

DIE HERSTELLUNG

Vom Rohstoff zum Halbstoff

Der wichtigste Rohstoff der Papierindustrie ist Holz. Verwendet werden bis zu 80% Nadelhölzer (Fichte, Tanne Kiefer), aber auch Laubhölzer wie Birke, Buche. Pappel und Eukalyptus. Andere Stoffe wie Einjahrespflanzen (Stroh, Alpagras Baumwolle, Jute, Hanf und Hadern, spielen kaum eine Rolle.

Das Holz wird, je nach Bedarf, durch unterschiedliche Verfahren aufgeschlossen:

1. Mechanisch (Holzschliff)
2. Thermomechanisch (TMP)
3. Chemisch-Thermomechanisch (CTMP)
4. Chemisch (Sulfit- oder Sulfat-Zellstoff)

Bei der Holzschliffproduktion werden 1 m lange entrindete Holzstämmen unter Zugabe von reichlich Wasser gegen schnellrotierende Schleifsteine gepresst. Da die Rohstoffausbeute bei fast 100 % liegt, ist Holzschliff unübertroffen wirtschaftlich. Holzhaltige Papiere zeichnen sich durch eine hohe Opazität (Lichtundurchlässigkeit) aus, neigen aber durch ihren Ligningehalt zum schnellen Vergilben.

Eine Weiterentwicklung ist TMP (Thermo-Mechanical-Pulp). Bei diesem Verfahren werden gehäckselte Holzabfälle gedämpft und anschließend in Refinern unter Dampfdruck in Einzelfasern zermahlen. TMP wird anstelle von Zellulose oder Holzschliff vorwiegend als Frischfaserzusatz für Pressepapiere verwendet.

Eine weitere Ergänzung dieser Methode ist das CTMP (Chemisch-Thermo Mechanical Pulp)-Verfahren, mit dem sich schon in niedrigen Mahlgradbereichen eine hohe Festigkeit erzielen lässt.

Für die Herstellung „holzfreier“ Papiere ist der chemisch aufgeschlossene Zellstoff (Zellulose) erforderlich. Zellstoff ist allerdings relativ teuer, da die Rohstoffausnutzung bei ca. 55 % liegt, bei hochgebleichten Zellstoffen sogar noch darunter. Einer der wesentlichen Unterschiede zwischen Sulfat- und Sulfitzellstoffen liegt in der Festigkeit der Produkte. Papiere aus Sulfatzellstoff weisen höhere Festigkeiten auf als die aus Sulfitzellstoff.

Bleichen der Faserstoffe

Je nach Art der verschiedenen Aufschlußverfahren werden spezielle Bleichmethoden eingesetzt. Beim wirtschaftlichen, mechanischen Holzaufschluß die Wasserstoffperoxid-Bleiche, die sich in Wasser- und Sauerstoff zerteilt. Beim chemischen Holzaufschluß gibt es unterschiedliche Bleichmethoden für Zellstoff nach dem Sulfit- oder Sulfat-Verfahren.

Die bräunliche Farbe der ungebleichten Zellstoffe wird durch unvermeidliche Ligninreste hervorgerufen, die noch an den Fasern hängen. Diese werden durch eine Behandlung mit Bleichmitteln entfernt oder entfärbt.

Durch den Einsatz von elementarem Chlor (Chlorgas) und Chlorverbindungen (z. B. Chlordioxid) erfolgt eine schonende Bleiche der Faser.

Als unerwünschtes Nebenprodukt können sich bei dem Bleichvorgang mit Chlor organische Chlorverbindungen bilden, zu denen giftige Stoffe wie Dioxine und Furane gehören, die bisher ins Abwasser der Zellstofffabrik gelangten, soweit kein geschlossener Wasserkreislauf vorhanden war. Aus diesem Grund wird auf andere Bleichverfahren ausgewichen.

Als abwasserschonende Bleichmittel werden Sauerstoff, Ozon und Wasserstoffperoxid eingesetzt.

Der Ganzstoff

Der Holländer, in dem die Halbstoffe mit Hilfsstoffen und Wasser unter ständiger Mahlung zum Ganzstoff aufbereitet wurden, gehört der Historie an. Die Herstellung des Ganzstoffes geschieht heute meist in drei Arbeitsgängen:

1. in Pulper werden die Faserstoffe gelöst, im Refiner gemahlen und in der Mischbutte mit Füll- und Hilfsstoffen zu einem „Faserbrei“ gemischt, der jetzt nur noch zu 4 % aus Feststoffen und zu 96 % aus Wasser besteht.

Die Mahlung macht's

Die Art der Mahlung im Refiner bestimmt entscheidend die Eigenschaften des späteren Papiers. Hier werden die Fasern nicht nur zerkleinert, sondern auch fibrilliert. Das bedeutet ein feines Ausfransen der Faserenden, das zu einer intensiveren Verbindung der Fasern untereinander führt. Die Festigkeitswerte solcher Papiere werden dadurch wesentlich erhöht.

Rösche Mahlung

Die Messer sind scharf und eng aneinandergestellt. Die Fasern werden kaum fibrilliert, sondern nur gekürzt. Das Ergebnis ist ein saugfähiges Papier, das auf der Papiermaschine sehr schnell entwässert werden kann (rösch ist gleich rasch) und ein hohes Volumen hat, zum Beispiel Werkdruck-, Filter- und Löschpapiere.

