



Leseprobe

Papierverarbeitungstechnik

Herausgegeben von Jürgen Blechschmidt

ISBN (Buch): 978-3-446-43071-6

ISBN (E-Book): 978-3-446-43166-9

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser-fachbuch.de/978-3-446-43071-6>

sowie im Buchhandel.

■ 5.3 Verfahrensgruppe 2: Trennende Verfahren

5.3.1 Einführung

Ziel der trennenden Verfahren ist die **Aufhebung des stofflichen Zusammenhalts** des Verarbeitungsguts an genau definierten Stellen. Nach DIN 8580 unterteilt man die trennenden Verfahren in **Untergruppen** (Bild 5.14).

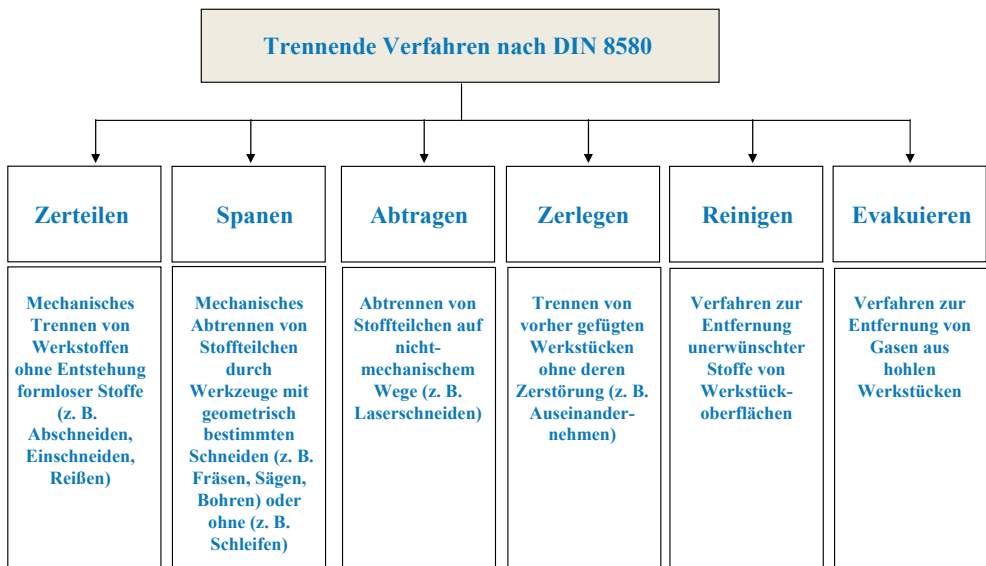


Bild 5.14 Trennende Verfahren nach DIN 8580

Nicht alle Ausprägungen der trennenden Verfahren finden in der Papierverarbeitung Anwendung. Hauptsächlich sind es die ersten drei Verfahrensausprägungen, nämlich das **Zerteilen**, das **Spanen** und das **Abtragen**.

Unter **Zerteilen** versteht man das mechanische Trennen ohne Erzeugung formloser Teile. Typische Beispiele sind das Abschneiden oder das Reißen. Maschinen für diesen Verfahrensschritt sind in den Formen Kreismesser, Planschneider Rotationsstanze usw. in vielfältiger Form zu finden.

Spanen ist dagegen das mechanische Abtrennen von Stoffteilchen durch Werkzeuge mit geometrisch bestimmten Formen (z. B. Fräsen, Sägen, Bohren) oder auch das Abtrennen von Stoffteilchen ohne bestimmte Formen (z. B. Schleifen). Es findet in der Papierverarbeitung im Bereich der Buchbinderei statt, wenn klebegebundene Bücher für die Klebebindung durch Fräsen des Buchblockrückens vorbereitet werden. Sägen ist ein Verfahrensschritt, der u. a. in der Wickelkernherstellung Anwendung findet, um beispielsweise endlos gefertigte Spiralwickelkerne auf die gewünschte Länge zu schneiden. Beispiel für das Bohren ist das Anbringen von Heftlöchern in Schreibblöcken.

Alle vorgenannten Verfahren sind mechanische Verfahren. Das **Abtragen** dagegen ist das Abtrennen von Stoffteilchen auf nichtmechanischem Wege. Angewendet wird es beim Laserschneiden oder beim Schneiden mit dem Wasserstrahl.

Wie erwähnt, gehören das **Schneiden** und das **Reißen** zu den trennenden Verfahren durch Zerteilen. Während das Schneiden in der Papierverarbeitung in großer Vielfalt angewendet wird, ist das Reißen auf einige wenige Anwendungen beschränkt, von denen noch das Reißen mit einer **Reißschiene** am häufigsten anzutreffen ist. Eine meist gezahnte Reißschiene dient hier als Hilfsmittel, um Papierbogen in der gewünschten Länge von Rollen abzutrennen. Von der Rolle abgewickelte Verpackungspapiere sind häufiges Beispiel. Während beim manuellen Reißen mit der Reißschiene diese feststeht und das Papier relativ zur Reißschiene bewegt wird, ist es bei maschineller Nutzung von Reißschiene oft umgekehrt.

