

GUV-SI 8037 (bisher GUV 57.1.30.2)

GUV-Informationen

Sicherheit im Unterricht



# Papier

Ein Handbuch für Lehrkräfte



Gesetzliche  
Unfallversicherung

**Herausgeber**

Bundesverband der Unfallkassen  
Fockensteinstraße 1, 81539 München  
[www.unfallkassen.de](http://www.unfallkassen.de)

Ausgabe April 2005

Illustrationen:  
RUF & SPREIGL, München

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit  
vorheriger Genehmigung des Herausgebers.  
Printed in Germany

Zu beziehen unter Bestell-Nr. GUV-SI 8037 vom zuständigen  
Unfallversicherungsträger, siehe vorletzte Umschlagseite.

GUV-SI 8037 (bisher GUV 57.1.30.2)

GUV-Informationen

Sicherheit im Unterricht

## Papier

Ein Handbuch für Lehrkräfte



Gesetzliche  
Unfallversicherung

	Seite
Vorwort .....	4
Basisinformation .....	5
Bearbeitungswerkzeuge für Papier .....	7
Verarbeiten durch Kleben .....	13
Literaturverzeichnis .....	15
Stichwortverzeichnis .....	16

Die Geschichte des Werkstoffes Papier ist verbunden mit einer über tausend Jahre dauernden Wanderung des Papiermacherhandwerks von Asien über Vorderasien und Nordafrika nach Europa. Zum ersten Mal taucht Papier um die Zeitenwende in China auf und ersetzt dort die bis dahin gebräuchlichen Bambustafeln und Seide als Schriftträger. Über den maurischen Kulturbereich gelangte das Wissen über die Papierbereitung dann im 12. Jahrhundert nach Südeuropa. In Deutschland wurde erst zu Ende des 14. Jahrhunderts Papier als Schriftträger hergestellt.

Heute ist Papier als Informationsträger für Bild, Schrift und Druck sowie als Material für eine Vielzahl von Verpackungen unentbehrlich geworden.

Für den Werk-, Kunst- und Technikunterricht an allgemein bildenden Schulen sind Papier, Karton und Pappe wegen ihrer vielfältigen Bearbeitungs- und Gestaltungsmöglichkeiten interessante und viel gebrauchte Werkstoffe.

Die vielfältigen Arten der Papierbearbeitung im Unterricht mit verschiedenen Werkzeugen können zu Gefährdungen führen, hervorgerufen durch unsachgemäße Handhabung der Werkzeuge, auf die in der vorliegenden Broschüre schwerpunktmäßig hingewiesen werden soll.

Im ersten Teil wird ein Überblick über Herstellung und Eigenschaften von Papier gegeben.

Den Hauptabschnitt bildet der zweite Teil über die Bearbeitungswerkzeuge. Darin wird sowohl auf Papierschneidemaschinen als auch auf Handscheren und Messer eingegangen. Es werden Informationen über die richtige Handhabung der jeweiligen Werkzeuge gegeben.

Die Verbindung von einzelnen Werkstücken aus Papier, Pappe oder Karton durch Kleben ist das Thema des letzten Abschnittes. Anhand der chemischen Zusammensetzung der verschiedenen Klebstoffe wird hier auf Gefahren durch gesundheitsschädliche Stoffe hingewiesen.

Der Text dieser Broschüre basiert auf einem Manuskript von Herrn Karl Pichol, Amtsobererrat der Universität Münster, Institut für Technik und ihre Didaktik.

Papier, Karton und Pappe sind Materialien, die in der Schule häufig zum Beschreiben, Bemalen und Basteln verwendet werden. Als Rohstoffe für ihre Herstellung werden vorrangig Holz, seltener Stroh und bei besonderen Festigkeitsanforderungen auch Lumpen benutzt. Ein großer Teil des in Deutschland gebrauchten Papiers wird wieder aufgearbeitet, so dass auch Altpapier als Rohstoff für die Papier-, Karton- und Pappeherstellung angesehen werden kann.

Ein Unterscheidungskriterium für die drei Materialien ist das auf die Fläche bezogene Gewicht. Erzeugnisse bis etwa  $150 \text{ g/m}^2$  bezeichnet man als Papier, zwischen  $150$  und  $600 \text{ g/m}^2$  als Karton und darüber als Pappe.

Papier wird aus den Fasern von Pflanzen hergestellt. Die Pflanzen, zum Beispiel verschiedene Hölzer, werden mechanisch zerkleinert oder durch Einwirkung von Chemikalien so lange behandelt, bis ihre einzelnen Fasern freigelegt sind. Die Fasern werden in mühlenähnlichen Maschinen aufgesplissen (fibrilliert) und anschließend mit Wasser zu einer Suspension verarbeitet. Aus der Suspension wird unter Zusatz von Füll- und Hilfsstoffen (Silikate, Sulfate, Sulfide, Karbonate, Oxide) mit Hilfe eines Siebes ein Blatt gebildet.

Von diesem kann das Wasser der Suspension ablaufen, während die Pflanzenfasern zurückbleiben. Um dem Papier für bestimmte Zwecke bessere Ver- oder Bearbeitungseigenschaften zu verleihen, wird ihm oft Leim zugesetzt oder es wird gestrichen. Leim, Streichmassen und die Füll- und Hilfsstoffe wirken bei der Ver-

und Bearbeitung des Papiers in besonderer Art auf die Werkzeuge. Füllstoffe bestehen aus Stoffteilchen von etwa  $0,2$  bis  $10 \mu\text{m}$  Durchmesser und wirken beispielsweise beim Schneiden teilweise wie Schmirgel auf die Schneiden der Werkzeuge. Farben und Leime können den bei gutem Papier etwa neutralen pH-Wert erheblich verschieben. Das kann besonders beim Bearbeiten noch feuchter Papiere (z.B. durch Klebstoffe!) zu verstärkter Korrosion der Werkzeuge führen.

Die Art der heute üblichen maschinellen Herstellung von Papier erfordert Beachtung bei seiner Be- und Verarbeitung. Das Papier wird auf schnell laufenden Sieben hergestellt. Bei der hohen Laufgeschwindigkeit der Siebe (bis zu  $120 \text{ km/h}$ ) richten sich die Fasern mehr oder weniger stark in Laufrichtung des Siebes aus. Das hat zur Folge, dass Maschinenpapiere in Laufrichtung andere Dehnungs- und Festigkeitseigenschaften haben als quer dazu. Durch einfache Tests lässt sich die Laufrichtung feststellen. Wird z.B. ein Stück Papier auf einer Seite befeuchtet, so dehnt es sich stark quer zu seiner Laufrichtung (Abb. 1).