Falls die Faser nur wenig gekürzt wird, spricht man von „rösch-lang“, bei starker Kürzung von „röschkurz“. Auf röschgemahlenem Papier schlägt die Druckfarbe sehr schnell weg.

Schmierige Mahlung

Breite, weit auseinandergestellte Messer oder eine Basaltstein-Bemessung führt bei einer langen Mahldauer zur schmierigen Mahlung. Die Fasern werden nicht zerschnitten, sondern gequetscht. Es entsteht ein stark quellender Faserschleim, ein glitschig-schmieriger Stoff, der sich auf der Papiermaschine nur langsam entwässert. Das Papier gewinnt eine hohe Dichte, verliert aber an Opazität. Es wird glasig-durchscheinend.

Bei geringer Faserkürzung spricht man von „schmierig-lang“. Beispiele: Pergamentpapier, Pergamin und transparente Zeichenpapiere.

Stärker gekürzte Fasern bezeichnet man als „schmierig-kurz“. Beispiel: Buchungstransparent, das nur eine geringe Ein- und Weiterreißfestigkeit hat.

Hilfsstoffe

Zu den Hilfsstoffen zählen Wasser, Füllstoffe, Leime, Farbstoffe und Zusatzstoffe.

Füllstoffe erfüllen gleich mehrere Aufgaben: Das Papier wird je nach Vorgabe undurchsichtiger (opaker), geschlossener in der Oberfläche, weißer in der Farbe sowie weicher und schmiegsamer Neben Mineralien wie Kaolin und China-Clay verwendet man heute in zunehmendem Maße Calciumkarbonat (Kreide), das dem Papier zusätzlich höhere Alterungsbeständigkeit verleiht. Beim Zeitungspapier ist der Füllstoffanteil gering, beim Kunstdruckpapier kann er bis zu 30 % betragen. Je nach Papiersorte werden dem Ganzstoff noch Leim und Farbstoffe zugefügt. Die jeweiligen Mengen- und Dichteverhältnisse werden bei der industriellen Papierproduktion in programmgesteuerten Stoffzentralen reguliert. Dieses ist eine wesentliche Voraussetzung, den gleichmäßigen Qualitätsstandard hochwertiger Markenpapiere gewährleisten zu können.

Ohne Wasser läuft nichts

Der bei weitem wichtigste Hilfsstoff ist Wasser Denn jedes Kilo Papier erfordert 100 -120 Liter Wasser.

Ohne geschlossene Kreisläufe und aufwendige Kläranlagen wäre die industrielle Papierproduktion heute weder wirtschaftlich noch ökologisch vertretbar. Ca. 90 % der benötigten Wassermenge werden daher im geschlossenen Umlauf gehalten. Die Papierfabriken der Bundesrepublik haben - entsprechend dem hohen nationalen Standard - im internationalen Vergleich die höchsten Aufwendungen für den Umweltschutz.

Die Papiermaschine

Die Papiermaschinen wurden im Laufe ihrer Entwicklung technisch immer aufwendiger und größer. Heute gibt es bereits Giganten mit Arbeitsbreiten über 10 Metern und Maschinenlängen über 200 Metern. Trotz ihrer konstruktiven Vielfalt bestehen alle Maschinen aus folgenden Elementen:

- a) Stoffaufbereitung
- b) Stoffauflauf
- c) Siebpartie
- d) Pressenpartie
- e) Trockenpartie
- f) Endgruppe

Stoffauflauf und Siebpartie

Bevor das Stoff-Wassergemisch in der Konsistenz von 1: 99 den Stoffauflauf passiert, wird es in Rohrschleudern bzw. Cleanern von Fremdkörpern und Knötchen befreit. Der nachfolgende Stoffauflauf hat die Aufgabe, die Fasersuspension gleichmäßig über die Breite der Maschine zu verteilen und durch Hochdruck entsprechend der Siebgeschwindigkeit (bis zu 1500 m/min.) zu beschleunigen.

Auf dem endlosen Sieb lagern sich die Fasern ab, wobei das Wasser nach unten abläuft und zur Wiederverwendung aufgefangen wird. Im letzten Teil der Siebpartie wird die Papierbahn durch Vakuum-Saugkästen weiter entwässert und verfestigt. Damit sich die Fasern besser verfilzen, wird das Sieb bei einigen Maschinentypen seitlich geschüttelt. Da dies bei sehr Schnelllaufenden Maschinen nicht möglich ist, arbeiten diese mit einem Egoutteur, einer über dem Sieb angebrachten, drahtbespannten Walze.

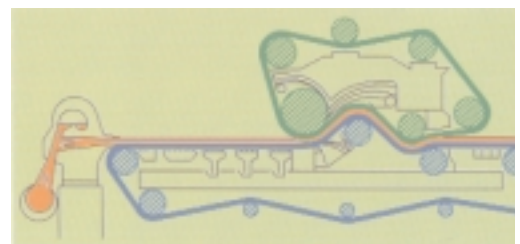
Der Egoutteur verdichtet die Faserstruktur, beschleunigt die Entwässerung, verbessert die Durchsicht und egalisiert die Oberfläche. Darüber hinaus kann bei bestimmten Qualitäten ein echtes Wasserzeichen erzeugt werden (siehe auch Seite 40).