Analog zum Rillen als Maßnahme zur Vorbereitung späterer Biegeprozesse können auch Verarbeitungsgüter für eine spätere Trennung durch Reißen vorbereitet werden. Üblich dafür sind Perforationen, wie sie bei Kalenderblättern oder Briefmarken zu finden sind. Beim reißenden Trennprozess brauchen nur noch die Stege zwischen den Perforationen getrennt zu werden. Auch die Gefügeschädigungen beim Falzen können benutzt werden, um reißendes Trennen längs des Falzes zu ermöglichen.

Die folgenden Abschnitte werden sich aber auf die **Schneidverfahren** konzentrieren. Sie lassen sich in zwei Untergruppen aufteilen, nämlich in den **Druckschnitt** (oder **Keilschnitt**) und in den **Scherschnitt**. Die Wirkprinzipien der Schneidverfahren sind in Bild 5.15 zusammengestellt.

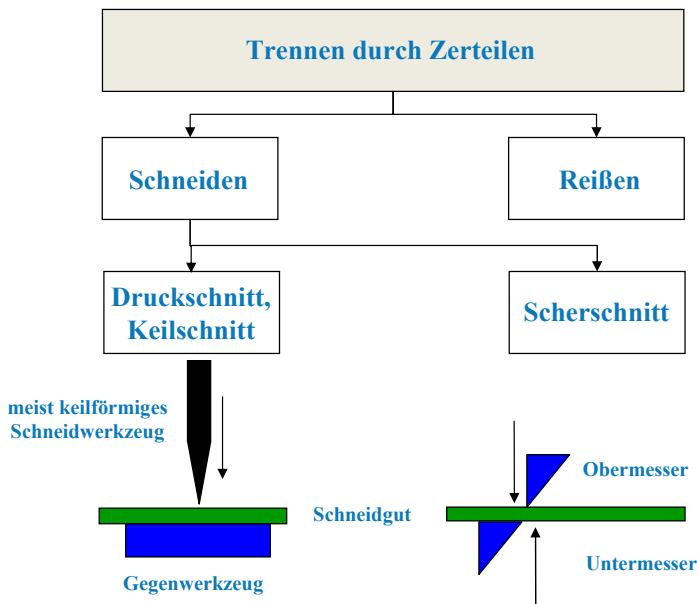


Bild 5.15 Druckschnitt und Keilschnitt sind Untergruppen der Verfahrensgruppe Schneiden, die ihrerseits den Verfahren Trennen durch Zerteilen zugeordnet sind

Wesentliche Merkmale der Schneidverfahren zeigen die Skizzen in Bild 5.15, wobei die Pfeile die Richtung der wirkenden Schneidkräfte repräsentieren. Beide Verfahrensausprägungen werden im Folgenden näher betrachtet. Das Reißen von Papier als weitere Untergruppe der Verfahren „Trennen durch Zerteilen“ mit Vorbereitung der Reißstelle durch z. B. **Perforieren** oder ohne Vorbereitung wird überwiegend manuell durchgeführt. Auf diese Verfahren soll hier nicht näher eingegangen werden, eine Übersicht zeigt Bild 5.16. Eine Übersicht über die Wirkprinzipien der schneidenden Verfahren zeigt Bild 5.17.

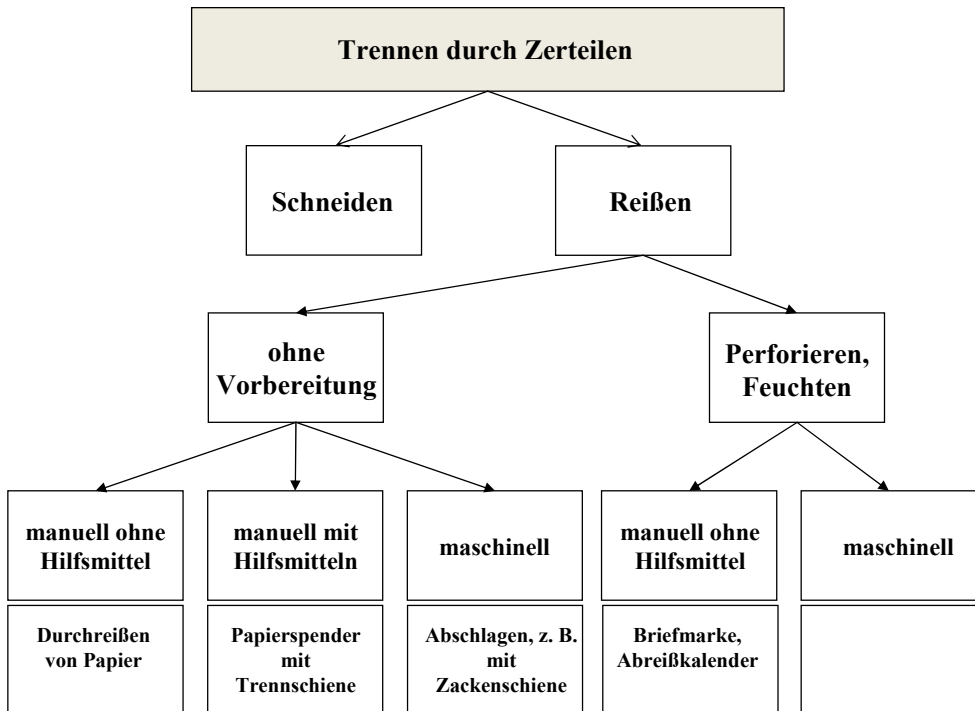


Bild 5.16 Anwendungsbeispiele für das Reißen als Untergruppe der Verfahren Trennen durch Zerteilen

