abgedruckt wird. Die oft aufgestellte Behauptung, daß mit dem Zerfall unserer modernen Papiere in ca. 100 Jahren (wenn sie nicht schon viel früher zu Staub und Asche zerfallen sein sollten) auch alle wichtigen Entdeckungen und Erfindungen auf ewig verloren sein würden, entbehrt somit jeder Begründung. Im allgemeinen läßt sich erfahrungsgemäß der Grundsatz aufstellen, daß Werke, die nach 4—5 Jahren keinen Absatz finden, ihrem Verleger überhaupt keine goldenen Früchte mehr bringen werden.

Ganz anders war die Sachlage in früheren Jahrhunderten oder gar im Mittelalter, als der schreibende Mönch in seiner stillen Klausur von der ersten Druckerresse Gutenbergs (1441) in Aufregung versetzt und schließlich von ihr verdrängt wurde. Damals war das Lesen eine seltene, wenig gepflegte Kunst und blieb es bis zu Anfang des vorigen Jahrhunderts. Wir finden daher nur Gelehrte und vereinzelte wohlhabende Persönlichkeiten im Besitz von Büchern, deren Inhalt auf absehbare Zeit nicht veraltete und nicht veraltete konnte, weil die Zeitverhältnisse ganz andere waren wie heute. Ein Buch hatte damals eine ganz andere Bedeutung wie gegenwärtig, und die für die Papiererzeugung dienenden Hadern, die überall in bester Qualität zu haben waren und auch nicht in dem Maße abgetragen wurden, wie dies jetzt geschieht, boten alle Gewähr für die Erzeugung eines festen, dauerhaften, unveränderlichen Papiers.

Die so häufig von Fachmännern bewunderte vorzügliche Erhaltung der in unseren Bibliotheken und Museen wie ein Schatz gehüteten Bände aus dem Mittelalter beweist somit nichts. Die hierzu verwendeten Papiere wurden nicht gebleicht und nur aus Hadern ohne alle Chemikalien, und zwar unter schonendster Behandlung der Faser mit der Hand gearbeitet; Trocknung und Leimung erfolgte bogenweise an der Luft; das Buch wurde wenig oder gar nicht gebraucht, jedenfalls aber vom Eigentümer schonend behandelt, denn es hatte einen ganz anderen Anschaffungswert wie unsere heutigen Bücher. Die tierische Leimung gab diesen Papieren eine Widerstandsfähigkeit gegen Luft und Feuchtigkeit, die mit den Jahren immer mehr wuchs. Mit Ruß, schwefliger oder salpentriger Säure, Ammoniak und Kohlensäure geschwängerte

Luft kannte man damals ebensowenig. Wir dürfen uns also nicht wundern, wenn diese mittelalterlichen Bände wie neu auf uns gekommen sind. Unsere heutige Papiertechnik kann Ähnliches in viel vollendeterer Weise erzeugen, und die Bände werden ebenfalls Jahrhunderte überdauern, wenn sie so sorgfältig behandelt und aufbewahrt werden, wie dies im Mittelalter allgemein geschehen ist, und wenn für das Papier ein Preis bezahlt wird, der die Verwendung ausgewählter Rohmaterialien gestattet.

Bei unseren modernen Papieren spielen Brüchigkeit und Neigung zum Vergilben eine große Rolle. Wie wir oben gesehen haben, neigen ganz besonders die stark holzhaltigen Papiere zum Vergilben, auch ist ihre Festigkeit geringer wie die der holzfreien Papiere, weil die brüchige, zu Atomen zertrümmerte Holzfaser nicht den Grad von Verfilzung eingehen kann, wie die verschlungenen Fasern unserer Gespinstpflanzen und diejenigen des chemisch aufgeschlossenen Zellstoffs. Außerdem werden eisenhaltige Fabrikationswässer ein Vergilben des Papierblatts verursachen; Säurereste aber, die im Papier zurückgeblieben sein können, und die sich später in der Luft regenerieren, werden eine Zerstörung des Papiers namentlich an den Außenrändern herbeiführen, gleichviel ob das Papier holzfrei oder nicht holzfrei ist. Das Papier wird sich infolge seiner hygroskopischen Eigenschaften unter dem Einfluß der in der Luft stets vorhandenen Kohlensäure und der sonstigen Verbrennungsgase, in Verbindung mit dem Sauerstoff der Luft, mehr oder weniger oxydieren. Jeder Oxydationsprozeß ist aber eine langsame Verbrennung, die fortschreitend so tief in das Papier vordringen wird, so tief Luft, Licht und Feuchtigkeit ihren Einfluß ausüben können. Sind derartige Papiere mit Ultramarin geblau, so tritt der gefürchtete „gelbe Rand“ besonders auffallend zutage, weil sich das Ultramarin, als Schwefelverbindung, durch Säuren unter Entwicklung von Schwefelwasserstoff zersetzt, d. h. seine blaue Farbe verliert.

