



STAATSINSTITUT FÜR SCHULQUALITÄT
UND BILDUNGSFORSCHUNG
MÜNCHEN

PAPIERWERKSTOFFE

im LehrplanPLUS der Realschule in Bayern



Werken 7





**STAATSIINSTITUT FÜR SCHULQUALITÄT
UND BILDUNGSFORSCHUNG
MÜNCHEN**

Papierwerkstoffe im LehrplanPLUS der Realschule in Bayern

Erarbeitet im Auftrag des Bayerischen Staatsministeriums für Unterricht
und Kultus

Leitung des Arbeitskreises:

Simone Eder, ISB

Mitglieder des Arbeitskreises:

Elisabeth Höchstetter, Staatliche Realschule Nabburg

Günter Trager, Staatliche Realschule Altötting

Martin Hornung, Staatliche Realschule Neusäß

Sascha Rogowsky, Staatliche Realschule Traunreut

auf der Grundlage des Schülerarbeitshefts für das Fach Werken an Realschulen
in Bayern, Papier, 2009 (Autorin: Marie-Luise Pfeifer)

Bildrechte:

Titelbilder (links/mittig): © ClipDealer

Titelbild (rechts): Marie-Luise Pfeifer

Abb. 1, 2, 4, 5, 11, 12, 46, 47: © ClipDealer

Abb. 3: dpa Picture-Alliance GmbH

Abb. 6, 7, 20, 21, 22, 23, 50: vdp

Abb. 8, 10, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 42, 48: Elisabeth Höchstetter

Abb. 9: „Der Papyrer“ aus dem Ständebuch von Sachs, Hans / Amman, Jost:

Eygentliche Beschreybung Aller Stände auff Erden, „Bayerische Staatsbibliothek München,
Res/4 P. o. germ. 176, S. 48, urn:bnb:de:bvb:12-bsb00105474-3“

Abb. 13, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41,

Abb. I–V, S. 17; Abb. I–III, S. 18: Marie-Luise Pfeifer

Abb. 38: Günter Trager

Abb. 43, 44, 45: Elisabeth Mehrl

Abb. 49: „Aus: Das Auer Heimat- und Sachbuch, Schülerbuch 2. Sj. © Ernst Klett Verlag
GmbH, 2014, mit freundlicher Genehmigung des Ernst Klett Verlages, Stuttgart 2019.“

Herausgeber:

Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung
München 2019

Anschrift:

Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung
Abteilung Realschule
Schellingstr. 155
80797 München
Telefon: 089 21 70-24 46
Telefax: 089 21 70-28 13
Internet: www.isb.bayern.de

Hinweise zum Einsatz im Unterricht

Die Gliederung im Heft entspricht dem LehrplanPLUS im Fach Werken und deckt alle prüfungsrelevanten Inhalte zu den Kompetenzen des Profulfaches ab. Um Wissen zu vernetzen, werden wichtige Hintergründe und Zusammenhänge ggf. auch vertieft erläutert. **Für die Erhebung von Leistungsnachweisen gilt grundsätzlich der LehrplanPLUS.**

Mit dem Infoheft kann im Unterricht gearbeitet werden, es eignet sich aber auch zum Nachholen, Wiederholen und Lernen zu Hause.



Dieses Zeichen ist bei einigen Schemazeichnungen zu finden. Es bedeutet, dass die Zeichnung prüfungsrelevant ist. Diese Zeichnung muss selbständig angefertigt werden können. **Darüber hinaus gibt es selbstverständlich weitere Sachverhalte, deren zeichnerische Darstellung verlangt werden kann.**



Dieses Zeichen kennzeichnet größere inhaltliche Blöcke, die über den LehrplanPLUS hinausgehen und der weiteren Information dienen.

Es empfiehlt sich, zusätzlich zum vorliegenden Infoheft, die umfassenden illustrierenden Aufgaben sowie Materialien zum LehrplanPLUS für den Unterricht zu nutzen: <https://www.lehrplanplus.bayern.de/fachlehrplan/realschule/7/werken>

Zur intensiveren Vernetzung und Strukturierung der **Kenntnisse über Werkstoffe und Werkstoffeigenschaften** trägt insbesondere die folgende Aufgabenstellung bei: <https://www.lehrplanplus.bayern.de/zusatzinformationen/aufgabe/kapitel/67521/fachlehrplaene/realschule/7/werken>

Die Auswahl der dort angeführten **Werkstoffeigenschaften** orientiert sich dabei an den Kompetenzerwartungen und Inhalten der verschiedenen Lernbereiche in der Wahlpflichtfächergruppe IIIb; unter anderem verdeutlicht eine tabellarische Übersicht deren Relevanz über die Jahrgangsstufen hinweg.