Sowohl Druckschnitt als auch Scherschnitt können mit geraden **Flachmessern** oder mit **Rundmessern** realisiert werden. Die Messerbewegung kann rotierend oder oszillierend sein, im Falle des Druckschnitts gibt es noch die Variante des feststehenden Messers, das auf ein sich bewegendes Schneidgut einwirkt. Welche Variante auch immer gewählt wird, stets sind die wesentlichen Zielgrößen bei der Anwendung trennender Verfahren die **Maßgenauigkeit**, also die exakte Einhaltung der gewünschten Schneidlinie sowie im Falle des Schneidens von Formaten die Winkelgenauigkeit und die **Schnittkantengüte**. Diese wird geprägt durch die Staubfreiheit und das Vorhandensein gerader und sauberer Schnittkanten.

Einflussgrößen auf die Zielgrößen sind naturgemäß nicht nur die Beschaffenheit der **Schneidwerkzeuge** wie Werkzeuggeometrie, Werkstoff und Oberflächenbeschaffenheit,

sondern auch das gewählte Schneidverfahren (Druckschnitt oder Scherschnitt), die konstruktiven Merkmale des Schneidaggregats und nicht zuletzt auch das Schneidgut selber, seine geometrischen Abmessungen, seine Struktur und seine sonstigen Materialkennwerte.



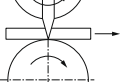
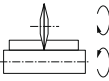
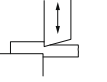


Grundprinzip	Messerform	Messerbewegung	Wirkprinzip
Druckschnitt	Flachmesser	stillstehend	
		oszillierend	
		rotierend	
Scherschnitt	Flachmesser	oszillierend	
		rotierend	
	Rundmesser	oszillierend	
		rotierend	

Bild 5.17 Wirkprinzipien der schneidenden Verfahren, einer Untergruppe der zerteilenden Verfahren [5.1]

5.3.2 Druckschnitt und seine Anwendung

Das Grundprinzip des Druckschnitts ist bereits in Bild 5.15 dargestellt worden. Der Druckschnitt ist dadurch gekennzeichnet, dass das Trennen des Verarbeitungsguts mithilfe eines meist **keilförmigen Flach-** oder **Rundmessers** erfolgt, das in der Regel senkrecht oder senkrecht mit einer überlagerten horizontalen Bewegungskomponente gegen eine Schneidunterlage (Gegenwerkzeug) arbeitet, wobei im Moment des Aufsetzens des Messers auf die Schneidunterlage die Schneide exakt parallel zur Schneidunterlage ausgerichtet sein muss. Die Messer können symmetrisch oder unsymmetrisch sein, sie können einen einfachen Keilwinkel α aufweisen oder sie können im Bereich der Schneide angeschliffen sein, sodass hier ein größerer Messerwinkel entsteht. Dieser Anschlag wird mit Fase bezeichnet und der zugehörige Messerwinkel ist der **Fasenwinkel β** (Bild 5.18).

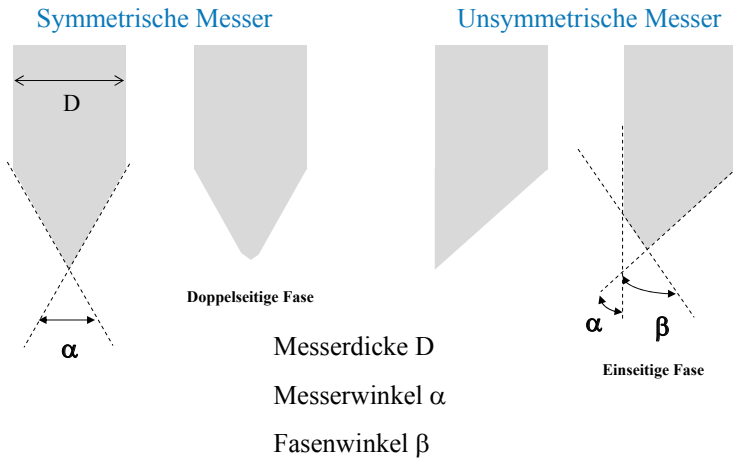


Bild 5.18 Mögliche Messergeometrien beim Druckschnitt.

Der Schneidvorgang verläuft dabei in mehreren Phasen, in denen das Messer unterschiedliche Beanspruchungen des Schneidguts auslöst (Bild 5.19). Es soll ein symmetrisches Messer mit dem Messerwinkel α betrachtet werden, dessen Schneide nicht ideal scharf, sondern abgeflacht sei. Diese **Abflachung**, die in aller Regel bei praktischen Schneidwerkzeugen mehr oder weniger stark ausgeprägt vorkommt, wird als **Schneidenspiegel** bezeichnet. Bei einem „scharfen“ Messer sind die Schneidenspiegel im Bereich weniger μm . Um die einzelnen Phasen des Schneidvorganges erläutern zu können, wird das Schneidgut in fünf Lagen unterteilt, die in Bild 5.19 entsprechend gekennzeichnet sind. Die Lage 1 ist dem Messer zugewandt, die Lage 5 liegt plan auf dem ebenen Gegenwerkzeug auf. Das Messer wird mit der Schneidkraft F beaufschlagt.