Die Güte und Dauerhaftigkeit eines Papiers wird nach seiner Festigkeit und Dehnbarkeit (Elastizität), sowie nach dem Grad seiner frischen Grundweiße, Reinheit im Stoff, Glätte, klaren Durchsicht bei wolkenlos gearbeitetem Blatt, und bei Schreibpapieren besonders auch nach seiner Leimung beurteilt. Die Festigkeit hängt von der Stoffmischung und der Art der Mahlarbeit im Holländer ab. Hadern, die mit stumpfem Mahlgeschirr gleichsam zerfasert und zerschabt wurden, geben das festeste Papier. Das ganz gleiche Lumpenmaterial, mit scharfem Geschirr zu faserlosen Atomen totgemahlen, wird ein brüchiges, lippiges, haltloses, sehr transparentes Papier geben. Mit Chlor stark gebleichte Papiere behalten ein trübes Aussehen und gehen sehr bald in der Färbung zurück. Je energischer und häufiger ein aus unreinen Rohstoffen bestehender Fasernbrei gechlort werden mußte, desto brüchiger wird das hieraus gefertigte Papier mit der Zeit werden. Die ursprünglich weiße Farbe verwandelt sich dann sehr bald in ein schmutziges, gelbliches Grau, ganz im Gegensatz zu den aus reinweißen Hadern gearbeiteten Papiere, die ihre Farbe wenig oder kaum merklich verändern und auch ihre Festigkeit behalten.

Ganz ähnliche Eigenschaften haben die aus

dem Z e l l s t o f f unserer Laub- und Nadelholzbäume hergestellten Papiere. In Festigkeit stehen sie den Hadernpapieren wenig oder gar nicht nach, wohl aber in Lebensdauer, Lichtbeständigkeit und in gewissen Grenzen auch in Druckfähigkeit. Eine eigenartige glasige Sprödigkeit und mit dem Alter zunehmende Brüchigkeit ist allen Zellstoffpapieren eigen. Je nach A r t , Dauer und Ausfall der Zellstoffkochung, Gründlichkeit bei der Auswaschung der Laugenreste und Reinigung von Knoten, un-aufgeschlossenen Faserbündeln, verkohlten Holzresten, Grad der Bleichung usw. ist der Wert der Zellstoffe ein außerordentlich verschiedener und demgemäß auch der Wert der hieraus gefertigten Papiere. Ohne Zusatz von weißfärbenden Mineralien, welche die knöcherne Sprödigkeit und die Transparenz mildern, würden die Zellstoffpapiere kein befriedigendes Druckresultat geben können. Namentlich für Illustrationsdruckpapiere ist ein größerer Zusatz von Tonerde (China clay) unerlässlich.

Bei den h o l z s c h l i f f h a l t i g e n Papiere tritt die Brüchigkeit und die Neigung zum Vergilben am meisten in Erscheinung. Dies erklärt sich daraus, weil die Zerfaserung des hierzu verwendeten Holzes nicht wie beim Celluloseprozeß durch Kochen in Laugen, sondern auf dem viel billigeren Wege des mechanischen Abschleifens auf rotierenden Sandsteinen erfolgt. — Während beim Cellulose k o c h prozeß die Ursachen des Vergilbens, nämlich alle Harze und die Inkrusten somit die eigentlichen Holzstoffe in die Kochlauge gelöst übergingen und mit dieser entfernt wurden, wobei die reine Cellulose übrig blieb, gehen beim S c h l e i f prozeß alle vergilbenden Lignitstoffe und Harze in das Schleifgut mit über; sie bleiben an den Zellstofftrümmern hängen und gelangen mit diesen gemeinschaftlich in das hieraus gefertigte Papier. Je mehr Holzschliff nun in einem Papier enthalten ist, je größer der Schliff ausfiel, und je lignitreicher und dabei zellstoffärmer das zerschliffene Holz gewesen ist, desto rascher und nachhaltiger wird das betreffende Papier vergilben. Die Brüchigkeit der holzschliffhaltigen Papiere hängt mit der ganzen Struktur der scharfkantig zertrümmerten Holzfragmente zusammen. Es fehlen hier die feinen und feinsten Fäserchen (Fibrillen), welche allein eine innige Verfilzung ermöglichen können. Durch Wahl zellstoffreicher Hölzer und eigenartige Schleifmethoden ist es in neuester Zeit zwar gelungen, auch den durch S c h l e i f e n abgetrennten Holzfasern eine gewisse Länge und hiermit eine größere Haltbarkeit zu geben. Die hieraus gefertigten Papiere haben eine durchweg befriedigende Festigkeit, Vergilben weniger rasch, namentlich bei Zusatz von ca. 50% Cellulose und 10—15% Hadern, und drucken sich bei entsprechender Glätte vorzüglich, namentlich für Autotypien. Sie stehen den ganz billigen holzfreien, nur aus Zellstoff gearbeiteten Papiere weder in Färbung, noch Festigkeit viel nach, drucken sich aber besser und sind dabei um ca. 10% billiger. Unsere mit Massenauflagen rechnenden illustrierten Zeitschriften und Familienjournale sind auf Papiere dieser Stoffmischung gedruckt, ebenso die annähernde Hälfte der im Verlagsbuchhandel erscheinenden Werke.

