

WALTER HESS

DIE PRAXIS DER PAPIERVERARBEITUNG

EIN PRAKTISCHES HANDBUCH

über den Umgang mit Papier für alle Berufssparten der
Papierverarbeitung, des graphischen und schmückenden Gewerbes

Unter Mitarbeit namhafter Berufspraktiker

Mit 34 Textabbildungen, 6 Tabellen und 48 Tafeln



TECHNISCHER VERLAG HERBERT CRAM
BERLIN 1960

Für den Einband wurde verwendet VELAMENT Nr. VII von der
Fa. Viktor Bausch & Co. K.G., Berlin-Rudow.

©

Printed in Germany

Alle Rechte der Übersetzung, des Nachdruckes, der Anfertigung von
Photokopien und Mikrofilmen — auch auszugsweise — vorbehalten.

Satz und Druck: F. A. Günther & Sohn A.G., Berlin SW 11.

Geleitwort

Anfang 1958 erschien im Technischen Verlag Herbert Cram, Berlin W 35, das praktische Handbuch „Die Papierverarbeitung“, das im In- und Ausland eine gute Aufnahme gefunden hat. Es ist das ein Beweis dafür, daß dieses Buch seine Aufgabe erfüllt hat, die wichtigsten Arbeitsvorgänge sachlich richtig dargestellt zu haben.

Es ist im Rahmen eines Fachbuches, dessen Umfang aus verlagstechnischen Gründen beschränkt bleiben muß, nicht immer möglich, alle Gebiete restlos zu erschließen. Die vorliegende Ausgabe als II. Band der „Papierverarbeitung“ gedacht, schließt nach Möglichkeit die Lücken des ersten Buches. Das Inhaltsverzeichnis dieses neuen Fachbuches läßt erkennen, daß einige Gebiete behandelt worden sind, die im I. Band noch fehlten bzw. einer gewissen Ergänzung bedurften.

Das Gebiet der Papierverarbeitung ist heute so umfangreich geworden, daß es eine dankbare Aufgabe für mich war, dem I. Teil noch einen Ergänzungsband folgen zu lassen.

Über die Blockbodenbeutel-fabrikation habe ich, wenn auch nur in gedrängter Form, im 1. Band meiner „Papierverarbeitung“ berichtet, wobei die Großpapiersackherstellung leider überhaupt nicht behandelt wurde. In diesem Band nimmt die Beutelfabrikation einen großen Raum ein mit Rücksicht auf die Bedeutung, welche diese Erzeugnisse im Verpackungsgewerbe derzeitig haben und weitergewinnen werden in dem Maß, wie die Selbstbedienungsläden für Lebensmittel an Zahl zunehmen, in denen nur noch abgepackte Erzeugnisse in wirkungsvollen, meist farbig bedruckten Packungen angeboten werden.

Ich habe in Verbindung mit den bekanntesten Lieferfirmen für die einschlägigen Maschinen diese selbst zu Worte kommen lassen, um eine sachlich richtige Darstellung der maschinellen Heranarbeit dieser modernsten Verpackungserzeugnisse zu gewährleisten.

Mit der fabrikatorischen Herstellung von Tüten und Beuteln geht Hand in Hand auch die Entwicklung und der Einsatz von Verpackungsmaschinen, um durch deren Verwendung die manuelle Tätigkeit bei der Warenverpackung mehr und mehr auszuschließen. Ausschlaggebend dafür sind nicht nur hygienische, sondern vor allem auch wirtschaftliche Gründe.

Ich bin den führenden Firmen des Maschinenbaues besonders verbunden, die es mir nach meinen geäußerten Wünschen ermöglicht haben, die wesentlichsten

maschinellen Vorgänge auf ihren neuzeitlichen Maschinen in sachlich richtiger Darstellung den Lesern zugänglich zu machen, um dadurch einmal den Gesichtskreis der dafür interessierten Fachleute zu erweitern und im weiteren Sinne auch denen, die es einmal werden wollen.

Dieses Buch enthält u. a. auch Kurzabhandlungen über Themen, die erschöpfend behandelt wurden im papiertechnischen Teil des 1955 in zweiter vermehrter und verbesserter Auflage erschienenen praktischen Handbuches „Aus der Betriebspraxis der Druck- und Papierverarbeitung“¹⁾.

Es wird in diesem neuen Fachbuch berichtet über die Druckpapiere, soweit deren Oberfläche durch die Veredelung für die Weiterverarbeitung vorbereitet wird, sei es durch Satinage, durch das Streichen oder die Beschichtung mit Kunststoffen.

Die Frage der Raumluftgestaltung ist von sehr vielen Firmen in der Nachkriegszeit seitens der graphischen Gewerbes als eine Notwendigkeit erkannt worden. Die Klimatisierung in den Betriebs- und Lagerräumen der papierverarbeitenden Industrie ist von besonderer Wichtigkeit für die Pflege und Behandlung des Werkstoffes Papier.

Bei der Themengestaltung wurde aus diesem Grunde der Klimatisierung ein Kapitel (zwei Beiträge) eingeräumt, um einigen Firmen Gelegenheit zu geben, über ihre Erfahrungen auf diesem Gebiet zu berichten und diese in sachlichen Darstellungen dem Interesse der Papier- und Druckfachleute näherzubringen.

In einer Berliner Abendzeitung fand ich eine Notiz „Auf das Klima kommt's an“ folgenden Inhalts: „Amerikanische Unternehmen, die den Bau von Klima-Anlagen betreiben, haben in den letzten Jahren eine stürmische Entwicklung genommen. — Seit wir aufgehört haben, über das Wetter zu schimpfen und anfangen haben, etwas dagegen zu tun, hat die Klima-Anlagen-Industrie sich um 6000 Prozent vergrößert“, erklärten amerikanische Wirtschaftsfachleute. Wesentlich beigetragen zu dieser Entwicklung hat die Erkenntnis, daß in wohltemperierten Räumen viel schneller und besser gearbeitet wird.

Eine Empfehlung klimatechnischer Hilfsmittel und Anlagen scheint mir für den großen und vielseitigen Interessentenkreis der gesamten Papierverarbeitung einschließlich des graphischen Gewerbes von besonderem Wert zu sein.

Die Lektüre dieses Fachbuches sei allen unseren Papierfachleuten und denen empfohlen, die es noch werden wollen. Mögen recht viele daraus die erwünschte Nutzenanwendung für die eigene Praxis ziehen und zwar alle, die in enger Verbindung stehen mit dem Werkstoff Papier, der das Ausgangsmaterial ist für die vielseitigen Sparten der Papierverarbeitung.

¹⁾ Das 1954 erschienene praktische Handbuch von Walter Hess „Aus der Betriebspraxis der Druck- und Papierverarbeitung“ brachte der Technische Verlag Herbert Cram, Berlin W 35, Genthiner Straße 13, heraus. Das Buch enthält 144 Seiten, DIN A 5, ist in Halbleinen gebunden und kostet DM 7,80. Es erschien bereits als zweite, vermehrte und verbesserte Auflage.

Ich möchte nicht versäumen den Herren, die im Textteil als Mitarbeiter genannt sind, sowie auch den ungenannten, meinen Dank auszusprechen für die wertvollen Beiträge zu diesem Fachbuch.

Die ständige Bereitschaft, an allen Erscheinungen der Technik unvermindert Anteil zu nehmen, ist als eine glückliche Voraussetzung dafür anzusehen, auch den Nachfolgenden von dem aufgespeicherten Reichtum an Wissen freigebig abzugeben.

Berlin 1960

WALTER HESS

Inhaltsverzeichnis

Geleitwort	3
1. Kapitel: Druckpapiere — behandle und pflege sie richtig	9
Die Lagerung gestrichener Papiere	9
Papier auf Reisen	11
2. Kapitel: Klimatisierung in Druckereien	14
Bedeutung der Luftfeuchtigkeit im graphischen Gewerbe	14
Dickenzunahme voluminös gearbeiteter Papiere infolge Klimatisierung bei hoher Luftfeuchte	21
3. Kapitel: Die Oberflächenbehandlung von Papier	30
Die Oberflächenbehandlung von Druckpapieren	30
Satinage der Papiere	30
Das Streichen des Papiers	33
Die Oberflächenleimung	34
Das Prägen, Pressen, Gaufrieren	34
Das Kalibrieren von Hollerith-Karton	35
Das Wetterfestmachen des Papiers und das Zelluloidieren	40
Sind die Probleme des Heißkalandrierens gelöst?	43
4. Kapitel: Die Verarbeitung von Kunstdruckpapieren	48
Allgemeines über die Kunstdruckpapiere	48
Das Bedrucken von Mattkunstdruckpapieren	50
Mehrfarbindruck auf matten Kunstdruckpapieren	55
5. Kapitel: Die Oberflächenveredelung von Papieren durch Beschichten	59
Die Verarbeitung empfindlicher Kunststoffdispersaonen mit der Luftbürste	62
6. Kapitel: Die farbigen Überzugspapiere	64
Die Buntpapiere, ihre Beschaffenheit und Verwendung in der schmückenden Industrie	64
Die Beschaffenheit der Beklebe- und Überzugspapiere	68
Gespritzte Papiere	72
Igraf-Velament	76