Die Laufrichtung ist bei der Verarbeitung von Papier dann zu beachten, wenn die Eigenschaften des Papiers bei einem Produkt wichtig sind. Bei Büchern verläuft die Laufrichtung der Seiten parallel zum Buchrücken. Andernfalls ruft die Feuchtigkeit des Buchbinderleims eine Dehnung hervor, durch die der Buchblock wellig wird. Karteikarten sollten so hergestellt werden, dass die Laufrichtung senkrecht zum Boden des Karteikastens verläuft, damit sie besser aufrecht im Kasten stehen (Abb. 2).

Abb. 1: Laufrichtung der Fasern

Feststellen der Laufrichtung (Maschinenrichtung)

- Feststellen der Laufrichtung durch Befeuchten
- Reißprobe

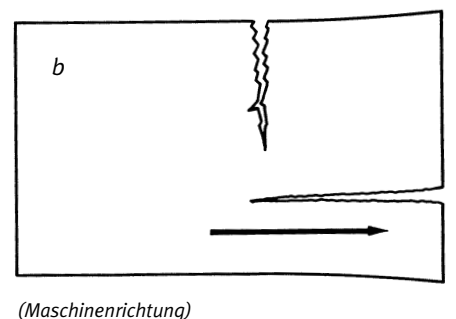
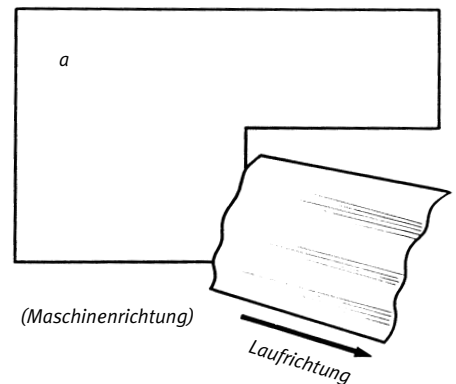
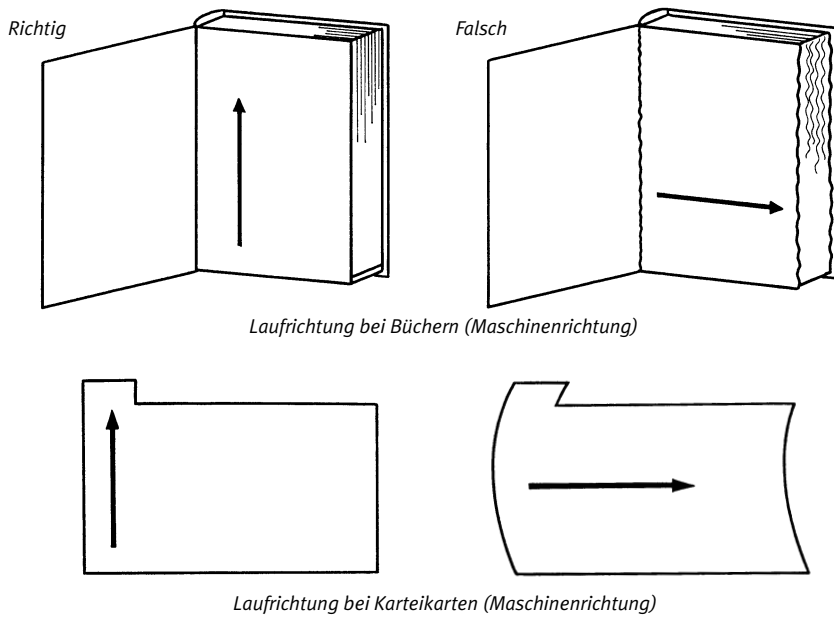
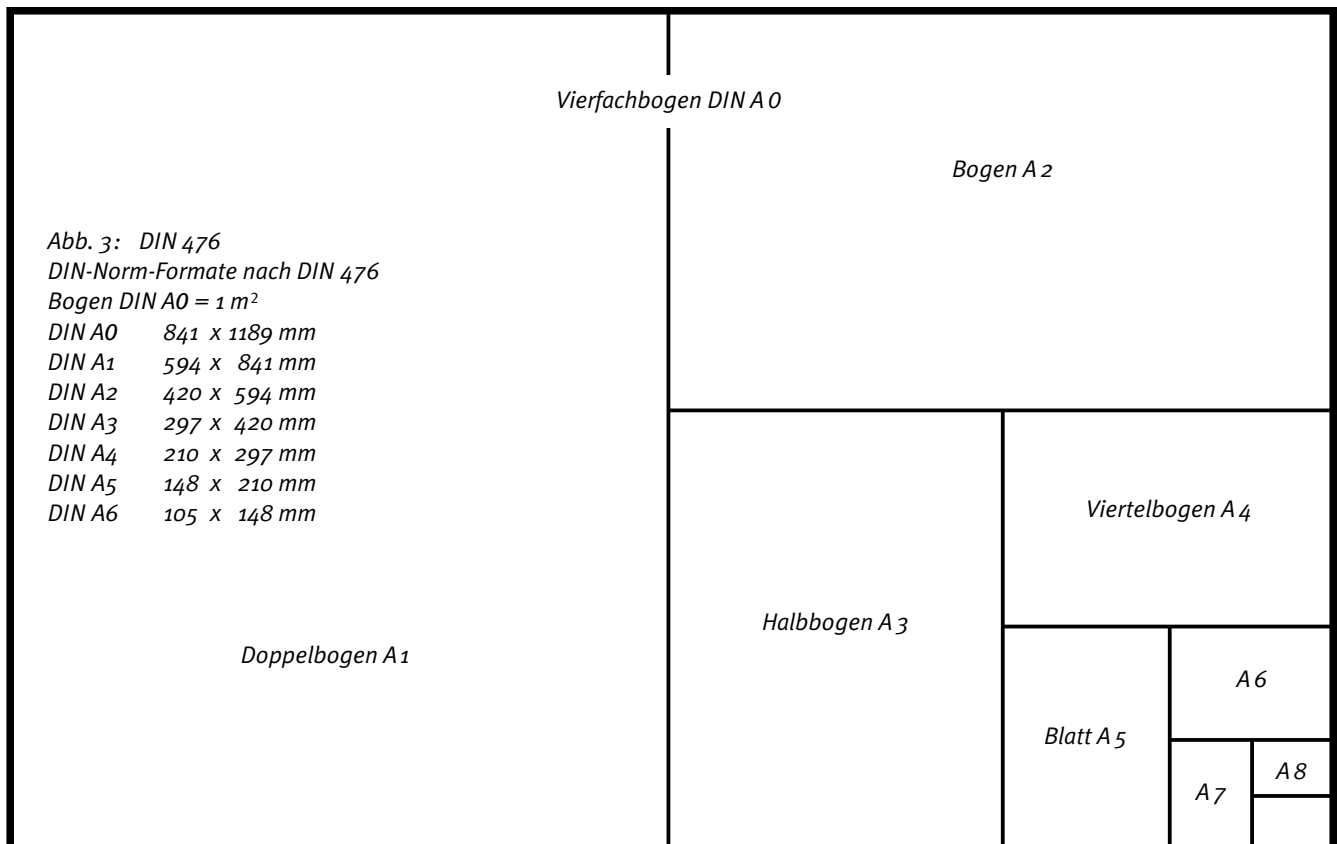