Da es technisch unmöglich ist, aus brüchigen

Rohstoffen (z. B. aus Holzschliff, aus stark gechlortem Zellstoff, aus mürben, abgetragenen Hadern, aus Fangstoffen usw.) ein festes Papier herzustellen, so hat man von jeher den Kaufwert eines Papiers in erster Linie nach seiner F e s t i g k e i t und nach seiner reinen G r u n d w e i ß e beurteilt. Man hält zu diesem Zweck das betreffende Blatt gegen das durchfallende Licht, wobei alle Unreinheiten und ferner die Menge des mineralischen Füllstoffs an Weißerde beurteilt werden können. Je mehr das Papier mit Gips, Ton u. dgl. gefüllt wurde, desto undurchsichtiger ist es. Auch Holzschliff macht das Papier undurchscheinend. Gute, holzfreie, wenig beschwerte Papiere haben eine lichte, durchscheinende Durchsicht. Reißen wir das betreffende Papierblatt vorsichtig in der Längs- und in der Querrichtung ein, so wird ein festes Papier viel Widerstand bieten und einen langfaserigen Riß aufweisen, ein haltloses Papier dagegen fast von selber auseinander fallen und im Riß nur vereinzelte kurze Fasern zeigen.

Auf sehr sinnreich konstruierten Zerreißmaschinen läßt sich die Festigkeit eines Papiers durch Zahlenwerte ganz genau ermitteln, seine Elastizität und sein Widerstand gegen Reiben und Knittern durch trockene Wäsche zwischen den Handballen. Holzschliff läßt sich durch Phloroglucin, Anilinsulfat und eine Reihe anderer Reagenzien leicht nachweisen, die Fasermischung eines Papiers aber durch Abschätzung unter dem Mikroskop. Der Aschengehalt wird durch Verbrennen und Weißglühen eines bestimmten Gewichtsquantums Papier und Abwägen des Aschenrückstandes genau festgestellt; die Ermittlung freier Mineralsäuren erfolgt durch bekannte säureempfindliche Indikatoren, zu denen blaues Lackmuspapier aber nicht gezählt werden kann, da von der Harzleimung herrührende Tonerdesalze im Papier vorhanden sein können, durch welche ebenfalls eine Rotfärbung des Lackmuspapiers eintritt. Die quantitative Ermittlung der gefundenen Säure hat wenig Zweck, da Spuren ausreichen, einen vorzeitigen Zerfall des Papiers herbeizuführen oder bunte Druckfarben in der Nuance nachteilig zu beeinflussen. Die Art der Benutzung und der Ort der Aufbewahrung eines Buches trägt viel zur Erhaltung oder Vernichtung desselben bei. In der Nähe von Fabrikschloten, ferner in feucht-nebeligen Distanzen können und werden sich unsere Bücher nicht ebenso gut erhalten, wie in trockener und reiner Luft; wechselnde Trockenheit mit Feuchtigkeit führt aber selbst die besten Papiere bald zum Zerfall.

Die Größenbestimmung der Fragmente des Kakaopulvers.

Von EDM. HOPPE.

(Eingeg. den 29./4. 1908.)

In gegebener Veranlassung war ich genötigt, die Größe der kleinen Teilchen im Kakaopulver zu bestimmen. Messungen über diese Größen hat, soviel ich weiß, Prof. H u e p p e (Prag) 1905 veröffentlicht, in welchen er die im Mikroskop ge-