In der neuesten Technik bedient man sich eines Duoformers, durch den mittels eines zusätzlichen Obersiebes die Entwässerung gleichzeitig nach oben und unten erfolgen kann. Hierdurch wird eine Zweiseitigkeit des Papiers weitgehend verhindert.

Pressen- und Trockenpartie

Am Ende der Siebpartie enthält die Papierbahn noch ca. 50 % Wasser. Sie ist aber schon so fest, dass sie vom Sieb auf die endlosen Filztücher der Pressenpartie übergeleitet werden kann. Hier wird ihr in den Gautsch- und Nasspressen durch mechanischen Druck weiteres Wasser entzogen. Außerdem verdichtet die Pressung das Papiergefüge, wodurch das Papier weiter an Festigkeit gewinnt.

Die restliche Feuchtigkeit entzieht man dem Papier in der Trockenpartie, in der bis zu 100 dampfbeheizte Trockenzylinder hintereinander angeordnet sind. Zunächst wird die nun schon festere Papierbahn mit Hilfe von Filzbahnen geführt, die letzten (Metall-) Zylinder passiert sie bereits freitragend.



Duoformer

Häufig enthält die Trockenpartie noch eine Leimpresse, in der auf die vorgetrocknete Papierbahn eine stärke- oder harzhaltige Lösung aufgebracht wird. Dadurch erhöht sich die Oberflächenfestigkeit (Rupffestigkeit) des Papiers. Die Oberflächenleimung (nicht zu verwechseln mit der Stoffleimung bei der Ganzstoff-Herstellung) ist für die Produktion dimensionsstabiler Papiere unverzichtbar und verhindert das Rupfen.

Die Endgruppe

Wenn die Papierbahn die Trockenpartie verlässt, enthält sie nur noch den erwünschten Wasseranteil von 5 - 8 %. Papiere, die nicht für die Veredelung bestimmt sind, werden im Glättwerk - einem System aus 8 - 10 Stahlwalzen - zu maschinenglatten Papieren verarbeitet (z. B. Offsetpapier). Danach hat die Papierbahn ihr Ziel erreicht: den Tambour (einen Stahlkern), auf den das fertige Papier aufgewickelt wird. Je nach Sorte und Flächengewicht kann ein solcher Tambour bis zu 50 Tonnen und mehr Papier aufnehmen. Das entspricht zum Beispiel einer Papierbahn von 60 km Länge.

Maschinelle Streichverfahren

An heutige Papiere werden von den unterschiedlichsten Printmedien zunehmend höhere Ansprüche gestellt - an die Papierfärbung, an die Bedruckbarkeit, an die Wiedergabe feinsten Raster. Daher nimmt die Bedeutung der zweiseitig gestrichenen Papiere ständig zu. Die Streichsuspension besteht meistens aus weißen Pigmenten und Bindemitteln. Pigmente aus Kaolin und Calciumkarbonat verleihen dem Papier eine absolut geschlossene und gleichmäßige Oberfläche, während die Streichmaschinen Bindemittel (Kasein oder Stärke) für die Haftfähigkeit der Pigmente und die Wasserfestigkeit des Strichs sorgen.

Unter pigmentiert versteht man einen mineralischen Oberflächenauftrag auf das Naturpapier von bis zu 5 g/qm, geregelt nach DIN 6730. Die Praxis zeigt aber, dass eine Faserabdeckung erst ab 7 - 8 g/qm pro Seite möglich ist. Darrunterliegende Farbmengen füllen allenfalls „die Vertiefungen“ aus und decken nicht die „Höhen“ ab.

Short-Dwell-Coater

Inzwischen ist die Technik so weit, dass sie mittels eines Speedsizers bzw. Symsizers' der unmittelbar nach der Trockenpartie eingebaut ist, Oberflächenaufträge bis zu 12 g pro Seite ermöglicht. Man nennt dieses Verfahren Short-Dwell-Coater. Bei diesem Vorgang wird die Streichmasse direkt von einer Walze auf das Rohpapier aufgetragen. Man spricht neuerdings auch vom FCO-Verfahren (= Filmcoated).



Rakelstreichanlage einseitig

Aufgetragen wird die Suspension meist im Walzenstreichverfahren' bei dem ein ausgeklügeltes Walzensystem den Auftrag und die gleichmäßige Verteilung des Streichmittels übernimmt. Moderner ist das Rakelstreichverfahren' bei dem ein scharfes Rakelmesser den überschüssigen Strich-Auftrag von der Papierbahn abstreift. Getrocknet wird das Papier, je nach Bauart der Streichmaschine, durch Infrarot, Heißluft oder hochglanzverchromte beheizte Gusszylinder. Dieser „Gussstrich“ verleiht dem Papier einen besonders hohen Glanz.

Glätten und Prägen

In der Regel verlässt die Papierbahn die Papiermaschine mit maschinenglatter Oberfläche. Ein weiteres Veredelungsverfahren ungestrichener oder gestrichener Papiere ist das Glätten oder

Satinieren. Diese Aufgabe übernimmt eine bis zu 10 Meter hohe Walzenpresse, der Super-Kalender.