Abb. 2: Laufrichtung im Produkt



Die Papierformate sind in der DIN 476 genormt. Für Schreib-, Zeichen- und Druckpapiere in der Reihe A hat das Ausgangsformat eine Fläche von  $1 \text{ m}^2$  und die Seiten verhalten sich wie  $1 : \sqrt{2}$ . Das nächst kleinere Format ist bei gleichem Seitenverhältnis halb so groß. Die gleichen Bedingungen für das Seitenverhältnis gelten für das darauf folgende Format und so weiter (Abb. 3).

Als einfache Regel: Durch mittiges Falten der Längsseiten entsteht jeweils das nächst kleinere Format.



Eine häufig durchgeführte Arbeit an Papier ist das Schneiden. Für Schulen eignen sich hierfür von Hand zu betriebe Papierschneidemaschinen. Die Maschinen besitzen parallel und rechtwinklig zum Schnitt liegende, teilweise verstellbare Anschläge, weshalb sich damit besonders einfach rechtwinklige Formate zuschneiden lassen. Der Schnitt wird von

zwei gegeneinander stehenden Messern ausgeführt, von denen in der Regel nur eines bewegt wird. Dieses bewegte Messer kann ohne Schutzmaßnahmen zu Verletzungen führen. Bei Schwenkmessern besteht die Gefahr, dass trotz vorhandener Schutzvorrichtungen zwischen die beiden Messer gegriffen wird (Abb. 4 und 5).

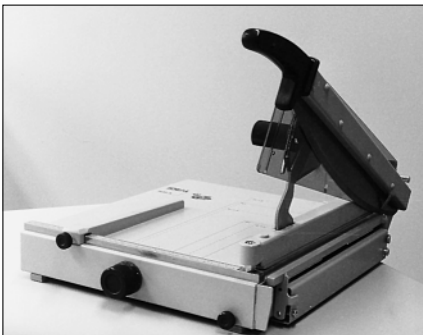


Abb. 4: Schwenkmesser

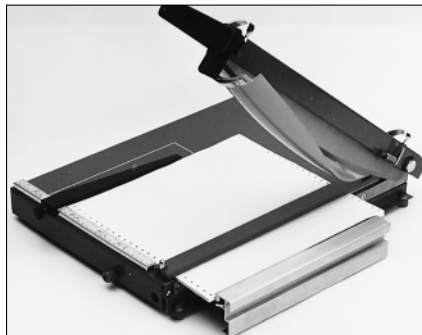


Abb. 5: Schwenkmesser mit Schutz



Abb. 6: Schwenkmesser mit Gegengewicht

Deshalb muss dafür gesorgt werden, dass das Obermesser nicht selbstständig herunterfallen kann und unbeabsichtigt einen Schnitt ausführt. Dies wird zum Beispiel durch ein Gegengewicht am Schwenkarm erreicht (Abb. 6).

In der Schule sind die Maschinen mit einem Schloss zu versehen, oder sie werden in einen gesonderten Raum gestellt, damit sie vor unbefugtem Zugriff geschützt sind. Das mindert auch die Gefahr, dass mit den Maschinen andere Werkstoffe als Papier geschnitten werden, etwa Metallfolien oder dünne Bleche, was die Messer stumpf werden lässt oder gar zerstört.

Eine alte Handwerkerregel besagt, dass mit einer Schere immer nur ein und dasselbe Material geschnitten werden soll, um die Schere scharf zu halten. Scheren

mit Schwenkmessern eignen sich auf Grund ihrer Konstruktion besonders zum Schneiden von dickem Papier, Karton und Pappe. Sie arbeiten mit dem so genannten ziehenden Schnitt (Abb. 7).

Dabei wirkt das bewegte Messer nicht gleichzeitig über seine ganze Länge auf den gesamten Werkstoffquerschnitt ein, weil es in einem bestimmten Winkel zum festen Messer steht („ziehender Schnitt“). Dadurch wird nur ein kleiner Teil des Werkstückquerschnittes in jedem Augenblick zertrennt und es ist erheblich weniger Kraft zum Schneiden erforderlich, als wenn die Messer mit den Schneiden parallel zueinander bewegt würden und die Schneidarbeit gleichzeitig verrichten müsste.

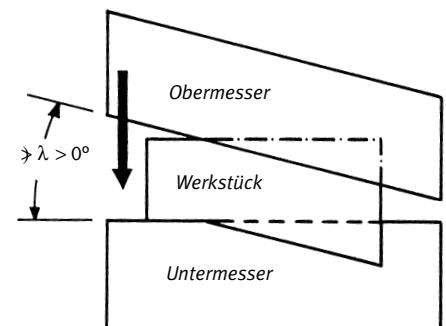


Abb. 7: ziehender Schnitt



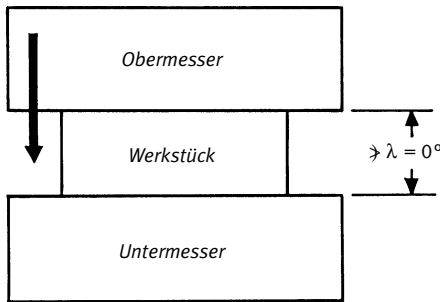


Abb. 8: Trennschnitt

Im letzten Fall – man spricht von Parallelschnittmaschinen – muss der gesamte Querschnitt des Papiers gleichzeitig zertrennt werden (Trennschnitt, Abb. 8). Sofern sehr dicke Werkstücke geschnitten werden, kann man bei Schwenkmessern aber nicht beliebig nah an den Drehpunkt

heranrücken, weil dann die Gefahr besteht, dass das Werkstück wegen der zu großen Öffnung der Schere nicht „gepackt“ wird und durch auftretende Schubkräfte wieder vom Drehpunkt weggeschoben wird (Abb. 9).