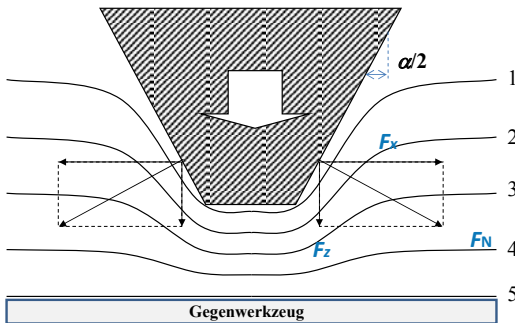


Bild 5.19 Phasen des Schneidvorgangs beim Druckschnitt. Durch den Keilwinkel entstehen zusätzliche Reibungs- und Druckkräfte in den Messerflanken.

Der Schneidvorgang beginnt mit dem **Aufsetzen des Messers** auf die Lage 1 des Schneidgutes. Infolge des Drucks des Messers wird das Schneidgut komprimiert. Dieser Vorgang geht mit einer Verformung des Schneidguts einher, die sich durch die Verdichtung des Schneidguts unter dem Schneidenspiegel und die Dehnung der Lagen beiderseits des Messers zu erkennen gibt. Die Dehnung ist in der Lage 1 am stärksten, die Lage 5 wird nicht gedehnt. An der Unterseite des Messers wirken die Kanten des Schneidenspiegels als Klemmstellen für die Lage 1 des Schneidguts, weil hier die Druckspannung unterhalb des Spiegels maximal ist (Bild 5.5). Die zweite Klemmstelle, die den Endpunkt des Dehnungszustands der Lage 1 definiert, ist unbestimmt. Eine einfache geometrische Überlegung zeigt, dass die Dehnung der äußeren Schneidgutlage 1 schon bei geringen Kompressions-

zuständen sehr hoch wird, wenn die zweite Klemmstelle in der Nähe der Bewegungsebene des Messers liegen würde. Die Dehnung beträgt etwa 30 %, wenn der Abstand der Klemmstelle von der Messerbewegungsebene genau so groß ist, wie die Eindringtiefe des Messers, und die Verformung des Schneidguts zwischen den Klemmstellen kreisförmig angenommen wird. In diesem Falle würde die Schneidgutlage 1, deren Bruchdehnung mit dem für Papier charakteristischen Wert von 4 % angenommen wird, schon bei sehr geringen Eindringtiefen des Messers reißen. Das widerspricht aber der Beobachtung. Folglich wird der Dehnungszustand der äußeren Lage 1 dadurch gemildert, dass sie nachgezogen wird. Die zweite Klemmstelle wandert somit von der Bewegungsebene des Messers weg, und die Verformung des Schneidguts zwischen den Klemmstellen wird ellipsenförmig. Dadurch wird es möglich, verhältnismäßig hohe Eindringtiefen der Messerschneide zu erzielen, bevor die Dehnung der äußeren Schneidgutlage zum Bruch führt. In aller Regel geschieht der Bruch im Bereich des Schneidenspiegels, wie oben begründet. Ist der Spiegel hinreichend schmal, das Messer also scharf, dann liegt die Bruchzone mittig unterhalb der Schneide des Messers. Nach dem **Zerteilen der obersten Lage** wird durch das weiter eindringende Messer die Lage 2 gedehnt, bis auch bei ihr die Bruchdehnung erreicht ist. Dieser Vorgang setzt sich fort, bis die vom Messer bewirkte Dehnung der Lagen nicht mehr ausreicht, um die jeweilige Bruchdehnung zu erreichen. Der Schneidmechanismus des Teilens durch sukzessives Überschreiten der Bruchdehnung in den Lagen des Schneidguts durch das vordringende Messer endet dann.

Dehnung bis zum Bruch bedeutet, dass die jeweils betroffene Lage des Schneidguts bis zum Eintritt des Bruchs plastisch verformt wird. Diese Verformung nimmt mit der Abnahme der Dehnungsbeanspruchung ab, an der Eintrittsstelle des Messers ist sie am stärksten. Die Verformung bleibt dauerhaft erhalten.

Vom Schneidbeginn an war der Eindringvorgang des Messers mit der **Kompression des Schneidguts** unterhalb des Schneidenspiegels verbunden. Wenn der Kompressionsvorgang einen gewissen Grad der Verdichtung des Schneidguts erreicht hat, beginnt er einen Beitrag zum Teilungsprozess zu leisten, weil die Kompression dann zur Schädigung des Fasergefüges führt.

Der Grad der **kompressionsbedingten Schädigung des Fasergefüges** lässt sich bestimmen, indem die Bruchkraft einer Papierprobe unter Laborbedingungen in Abhängigkeit vom Kompressionszustand gemessen wird. Bild 5.20 zeigt das typische Ergebnis. Dargestellt sind die auf der Ordinate die Restbruchkraft und auf der Abszisse das infolge der Kompression noch vorhandene Restporenvolumen. Beide Größen sind jeweils auf die initialen Werte bezogen.