Er besteht aus abwechselnd übereinander angeordneten Stahl- und Hartpapierwalzen, durch die die Papierbahn schlängelförmig hindurchgeführt wird. Dabei wird sie stark gepresst und durch einen „Bügeleffekt“ geglättet (satinierter, hochsatinierter Papiere). Soft-Kalender können aber auch seidenmatte und Präge-Kalender strukturierte Oberflächen erzeugen.

Rollen- und Querschneider

Vor dem Versand muss das Papier noch in handelsübliche Rollenbreiten oder Bogengrößen geschnitten werden. Für den Längsschnitt der Rollen werden Rollenschneider mit Tellermesser eingesetzt. Papier für Bogenformate durchläuft - meistens in mehreren Bahnen zusammengeführt - anschließend den Querschneider. In der Quermesserpartie sind die Messertrommeln so synchronisiert, dass sie im Augenblick des Schnitts die Geschwindigkeit der Papierbahn erreichen. Das gewährleistet einen sauberen Schnitt ohne Stauchen und Zerren.

Elektronische Sortierquerschneider schneiden nicht nur die Papierbahn auf die gewünschten Formate, sondern prüfen auch die Qualität der Papieroberfläche, sortieren fehlerhafte Bogen automatisch aus, zählen die Bogen elektronisch, schießen automatisch Zählstreifen ein und sorgen für einen „fliegenden Wechsel“ der Paletten, ohne dass die Maschine gestoppt werden muss.



Kalender

Qualität auf ganzer Länge

Ob in der Papiermaschine, im Sortierquerschneider oder in der Endkontrolle - überall werfen computergesteuerte Sensoren ein wachsames Auge aufs Papier. Zahlreiche Mess- und Regeleinrichtungen überprüfen und gewährleisten die Gleichmäßigkeit der Qualität. Echter aller Art wie Löcher, Flecken und Falten haben dadurch keine Chance.

Wichtige Papiereigenschaften (z. B. Flächengewicht und Feuchtigkeitsgehalt) werden bereits während der Fertigung in der Papiermaschine erfasst. Bei Abweichungen regulieren sich die entsprechenden Einrichtungen automatisch nach. Zusätzlich zu dieser Prozesskontrolle werden aus den verschiedenen Produktionsstufen laufend Proben entnommen und im Labor analysiert.

Verpackt, gewogen und für gut befunden

Die letzte Stufe ist die Konfektionierung des Papiers in transport- und kundengerechte Einheiten. Rollenpapiere werden lediglich auf die gewünschte Breite umgerollt und mit Stirndeckeln aus Wellpappe gegen Beschädigung geschützt.

Formatpapiere werden in Riese zu 100,250, 500 oder (bei sehr dünnen Papieren) 1000 Bogen verpackt, etikettiert und auf Paletten versandfertig gemacht, d. h. sie werden in Packpapier eingeschlagen, mit Band Eisen verschnürt oder in klimaschützende Schrumpffolie eingeschweißt. In

zunehmendem Maße verlangt der Drucker bei entsprechenden Auflagen auch ungerieste Ware, die so ausgerüstet sofort in die Druckmaschine gefahren werden kann.

Beschaffenheit und einfache Papierprüfungen

Die Oberfläche

Die Oberflächenbeschaffenheit ist entscheidend für die Qualität des Druckausfalls. Je höher die drucktechnischen Ansprüche sind, desto geschlossener und gleichmäßiger muss die Papieroberfläche sein. Durchweg unterscheidet man matte, filzmarkierte, maschinenglatte, einseitig glatte, satinierte, gestrichene und geprägte Papiere.

Maschinenglatte Papiere durchlaufen am Ende der Papiermaschine lediglich ein Glättwerk. Das Ergebnis reicht von maschinenglatt bis scharf maschinenglatt.

Die Filzmarkierung entsteht auf der Papiermaschine während der Produktion im Pressenbereich durch filzbezogene Walzen.

Einseitig glatte Papiere (zum Beispiel Packpapiere) werden einseitig gegen einen beheizten Glättezyylinder in der Papiermaschine gepresst. Zweiseitig geglättete Papiere erhalten ihre satinierte, matt- oder hochsatinierte Oberfläche in einem Kalandar. Im Prägekalandar kann die Oberfläche zusätzlich mit einer Leinen- oder Hammerschlagprägung oder vielen anderen Strukturen versehen werden.

Gestrichene Papiere unterscheidet man nach Strichstärke und Qualität der Streichpigmente. Die Hauptgruppen sind: pigmentierte Papiere, Bilderdruck- und Kunstdruckpapiere und (als höchstwertige) gußgestrichene Papiere und Kartons.

Ob ein Papier gestrichen ist oder nicht, läßt sich mit jedem beliebigen Gegenstand aus Edelmetall prüfen, indem man ihn mit festem Druck über die Papieroberfläche zieht. Falls dabei eine dunkle Oxidationsspur entsteht, ist das Papier gestrichen.

Spezialpapiere sind z. B. gummiert oder heißsiegelfähig oder Papiere mit einer speziellen Beschichtung, z. B. für aromafeste Verpackungen.