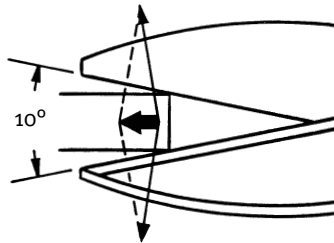


Abb. 9: „Ausspucken“ des Werkstückes

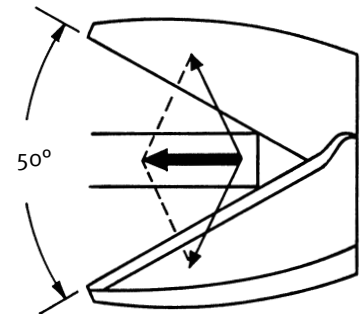


Abb. 10: Parallelschnittmaschine

Damit der Öffnungswinkel der Messer zueinander während des Schneidens unverändert bleibt (und damit die Schnittbedingungen nicht verändert werden), gibt es Schwenkmesser mit speziell gekrümmten Schneiden.

sen sich darüber hinaus relativ einfach durch Kapselung sichern, wie auch die Maschinen, deren geführtes Messer eine Scheibe (Rolle) ist.

Bei den Parallelschnittscheren (Abb. 10) tritt dieses Problem nicht auf. Diese las-

Es gibt sowohl für Bogen- als auch für Rollenpapier Schneidemaschinen (Abb. 11 und 12).



Abb. 11: Schneidemaschine mit Rollmesser

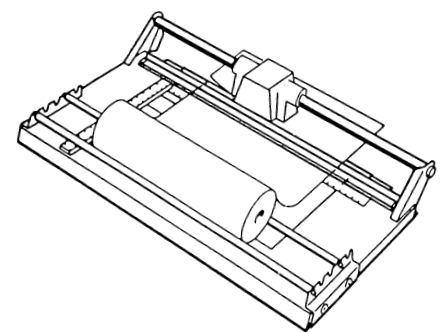


Abb. 12: Schneidemaschine für Rollenpapier

Der Umgang mit den handbetriebenen Maschinenscheren ist bei sachgerechter Handhabung und sachgerechter Wartung der Maschinen auch Schülern zuzumuten. Die beste Sicherheit ist neben einer

gründlichen Einweisung in den Umgang mit den Maschinen, dass immer nur ein Schüler allein an der Maschine arbeitet und auch immer nur ein Blatt einzeln schneidet. Bei Schwenkmesserschere

ein gleichzeitiges Schneiden mehrerer Bögen schon deshalb nicht angebracht, weil trotz der meistens vorhandenen Niederhalter (Pressvorrichtung) die Bögen beim Schneidevorgang in den Spalt zwischen den beiden Messerteilen hineingezogen werden und damit ungenaue Schnitte entstehen. Vorhandene Niederhalter, die die Papier- und Pappbögen festklemmen, sollen immer benutzt werden, weil dadurch sowohl das Einziehen als

auch das Hochschlagen eines Bogens bei nicht richtig eingestelltem Messerspiel verhindert werden.

Das geeignete Werkzeug zum Ausschneiden beliebiger Formen und für kurze gerade oder längere Schnitte, bei denen es nicht auf die größte Exaktheit in der Geradföhrung ankommt, sind die verschiedenen Formen der Handscheren. Der Aufbau aller dieser Scheren ist im Prinzip gleich (Abb. 13).

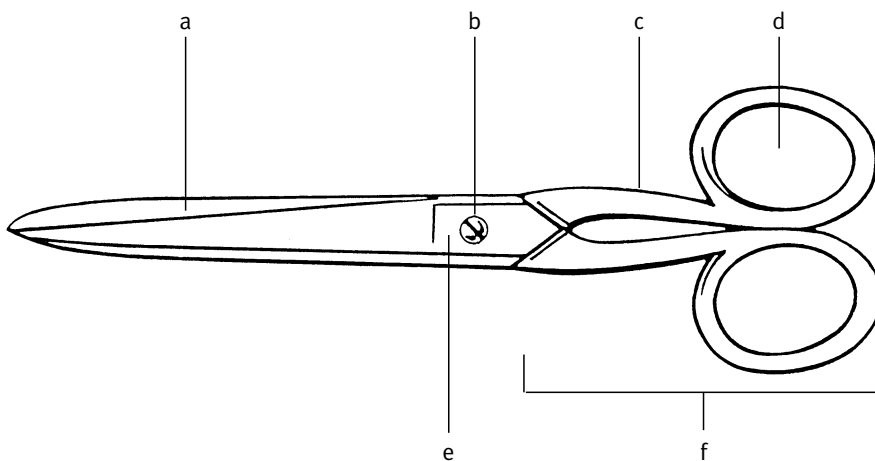


Abb. 13: Aufbau einer Schere

- a) Schneide oder Blatt
- b) Niet
- c) Stange
- d) Auge
- e) Schild
- f) Stange und Auge bilden zusammen den Griff

Die Krümmung der Scherenblätter ist so ausgeführt, dass sich die Blätter bei einem Schnitt immer nur gerade an der Stelle berühren, mit der geschnitten wird. Die Blätter werden genau an der Schnittstelle durch die Vorspannung fest gegeneinander gepresst, was erst einen sauberen Schnitt ermöglicht. Da schon kleine Verformungen der Blätter diese punktförmige, zum sauberen Schnitt dringend erforderliche Berührung zunichte machen, müssen stärker belastete Blätter stabiler ausgeführt werden. Um jede Verformung zu vermeiden, dürfen Scheren auch nicht als Schraubendreher und Stechwerkzeug missbraucht werden. Selbst das Herunter-

fallen vom Tisch ruft schon häufig so starke Verformungen oder Lockerungen des Niets hervor, dass die Scheren unbrauchbar werden. Die Vorspannung (Abb. 14) durch die Schraube ist öfter zu kontrollieren. Reparaturen von Scheren, insbesondere das Nachschleifen der einseitig geschärften Blätter, das bei gehärteten Scheren möglich ist, soll nur von Fachleuten ausgeführt werden.

Doch zeigen die Scheren je nach Verwendungszweck und Bedarf unterschiedliche Ausformungen (Abb. 15).