7. Kapitel: Die buchbinderische Be- und Verarbeitung von Papier-	
nutzen (Papierzuschnitten)	80
Die Buchbinderei in der Papierverarbeitung	80
Schneiden, Perforieren (Fußantrieb, maschinell,	
automatisch), Nuten, Lochen, Bohren, Ösen	
und Nieten	80
Papierzuschnitte und ihre Verarbeitung	88
Das Stanzen, Werkzeuge und Maschinen	88
Rollenschneid- und Wickelmaschinen	92
Das Kleben in der Papierverarbeitung	99
Neue naturgesetzlich begründete physikalische Er-	
kenntnisse über die Klebetechnik	99
8. Kapitel: Großpapiersackherstellung	109
Der Großpapiersack und seine maschinelle Herstellung .	109
Die moderne Papiersackherstellung	125
9. Kapitel: Die maschinelle Herstellung von Tüten und Beuteln . .	132
Neuzeitliche Maschinentypen als Voraussetzung zur wirt-	
schaftlichen Fertigung von Verpackungsmaterial	139
Blockbodenbeutel aus Papier und Zellglas für Füllgüter,	
Tragetaschen, Grammophonplatten u. a. m.	
10. Kapitel: Papierspezialitäten	154
Der Lampenschirm aus Karton	154
Herstellung von Papierservietten	157
Vom Knallbonbon und seiner Herstellung	159
Spitzenpapiere	161
Papierwolle	164
Über die Herstellung von Trinkhalmen	166
Fliegenfänger	167
Neuzeitliche Automaten zur Herstellung von Toilettenpapier-	
rollen und Gesichtshandtüchern	170
Maschinen für Briefhüllen sowie vollautomatische Maschine	
zum Falzen kleinformatiger Gebrauchsanweisungen	174
Kapselmaschine mit Drehtisch	176
11. Kapitel: Neuzeitliche maschinelle Verpackungsmöglichkeiten	177
Das Verpacken flüssiger Produkte in Papierbehältern . .	177
Verpackungsmaschinen	189
Hochleistungs-Verpackungsmaschine für graphische Er-	
zeugnisse	191
12. Kapitel: Die Herstellung der Zigarettenhülsen und Zigarettenbüchel	193

1. Kapitel

Druckpapiere — behandle und pflege sie richtig

Die Lagerung gestrichener Papiere

Von der Lagerung des Papiers ist ein guter Teil des Gelingens der Arbeit abhängig. Jede Druckerei sollte einen oder mehrere, ihrem Betrieb angemessene Lagerräume für Papier besitzen.

Druckpapiere, insbesondere gestrichene Sorten, müssen trockene Lagerräume haben. Das ist eine unabdingbare Forderung. Die Luft in dem Lagerraum darf nicht zu viel Feuchtigkeit enthalten. Es ist deshalb notwendig, besonders im Winter und in den Übergangszeiten auf eine geordnete Temperaturregelung zu sehen. Vor der Verarbeitung auf der Maschine muß das Papier unbedingt einige Zeit der Temperatur des Maschinensaales zur klimatischen Angleichung ausgesetzt werden. Das Anbringen von instrumentalen Hilfsmitteln zwecks Feststellung von Temperaturschwankungen ist dringend geboten.

Da Stein ein schlechter Wärmeleiter ist, empfiehlt es sich, in Lagerräumen die Wände aus diesem Material mit Holz zu verschalen. Doch genügt es auch bei Lagerung von Papier, dieses nicht bis dicht an die Wand zu packen, sondern vielmehr $\frac{1}{2}$ Meter Spielraum zu lassen. Dadurch wird vermieden, daß die Feuchtigkeit aus der Wand, insbesondere bei gestrichenen Papieren, in den Strich des Papiers übergeht.

Gestrichene Papiere wird man nicht ohne weiteres auf den Fußboden des Lager-raumes auflegen, ohne vorher als isolierte Schicht einige starke ebene Bretter darauf gelegt zu haben, weil dadurch dem Eindringen der Feuchtigkeit in den Papierstoff vorgebeugt wird. Die Bogen, die im Stoß oben und unten liegen, sind ohnehin dem Drucker als Störenfriede in puncto Passen wohlbekannt. Ein Unterstellen dieser flachliegenden Bretter mit starken Eckklötzen ist zu empfehlen, weil das wichtig ist für gleichmäßige Temperierung des Papiers.

Es empfiehlt sich bei gestrichenen Papieren, von denen 100 Bogen in die Pakete gepackt sind, je 50 mit der Stirnseite gegeneinander zu legen, weil dadurch eine bessere Lage des Papiers erzielt wird. Die Pakete sollen so gepackt werden, daß ihre Schmalseite offen (also unverklebt) bleibt, damit das Papier sich gleichmäßig

dehnen kann. Die Feuchtigkeit im Papier verdunstet bei den unausbleiblichen Temperaturschwankungen im Lager, und die Folge davon ist, daß sich das Papier zu dehnen beginnt. Wenn nun alle Seiten der Packpapierumhüllung verklebt sind, so hat das Papier keinen Spielraum. Die Folge ist, daß sich die Bogen werfen, wodurch die Papierstöße in eine schlechte Lage kommen. Da hilft zuweilen selbst Zwischenlegen von starken, ebenen Brettern nicht. Als logische Folgerung zu dem soeben Gesagten sei hier die Lehre gezogen, die Schmalseite unverklebt zu lassen. Es genügt vollkommen, wenn an der Stirnseite (Schmalseite) der Pakete ein unverklebter Papierüberschlag vorhanden ist. Wenn das Umschlagpapier zu fest ist, kommt es zuweilen bei empfindlichen Papieren vor, daß sich durch das Aufeinanderlegen vieler Pakete die verklebten Papierenden auf den Inhalt abdrücken und einen störenden Grat hervorrufen.

An jedes Paket sollte schon in der Papierfabrik — Sortier- und Packraum — ein Zettel geklebt werden, der die Herkunft, das Gewicht des Papiers, Sortenbezeichnung, Format, Laufrichtung und vor allen Dingen das Datum der Herstellung erkennen läßt.

Um bei doppelseitig gestrichenen Papieren die druckfähige, meist zweimal gestrichene Seite leicht kenntlich zu machen, ist es zweckmäßig, auf die Vorderseite der Pakete entsprechende Vermerke zu kleben „Vorderseite liegt oben“, dann weiß der Drucker sofort, welches die zur Aufnahme der Druckfarbe geeignete Seite ist „Zweite Wahl“, die bestimmungsgemäß prozentual der angefertigten Menge mitgeliefert wird, sollte als solche ebenfalls gleich an der Außenseite der Pakete kenntlich gemacht werden, vielleicht durch Aufkleben farbiger, knallroter Zettel.

Bei größeren Anfertigungen, die in Teillieferungen an den Besteller gelangen, ist es durchaus zweckmäßig, stets einen Teil der zweiten Wahl bei den Teilsendungen mitzuliefern. Dem Besteller ist dadurch die Möglichkeit gegeben, bei seinem Verbrauch einen bestimmten Prozentsatz abzustoßen. Das ist schwer möglich, wenn er schließlich mit der letzten Sendung die gesamte zweite Wahl mitgeliefert erhält.

Die Lagerung gummierter Papiere ist besonders zu beachten. Diese Papiere werden heute meistens als „nicht rollend“ angeboten, was sie auch nicht tun, wenn sie in einem Lagerraum aufbewahrt werden, in dem gleichmäßiger Feuchtigkeitsgehalt und Temperatur sind. Bei ihnen wird die Luftfeuchtigkeit wie im Maschinensaal eher gering als reichlich angenommen. Gummierte Papiere lagert man am besten, indem man die einzelnen Lagen Schicht gegen Schicht oder Papier gegen Papier legt; man begegnet auf diese Weise dem Einkrümmen der Kanten am besten. Wenn also auf die Lagerung der Papiere besonders geachtet wird, lassen sich von vornherein Schwierigkeiten durch schlechte Passer während des Druckes vermeiden.

Der Transport der Papiere in den Maschinensaal muß mit aller Sorgfalt vorgenommen werden. Es ist verwerflich, die Pakete zusammenzulegen und sie in

gerolltem Zustand an ihren Bestimmungsort gelangen zu lassen. Man lade sie bei etwaiger Fahrstuhlbenutzung so ein, daß sie gut übereinander liegen und ein Bestoßen der Ecken ausgeschlossen erscheint. Bei der Herausnahme des Papiers aus dem Fahrstuhl und bei Weiterbeförderung lasse man die gleiche Vorsicht walten wie beim Einladen.

Es empfiehlt sich, zu der Besorgung dieser Arbeiten nicht ungeübte Leute zu nehmen, da diese mehr Schaden anrichten, als sie dem Betrieb nützen können. Eingearbeitetes Personal zu haben, ist selbst bei solchen anscheinend unwichtigen Arbeiten von nicht zu unterschätzendem Werte. Das Einreihen in die Regale ist zuweilen mit Schwierigkeiten verbunden. Bei großen Formaten werden stets zwei Mann zur Verfügung stehen müssen, die das Papier an Ort und Stelle bringen. Bei kleinen Formaten wird eine Person genügen. Diese muß aber mit den Papieren umzugehen verstehen, weil sonst leicht mit der Möglichkeiten gerechnet werden muß, daß die Papiere Kniffe bekommen. Es ist sehr zweckmäßig, nicht jedes Paket umzuschlagen, sondern es auf ein flaches Brett zu legen und das Paket so in das Regal zu tun.