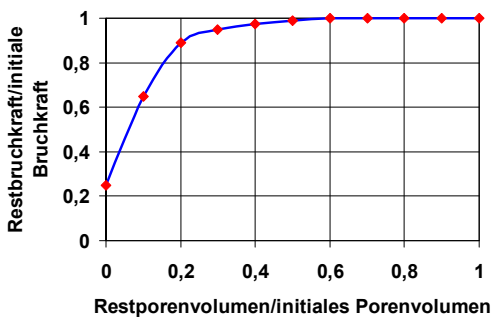


Bild 5.20 Restbruchkraft in Abhängigkeit vom Restporenvolumen, jeweils bezogen auf die initialen Werte

Versuche der beschriebenen Art zeigen, dass eine nennenswerte Schädigung des Papiergefüges infolge der Kompression erst eintritt, wenn das Restporenvolumen weniger als 20% des Anfangswerts beträgt. Die maximale Schädigung tritt ein, wenn der porenfreie Zustand eingetreten ist.

Die neue Phase des Trennvorgangs ist also dadurch gekennzeichnet, dass das **Schneidgut** unter dem Messer komprimiert wird und sich dabei das **Porenvolumen** verringert. Dadurch allein würde es aber nicht zur Teilung kommen, dafür werden noch tangentiale Kräfte benötigt. Diese entstehen dadurch, dass sich das verformte Schneidgut mit fortschreitendem Messerweg mehr und mehr an die Messerflanken anschmiegt. Die auf das Messer senkrecht einwirkenden Schneidkräfte beginnen sich in Komponenten zu zerlegen, denn beim Vorschub des Messers müssen nun zusätzlich noch Reibungskräfte überwunden werden, die so groß werden können, dass beträchtliche Anteile an der gesamten Schneidkraft zu ihrer Überwindung erforderlich sind. Die **Messerflanken** müssen zudem das Schneidgut verdrängen, wodurch es zu den tangentialen Druckkräften kommt, die letztendlich dafür verantwortlich sind, dass das unter der Messerschneide maximal verdichtete und in seiner Festigkeit geschwächte Fasermaterial getrennt wird. Für die Kräfte gilt bei einem symmetrischen Messer:

$$F_x = 0$$

$$F_z = F_N \cdot \left(\mu \cdot \cos \frac{\alpha}{2} + \sin \frac{\alpha}{2} \right)$$

Die Tangentialkräfte F_x sind auf beiden Seiten des Messers gleich groß und heben sich deshalb auf. Die noch wirkende Messerkraft F_z ist umso höher, je geringer der Reibungskoeffizient μ zwischen Schneidgut und Messerflanke ist. Bei einem unsymmetrischen Messer heben sich die Tangentialkräfte F_x nicht auf. Es gilt:

$$F_x = F_{N1} \cdot \cos \alpha - F_{N2}$$

$$F_z = F_{N1} \cdot (\mu \cdot \cos \alpha + \sin \alpha) + \mu \cdot F_{N2}$$

Darin sind F_{N1} die Normalkraft an der gekeilten Messerseite und F_{N2} die Normalkraft an der ungekeilten Seite des Messers. Auf das Messer wirkt durch die unsymmetrische Kraftverteilung ein Drehmoment M ein, das durch eine stabile Messerkonstruktion aufgefangen werden muss:

$$M = a \cdot F_z$$

Auf der anderen Seite verdrängen unsymmetrische Messer das Schneidgut nur zu einer Seite, ein Umstand, der für manche Schneidaufgaben besonders günstig ist. Das Drehmoment kann auch mit einer Fase gemildert werden, weil mit ihrer Hilfe der Abstand a zwischen Messerschneide und der Messerkraft F_z verkleinert wird.

Bei einem symmetrischen keilförmigen Messer wird nur etwa die Hälfte der eingeleiteten Druckkräfte für die Komprimierung des Schneidguts verwendet. Der Rest wird für die Materialverdrängung infolge des Messerkeiles sowie zur Überwindung der Reibkräfte verwendet. Die zum Schneiden erforderlichen Druckkräfte sind somit umso geringer, je schlanker der Messerkeil ist. Bei einem dünnen balkenförmigen Messer mit Messerwinkel $\alpha = 0$ würden Materialverdrängung und die damit einhergehenden Reibungsverluste ganz entfallen. Allerdings trifft das in der Realität nicht zu, weil sich die reale Verformung des

Schneidguts mit zunehmender Verformung immer mehr von der idealen Verformung unterscheidet und das Schneidgut sich deshalb zunehmend an die Messerflanken anschmiegt (Bild 5.21).

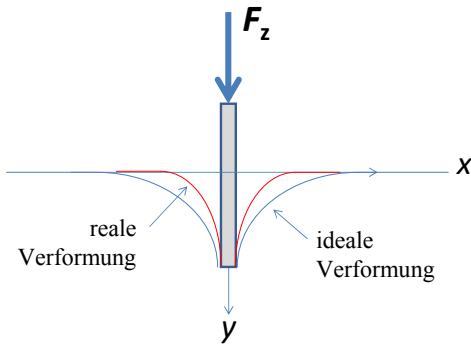


Bild 5.21 Druckschnitt mit einem dünnen balkenförmigen Messer (Messerwinkel $\alpha = 0$)

Der Vorteil kleiner Messerwinkel ist zudem mit einem Verlust an mechanischer Festigkeit insbesondere gegenüber Querkräften verbunden. Besonders empfindlich sind derartige Messer im Schneidbereich. Hier können Querkräfte z.B. durch Inhomogenitäten des Schneidguts zu Beschädigungen der Schneide führen. Das Messer verschleißt dadurch schneller. Weitere Einflussgrößen sind die Reibeigenschaften der Messerflanken und die Breite des Messerspiegels. Der Reibungskoeffizient zwischen Schneidgut und Messerflanken sollte so gering wie möglich sein. Eine Mindestanforderung an die Flanken ist eine hohe Güte der Oberflächenbeschaffenheit.