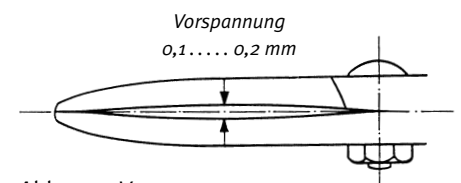
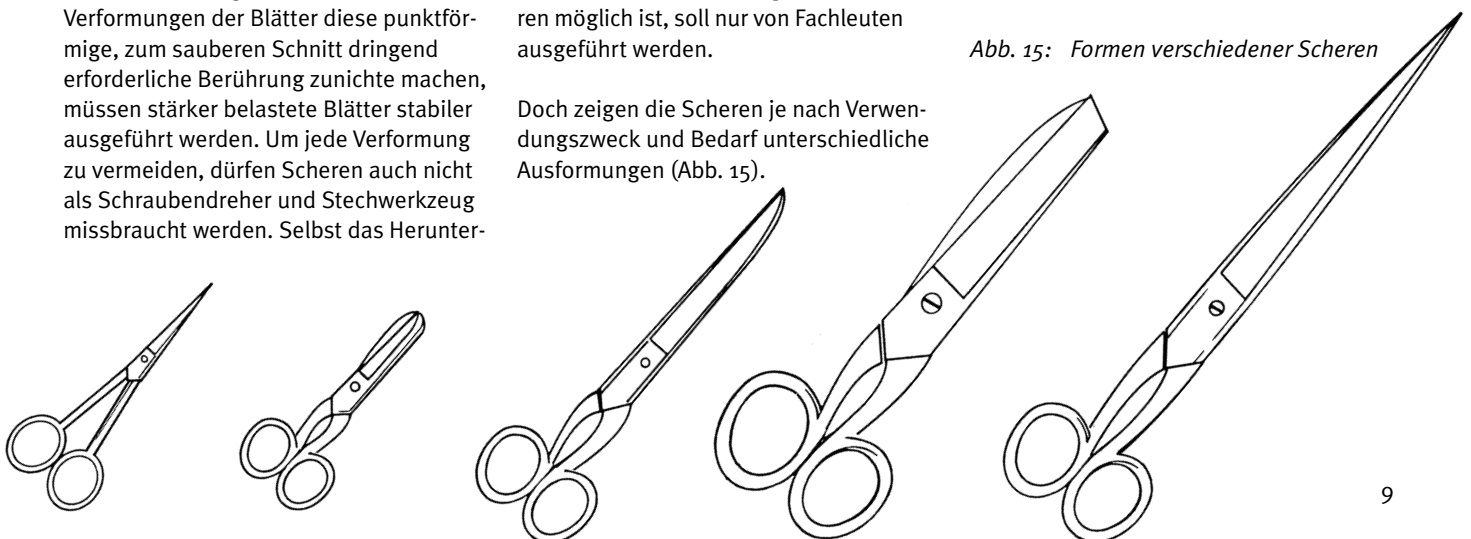


Abb. 14: Vorspannung

Abb. 15: Formen verschiedener Scheren



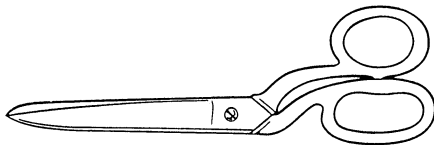


Abb. 16: Zuschneideschere

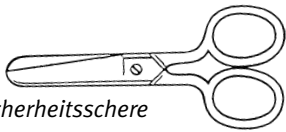
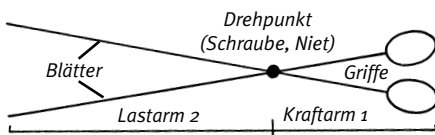


Abb. 17: Sicherheitsschere



Die Hebelgesetze bei der Schere (Schema)

Abb. 18: Hebelprinzip an der Schere

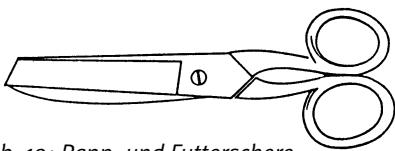


Abb. 19: Papp- und Futterschere

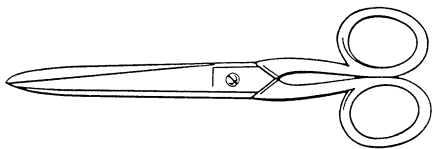


Abb. 20: Tapeten- oder Papierschere

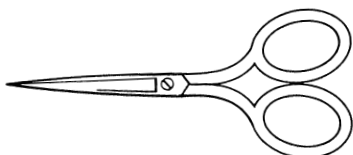


Abb. 21: Stick- oder Silhouettenschere

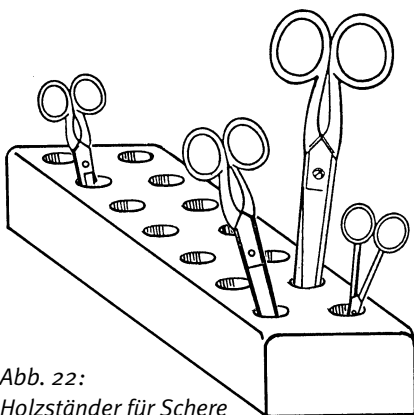


Abb. 22: Holzständer für Schere

Beispielsweise hat eine Zuschneideschere (Abb. 16), wie sie zum Schneiden benutzt wird, aus der Symmetrieachse – die durch die Schraube (Niet) gedacht geht – weggebogene Augen, damit die Schere sicher auf einer Unterlage beim Schneiden geführt werden kann. Die Sicherheitsschere (Kinderschere, Abb. 17) hat abgerundete Schneidenenden (Blätterenden), um Stichverletzungen zu vermeiden. Dieser Schere ist, wenn immer die durchzuführenden Arbeiten es erlauben, der Vorzug zu geben, weil dadurch der Schutz vor Verletzungen durch technische Maßnahmen verbessert ist. Der Umgang mit den Scheren erfordert mehr Sorgfalt als diesen Werkzeugen im Allgemeinen zugemessen wird. Aus der Konstruktion der Scheren werden einige Umgangsregeln einsichtig. Scheren wirken nach dem Hebelprinzip (Abb. 18).

Deshalb werden für Materialien, die große Kraft zum Schneiden erfordern, Scheren mit kurzen Schneiden- und langen Griff-längen verwendet. Im Gegensatz dazu können für leicht zu trennende Werkstücke längere Schneidenlängen benutzt werden (Abb. 19–21).

Entsprechend werden die Blätter einer Pappschere stärker gemacht als bei einer Papierschere. Der Hauptgrund dafür liegt darin, dass die Scherenblätter sich nicht durchbiegen oder verbiegen dürfen. Sie haben nämlich eine leicht zueinander gebogene Form und lassen sich deshalb durch die Schraube (Niet) vorspannen.