Das Brett wird dann wieder fortgezogen und zur weiteren Benutzung verwendet. Dadurch ist die Möglichkeit, Kniffe in das Papier zu bekommen, ausgeschlossen, wodurch der glatte Verlauf der Verdruckbarkeit der Auflagebogen günstig beeinflußt wird.

Papier auf Reisen

In einer nicht gar zu lange zurückliegenden Zeit, während der wir wirtschaftlich nicht gerade in hohen Tönen sprachen, nämlich während der ausgesprochenen Papierknappheit, damals erschien es hochtrabend von „Papier unterwegs“ zu sprechen. Wir waren heilfroh, wenn die amtlichen Zuteilungsstellen wenigstens einige tausend Bogen durch den Großhandel bewilligten.

Wir messen aber heute, eineinhalb Jahrzehnte später, wieder mit der großen Elle, denn der „Engpaß Papier“ dürfte als überwunden gelten, wenn auch zeitweilig gewisse Schwierigkeiten der Fabrikation — wie z. B. die Knappheit an Zellulose am Inlandsmarkt — auftreten, die zum Teil längere Anfertigungszeiten bedingen, als den Abnehmern genehm ist.

Aber auch die auf mannigfache Ursachen zurückzuführenden nicht seltenen Preisschwankungen sind in wirtschaftlicher Beziehung Hindernisse im sonst reibungslosen Ablauf der Produktionsfluktuation.

Im Sortiersaal der Papierfabrik werden die fertiggestellten Papiere auf Fehler durchgesehen und verpackt, die Rollen versandfertig gemacht. Die beste Fertigung verliert an Wert, wenn nicht der weiteren Behandlung der fertigen Erzeugnisse genügende Sorgfalt gewidmet wird. Es ist falsch, gerade beim Papier an der Verpackung sparen zu wollen. Nachstehende, der Praxis entstammende Ausführungen sollen Anregungen geben, Formatpapiere ordnungsgemäß zu verpacken, zu versenden und zu lagern.

Packt man zu viele Papierbogen in ein Paket, so besteht immer die Gefahr, Kniffe in die Lagen zu bekommen, abgesehen davon, daß der Transport größerer Pakete womöglich noch in außergewöhnlichen Formaten immer mit besonderen Schwierigkeiten verbunden ist.

Kisten mit Papieren sollen, wenn flachliegendes Lagern nicht möglich ist, so gestellt werden, daß sie nach einer Schmalseite hin reichlich freien Raum vor sich haben. Dann kann sich das Papier besser dehnen und kann sich nicht werfen.

Beim Auspacken lockert man den Deckel der Kiste, verbindet ihn mit einem Strick mit dieser, stürzt die Kiste vorsichtig um, so daß der Deckel auf den Boden zu liegen kommt und hebt die Kiste vorsichtig ab.

So können selbst ungeübte Leute das Papier, ohne es zu beschädigen, auspacken. Große gefüllte Kisten sollte man stets flach von dem Wagen, der den Transport besorgt, abheben.

Beim Auspacken findet man den Inhalt häufig an den Ecken des Papiers beschädigt. Ist dann noch der Beschnitt etwas knapp, so entstehen leicht unliebsame Papierverluste, zumal bei Ballenpackungen, wenn man sie der Einfachheit halber gekantet hat, so daß das ganze Gewicht des Ballens auf einer Stelle ruht. Man sollte daher auch die Ecken der Ballen mit einem Schutz versehen und einen Zettel anbringen „Vorsicht beim Entladen, Ecken und Kanten schonen!“

Auch vor Wetterschäden ist eine Papiersendung zu schützen. Selbst bei trübem, feuchtem Wetter sollte die Sendung immer auf den Fahrzeugen zugedeckt sein.

Rote Zettel „Achtung, Papier, das vor Nässe zu schützen ist“ unterstützen solche Bestrebungen.

Trifft man einen unzweckmäßig verpackten Ballen, der feucht geworden ist, so läßt man ihn zunächst unaufgeschnürt in einem trockenen, nicht zu warmen Raum austrocknen. Dennoch kann man auch durch diese Hilfsmaßnahmen ein Welligwerden nicht immer vermeiden.

Hochwertige Papiere versendet man am besten in festen, verschraubten, notfalls vernagelten Kisten. Wenn diese Transportkisten immer wieder der Papierfabrik zur Neufüllung zugeschickt werden, so wird ein solcher Kistentransport selbst für mittelfeine Papiere wirtschaftlich lohnend. Gestrichene Papiere sollte man aber ausschließlich in dauerhafte Kisten vernagelt versenden.

Die Papierfabriken können die erzeugten Stoffe wegen Raum Mangels meist nur kurze Zeit bei sich behalten. So kommt es, daß nicht selten das Papier bei einem Spediteur am Ort des Empfängers eingelagert wird, bis das Papier in Benutzung genommen wird.

Man sollte immer daran denken, daß der Verschiedenartigkeit der Güter, mit denen Spediteure zu tun haben, kaum deren Kenntnis für die Empfindlichkeit von Papieren gegenüber Feuchtigkeits- und Temperaturwechsel voraussetzen kann. Laufende Aufklärung der Spediteure über die Einflüsse von Witterung, insbesondere von Nässe auf Papier, ist am Platze.

Über den Zustand der Papiere bei den Verarbeitungswerken sollten sich auch die Vertreter der Papierfabriken einmal Rechenschaft ablegen, nicht immer nur dann, wenn eine Klage geäußert wird, sie sollten auch in Fällen ordnungsmäßiger Lieferung sich einmal von dem Zustand der Ware nach Ankunft im Verarbeitungswerk überzeugen.

Papiere, die von der Fabrik in Kisten verschickt werden, sollen nicht sogleich wieder in zurückgekommene leere Kisten verpackt werden. Man muß die mit dem Versand betreuten Personen anweisen, keinesfalls etwa feucht gewordene Kisten sofort wieder zu verwenden. Wenn nasse Kisten zurückkommen, so kann das daran liegen, daß sie schon beim Spediteur und dann vielleicht noch nach Entnahme des Inhalts ungebührlich lange auf den Höfen der Druckereien herumstanden.

Beanstandungen von Lieferungen besonders wegen schlechter Lage des Papiers sind leider nur zu oft auf das Verschulden der Abnehmer zurückzuführen.

Demgegenüber liegt der Fehler bei der Papierfabrik oft darin, daß die Versandkisten zu groß gewählt werden, so daß sie dann mit Ausstopfmaterial, Pappe und Papierspänen gefüllt werden, wo es bestimmt angebracht wäre, lieber noch fünfzig Bogen des Auflagepapiers mit hineinzupacken, was jeder Abnehmer gewiß mit in Kauf nehmen würde. Gerade die Folgen des Ausstopfens an den Seiten der Kisten können recht unangenehm werden.

Durch längeres Stehen der Kisten „versteht sich“ das Papier. Die Ecken stauen sich, weil die Papierpakete nicht immer bis zum Kistenrand reichen. Das ist eine für den Verarbeiter recht unangenehme Erscheinung.

2. Kapitel

Klimatisierung in Druckereien

Bedeutung der Luftfeuchtigkeit im graphischen Gewerbe¹⁾

Wir wollen uns mit einigen Ihrer wichtigsten Betriebsschwierigkeiten befassen:

- elektrostatische Aufladung des Papiers
- schlechtes Funktionieren des Anlageapparates
- Anliegen der frischen Farbe auf der Rückseite des Druckbogens
- Passerdifferenzen bei Mehrfarbendruck
- sich verändernde Walzendurchmesser
- mangelhafter Durchlauf in der Falzmaschine
- welliges Papier
- brüchiger Karton
- ungenügende Reißfestigkeit der Papierbahn bei Rotationsdruck
- zu hoher Staubgehalt der Luft
- Winterabsenzen des Personals

und zeigen, wie und warum diese Schwierigkeiten durch eine richtige Luftbefeuchtung vermieden oder behoben werden können.

Als Grundlage der Ausführungen müssen wir in erster Linie den Mechanismus der Luftfeuchtigkeit und deren Verhältnis zur Temperatur erklären. Wenn wir dabei schon vielfach Bekanntes wiederholen, so können wir vielleicht doch noch dieses oder jenes Wissenswerte erklären.

¹⁾ Die vorstehende Ausarbeitung zu dem Thema „Klimatisierung“ wurde mir als Herausgeber von der deutschen Generalvertretung der „Defensor, Aktiengesellschaft, Zürich“, der Elektrizitätsgesellschaft Alfred Kaut & Co., Wuppertal-Elberfeld, für mein Buch zur Verfügung gestellt.

In meinem 1954 in zweiter, vermehrter und verbesserter Auflage erschienenen Fachbuch „Aus der Betriebspraxis der Druck- und Papierverarbeitung“ wurde das Thema „Klimatisierung in der Papier- und Druckindustrie“ aus sachkundiger Kenntnis der Verfasser ausführlich behandelt.