Die Stoffzusammensetzung

Je nach Art der verwendeten Rohstoffe unterscheidet man z. B. hadernhaltige, holzfreie und holzhaltige Papiere. Da sich aber jeder Rohstoff mit jedem beliebig mischen läßt, ist die Anzahl der Varianten entsprechend groß.

Hadernpapiere, also Papiere, die zu 100 % aus Leinen- und Baumwolllumpen bestehen, sind die teuersten Feinpapiere überhaupt und dementsprechend selten. Gebräuchlicher sind hadernhaltige Papiere, z. B. Wert- und Bibeldruckpapiere sowie hochwertige Bankpostpapiere.

Holzfreie Papiere bestehen aus Zellstoff. Sie haben gegenüber den holzhaltigen entscheidende Vorteile:

Die Fasern sind länger, elastischer und fester. Dadurch ergibt sich eine bessere Weiterverarbeitung. Das Papier ist alterungsbeständiger.

Holzhaltige Papiere enthalten vorwiegend Holzschliff mit einem mehr oder weniger großen Zellstoffanteil. Sorten mit Holzschliffanteilen sind weniger alterungsbeständig und neigen stärker zum Vergilben. Je nach Holzschliffanteil spricht man von „fast holzfreien“, „leicht holzhaltigen“, „mittelfeinen“ bzw. „holzhaltigen“ Papieren. Da diese Begriffe ungenau sind, hat man mit der folgenden Norm Klarheit geschaffen:

Faserstoffklasse	Stoffzusammensetzung
H 100	100 % Hadern
H 50	mindestens 50 % Hadern, Rest Zellstoff
H 25	mindestens 25 % Hadern, Rest Zellstoff
H 10	mindestens 10 % Hadern, Rest Zellstoff
Z 100	100 % Zellstoff
Z 70	70 % Zellstoff, Rest verholzte Fasern
Z 50	50 % Zellstoff, Rest verholzte Fasern
Z 30	30 % Zellstoff, Rest verholzte Fasern
ZVF	weniger als 30 % Zellstoff Rest verholzte Fasern

Faserstoffklassen

Durchsicht

Wenn man einen Papierbogen gegen das Licht hält, scheint es mehr oder weniger wolkig hindurch. Je gleichmäßiger die Helligkeit, desto besser die Durchsicht. Bei einer guten Durchsicht sind die Fasern sehr gleichmäßig gemahlen und verteilt, das Papier ist edel und ohne Unebenheiten. Je unebener es ist, desto wolkeniger wirkt es. Bei Papieren aus langfaserigen Rohstoffen ist eine gewisse Wolkigkeit unvermeidlich, aber auch bei allen Konsumpapieren, die auf schnelllaufenden Papiermaschinen produziert werden.

Opazität

Die Opazität bezeichnet die Lichtundurchlässigkeit eines Papiers. Bei Druckpapieren sollte sie besonders hoch sein, denn wer will schon auf der Rückseite lesen, was auf der Vorderseite steht?

Holzhaltige Papiere haben durch ihren hohen Holzschliffanteil durchweg eine bessere Opazität. Bei holzfreien Papieren lässt sie sich durch Füllstoffe erhöhen. Eine niedrige Opazität kann aber auch erwünscht sein, z. B. bei Transparentpapieren oder Pergamin.

Die Opazität verschiedener Papiere lässt sich leicht vergleichen, indem man sie nebeneinander auf einen kontrastreichen Druck legt und optisch vergleicht, wie stark dieser durchscheint.

Festigkeit

Schnelllaufende Druckmaschinen verlangen Papiere hoher Festigkeit. Das gleiche gilt für langlebige Drucksachen. Die Festigkeit ergibt sich aus der Summe verschiedener Einzelwerte wie Reißlänge, Bruchlast, Falzwiderstand, Durchreißwiderstand, Berstdruck und Biegesteifigkeit. Da die Festigkeit in Längsrichtung größer ist als quer zur Faser, prüft man jeweils beide Faserrichtungen.

Grundsätzlich sind holzhaltige Papiere weniger fest als holzfreie. Ein hoher Füllstoffanteil wirkt sich ebenfalls nachteilig auf die Festigkeit aus.

Für die Festigkeitsprüfung gibt es entsprechende Meßgeräte. Die Sollwerte vieler Papiersorten sind in DIN Normblättern festgelegt.

Filz- und Siebseite

Auf herkömmlichen Langsiebmaschinen gefertigtes Papier hat eine Filz- und eine Siebseite. Diese „Zweiseitigkeit“ ergibt sich daraus, daß auf dem Langsieb die schweren Füll- und Farbstoffe in der stark verdünnten Fasersuspension nach unten sinken.

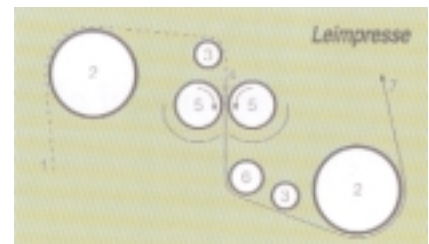
Manchmal zeichnet sich auch die Siebmarkierung auf dem Papier ab. Drucker bevorzugen deshalb bei einseitigem Druck möglichst die schönere Filzseite (Schönseite).