Mit den Scheren soll nach Möglichkeit auf einer sauberen, festen Unterlage aufliegend geschnitten werden. Dazu ist ausrei-

chend Platz auf einem Tisch zu schaffen. Für freihändiges Schneiden feiner Formen, etwa in Papier, sind kleine Scheren mit besonders kurzen Schneiden geeignet, weil das Führen dadurch erleichtert wird. Ist großer Kraftaufwand erforderlich, dann sollte die Schneidstelle, wegen der dadurch größeren Hebelwirkung, möglichst nah an der Schraube liegen (vgl. Abb. 18). Bei vorübergehendem Weglegen der Schere sollte eine sichere Stelle für sie am Arbeitsplatz bereitgehalten werden. Ordnung am Arbeitsplatz ist bei Scheren besonders angezeigt, um ein Herunterfallen der Scheren vom Arbeitstisch zu vermeiden. In der Schule lassen sich mehrere Scheren in einem Ständer (aus Holz) mit Bohrungen, die der Blattgröße angepasst sind, angemessen in Schränken aufbewahren (Abb. 22).

Besonders für den Fall, dass genaue Formschnitte oder dicke Kartons und Pappen zu schneiden sind, bei denen es mit der Handschere zu kraftaufwändig würde, kann zum Schneiden auch ein Messer verwendet werden. Es eignen sich alle scharfen Messer, die eine ausgeprägte Spitze haben (Abb. 23 und 24).

Diese sind daher durch die Schüler besonders sorgfältig zu handhaben, um Unfälle zu vermeiden. Aufbewahrt werden die Messer am besten in eigens dafür gefertigten Kästchen mit einem Fach für jedes Messer oder noch besser jedes Messer in einem eigenen Kästchen. Im letzteren Fall kann das Messer auch vorübergehend am Arbeitsplatz relativ sicher abgelegt werden.

Für dicke Pappen eignet sich zum groben, freien Schnitt das Universalmesser.

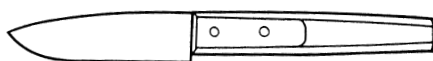


Abb. 23: Papp- oder Buchbindermesser

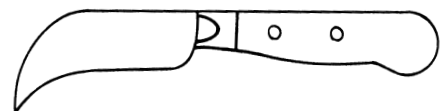
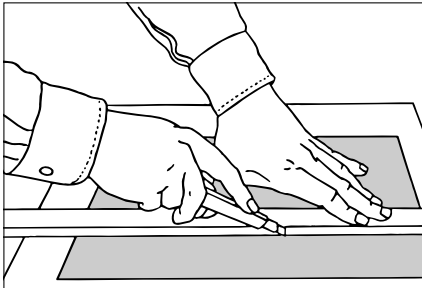
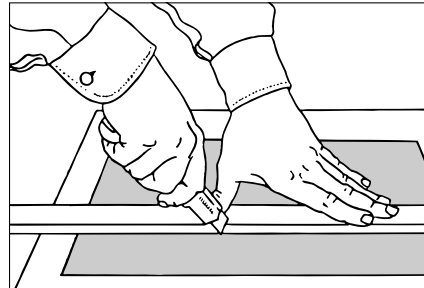


Abb. 24: Universalmesser



Schneiden von Papier



Schneiden von Pappe

Freie Schnitte sollten nach Möglichkeit aber vermieden werden. Am besten gelingen Schnitte, bei denen Messer an Anlagen (Schablonen, Lineal) entlanggefahren werden (Abb. 25).

Das zu schneidende Werkstück kommt auf eine ausreichend große Unterlage aus Pappe oder Hartholz und wird mit dem Lineal oder der Schablone fest auf die Unterlage gedrückt. Es gibt im Handel für Bürobedarf spezielle Schneideunterlagen mit weicher, nach einem Schnitt sich wieder schließender Oberfläche und darunter liegendem Durchdruckschutz. Dann wird das Messer unter Druck auf dem zu schneidenden Material an der Anlage entlanggeführt.

Beim Ausschneiden entlang vorgezeichneter Linien ohne Anlagen wird das Werkstück mit dem „Krallengriff“ (Abb. 26) fest auf die Unterlage gedrückt und entsprechend geschnitten. Sofern der Kraftaufwand zum Schneiden groß ist, wird das Messer in einem fast rechten Winkel auf das Werkstück gedrückt, sonst etwas flacher. Sind Schnitte parallel zum Faserverlauf des Werkstoffes auszuführen, so reicht ein leichtes Anritzen und der Restbruch kann durch Biegen der Pappe herbeigeführt werden. Wenn keine besonderen Anforderungen hinsichtlich eines sauberen Schnittes gestellt sind, ist dieses Verfahren auch für Schnitte quer zum Faserverlauf anwendbar. Es sollte mit dem

Messer nicht ohne Übung geschnitten werden, weil für das Verhältnis von Schnittdruck und Messerführung ein Gefühl entwickelt werden muss. Bei sehr hohem Kraftaufwand ist die Gefahr des Ausbiegens und Abrutschens des Messers sehr groß.

Die Verletzungsgefahr an einem scharfen Messer ist schon bei leichtem Kontakt recht hoch, doch stumpfe Messer, die einen höheren Kraftaufwand zum Schneiden verlangen und dadurch schwieriger geführt werden können, sind durch die Möglichkeit des Abgleitens der Schneide ebenso gefährlich. Die Messer sollten durch eine Fachkraft gut geschärft gehalten werden. Besonders saubere Schnitte erhält man mit einem früher von Malern häufig verwendeten, auswechselbaren, nachschleifbaren, lanzettenförmigen Schablonenmesser (Abb. 27).

Heute werden fast nur noch die Universal-Teppichmesser oder solche mit Abbrechklingen verwendet (Abb. 28 und 29). Zu beachten ist, dass für das Arbeiten zu stumpfe Klingen bzw. abgebrochene Klingenteile sofort sicher entsorgt werden, da sie zu Verletzungen führen können. Ebenso sollte der Druck auf die Klinge wohl dosiert werden, um ein unkontrolliertes Ausbrechen der Schneide (Augenverletzungen möglich!) zu vermeiden. Das Abbrechen der Abbrechklingen sollte grundsätzlich mit einer Zange erfolgen.