Das Buch erschien im Technischen Verlag Herbert Cram, Berlin W 35, 144 Seiten, DIN A 5, Halbklein, Preis DM 7,80.

Im übrigen sei auf die Anzeigen einschlägiger Firmen für dieses Sondergebiet in dem vorliegenden Fachbuch hingewiesen.

Im Zusammenhang mit der Luftfeuchtigkeit sind folgende Begriffe und physikalische Gegebenheiten von Bedeutung:

Feuchtigkeit — Darunter wird der effektive Wassergehalt eines Stoffes verstanden. Die in einem Raum vorhandenen Stoffe, z. B. Papier, wie auch der Luft, haben die Tendenz, ihren Feuchtigkeitsgehalt einander anzugleichen, d. h. in das Feuchtigkeitsgleichgewicht zu bringen. Papier wie Luft sind hygroskopisch und haben entsprechend ein mit der Temperatur zusammenhängendes Wasseraufnahmevermögen und wenn dieses ungedeckt ist, einen entsprechenden Sättigungshunger. Ist also z. B. der Sättigungshunger der Raumluft größer als der des darin gelagerten Papiers, so wird die Luft dem Papier den Überschuß an Feuchtigkeit entziehen, bis das Gleichgewicht erreicht ist. Dies ist der einfache Mechanismus des Trocknens und Austrocknens. Wenn daher ein Austrocknen des Lagergutes unerwünscht ist, wie ganz besonders in Ihrem Gewerbe, muß der Feuchtigkeitsgehalt der Luft so hoch gehalten werden, daß dieser mit dem gewünschten Feuchtigkeitsgehalt des Lagergutes bereits im Gleichgewicht ist und diesem somit keine Feuchtigkeit mehr entziehen kann.

Von ebenfalls wesentlicher Bedeutung ist nun, daß dieses Feuchtigkeitsgewicht durch Temperaturveränderungen, wie sie sich schon allein durch klimatische oder Betriebsverhältnisse ergeben, gestört werden kann. Da durch eine Temperaturerhöhung das Aufnahmevermögen und damit der Sättigungshunger der Luft ansteigt, wird ohne zusätzliche Befeuchtung der Luft, diese ihren Sättigungshunger aus dem Lagergut decken und dieses entsprechend austrocknen.

Der allgemein gültige Maßstab des Feuchtigkeitsgehaltes der Luft ist die sogenannte **relative Luftfeuchtigkeit**, indem mit „X% relative Luftfeuchtigkeit“ der in der Luft effektiv vorhandene Wassergehalt im Verhältnis zur Wasserdampfmenge angegeben wird, die bei der gegebenen Temperatur zur völligen Sättigung der Luft notwendig ist. Wenn also z. B. bei 10° C die gesättigte Luft maximal 9,4 g Wasserdampf pro m³ Luft enthalten kann, und effektiv nur 4,7 g darin enthalten sind, so beträgt die relative Luftfeuchtigkeit 50%. Wird nun diese Luft auf 20° C erwärmt und damit der Sättigungshunger dieser Luft bis auf 17,31 g pro m³ erhöht, so fällt bei gleichbleibendem effektivem Wasserdampfgehalt von 4,7 g die relative Luftfeuchtigkeit auf ca. 25%.

Zur Illustration diene folgendes:

In eine Stulpschachtel wird ein kleiner Würfel oder eine Kugel gelegt und die Stulpschachtel völlig geschlossen (1). Das innere Volumen der Stulpschachtel stellt das Wasseraufnahmevermögen der Luft bei der Temperatur X dar und das Volumen des kleinen Würfels die effektiv vorhandene Wasserdampfmenge. Das Verhältnis der beiden Volumen zueinander ist die relative Luftfeuchtigkeit. Wenn Sie nun die beiden Teile der Stulpschachtel auseinander ziehen, bis sie sich nur noch berühren (2), so illustriert das den wachsenden Sättigungshunger der Luft bei steigender Temperatur. Das Volumen des kleinen Würfels ist gleich geblieben,

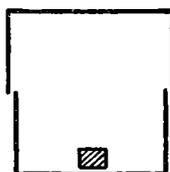
doch hat sich das Verhältnis zum Schachtelvolumen geändert und damit die relative Luftfeuchtigkeit.

Bei steigender Temperatur und gleichem Wasserdampfgehalt sinkt also die relative Luftfeuchtigkeit und steigt der Sättigungshunger der Luft. Bei Abkühlung der Luft und gleichbleibendem Wasserdampfgehalt hingegen, steigt die relative Luftfeuchtigkeit und zwar bis der Taupunkt erreicht ist. Mit Taupunkt wird dabei derjenige Temperaturgrad bezeichnet, bei welchem vorher ungesättigte Luft durch Abkühlung zu gesättigter Luft wird und bei weiterer Abkühlung unter den Taupunkt Wasserdampf frei wird und in Form von Nebel ausfällt.

Abb. 1



Abb. 2



Aus diesem Feuchtigkeitsmechanismus ergeben sich daher für die Luftbefeuchtung von Herbst bis Frühling folgende praktische Folgerungen:

K a l t e A u ß e n l u f t, auch mit hoher relativer Feuchtigkeit, die durch Fensterlüftung oder ein Ventilationssystem in den Raum gelangt, wird durch die nachherige Beheizung zu warmer Luft mit niedrigerer relativer Feuchtigkeit und höherem Sättigungshunger, also zu sogenannter trockener Luft.

Daraus erklärt sich auch die Illusion, daß im Winter durch Öffnen der Fenster und das Einströmenlassen von selbst sehr feuchter Außenluft die relative Luftfeuchtigkeit im Raum erhöht werden könnte. Das Gegenteil ist der Fall, indem nämlich bei einem „Lüften“ des Raumes mit Außenluft von 0°C und 100% relativer Luftfeuchtigkeit (Nebel), beim Erwärmen der Luft auf eine Raumtemperatur von 20°C die relative Luftfeuchtigkeit auf ca. 25% fallen wird!

Um also die für den Fabrikationsprozeß und die für das Wohlbefinden des Personals nötige relative Luftfeuchtigkeit von 55—65% zu erreichen, muß nach einem Luftwechsel der Raumluft zusätzlich Wasserdampf zugeführt werden.

Dieser Bedarf an zusätzlichem Wasserdampf ist überraschend hoch und beträgt z. B. bei einer Temperatur von 20°C und einer gewünschten Steigerung der relativen Luftfeuchtigkeit um 20% allein pro 100 m^3 L u f t nicht weniger als $\frac{1}{2}$ Liter Wasser.

Für die Sommer-Luftbefeuchtung gilt analog:

Heiße, trockene Außenluft muß durch zusätzliche Wasserzufuhr auf die notwendige relative Luftfeuchtigkeit gebracht werden. Gleichzeitig kann durch den Übergang des zerstäubten Wassers in die Dampfform eine Abkühlung des Raumes um einige $^{\circ}\text{C}$ erreicht werden. Es ist allerdings darauf zu achten, daß die rela-

tive Feuchtigkeit ca. 65% nicht übersteigt, da sonst „tropische Verhältnisse“ entstehen, die für das Personal unangenehm sind.

Diese Zusammenhänge werden Ihnen sicherlich die Ursachen der während vielen Monaten des Jahres mit der Natur Ihres Gewerbes verbundenen „zu trockenen Luft“ erklären und damit auch die Ursache der oben erwähnten Arbeitsschwierigkeiten.

Schon bei der Fabrikation erhält das Papier in der Trockenpartie der Papiermaschine eine elektrostatische Aufladung, die es in zu trockenen Lagerräumen nicht ableiten kann. Die Druckmaschine selbst wird dann dem Papier nochmals eine Aufladung geben und das Resultat sind die „klebenden Druckbogen“, Störungen beim Anlageapparat, ein Ablegen der frischen Farbe auf der Rückseite des Druckbogens, weil diese zu stark aneinander haften, Spuk in der Falzmaschine und anderes mehr.

Bei schwankenden Luftfeuchtigkeitsverhältnissen entstehen Passerdifferenzen im Mehrfarbendruck, indem sich das Papier je nach dem Feuchtigkeitsgehalt in den Dimensionen verändert.

Die lästige Veränderung der Druckwalzendurchmesser hat die gleiche Ursache.

Welliges Papier stammt vom mangelnden Feuchtigkeitsgleichgewicht von Papierstapel und umgebender Luft her.

Brüchiger Karton ist zu stark ausgetrocknet.

Eine ungenügende Reißfestigkeit des Papiers wird durch zu geringen Feuchtigkeitsgehalt gefördert.

Ein zu hoher Staubgehalt der Luft hat zur Ursache, daß die Partikel durch Austrocknung zu leicht und deshalb durch jede Luftbewegung aufgewirbelt werden und sich dann lange Zeit in der Luft schwebend halten können.

Mangelndes Wohlbefinden, ungenügende Leistungsfähigkeit, Husten, benommener Kopf, nervöse Unruhe und erhöhte Erkältungsgefahr des Personals sind auf die ausgetrocknete Nasen- und Halsschleimhäute zurückzuführen.