Neueste Maschinentechologien minimieren den Unterschied zwischen Filz- und Siebseite, da eine gleichmäßige Entwässerung beidseitig durch einen Duoformer erfolgt. Im Schön- und Widerdruck ist hier die Wahl der Papierseite nur noch von untergeordneter Bedeutung.

Spezielle Kartons werden häufig auch im Doppellangsiebverfahren hergestellt, bei dem jeweils zwei Bahnen mit der Siebseite nach innen zusammengautscht werden. Das Ergebnis ist ein völlig symmetrischer Karton, bei dem sich beide Seiten nicht unterscheiden.

Leimung

Die Leimung verhindert, daß unten-, Druck- oder Malfarben verlaufen bzw. bis zur Rückseite durchschlagen. Man unterscheidet zwischen Stoffleimung und Oberflächenleimung.



Leimpresse

Bei der Stoffleimung wird dem Ganzstoff ein Harzleim zugesetzt, der die Poren der Papierfasern verschließt und dadurch deren Saugfähigkeit verringert. Bis auf Filter- und Löschpapiere erfordern alle Papiersorten einen Leimzusatz.

Je nach Leimanteil spricht man von viertel-, halb-, dreiviertel- oder wollgeleimten Papieren. Schreib- und Schreibmaschinenpapiere sind stets vollgeleimt.

Illustrations- und Tiefdruckpapiere sind meist halb- oder viertelgeleimt. Ein Sonderfall sind Papiere für Mehrwegflaschenetiketten. Sie werden durch eine Kunstharz-Stoffleimung naß- und laugenfest präpariert, damit sie sich beim Spülen der Flaschen nicht auflösen, sondern als Ganzes erhalten bleiben.

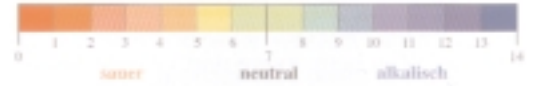
Die Obefflächenleimung erhält das Papier erst in der Trockenpartie der Papiermaschine, verwendet werden Stärke oder Kunstharz. Die meisten Offsetpapiere werden oberflächengeleimt, damit sie besser gegen das Wischwasser gewappnet sind. Zeichenpapiere und -kartons sind mit tierischem Leim präpariert, damit die Tinte nicht verläuft oder Tusche wenn notwendig wieder entfernt werden kann.

Der Leimungsgrad läßt sich am einfachsten durch ein sogenanntes Tintenkreuz ermitteln. Dazu

zieht man kreuzweise mehrere Tintenstriche. Wenn die Ränder scharf austrocknen, ist die Leimung gut.

Wenn die Striche jedoch verlaufen und die Tinte an den Kreuzungspunkten bis auf die Rückseite durchschlägt, ist das Papier bestenfalls halb- oder viertelgeleimt.

Papier und pH-Wert



Papiere können sauer oder alkalisch (basisch) sein, je nach dem Grad der Wasserstoffionenkonzentration.

Das heißt, auf der pH-Wert-Skala von 0 bis 14 ist ein Papier mit dem Meßwert 7 (entspricht destilliertem Wasser) neutral. Werte unter 7 bedeuten „zunehmend sauer“, die darüber „zunehmend alkalisch“

Bei Offsetpapieren darf der pH-Wert nicht unter 4,5 liegen, sonst besteht die Gefahr, daß die Druckform tont und sich die Farbtrocknung verzögert.

Metallicfarben könnten außerdem nach dem Druck oxidieren, an Glanz verlieren oder sogar schwarz werden.

Messen läßt sich der pH-Wert elektronisch. In der Praxis wird der pH-Wert auch mit Indikatorpapieren (Teststreifen) oder Farbstofflösungen festgestellt. Die unter Einfluß von Säuren oder Basen auftretende Verfärbung zeigt den pH-Wert an und der kann mittels Farbskala bestimmt werden.

Laufriichtung

Alle technischen Raffinessen der Papierherstellung können eines nicht verhindern: Die Fasern lagern sich vorwiegend parallel zur Laufriichtung des Siebes, trotz seitlichen Schüttelns.

Damit bekommt das Papier seine „Laufriichtung“ und -je nach Richtung - ganz charakteristische Eigenschaften.

In Laufriichtung ist das Papier steifer und fester, während es quer dazu dehn und quellfähiger ist. Wenn Papier feucht wird, dehnt es sich quer etwa dreimal so viel aus wie in Laufriichtung.

Sobald feuchtes Papier in trockener Luft gelagert wird, kehrt sich dieser Vorgang entsprechend um. Das Papier „arbeitet“. Es kann bei Klimaschwankungen zum Tellern bzw. zur Randwelligkeit führen. Deshalb sollte es für den Druck und die Weiterverarbeitung stets gut klimatisiert gelagert werden.

Für Drucker und Buchbinder ist die Laufriichtung von wesentlicher Bedeutung. Dazu einige Beispiele:

Im Werkdruck muß die Laufriichtung parallel zum Buchrücken verlaufen. Anderenfalls würde das Papier bei der Leimbindung quellen, sich quer zum Bund wellen und als Folge auseinanderfallen.