Abb. 25: Schneiden mit dem Messer

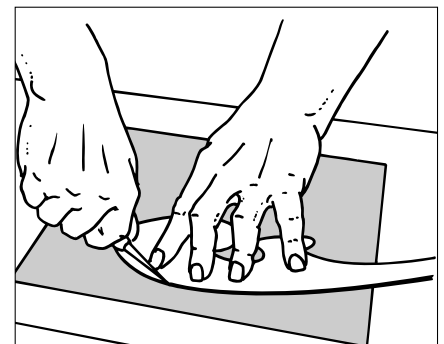


Abb. 26: „Krallengriff“

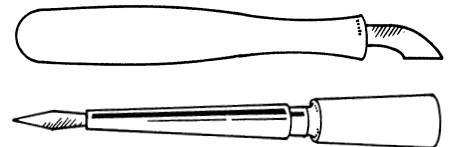


Abb. 27: Schablonenmesser

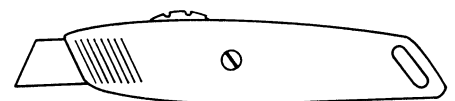


Abb. 28: Universal-Teppichmesser

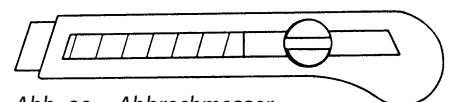


Abb. 29: Abbrechmesser

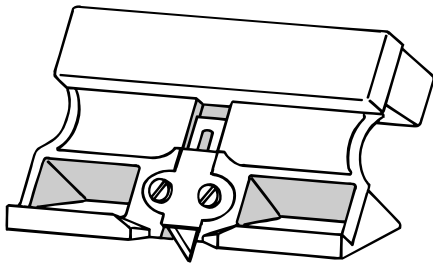


Abb. 30: Passepartout-Schneidevorrichtung



Abb. 31: Locheisen

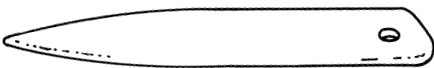


Abb. 32: Falzbein

Für das Zuschneiden von Passepartouts aus dicken Pappen werden gern Schnitte abweichend von der Senkrechten zur Oberfläche – häufig  $45^\circ$  – gewählt. Bei freiem Schneiden ist zum Einhalten des Winkels eine hohe Konzentration erforderlich, die leicht die Aufmerksamkeit herabsetzt und damit zu Schnittverletzungen führen kann. Für derartige Arbeiten sind deshalb selbst gefertigte oder relativ preisgünstige Schneidvorrichtungen zu empfehlen, die entlang gerader Kanten leicht geführt werden können (Abb. 30).

Für das Ausschneiden von Kreisen bis etwa 30 mm Durchmesser bieten sich Locheisen an (Abb. 31). Als Unterlage für das Werkstück wird Hartholz genommen und mit einem geeigneten (bis 200 g schweren) Hammer das Locheisen durch das Papier, den Karton oder die Pappe geschlagen.

Soll Papier oder Karton nur gefaltet oder geknickt werden, so ist dazu ein Falzbein hilfreich (Abb. 32). Mit seiner Spitze wird unter Druck an der zu knickenden Linie entlanggefahren (Anlage an einem Lineal), was das Knicken des Papiers an der Linie erleichtert. Soll das Papier scharfkantig gefaltet werden, kann nach dem Umlegen des Papiers mit dem Falzbein unter starkem Druck über die Knickstelle gefahren werden. Das Werkzeug hat abgerundete Kanten und ist bei sachgemäßem Gebrauch weit weniger gefährlich als die bisher erwähnten Schneidwerkzeuge.

Werkstücke aus Papier, Karton oder Pappe werden häufiger durch Kleben, aber auch durch Falzen verbunden.

Klebstoffe verbinden Körper durch Flächenhaftung (Adhäsion) bei gleichzeitiger innerer Festigkeit (Kohäsion). Die Adhäsion wie die Kohäsion beruht auf Kräften, die zwischen Molekülen wirken. Die Kräfte hängen von der Art der in Berührung tretenden Stoffe ab und können sehr groß sein. Als Klebstoff werden solche Stoffe gewählt, die bei engem Kontakt mit den zu klebenden Werkstoffen große Kräfte auf diese ausüben. Um einen möglichst intensiven Kontakt zwischen Klebstoff und zu klebenden Werkstückteilen zu erreichen, sind die Klebstoffe in flüssiger oder flüssigkeitsähnlicher Form gehalten. Eine bestimmte Art von Klebstoffen ist bei ihrer Verarbeitungstemperatur nicht flüssig. Diese Klebstoffe (Casein, Cellulosederivate, Polyvinylalkohol) werden durch Wasser gelöst, in diesem fein verteilt (dispergiert) oder in andere Lösemittel (für Kleber auf Polyvinylacetat- und Acrylsäureesterbasis) gebracht. Wasser und Lösemittel haben nur die Aufgabe, die eigentlich klebenden Stoffteilchen nahe auf die zu klebende Oberfläche zu bringen. Die klebende Verbindung entsteht, wenn das Lösemittel verdunstet ist, weil dann die klebenden Teilchen alle nahe aneinander gerückt und auf die zu klebenden Flächen gezogen sind.

Für Papier werden wasserlösliche Klebstoffe verwendet, die auf der Basis von Methylcellulose und von Polysacchariden hergestellt sind. Andere Papierkleber basieren auf Stärkekleister oder sind Polyvinylacetat-Dispersionen. Die sehr häufig auch für das Kleben von Papier benutzten Alleskleber sind oft in organischen Lösemitteln (Ethylacetat, Aceton) gelöste Kleber. Es gibt jedoch auch solche, die lösemittelarm bzw. frei von Lösemitteln sind. Beim Umgang mit Klebstoffen können entsprechend ihrer Zusammensetzung Lösemitteldämpfe in die Atemluft gelangen. Der Geruch von

Aceton bei einigen Klebern zeigt dies auch an. Doch bei Anwendung in den üblichen kleinen Mengen in der Schule ist keine gesundheitliche Gefährdung zu befürchten. Da aber in der Summe auch kleinere Belastungen auf die Umwelt große Wirkung haben können, empfiehlt es sich für die Schule Kleber zu verwenden, die auf Wasserbasis oder lösemittelfrei arbeiten. Es ist bei Klebern, besonders denen mit organischen Lösemitteln, darauf zu achten, dass sie nicht mit offener Flamme in Berührung kommen, da sie in der Regel leicht entflammbar sind. Die Gefahr der Bildung entzündlicher Gas-Luftgemische ist in der Schule bei der Verwendung der üblichen Mengen nicht gegeben. (Explosionsgrenze z.B. bei Aceton zwischen 2,5 und 13 Vol.-%).

Einige Kleber, z.B. Cyanacrylatklebstoffe (Sekundenkleber) erfordern allerdings besondere Vorsicht beim Umgang. Diese Kleber dürfen in der Schule nicht verwendet werden, Hautkontakt mit diesen Klebern ist strengstens zu vermeiden. Auch muss das „Schnüffeln“ von Lösemitteln, die in vielen Klebstoffen enthalten sind, vermieden werden, da es zur Sucht werden kann und in Mengen eingeatmete Lösemittel stark gesundheitsschädigend sind. Es können unterschiedliche Folgen auftreten von Schwindelgefühl und Kopfschmerzen über Übelkeit und Bewusstlosigkeit bis zu Atemstillstand. Klebstoffe können Hilfsmittel enthalten, zu denen Füllstoffe, Konsistenzmittel, Stabilisatoren und Konservierungsmittel gehören.