Ob es beim Trennvorgang zum **Zerteilen der Fasern des Papiergefüges** kommt oder zum **Herausziehen der Fasern** aus dem Gefüge, hängt davon ab, wie fest die Fasern sind und wie intensiv sie in das Fasergefüge eingebunden sind. Letzteres wiederum ist abhängig davon, wie groß der Anteil an Faserkreuzungsflächen an der Gesamtfläche der betrachteten Faser ist. Werden beim Trennvorgang häufig Fasern aus dem Papiergefüge gezogen, ist eine unsaubere und oft auch staubende Schnittkante die Folge. Zwischen Schnittgüte und Papierbeschaffenheit gibt es somit enge Zusammenhänge.

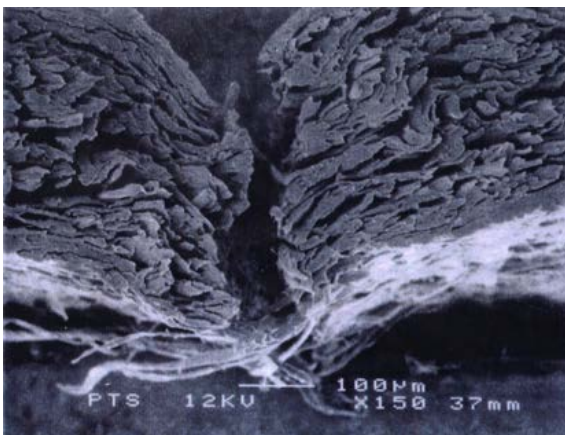


Bild 5.22 Querschnitt durch einen Druckschnitt durch Karton. Messerbewegung von oben nach unten. An der Eintrittsstelle des Messers sind die bleibenden plastischen Verformungen des Materials zu erkennen. Die Faserschicht auf der Unterseite ist nur schwach gebunden. Die Fasern wurden deshalb nicht mehr getrennt, sondern aus dem Gefüge herausgezogen.

Der Druckschnitt verläuft – wie im Bild 5.22 dargestellt – mithilfe zweier Mechanismen:

- Trennen durch sukzessives Überschreiten der Bruchdehnung der Lagen im Papier,
- Gefügeschädigung durch Kompression bis zum porenfreien Zustand.

Diese Mechanismen sind zeitlich nicht klar getrennt, sondern verlaufen mehr oder weniger gleichzeitig. Zu Beginn des Schneidvorganges wird das Überschreiten der Bruchdehnung dominierend sein, zum Ende eher die Folgen der Kompression.

Pauschal betrachtet, muss zum Trennen eines Schneidguts eine spezifische Kraft F_z aufgewendet werden. Beim Druckschnitt mit einem senkrecht arbeitenden geraden Messer ist F_z proportional zum spezifischen Schneidwiderstand τ_0 . Er ist ein Maß für den Widerstand, den das Schneidgut unter den herrschenden Schneidbedingungen dem wirkenden Messer entgegensetzt. Die Schneidbedingungen umfassen den Messerwinkel ebenso wie den Reibungskoeffizienten zwischen Messer und Schneidgut. Weiterhin ist F_z proportional der Länge l des Messers, die mit dem Schneidgut in Eingriff ist. Für F_z kann also geschrieben werden:

$$F_z = \text{const} \cdot \tau_0 \cdot l$$

Diese Beziehung hat für die Auslegung von Maschinen, die auf der Basis des Druckschnitts arbeiten, eine große Bedeutung. Bei einem scharfen Schneidwerkzeug liegen die spezifischen **Schneidwiderstände** τ_0 von Faltschachtelkarton bei 30 N/mm, von Graupappe bei 50 N/mm und von Hartpappe bei über 70 N/mm.

Es werden nun Beispiele für wichtige Ausführungsform von Maschinen betrachtet, die nach dem Druckschnittverfahren arbeiten, nämlich der **Planschneider** und die Stanze in der Form einer **Flachbettstanze** und in der Form einer **Rotationsstanze**. Zunächst zum Planschneider. Sein grundsätzlicher Aufbau ist in Bild 5.23 erläutert. Der auf einer ebenen Unterlage liegende Papierstapel wird mit einem Pressbalken fixiert. Das in der Regel unsymmetrische Messer führt den Schnitt durch, wobei der vor dem Messer liegende Teil des Schneidguts vom Messerwinkel verdrängt wird.