Im Offsetdruck sollte die Laufriichtung parallel zum Druckzylinder liegen. So werden Passerdifferenzen vermieden und das Papier schmiegt sich beim Dehnen besser an den Zylinder, während sich bei falscher Laufriichtung Quetschfalten bilden können.

In der Weiterverarbeitung werden Falz und Nutung entlang der Laufrichtung sauber und scharf. Quer dazu werden sie mehr oder weniger brüchig.

Bogenformate sind entweder in Schmalbahn (SB) oder Breitbahn (BB) geschnitten. Bei Schmalbahn liegt die Papierfaser parallel zur langen Seite des Bogenformates, bei Breitbahn parallel zur kurzen Seite.

Wegen ihrer Bedeutung wird die Laufrichtung schon vom Hersteller gekennzeichnet. In der Praxis sind folgende Auszeichnungen üblich:

z.B. 61 x 86 = SB und 6l x 86 = BB
 oder 61 x 86 = SB und 86 x 6l = BB

Auch ohne Bezeichnung kann man die Laufrichtung von Papier leicht ermitteln. Vier einfache Methoden machen es möglich.

Die Reißprobe: Man nimmt ein Blatt Papier und reißt es ein. Einmal längs und einmal quer. Parallel zur Laufrichtung reißt das Papier leichter und gradliniger.

Die Feuchtprobe: Man befeuchtet die Längs- und Querseite eines Papierbogens. Parallel zur Laufrichtung rollt sich das Papier.

Die Fingernageiprobe: Man zieht beide Seiten des Bogens zwischen dem Daumen- und Zeigefmgemagel hindurch. Entlang der Laufrichtung bleibt die Papierkante glatt, in Querrichtung dehnt und wellt sie sich.

Die Biegeprobe: Sie eignet sich vor allem für stärkere Papiere und Kartons. Man schneidet zwei gleiche Streifen in Längs- und Querrichtung und biegt diese durch. Dabei ist der Widerstand in Laufrichtung größer als in Querrichtung.



Flächengewicht und Volumen

Das Papiergewicht wird üblicherweise in Gramm pro Quadratmeter (g/qm) angegeben. Dabei unterscheidet man je nach Gewicht zwischen Papier, Karton und Pappe. In der Praxis hat sich weitgehend folgende Einteilung durchgesetzt:

Papier bis 135 g/qm, Karton 150 - 600 g/qm, Pappe ab 600 g/qm.

Qualitativ bedingte Abweichungen sind möglich.

	g/qm
Technische Spezialpapiere	ab 6
Durchschlag-, Luftpostpapiere	25 bis 40
Dünndruckpapiere	28 bis 60
LWC-Papiere	35 bis 80
Zeitungsdruckpapiere	36 bis 60
Endlospapiere	40 bis 170
SD-Papiere	45 bis 240
Bilderdruckpapiere/-kartons matt, glänzend gestrichen	55 bis 400
Schreib-/Schreibmaschinenpapiere	60 bis 90
Werkdruckpapiere	60 bis 120
Naturoffsetpapiere/-kartons	60 bis 300
Kopierpapiere	60 bis 160
Gußgestrichene Papiere/Kartons	70 bis 400
Haftpapiere	70 bis 300
Hart- und Bankpostpapiere	80 bis 110
Ink-Jet-Papiere	80 bis 150
Plotterpapiere	80 bis 180

Prüfen lässt sich das Flächengewicht am einfachsten mit einer Quadrantwaage. Wenn man eine Papierprobe von z. B. 100 g/qm an diese Waage hängt, kann man das Flächengewicht direkt an einer Skala ablesen.

Das Flächengewicht lässt natürlich einen Faktor außer acht: Das Volumen des Papiers, also die Dicke. Je nach Papiersorte kann sie bei gleichem Flächengewicht durchaus unterschiedlich sein.

Kunstdruckpapiere sind durch ihren hohen Anteil mineralischer Füllstoffe relativ schwer. Sie haben also ein hohes spezifisches Gewicht (Wichte), während Werkdruckpapiere entsprechend ihrer niedrigen Wichte leicht und voluminös sind.

Das Volumen errechnet man nach folgender Formel:

$$\text{Papierdicke in Millimetern} \times 1000 / \text{Volumen Gramm pro Quadratmeter}$$

Beispiel:

Ein Papier ist 0,12 mm dick und wiegt 80 g/qm

$$0,12 \times 1000 / 80 = 1,5$$

Ergebnis: Das Papier hat also ein 1,5-faches Volumen.

Faustregel: Die Millimeterstärke einfachvolumiger Papiere ist etwa ein Tausendstel des

Flächengewichts, das heißt ein 100 g-Papier ist 0,1 mm dick und ein 80

g-Papier 0,08 mm. 100 Blatt würden also 10 oder 8 mm dick sein.

Die Papierstärke kann natürlich auch mit einer Mikrometerschraube oder einem elektronischen Dickenmeßgerät ermittelt werden.