Inhaltsverzeichnis

PAPIERWERKSTOFFE | Kultureller Kontext

Kleine Geschichte der Beschreibstoffe	3
Vorläufer des Papiers (Tontafeln, Papyrus, Pergament)	4
Die Reise des Papiers	5
Die Herstellung von handgeschöpftem Papier	6
Die Bedeutung von Papier als Informationsträger in der Vergangenheit (Buchdruck)	7

PAPIERWERKSTOFFE | Werkstoff

Papierwerkstoffe und deren Handelsformen	8
Eigenschaften von Papierwerkstoffen (Gewicht, Lauf- und Dehnrichtung)	9
Verfahren zur Feststellung von Lauf- und Dehnrichtung	10
Verwendungsmöglichkeiten	11

PAPIERWERKSTOFFE | Werkverfahren

Werkzeuge und Hilfsmittel für die Arbeit mit Papierwerkstoffen	12
Trennen von Papierwerkstoffen mit Scheren	13
Trennen von Papierwerkstoffen mit Messern	14
Umformen durch Falzen und Biegen	15
Fügen durch Kleben (Kleister und Buchbinderleim)	16
Fügen durch Kleben (Beziehen von Graupappe)	17
Verbinden durch ein Leinengelenk	18
Gestaltung von Schmuckpapieren	19
Kleben von Modellen aus Abwicklungen	20
Gesundheitsschutz	21

PAPIERWERKSTOFFE | Funktion, Gestaltung

Frei gestaltete räumliche Objekte und Modelle (Modulare Konstruktionsweise)	22
Bewertungskriterien für Werkstücke aus Papierwerkstoffen	23

PAPIERWERKSTOFFE | Ökologie

Wertstofftrennung, fachgerechte Entsorgung und Papierrecycling Materialsparende Verwendung im Werkunterricht	24
---	----

Kleine Geschichte der Beschreibstoffe



Abb. 1:
Felsmalereien in der Höhle von Lascaux,
Frankreich

Quelle: © ClipDealer

Das Bestreben, Spuren zu hinterlassen und sich mitzuteilen, ist so alt wie die Menschheit selbst. Dies zeigt sich bereits an den über 15 000 Jahre alten steinzeitlichen Höhlenmalereien. Die Suche nach einem geeigneten Material, auf dem sich Informationen übermitteln und erhalten ließen, hat in der Menschheitsgeschichte zu den unterschiedlichsten Lösungen in den verschiedenen Kulturen geführt. Im Lauf der Zeit wurden diese Informationsträger dann immer wieder durch solche ersetzt, die flexibler waren, sich billiger oder einfacher herstellen ließen, und die man leichter transportieren konnte.

Neben den Felsmalereien finden sich die ältesten von Menschen überlieferten Bildschriftzeichen auf Knochen und Steinen. Aber auch auf Muscheln oder Elfenbein wurden Bilder und Zeichen geritzt. Seit dem 4. Jahrtausend v. Chr. dienten vor allem in Mesopotamien **Tontafeln** für Bild- und Schriftaufzeichnungen. Außerdem verwendete man Holz sowie Metall- und Wachstafeln als Informationsträger.

In China entdeckte man sogar Panzer von Schildkröten mit eingeritzten Schriftzeichen und die älteste chinesische Schrift wurde mit einem Pinsel auf Seidenbänder geschrieben. Durch die Verarbeitung meist leicht zu beschaffender Pflanzenfasern entstanden bereits sogenannte „Pseudopapiere“ wie Tapa, ein tuchartiges Material aus Rindenbast, oder Papyrus, dem das spätere Papier seinen Namen verdankt. Die Anfänge des Papyrus liegen im alten Ägypten, in der Zeit um 3000 v. Chr. Solche Beschreibstoffe pflanzlichen Ursprungs waren aber in fast allen Kulturen verbreitet.

Ab etwa 200 v. Chr. verwendete man parallel dazu auch **Pergament**, dessen Name auf die Stadt Pergamon in Kleinasien zurückgeht und das aus ungegerbten Tierhäuten hergestellt wurde. Im europäischen Kulturkreis wurde Pergament im Mittelalter zum wichtigsten Schriftträger. Später wurde es von dem in der Herstellung billigeren Papier verdrängt.