Alle diese Übel sind durch eine genügende Luftfeuchtigkeit zu beheben, wobei sich nach eingehenden Untersuchungen eine relative Luftfeuchtigkeit von ca. 65% als für Ihre Industrie am zweckmäßigsten erwiesen hat.

Die elektrostatische Aufladung wird abgeleitet und vernichtet

Anlage und Falzapparat laufen einwandfrei

Papier und Druckwalzen behalten ihre Dimensionen

Im Feuchtigkeitsgleichgewicht gelagertes Papier wellt nicht

Karton bricht nicht beim Rillen und Stanzen

Papierbahnen haben selbst bei hoher Zugbeanspruchung eine genügende Festigkeit

Die Staubpartikel werden beschwert und sinken ab

Der Feuchtigkeitshaushalt des Menschen bleibt im Gleichgewicht, wodurch das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit gesteigert werden.

Für die somit als absolute Notwendigkeit erwiesene Luftbefeuchtung stehen grundsätzlich 3 Möglichkeiten zur Verfügung:

1. Die Klimaanlage

Eine solche kann natürlich ziemlich ideale Verhältnisse schaffen, indem sie nicht nur die Feuchtigkeit, sondern auch die Temperatur der Raumluft reguliert und durch Vorschaltung geeigneter Filter auch den Staub aus der Luft entfernt. Diese Anlagen sind aber sehr kostspielig und um so teurer, je höher die relative Luftfeuchtigkeit in den klimatisierten Räumen sein muß. Über die Anlagen hinaus muß mit sehr hohen Installationskosten gerechnet werden, die bei Altbauten meist sogar prohibitiv sind.

Überdies wird bei Klimaanlage oft für eine Anzahl Räume eine mittlere Luftfeuchtigkeit und Temperatur gewählt werden müssen, was dann in einzelnen Fabrikationsstellen infolge ungenügender Luftfeuchtigkeit zu Unzulänglichkeiten führen kann. Selbst in solchermaßen klimatisierten Betrieben wird daher ein kleiner, handlicher Befeuchtungsapparat eine unumgänglich notwendige Ergänzung sein.

2. Verdunstergeräte

Durch eine Vergrößerung der Wasseroberfläche mittelst z. B. Kieselgur, einem Ventilator und allfällig einem Heizelement, wird Wasser als kalter Dampf in die Raumluft ausgestoßen. Trotz sehr hohem Energieverbrauch ist die Leistungsfähigkeit dieser Geräte aber nur sehr beschränkt und übersteigt in der Regel 1 Liter pro Stunde nicht. Überdies nimmt die Leistungsfähigkeit des Verdunsters auch proportionell zur ansteigenden relativen Luftfeuchtigkeit ab und über 60% relativer Luftfeuchtigkeit ist der Wirkungsgrad praktisch Null. Diese Geräte haben auch den Nachteil, daß die oberflächenvergrößernden Einsätze durch Staub, Kalk und andere Luftunreinigkeiten leicht verstopfen und der Wirkungsgrad sehr rasch stark reduziert wird. Weiterhin können sich an den Oberflächen dieser Einsätze leicht Bakterien und Pilzkulturen entwickeln.

3. Zerstäubergeräte

Dieses sind die für die Industrie einzig wirtschaftlichen Befeuchtungsapparate, da die Vernebelung des Wassers rein mechanisch erfolgt und die Leistung daher von der bestehenden Raumluftfeuchtigkeit praktisch unabhängig ist. Am vorteilhaftesten sind düsenlose Zentrifugalzerstäuber, wie sie DEFENSOR-Luftbefeuchter darstellen.

Bei diesen wird das Wasser aus dem Behälter auf eine Turbine aufgesogen und über einem patentierten Schleuderrechen zerrissen, wobei durch die nachfolgende Windsichtung nur die feinsten Tröpfchen von 1—5 μ aus dem Apparat ausgeblasen werden. Wassertropfchen dieser Größenordnung werden als sogenannte „trockene“ Aerosole bezeichnet, da sie an Oberflächen abprallen und daher nicht netzen können. Solche Aerosole haben auch eine Eigenbewegung und können sich

im Raum gleichmäßig verteilen, bis sie dann durch Verdampfung in den Molekularzustand übergehen.

Bei einem Energieverbrauch von nur 75 Watt beträgt die Aerosolleistung 3 bis 4 Liter pro Stunde.

Mit einer Stundenleistung von 2—4 Liter Wasser wird in der Regel eine ausreichende Befeuchtung von Räumen bis zu ca. 500 m³ möglich sein. Die Kapazität dieses Apparates ist jedoch nicht nur von der Raumgröße abhängig, sondern auch von der Temperatur, von der Häufigkeit des Luftwechsels, den Einrichtungen, den Wandmaterialien und selbstverständlich der Art und Menge der im Raum gelagerten Papiere und Kartons.

Bei Bedarf kann die Leistung mit einem zur Standardausrüstung gehörenden Einsatzkragen reduziert werden. Falls die Aerosole in eine bestimmte Raumrichtung geblasen werden sollen, wie z. B. bei der Montage eines Apparates an der Wand oder an einer Säule, gelangt ein Richtaufsatz zur Verwendung.

Selbstverständlich kann der Apparat auch hygrostatisch gesteuert werden, wobei entweder ein Apparat direkt oder mehrere Apparate über ein Relais geschaltet werden. Diese nur geringe Mehrkosten verursachende automatische Steuerung bietet den Vorteil einer konstant gleichmäßigen Raumluftfeuchtigkeit.

Zusammen mit einer hygrostatischen Steuerung wird der Apparat zweckmäßigerweise auch mit einer kontinuierlichen Wasserzufuhr versehen. Es stehen hierfür verschiedene Varianten zur Verfügung, um den örtlichen Verhältnissen gerecht werden zu können. In der Regel wird eine der folgenden 3 Möglichkeiten in Betracht kommen:

1. Becken mit Einlauf und Überlauf, wo genügend billiges Wasser und ein Ablauf zur Verfügung steht. 2. Becken mit Schwimmerventil und Überlauf, wo mit Wasser gespart werden muß und ein Wasserablauf nicht zur Verfügung steht und zu hohe Installationskosten verursacht würden.

Selbstverständlich kann eine ganze Batterie von Apparaten über 1 solches Spezialbecken gespeist und gesteuert werden, indem man die Apparate auf Niveau stellt und mit dem Steuerbecken durch kommunizierende Röhren verbindet. Eine solche Anordnung wird die geringsten Installationskosten verursachen.

Der besprochene Apparat leistet gute Dienste in kleineren Betriebs- und Lagerlokalen direkt vor einer Bogendruckmaschine, wo ein Papier besondere Schwierigkeiten macht, bei der Falzmaschine, direkt beim Papierrollen - Ablauf, wo das Papier eine ungenügende Reißfestigkeit hat, vor Stanzriegeln, wo der zu verarbeitende Karton spröde ist, vor Kaschiermaschinen, wo das zu kaschierende Papier zu trocken ist, in der Ausrüsterei von gestanzten Kartonagen zur Staubbekämpfung, als Zusatzgerät in klimatisierten Betrieben u. a. m., oder als Befeuchtungsanlage ganzer Betriebe und Lagerräume, wo die dezentralisierte Aufstellung der einzelnen Apparate entweder eine gleichmäßige Befeuchtung auch großer Räumlichkeiten oder dann eine allfällig gewünschte Zonenbefeuchtung ermöglicht.

Ein Wort zur Feuchtigkeitskontrolle! Diese erfolgt landläufig mit den bekannten Haarhygrometern, die aber leider die Eigenschaft haben, nach einiger Betriebszeit eine höhere Feuchtigkeit anzuzeigen, als im Raum effektiv herrscht und durch Umschlagung mit einem feuchten Tuch von Zeit zu Zeit regeneriert werden müssen.

Lassen Sie sich daher durch einen Blick auf Ihr Hygrometer nicht täuschen, auch wenn es 70% anzeigt.

Es war mein Bestreben als Herausgeber technischer Fachbücher, in jedem neuen Werk so aktuell wie möglich zu sein. Aus diesem Grund möchte ich noch im Anschluß an die vorstehenden Ausführungen über einen neuen Industrie - Luftbefeuchter berichten, der unter der Bezeichnung „DEFENSOR-6000“ Vorteile besitzt, da er infolge seines zweifachen Luftstromes gegen Staub aus der Raumluft unempfindlich ist.

Dieser neue Apparat ist auf dem Aerosol - Prinzip aufgebaut, d. h. das Wasser wird durch Zentrifugalschleuderung und einen besonderen Prallring in Partikel von nur ca. 5 bis 10 μ zerrissen, die dank ihrer großen Oberfläche im Verhältnis zu ihrem Gewicht sehr rasch verdunsten und in Kaltdampf, also Luftfeuchtigkeit, übergehen. Der DEFENSOR-6000 arbeitet mit zwei Luftströmen. Der mit Aerosolen gesättigte Luftfeuchtstrom steigt innen an der Außenwand des Gerätes hoch; der Hauptluftstrom, der die Aerosole und die Luftfeuchtigkeit wegträgt und im Raum verteilt, kreuzt den Feuchtluftstrom im Apparat und steigt an der Innenwand hoch. Die Vermischung des Feucht- und Trockenluftstromes erfolgt knapp über dem Apparat. Der Motor liegt also in einem trockenen Frischluftstrom und ist damit vor Feuchtigkeitsschäden geschützt.