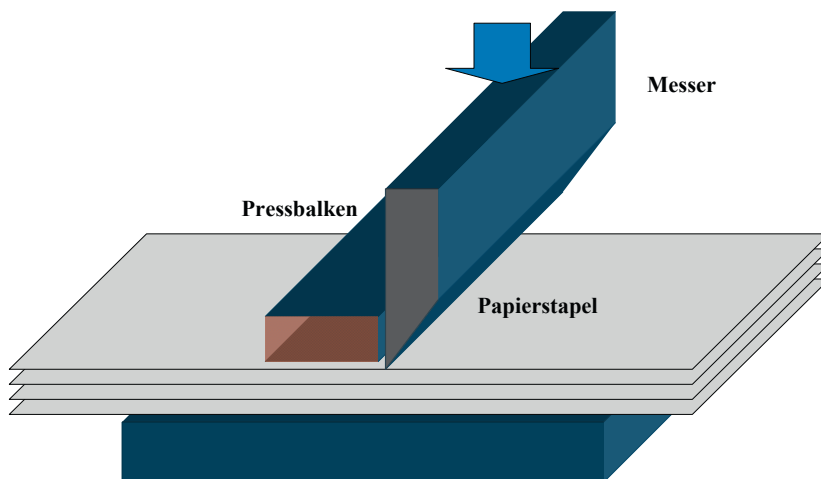


Bild 5.23 Prinzipaufbau eines Planschneiders

Planschneider haben in der Regel den Zweck, einen Papierstapel, der durch den Druck des Pressbalkens fixiert ist, so zu beschneiden, dass gerade und saubere Schnittkanten entstehen. Das Schneidgut auf der dem Papierstapel abgewandten Seite ist oft Abfall, dessen Verformungsgrad ohne Bedeutung ist. Bevorzugt werden deshalb unsymmetrische Messer eingesetzt, die auf der graden Seite dem Nutzstapel zugewandt sind. Der an der Keilseite durch den Schneidvorgang verdrängte Abfall wird neben der Verformung auch durch die Reibung beansprucht. Wegen der auftretenden Drehmomente müssen die Messer in Planschneidern verformungssteif sein. Je nach Bewegungsablauf des Messers unterscheidet man zwei unterschiedliche **Maschinentypen** (Bild 5.24).

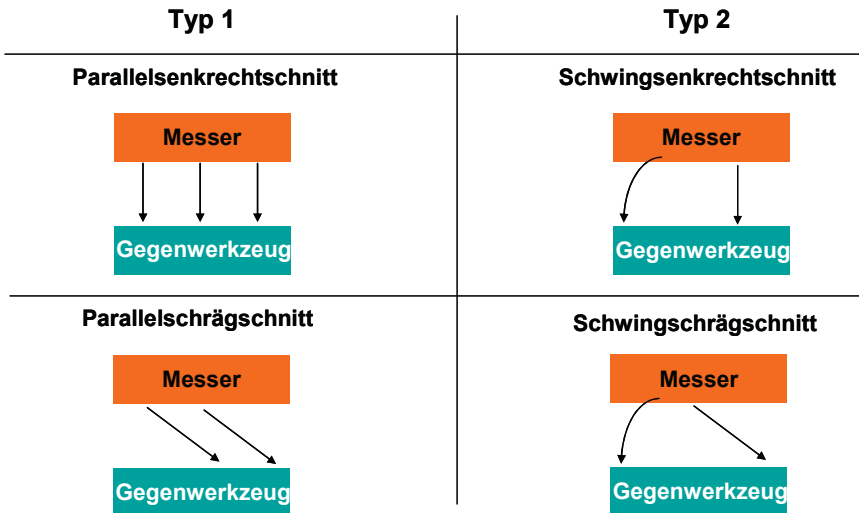


Bild 5.24 Bewegungsabläufe der Messer in verschiedenen Planschneidertypen

Beiden Maschinentypen sind gemeinsam, dass das Messer am Ende des Schneidprozesses genau parallel auf das Gegenwerkzeug aufsetzt. Mithilfe der überlagerten horizontalen Bewegungskomponente lassen sich die Kräfte zum Schneiden erheblich senken, weil dadurch eine scheinbare Verringerung des Keilwinkels des Messers eintritt. Dies lässt sich eindrucksvoll am Beispiel des **ziehenden Schnitts** verdeutlichen (Bild 5.25). Betrachtet wird ein z.B. unsymmetrisch keilförmiges Messer mit dem Messerwinkel β , dessen Schneide gegenüber dem Schneidgut um den Winkel ζ geneigt ist. Wenn das Messer sich in Richtung des Pfeils bewegt, d.h. mit einer Vorschubrichtung, die gegenüber dem Schneidgut um den Winkel θ geneigt ist, dann scheint der Messerwinkel für den Beobachter in Messervorschubrichtung der Winkel α zu sein. Es ist offensichtlich, dass $\alpha < \beta$ ist. Tatsächlich gilt folgende geometrische Beziehung zwischen den Winkeln:

$$\tan\alpha = \tan\beta \cdot \sin(\theta - \xi)$$

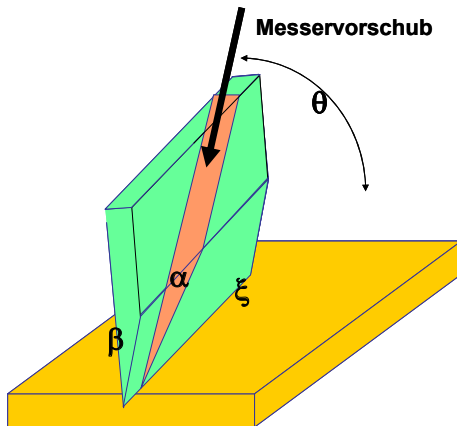


Bild 5.25 Geometriebeziehungen zur Erläuterung des ziehenden Schnitts

Für den Grenzfall, dass $\zeta = \theta = 0$ ist, für den Fall also, dass die Messerschneide sich genau parallel zur Oberfläche des Schneidguts bewegt, wird $\alpha = 0$, das Messer bekommt eine scheinbar ideal scharfe Schneide. Die Überlagerung einer Schwenkbewegung hat den Sinn, den Effekt des ziehenden Schnitts mit zu nutzen, um die erforderlichen Schneidkräfte abzusenken.