Neben den erwähnten Klebstoffen gibt es eine Reihe von anderen Klebstoffen, die meistens ohne Lösemittel arbeiten und unter chemischer Reaktion „härten“ (Zwei-Komponenten-Kleber). Sofern dabei überhaupt Nebenprodukte durch die Reaktion entstehen, ist das in der Regel Wasser. Allerdings bestehen die meisten flüssigen Komponenten aus niedermolekularen Stoffen, die leicht verdampfen, und manche davon sind sehr giftig. Erst die Reaktionsprodukte bei richtigem

Mischungsverhältnis sind in der Regel ungiftige, größere Moleküle mit geringerer Neigung zum Verdampfen. Solche Klebstoffe sollten nicht in der Schule verwendet werden. Für die Verarbeitung von

Papier, Karton oder Pappe im privaten Bereich oder in der Schule sind diese Kleber auch überflüssig. Hier stehen geeignete, lösemittelfreie ungiftige Alternativen zur Verfügung.

Abb. 33: Übersicht Klebstoffe

Bezeichnung	Inhaltsstoffe	Bemerkungen
Alleskleber	Polyvinylacetat	Vielseitig verwendbar, jedoch oft nur mäßige Klebkraft
Holzleim	Polyvinylacetat, Polyurethan	Spezialleime für Holz; unterschiedliche Leime je nach Anwendungsfall, Wärmebelastung und Wasserfestigkeit
Klebestifte	Polyvinylpyrrolidon	Nur für Papier geeignet; geringe Klebkraft
Kontaktkleber	Polychloroprene, SBR-Kautschuke, Polyurethane	Für elastische Verklebungen auch auf nicht saugenden Untergründen, klebt erst nach Ablüften, z.T. leicht entzündlich und allergisches Potenzial, unbedingt Sicherheitsdatenblatt beachten
Metallkleber	Epoxidharze, Polyester	Bei Epoxidharz-Klebstoffen ist der Härter gesundheitsschädlich (siehe nachfolgendes Kapitel „Reaktionshärtende Stoffe“)
Modellbaukleber	Polystyrol, Methacrylat für Plexiglas	Lösemittelklebstoffe mit unterschiedlicher Zusammensetzung; Gefahrenpotenzial je nach Lösemittel
PVC-Kleber	Polyvinylchlorid	Kleber für Material aus PVC, unbedingt gut lüften (nur monomeres Vinylchlorid ist giftig, hochentzündlich und krebserzeugend – Kategorie 1)
Reaktionskleber	Polyurethane, Epoxide	Reagieren mit Luftfeuchtigkeit und bilden hochfeste, flexible bis starre Verbindungen; Hautkontakt vermeiden; der Härter für Epoxidharze wird auf Aminbasis hergestellt und ist allergen
Schmelzkleber	Polyvinylacetat-Polyethylen-Gemisch	Verbrennungsgefahr mit schlecht heilenden Wunden; nur eingeschränkte Klebkraft
Sekundenkleber	Cyanacrylat	Gefahr der Verklebung von Haut, Augen und Mund, die nur operativ gelöst werden kann. Besonders geeignet für Gummi-Metall oder Gummi-Glas-Verklebungen
Tapetenkleister	Methylzellulose	Unproblematisch

Bayerl, Günter und Pichol, Karl:  
PAPIER – PRODUKT AUS LUMPEN, HOLZ UND WASSER.  
Reinbek, 1986

Göttsching, Lothar (Hrsg.):  
PAPIER IN UNSERER WELT.  
Düsseldorf, Wien, New York, 1990

Habenicht, Gerd:  
KLEBEN – GRUNDLAGEN, TECHNOLOGIE, ANWENDUNG.  
Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 1986

Tagungsband  
KLEBEN – GRUNDLAGEN, TECHNOLOGIE, ANWENDUNG.  
1. Fachtagung am Technikum Rapperwil 1987.  
Darmstadt, 1987



	SEITE
<b>A</b>	
Alleskleber .....	14
<b>B</b>	
Bearbeitungswerkzeuge .....	7
<b>F</b>	
Falzbein .....	12
Füllstoffe .....	5
<b>H</b>	
Handscheren.....	9
Hebelprinzip, Schere .....	10
<b>K</b>	
Karton .....	5
Klebstoffe .....	13, 14
<b>L</b>	
Laufrichtung .....	5
Leim .....	5
Lochseisen .....	12
Lösemittel .....	13, 14
<b>M</b>	
Maschinenpapiere .....	5
Messer .....	10, 11
<b>P</b>	
Papier .....	5
Pappe .....	5
Papier, Eigenschaften.....	5
Papierherstellung, maschinell .....	5
Papierformate .....	6
Papierschnidemaschinen .....	7
Parallelschnittmaschine .....	8
Pappschere .....	10
Papierschere .....	10
Passepartout .....	12
Papierkleber .....	13
<b>S</b>	
Schere, Aufbau .....	9
Schwenkmesser .....	7, 8
Sicherheitsschere .....	10
Scherenblätter .....	10
Schablonenmesser .....	11
Sekundenkleber .....	13
<b>T</b>	
Trennschnitt .....	8
<b>U</b>	
Universalmesser .....	10, 11
<b>V</b>	
Verletzungsgefahr .....	11
<b>Z</b>	
Ziehender Schnitt .....	7
Zuschneideschere .....	10

#### Hinweis:

Seit Oktober 2002 ist das BUK-Regelwerk „Sicherheit und Gesundheitsschutz“ neu strukturiert und mit neuen Bezeichnungen und Bestellnummern versehen. In Abstimmung mit dem Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften wurden sämtliche Veröffentlichungen den Kategorien „Unfallverhütungsvorschriften“, „Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz“, „Informationen“ und „Grundsätze“ zugeordnet.

Bei anstehenden Überarbeitungen oder Nachdrucken werden die Veröffentlichungen auf die neuen Bezeichnungen und Bestellnummern umgestellt. Dabei wird zur Erleichterung für einen Übergangszeitraum von ca. 3 bis 5 Jahren den neuen Bestellnummern die bisherige Bestellnummer angefügt.

Des Weiteren kann die Umstellung auf die neue Bezeichnung und Benummerung einer so genannten Transferliste entnommen werden, die u.a. im Druckschriftenverzeichnis und auf der Homepage des Bundesverbandes der Unfallkassen ([www.unfallkassen.de](http://www.unfallkassen.de)) veröffentlicht ist.