Der für die Zerstäubung notwendige Luftstrom kann über ein Filter angesogen werden, womit das Zerstäubungsaggregat vor Staub und Verschmutzung geschützt ist.

Der trockene Hauptluftstrom passiert lediglich den Apparateoberteil. Bei staubreicher Luft kann dieser zur Reinigung ohne Werkzeug abgehoben werden.

Die Wasserspeisung erfolgt kontinuierlich über ein separates Steuerbecken. Mit einem Steuerbecken können bis zu 6 Apparate über ein kommunisierendes System gespeist werden.

Zur gelegentlich nötigen Reinigung und zum allgemeinen Unterhalt kann das Gerät ohne Werkzeug in wenigen Sekunden in seine Hauptbestandteile zerlegt und wieder montiert werden. Der Tragring bleibt fest montiert, Oberenteil und Zerstäuberaggregat werden herausgehoben und das Wasserbecken ausgehängt. In gleicher Weise ist auch das Luftfilter in Sekunden zerlegbar.

Der Apparat ist ohne Mühe und besondere Kosten montierbar. Die ganze Befeuchtereinheit — Gerät, Luftfilter und Steuerbecken — ist mit je einer Trägerkonsole ausgerüstet, die mit einigen Schrauben an der Wand oder an einem Pfeiler befestigt werden kann. Es sind lediglich noch Strom und Wasser anzuschließen.

Die Leistung ist von 1 bis 6 Liter über einen Drehknopf regulierbar. Der Apparat erzeugt keine überbefeuchteten Zonen in der Umgebung des Apparates; es besteht also keine Gefahr von Kondensation und einem Netzen der Einrichtungen und gelagerten Materialien. Mit ca. 600 m³ Luftumwälzung treten bei diesem Apparat keine Zuglufterscheinungen auf.

Zusammenfassung:

Der hier beschriebene Apparat, der auf Tafel II/1 gezeigt wird, hat eine optimale Leistung und erlaubt alle Annehmlichkeiten und Vorteile der Luftbefeuchtung — und dies ohne große Kosten. Er ist staubunempfindlich. Reinigung und Unterhalt sind sehr einfach; bei der Konstruktion wurde besonders darauf Bedacht genommen, daß bei Unterhalts-Arbeiten immer weniger Personal vorhanden ist und dieses immer weniger Zeit zur Verfügung hat.

Dickenzunahme voluminös gearbeiteter Papiere infolge Klimatisierung bei hoher Luftfeuchte

Von Dipl.-Ing. H e i n z M a c k ,

Dozent am Oskar-von-Miller-Polytechnikum, München

Die bei der Herstellung auf der Papiermaschine zwangsläufig im Papier entstehenden und verbleibenden Spannungen veranlassen im fertigen Papier zuweilen unerwünschte Erscheinungen wie z. B. unruhige Oberfläche, Wölben, wellige Ränder, seitliches Einrollen, Blasenbildung, Verziehen oder ungleichmäßige Flächenänderung u. ä. Der Papiermacher oder -verarbeiter hängt als Gegenmaßnahme Formatpapiere in feuchten, möglichst gleichmäßig klimatisierten Räumen aus, lagert Rollenpapiere im Kellergeschoß bei entsprechender Luftfeuchtigkeit, oder — am besten — er konditioniert Format- und Rollenpapiere in entsprechenden Geräten und Maschinen. Bis zu einem gewissen Grade verliert das Papier dadurch seine Fehler, soweit diese auf Spannungen in der Papierbahn zurückzuführen sind, die sich bei Feuchtigkeitsaufnahme mehr oder weniger verlieren. Daß sich das Papier bei der Aufnahme von Feuchtigkeit in seinen Längen- und Breitenabmessungen verändert, ist bekannt. Weniger, weil nur bei bestimmten Sorten von Interesse, wird die Tatsache beachtet, daß sich hierbei auch die Papierdicke ändert.

Aus den Veröffentlichungen zahlreicher Forscher (Rance, Pritchard, Fisher u. a.) über die Vorgänge in der Zellstofffaser und im Papierblatt beim Trocknen durch Wärme und beim Wiederbefeuchten, lassen sich folgende wesentliche Gesichtspunkte zusammenfassen:

Beim Trocknen verstärkt sich die Oberflächenspannung des im Papier befindlichen Wassers. Die „Wasserbrücken“ verkürzen sich, die Fasern rücken einander näher,

das Papierblatt verdichtet sich. Nun setzt aber noch eine zweite Phase der Papierbahnkontraktion ein, wenn nämlich das innerhalb der Faser selbst „gebundene“ Quellungswasser zu verdampfen beginnt. Dann setzt der Schrumpfung des Faserdurchmessers ein. Die Faserlänge bleibt praktisch unverändert. Gleichzeitig versuchen die Fasern sich unter dem Einfluß der Schrumpfkraft zu verdrillen. Die an der Bahnoberfläche liegenden Fasern werden gleichsam in den Stoff hineingezogen. Beträgt das Maximum der auf die Eigenschrumpfung der Faser zurückzuführende Blattkontraktion 19% des Papierblattvolumens und verteilt sich diese Volumenschrumpfung gleichmäßig auf die drei Dimensionen, dann würde die lineare Schrumpfung in der Fläche und in der Blattdicke je etwa 7% betragen (Rance).

Ein Blatt aus ungemahlenen Fasern schrumpft während des Trocknens gewöhnlich um 1 bis 2%. Diese Kontraktion geht beim Wiederbefeuchten des Papiers voll zurück. Dies ist darauf zurückzuführen, daß die beim Trocknen sich verdrillende und damit sich zugleich verkürzende Faser („Pseudoverkürzung“) sich wieder aufdrillt und zurücktordiert, sobald sie vom Wasser befeuchtet wird. Natürlich darf die Faser in einem solchen Papierblatt durch keine Bindungen an anderen Fasern festgehalten werden, wie dies z. B. bei schmierig gemahlenem Stoff der Fall ist. Es scheint, daß der auf die Schrumpfung der Einzelfaser zurückgehende Anteil reversibel ist, wohingegen der auf die Oberflächenschrumpfung zurückzuführende Schrumpfunganteil nur teilweise reversibel ist. Der letztgenannte Schrumpfunganteil äußert sich bei Wiederbefeuchten vornehmlich in einer Quellung der Papierdicke, nicht aber in einer Längs- und Querausbreitung (Pritchard).

Eine der Druckpapiersorten, bei denen die Dicke des Blattes besondere Bedeutung hat, ist das sogenannte *Dickdruckpapier*. Im Handel hat sich als Maß für derartige voluminös gearbeitete Papiersorten der Kehrwert des Raumgewichtes eingebürgert, der unter Bezeichnung „Volumen“ ein im Verkehr zwischen Drucker und Papiermacher üblicher, wenn auch nicht sehr glücklich gewählter Ausdruck geworden ist.

Dieses „Volumen“ wird errechnet aus

$$V = \frac{\text{Dicke des Papiers in mm}}{\text{Gewicht in kg/qm}}$$

und stellt die Beziehung dar zu einem nicht auftragenden Papier von 10 g/qm bei einer Dicke von 0,100 mm. Die holzfreien dickgriffigen Papiere werden bei röscher Stoffmahlung aus auftragenden Rohstoffen hergestellt.

Nachfolgende Studie soll zur Klärung beitragen, inwieweit sich durch Klimatisieren von Dickdruckpapieren Feuchtigkeitgehalt und Dicke der Papierproben ändern und welchen Einfluß das Alter solcher Papiere bzw. eine Lagerdauer von rd. 17 Jahren auf diese Vorgänge hat. Ist die eingangs erwähnte Kontraktion der Papierbahn während des Trockenvorganges zum Teil reversibel, so muß bei Feuchtigkeitsaufnahme auch eine Dickenzunahme des Papiers zu erkennen sein.

Die Ermittlung der Papierdicke mit dem Dickenmesser „Automatik“ nach Schopper schreibt einen spezifischen Tasterdruck von $1 (\pm 0,02)$ kg/qcm vor. Um das reine Aufquellen des Papiers feststellen zu können, erschien es deshalb zweckmäßig, zunächst zur Bestimmung der Blattstärke eine Meßmethode zu verwenden, bei der die Papierdicke ohne Pressung und unbeeinflusst durch den Tasterdruck gemessen werden konnte. Nach zahlreichen Versuchen erwies sich die Dickenermittlung unter dem Mikroskop mit Hilfe eines Zeiss-Okularmikrometers mit sechsfacher Vergrößerung und eines Objektivs mit 24facher Vergrößerung bei Ausleuchtung des Blickfeldes durch zwei 30-Watt-Birnen unter ganz bestimmten Lichteinfallswinkeln als geeignet. Dabei wurden die Papierproben auf harter Unterlage mit der Rasierklänge geschnitten und die Breite der Schnittfläche an dem senkrecht im Rahmen stehenden Papierblatt unter dem Mikroskop gemessen. Die nachfolgenden Dickenangaben, soweit sie ohne Vermerk in den Tabellen verzeichnet sind, stellen Mittelwerte aus 20 mikroskopischen Einzelmessungen dar.