Volumen	Papiergewicht	Bogenhöhe
einfach	100 g/qm	0,10 mm
1,5-fach	100 g/qm	0,15 mm
1,75-fach	100 g/qm	0,175 mm
2,0-fach	100 g/qm	0,20 mm
2,2-fach	100 g/qm	0,22 mm

Beispiele für Volumen

Voluminöse Papiere spielen vor allem bei der Buchherstellung eine wichtige Rolle, da sie auch Büchern

it geunger Seitenzahl einen gewichtigeren Umfang verleihen. Das heißt, das Produkt wird optisch aufgewertet und dadurch besser verkäuflich. Bei hochvoluminigeru Papieren besteht jedoch die Gefahr einer ungleichmäßigeren Oberfläche.

Papier formate

Die gebräuchlichen Papierformate sind in der DIN 476 festgelegt. Diese Norm legt als Ausgangsformat 1 Quadratmeter mit dem Seitenverhältnis 1:2 zugrunde (DIN AO), aus dem alle weiteren Formate der DIN-Reihe durch Halbierung abgeleitet sind:

Klassennummer	Bezeichnung	Reihe A mm	Reihe B mm	Reihe C mm
0	Vierfachbogen	841 x 1189	1000 x 1414	917 x 1297
1	Doppelbogen	594 x 841	707 x 1000	648 x 917
2	Einfachbogen	420 x 594	500 x 707	458 x 648
3	Halbbogen	297 x 420	353 x 500	324 x 458
4	Viertelbogen	210 x 297	250 x 353	229 x 324
5	Blatt (Achtelbogen)	148 x 210	176 x 250	162 x 229
6	Halbblatt	105 x 148	125 x 176	114 x 162
7	Viertelblatt	74 x 105	88 x 125	81 x 114
8	Achtelblatt	52 x 74	62 x 88	57 x 81

Die Klassennummer gibt jeweils an, wie oft der Vierfachbogen der jeweiligen Reihe gefaltet werden muß, damit dieses Format entsteht. Die Formatreihen B und C sind aus der A-Reihe entwickelt worden, z. B. für Ordner, Aktendeckel, Briefhüllen und Versandtaschen.

Die DIN-Formate haben sich in fast allen Bereichen der Papierverarbeitung durchgesetzt. Neben den genannten Formaten werden in der Praxis aus drucktechnischen Gründen (Passermarken, Farbbalken, An- und Beschnitt usw.) Papierformate eingesetzt, die über dem DIN-Format liegen.

Hierzu ein Beispiel:

DINA1 594x841 mm = Rohformat 61 x 86cm
 oder 63 x 88cm
 oder 65 x 92 cm

Für Bücher und im Rotationsdruck werden häufig noch andere Formate verwendet. So sind z. B. bei Zeitungen folgende Formate üblich:

Berliner Format: 47x63 cm
 Rheinisches Format: 53x75 cm
 Nordisches Format: 57x80 cm

Die Gesellschafterfirmen der igepa führen für sämtliche Bereiche der Papierverarbeitung ein umfangreiches Sortiment aller gängigen vom Markt gewünschten Formate. Ab einer gewissen Mindestmenge sind auch Sonderformate lieferbar.

Wasserzeichen

Wasserzeichen sind Firmensignets der Hersteller, Gütezeichen oder Zeichen, die Papiere vor Nachahmung schützen sollen (Urkunden, Banknoten). Man unterscheidet echte, halbechte und künstliche Wasserzeichen.

Lichte Wasserzeichen entstehen in der Naßpartie der Papiermaschine. Dazu dient der Egoutteur (Wasserzeichenwalze), in dessen Oberfläche die Zeichen ver1 leit oder erhaben eingearbeitet sind.

Erhabene KonLLien verdrängen durch Druck auf den Papierstoff einen Teil der Fasern und ergeben somit lichte Wassei zeichen.

Vertiefungen bewirken das Gegenteil: Es ci tstehen Schattenwasserzeichen.

Natürlich können auch beide Varianten miteinander kombiniert werden.

Halbechte Wasserzeichen (Molette-Wasserzeichen) werden erst am Beginn der Trokkenpartie eingearbeitet, indem die Papier-bahn noch im feuchten Zustand durch eine Prägewalze verdichtet wird.

Künstliche Wasserzeichen werden stets nachträglich - also außerhalb der Papier-maschine - erzeugt. Dies geschieht entweder durch Prägen oder durch das Bedrucken mit einem farblosen Lack.

Echte Wasserzeichen erkennt man an ihren unscharfen Konturen, während halbechte Molette-Wasserzeichen relativ scharf begrenzt sind. Künstliche Wasserzeichen sind meist glasig und konturenscharf.

Wasserzeichen unterscheiden sich jedoch nicht nur durch das Herstellungsverfahren, sondern auch durch den Stand auf dem Papierbogen.

Durchlaufende unregelmäßige Wasserzeichen können bei einem DIN-A4 Blatt an unterschiedlichen Stellen erscheinen.

Abgepaßte Wasserzeichen erscheinen dagegen stets an der gleichen Stelle.

Das ist nur möglich, indem man die Papierrollen einzeln querschneidet. Daher sind Papiere mit abgepaßtem Wasserzeichen auch teurer.

Eine besondere Form sind Sicherheitswasserzeichen für Dokumente, Banknoten, Aktien usw., die mit ihrem charakteristischen Aussehen (z. B. Wabenform) Fälschungen verhindern helfen.