Es gibt aber noch einen weiteren wichtigen Unterschied zwischen den beiden Gerätetypen. Während bei Planschneidern vom Typ 1 das gesamte Messer gleichzeitig im Eingriff ist, ist das bei Planschneidern vom Typ 2 aufgrund der Schwenkbewegung des Messers nicht der Fall. Der Schnitt beginnt hier vielmehr an der Kante des Schneidgutes, an der das Messer zuerst aufgesetzt hat. Hier wird das Schneidgut bereits durch den Messerkeil verdrängt, bevor der Schnitt über die ganze Länge des Schneidguts begonnen hat. Als Folge entsteht ein Drehmoment, welches das Schneidgut verformen und die Schnittgüte reduzieren kann (Bild 5.26). Den Verformungen muss durch sorgfältiges Anpressen entgegen gewirkt werden.

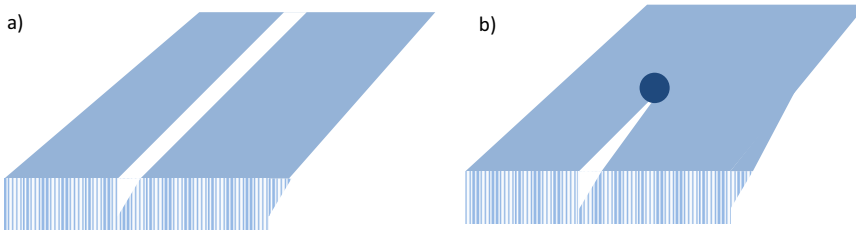
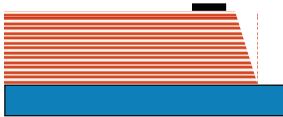
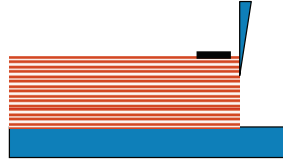


Bild 5.26 Verformungen des Schneidguts in Planschneidern. a) Typ 1: Gerade aufsetzendes Messer schneidet sauber, geringe Zugspannungen auf ungeschnittenes Papier, kein Drehmoment. b) Typ 2: Schräg aufsetzendes Messer verdrängt das Papier im Schnittbereich, Zugspannungen und Drehmoment auf ungeschnittenes Papier im Übergangsbereich. Beim Typ 2 kennzeichnet der Punkt die Stelle, an der die schräg gestellte Messerschneide das Schneidgut verlässt.

Beim Planschneider sind noch weitere Schnittfehler möglich, aus deren charakteristischen Merkmalen am Schneidgut die Ursachen abgelesen und abgestellt werden können

(Bild 5.27). Geschnitten wird ein Papierstapel, der mit einem Pressbalken auf der Maschinenunterlage fixiert ist. Das Messer bewegt sich unmittelbar vor dem Pressbalken von oben nach unten. Der idealerweise senkrechte Schnitt kann typische Abweichungen zeigen, aus denen Abhilfemaßnahmen abgelesen werden können.

Idealer Schnitt: kantengerader Stapel



Überschnitt: Die untersten Bogen sind länger.

Ursache: Messer weicht aus, weil Messerwinkel zu schlank



Unterschnitt: Die obersten Bogen sind länger.

Ursache: Messer wird in den Stapel gedrängt. Papier ist weich und rau mit hoher Reibung



Pilzschnitt: Die obersten Bogen sind länger.

Ursache: Zu wenig Pressung



Konkaver Schnitt: Die mittleren Bogen werden herausgezogen.

Ursache: Zu wenig Pressung, gleitfähiges Schneidgut

Bild 5.27 Schnittfehler beim Planschneider

Zur Erläuterung des Auftretens von **Schnittfehlern beim Planschneider** soll die Skizze in Bild 5.28 dienen. Dargestellt ist ein Bogenstapel der Höhe h . Er wird durch einen Pressbalken mit der Presskraft F fixiert. Im Abstand L_A von der Wirkebene der Presskraft befindet sich die Bewegungsebene des Messers, das mit der Kraft F_z auf den Bogenstapel drückt und ihn verformt, wobei der Verformungsgrad beim obersten Bogen am größten ist. Für die Bogenlänge L des verformten obersten Bogens gilt nach [5.1]:

$$L \approx \frac{1}{2} \cdot \sqrt{2 \cdot L_A^2 + 5,33 \cdot h^2} - L_A$$

Wenn der Schnitt beginnt und das Messer sich auf das Gegenwerkzeug hin bewegt, wird die Verformung der jeweils unmittelbar vor dem Schnitt stehenden Bogen geringer. Es entstehen die typischen Merkmale eines **Pilzschnitts**.