Als Papierproben wurden neun verschiedene Industrierapiere gewählt, davon drei (nämlich die Proben Nr. 7, 8 und 9) aus Anfertigungen in den Jahren 1938/39. Bei diesen letztgenannten drei Proben handelt es sich um Papiermuster, die also ca. 17 Jahre lang im Musterschrank bei üblichen Zimmertemperaturen aufbewahrt worden waren.

Sämtliche Papierproben wurden zunächst 48 Stunden lang im Normalklima bei 65% rel. Luftfeuchtigkeit und 20° C ausgehängt. Das Flächengewicht sowie die Dicke der Papierproben in diesem Zustand und das aus diesen beiden Messungen errechnete „Volumen“ sind in Tabelle 3 zusammengestellt. Anschließend wurden die Papierproben im Klimaraum einer Luftfeuchtigkeit von ca. 95% bei 30° C Temperatur ausgesetzt. Dabei wurden die Flächengewichtsänderungen der einzelnen Proben gegenüber dem Flächengewicht bei Normalklima nach einer, zwei, drei, vier, fünf, zehn, dreißig und sechzig Minuten, sowie nach 48 Stunden ermittelt. Die Zunahme des Flächengewichts beruht im wesentlichen darauf, daß das Fasermaterial des Papiers Feuchtigkeit aufnimmt, aber auch auf der Bildung von

Tabelle 1: Kennzeichnung der Proben durch die Hersteller der Papiere

Probe Nr.	Hersteller	Firmenbezeichnung	Soll-Gewicht	Handelsbez. „Volumen“	Alter Jahr
1	A	mgl. h'fr. Daunendruckpapier	80 g/qm	1,5fach	1
2	A	„	80 „	1,75 „	1
3	A	„	80 „	1,9 „	1
4	B	mgl. h'fr. Werkdruck 1/2geleimt	80 „	1,5 „	1
5	B	„	80 „	1,75 „	1
6	B	„	80 „	2,0 „	1
7	C	„	80 „	1,75 „	17
8	C	„	100 „	1,75 „	17
9	C	dto. vollgeleimt	100 „	2,0 „	16

Tabelle 2: Stoffzusammensetzung der Proben 1 bis 9

Probe	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Fi-Sulfitzellstoff	65%	65%	65%	95%	85%	80%	50%	60%	70%
Buchenzellstoff	15%	15%	15%	5%	15%	20%	50%	40%	—
Strohzellstoff	15%	15%	15%	—	—	—	—	—	—
Aspenzellstoff	5%	5%	5%	—	—	—	—	—	30%
Faserstoffe									
zusammen	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Aschengehalt	10,9%	8,9%	9,75%	13,9%	5,7%	4,2%	12,1%	13,2%	6,4%

Tabelle 3:

Flächengewicht, Dicke nach DIN 53 111 bei Normalklima, Dicke mikroskopisch gemessen und Dickenzunahme nach Klimatisierung der Papierproben bei 95% rel. Luftfeuchtigkeit und 30° C

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Flächengewicht in g/qm bei Normalklima	83,8	82,0	79,5	84,0	86,5	84,5	84,0	97,0	100,5
Dicke in mm DIN 53 111	0,129	0,153	0,160	0,138	0,156	0,184	0,156	0,170	0,205
„Volumen“ (errechnet)	1,54	1,86	2,01	1,64	1,8	2,18	1,86	1,75	2,1
Dicke in mm (mikroskopisch) bei Normalklima	0,188	0,189	0,188	0,186	0,209	0,224	0,152	0,152	0,210
Dicke in mm (mikroskopisch) bei 95% rel. Luftfeuchte)	0,210	0,198	0,205	0,201	0,220	0,229	0,156	0,154	0,215
Dickenzunahme in mm	0,022	0,017	0,017	0,015	0,011	0,005	0,004	0,002	0,005
Dickenzunahme in %	11,7%	9,0%	9,0%	8,1%	5,3%	2,2%	2,6%	1,3%	2,4%

sehr feinem Kondenswasserniederschlag auf der Papieroberfläche. Auf dieser in der ersten Zeit der Klimatisierung beim Übergang von 20 auf 30° C Lufttemperatur auftretenden Kondenswasserbildung dürfte die Erscheinung zurückzuführen sein, daß bei den Proben Nr. 2, 3, 7 und 9 das Quadratmetergewicht nach 48-stündiger Klimatisierung bei hoher Luftfeuchtigkeit niedriger ermittelt wurde als nach einstündiger Klimatisierung. Bei diesen vier Papierproben handelt es sich um diejenigen Sorten, die gemäß Tabelle 4 Zeile c prozentual die geringsten Wassermengen aufgenommen haben. Die Meßergebnisse sind in Kurvenform in den Schaubildern Abb. 3 (1 a) und 4 (1 b) dargestellt. Der Wassergehalt der Papierproben ist aus Tab. 4 ersichtlich.

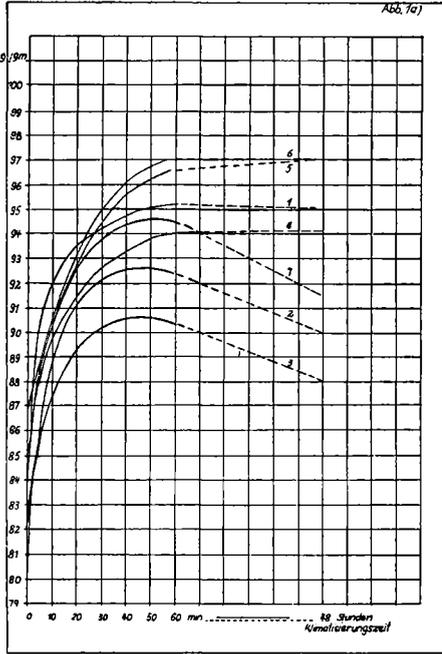


Abb. 3

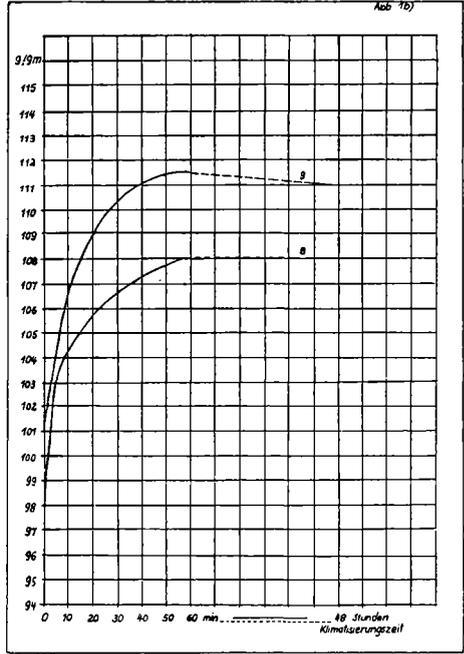


Abb. 4

Die Zunahme der Papierdicke infolge der Klimatisierung bei 95% relativer Luftfeuchtigkeit gegenüber der Dicke der Papierproben im Normalklima ist in der unteren Hälfte der Tabelle 3 zusammengestellt. Dabei wurde die Dicke in beiden Fällen mikroskopisch ermittelt. Bei den 17 Jahre alten Papieren der Probe Nr. 7 und 8 ist die mikroskopisch ermittelte Dicke im Normalklima geringer als die mit dem Schopper'schen Dickenmesser bei einem spezifischen Tasterdruck von 1 kg/qcm festgestellte Papierdicke. Ob dieser Unterschied in den Meßergebnissen bei den zwei verschiedenen Dickenmeßmethoden darauf zurückzuführen ist, daß die Schnittkante des Papiers durch den Schnitt mit der Rasierklinge etwas zusammengedrückt wurde und dann nicht mehr voll aufgequollen ist, oder ob andere Umstände hieran die Schuld tragen, konnte nicht klar erkannt werden. Die etwa 17 Jahre lang gelagerten Papiere weisen jedoch zweifellos eine geringere Elastizität auf, die sich auch darin ausdrückt, daß die Fasern bei Feuchtigkeitsaufnahme nicht mehr in gleichem Maße aufquellen, wie die aus den Papierproben Nr. 1—5.

Nimmt man an, daß der Ascheanteil jeder der neun Papierproben vollkommen unhygroskopisch ist, so ergibt sich die prozentuale Gewichtszunahme des reinen Fasermaterials der untersuchten Papiere infolge Feuchtigkeitsaufnahme, bezogen

auf das Fasergewicht bei Normalklima, nach 48stündiger Klimatisierung bei 95% rel. Luftfeuchte und 30° C gemäß Tabelle 5.

Hieraus ergibt sich, daß auch die Fasern der älteren Papiere (Proben 7 und 8) in fast gleich hohem Prozentsatz Feuchtigkeit aufnehmen, wie die vor kurzem gefertigten Papiere, eine Erscheinung, die in ähnlicher Weise auch an mehreren

Tabelle 4:
Wassergehalt und Wasserzunahme der Papierproben nach 48stündiger Klimatisierung in Luft von 95% relativer Feuchtigkeit bei 30° C

Wassergehalt der Proben	1	2	3	4	5	6	7	8	9
a) bei 65% rel. Luftf. u. 20° C	8,2%	8,5%	8,3 %	8,3%	9,2%	9,3%	7,3%	6,8%	8,4%
b) bei 95% rel. Luftf. u. 30° C	19,0%	16,6%	17,15%	18,0%	19,0%	21,0%	14,9%	16,3%	13,0%
c) = b — a = Zunahme d. Wassergeh. um absolut	10,8%	8,1%	8,85%	9,7%	9,8%	11,7%	7,6%	9,5%	4,6%
d) = $\frac{(b - a) \cdot 100\%}{a}$ Zunahme d. Wassergeh. um relativ	132%	95%	106%	116%	106%	126%	104%	139%	55%

Tabelle 5:
Prozentuale Gewichtszunahme (absolut) des reinen Faseranteils der Proben 1—9 in Luft von 95% relativer Feuchte und 30° C nach 48stündiger Klimatisierung

Probe	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Prozentuale Gewichtszunahme des reinen Faseranteils abs.	15%	10,7%	11,7%	13,8%	12,9%	15,5%	10,2%	13,1%	6,1%

hundert Jahre alten Hadernpapieren festgestellt werden kann. Aus den Abbildungen 1 a und 1 b ist zu erkennen, daß, auch über die Zeit aufgetragen, bei der Feuchtigkeitsaufnahme durchaus gleichartige Verhältnisse vorliegen. Zwischen der Feuchtigkeitsaufnahme und der Dickenquellung der untersuchten Papiere besteht keine zahlenmäßige Gesetzmäßigkeit. Zweifellos haben aber die Fasern der rd. 17 Jahre alten Papierproben nicht mehr dieselbe Fähigkeit, ihre Verdrillung rückgängig zu machen und damit die Papierdicke so stark aufquellen zu lassen, wie die der verhältnismäßig frisch hergestellten Papiere.

Zusammenfassung: Durch Klimatisieren bei hoher relativer Luftfeuchtigkeit und durch die dabei eintretende Feuchtigkeitsaufnahme des Fasermaterials quellen

voluminös gearbeitete Papiere in ihrer Dicke auf. Dabei ist den meisten Fälen die Dickenzunahme bei Papieren mit niedrigem „Volumen“ ($1\frac{1}{2}$ fach und $1\frac{3}{4}$ fach) prozentual größer gegenüber solchen mit zweifachem „Volumen“. Die Arbeitsweise auf der Papiermaschine dürfte hinsichtlich einer nachträglichen Dickenquellung von ausschlaggebender Bedeutung sein und kann Ausnahmen in dieser Beziehung (siehe Probe 3) herbeiführen. Obwohl die älteren und die neu hergestellten Papiere dieser Art nahezu in gleicher Weise Feuchtigkeit aufnehmen, ist bei den neu gefertigten Papieren die Dickenzunahme größer als bei den älteren, über mehrere Jahre gelagerten Papierproben.

Zur Klima-Anlage selbst noch kurz das wesentlichste:

Nach einem allgemeinen Schema lassen sich die Probleme, die mit der Luftfeuchtigkeit, der Temperatur und der Lufterneuerung zusammenhängen, nicht lösen, vielmehr sind stets die örtlichen Verhältnisse und individuellen Voraussetzungen zu berücksichtigen. Wohl aber läßt sich sagen, daß die moderne Technik in der Lage ist, Anlagen zu schaffen, die den zu stellenden Anforderungen unter allen Umständen und in jedem Falle gerecht werden.

Beim „Wiessner“-Klima-Aggregat wird die vom Ventilator geförderte Luft — Raumluft, Frischluft oder Mischluft — in der Behandlungskammer (Wäscher) auf die den Verhältnissen entsprechende Taupunkt-Temperatur und Sättigung gebracht. Angenommen, die Luft soll mit 60%

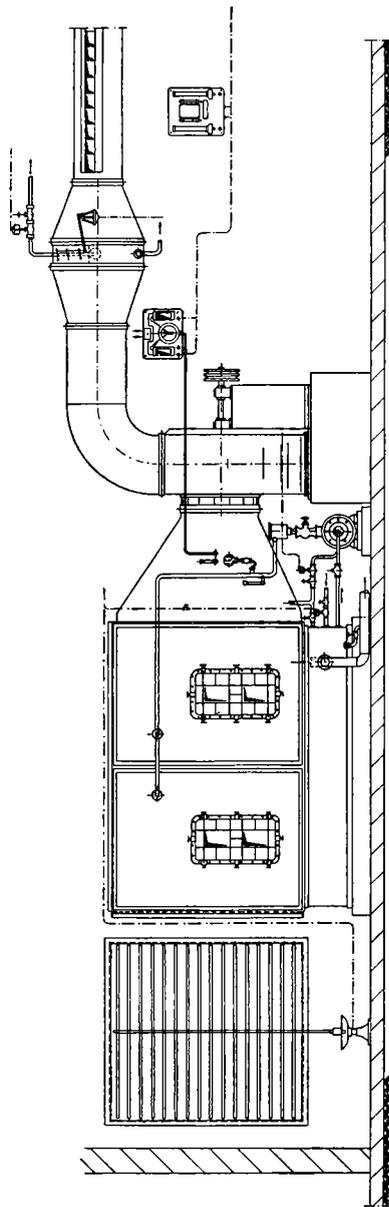


Abb. 5. Klima-Aggregat. Ausführung erfolgt stets den gegebenen Verhältnissen entsprechend.

(Wiessner, Raumluftgesellschaft, Bayreuth)

bei einer Temperatur von 22° C gesättigt werden, so liegt der Taupunkt theoretisch bei ca. 13,8° C, wobei der Wassergehalt für 1 kg Luft 9,8 g beträgt. Je nach dem Zustand des angesaugten Luftgemisches wird kaltes oder angewärmtes Wasser im Wäscher zerstäubt.

Die Taupunkttemperatur wird vollkommen automatisch durch einen Spezialregler geregelt. Sinkt beispielsweise die Taupunkttemperatur unter 13,8° C, so wird die Frischluftklappe geschlossen, die Rückluftklappe und falls dies noch nicht ausreichen sollte, das automatische Ventil in der Dampfleitung zum Gegenstromapparat bzw. zur Dampfschlange geöffnet. Bei Überschreiten der eingestellten Taupunkttemperatur von 13,8° C, wird die Raumluftklappe geschlossen, die Frischluftklappe und gegebenenfalls das automatische Ventil in der Kaltwasserleitung geöffnet.

Die Wirkungsweise einer solchen Anlage sei an Hand eines Schemas näher erläutert, und zwar handelt es sich um das Klimatisierungssystem der Wiessner, Gesellschaft für Raumluftgestaltung mbH., Bayreuth, das im vorliegenden Fall nach der sog. Taupunktregler-Methode betrieben sein soll. Außer der Regelung, die hier besprochen wird und die pneumatisch arbeitet, kennt dieses Lieferwerk noch eine elektrische Regelung oder auch eine kombinierte elektropneumatische Regulierung und schließlich noch die elektronische Regelung.

Als Steuermittel für die automatische Regelanlage dient Druckluft von 1 atü. Um eine unbedingt gleichmäßige und zugfreie Verteilung der konditionierten Luft zu erreichen, werden Luftverteilungs- und Rücksaugkanäle angeordnet. Zur Regelung der Raumtemperatur ist ein Thermostat vorgesehen, der das automatische Ventil in der Dampfleitung zu dem Lufterhitzer steuert. Die Raumluftfeuchtigkeit wird durch einen Feuchtigkeitsregler in der Weise konstant gehalten, daß bei fallender Raumluftfeuchtigkeit die Jalousieklappen in den Luftausblaskanälen geöffnet und bei zu hoher Feuchtigkeit geschlossen werden.

Unerläßlich ist die Konstanz der Luftzustände in den verschiedenen Fertigungs- und Prüfräumen in der Papier- und der Papierverarbeitungs-Industrie. In einer großen Anzahl Papierfabriken des In- und Auslandes wird die Klimatisierung mit bestem Erfolg angewandt, um sich von den schwankenden Verhältnissen des Betriebes und der Witterung unabhängig zu machen, weil eben die Unbeständigkeit und die Schwankungen erfahrungsgemäß so groß sind, daß ihr Einfluß auf die Produktion und das Papier nicht mehr vernachlässigt werden kann.

Schrifttum:

Herbert F. Rance, „Effect of Water Removal on Sheet Properties. The Water Evaporation Phase“, Tappi, Vol. 37, Nr. 12, Dez. 1954, 640 ff.

E. J. Pritchard, Brit. Paper and Board Makers' Assoc., Proc. Tech. Sect. 35, part I: 31—38 (Febr. 1954).

H. F. Rance, Brit. Paper and Board Makers' Assoc., Proc. Tech. Sect. 33, part I: 173—195; Discussion: 196—199 (Febr. 1952).