Von der Entdeckung des **Papiers** wird erzählt, der chinesische Hofbeamte Ts'ai Lun habe es nur erfunden, weil er keine Lust mehr hatte, jeden Tag zentnerschwere Bambusakten durch die Gegend zu schleppen. Dies ist natürlich nur eine Geschichte. Tatsache ist aber, dass besagter Chinese im Jahre 105 n. Chr. offiziell die Erfindung der Papierherstellung bei Hofe bekannt gab. Nach seiner Methode wurden zerstampfte Pflanzenfasern (Bambusrinde, Maulbeerbast, Chinagras) und Stoffreste mit Wasser vermengt. Aus dem Faserbrei konnten durch Abschöpfen Papierbögen gewonnen werden. Bis zur Verbreitung des Papiers aber war es noch ein weiter Weg. Doch beruht die Papierherstellung auch heute noch auf diesem Prinzip.



Abb. 2: Papierbögen

Quelle: © ClipDealer

Vorläufer des Papiers



Abb. 3: Tontafel mit Keilschrift

Quelle: dpa Picture-Alliance GmbH

Tontafeln

- Aus ungebranntem Ton oder Lehm wurde eine Platte hergestellt und deren Oberfläche geglättet.
- Dann konnten mit einem Griffel Zeichen, z. B. Keilschrift, eingedrückt oder eingeritzt werden.
- Durch Abschaben der obersten Schicht konnte auch nachträglich ausgelöscht oder korrigiert werden.
- Durch das Trocknen an der Luft härtete die Platte aus.

Die Platten stellten eine sehr einfache und kostengünstige Art der Informationsübermittlung dar. Oft unbeabsichtigt wurden sie bei Bränden dauerhaft haltbar gemacht und sind auf diese Weise für die Geschichtsschreibung als Fundstücke erhalten geblieben.



Abb. 4: Papyrusstauden

Quelle: © ClipDealer

Papyrus

- Ausgangsmaterial war die Papyrusstaude, eine Art Schilfgras, das vor allem in den tropischen Sümpfen des Nil wächst.
- Der untere Teil des etwa armdicken und 4 bis 5 Meter hohen Stängels wurde der Länge nach in dünne Streifen geschnitten.
- Diese legte man auf einem Brett nebeneinander.
- Eine zweite Schicht wurde quer dazu über die erste gelegt.
- Durch Schlagen und Pressen verfestigten sich die Streifen zu einem Blatt, wobei der austretende Pflanzensaft als Bindemittel wirkte.
- Nach dem Pressen und Trocknen klebte man die Blätter zu langen Rollen zusammen.

Solche „Papyri“ fand man auch in den Pharaonengräbern. Ohne den Gebrauch des ägyptischen Papyrus durch Griechen und Römer wäre die kulturelle Entfaltung des Abendlandes kaum denkbar gewesen. Er wurde für Literatur, Verwaltungsdokumente, Erlasse, Gesuche, private und offizielle Briefe verwendet.



Abb. 5: Pergamentrolle

Quelle: © ClipDealer

Pergament

- Grundmaterial war das Fell von Kalb, Rind, Schaf oder Ziege.
- Die Häute wurden im Gegensatz zu Leder ungegerbt verwendet.
- Sie wurden roh in Pottasche oder einer Kalklösung gebeizt.
- Danach konnten Haare, Fleischreste und Oberhaut abgeschabt werden.
- Man spannte die Haut in einem Rahmen auf und ließ sie trocknen.
- Die Oberfläche wurde anschließend mit einem Bimsstein geglättet.
- Zusätzlich konnte man diese mit Kreide weiß einfärben.

Auch wenn die Haarseite rauer war, wurde Pergament beidseitig beschrieben. Mit Bimsstein ließ sich die Schrift auch wieder entfernen, so dass eine mehrfache Verwendung möglich war. Es war haltbarer und biegsamer als Papyrus und wurde vor allem für literarische und religiöse Schriften verwendet. Heute benutzt man es noch für kostbare Bucheinbände oder Urkunden.

Die Reise des Papiers

Nach der offiziellen Bekanntgabe der Papierherstellung am chinesischen Kaiserhof 105 n. Chr. verbreitete sich die Papiermacherkunst zunächst nur innerhalb von **China**, denn nach außen wurde das Geheimnis des Papiermachens streng gehütet. Erst im Jahr 610 gelangte es durch buddhistische Mönche nach **Japan**. Chinesische Kriegsgefangene, die um 750 nach **Samarkand** verschleppt wurden, verrieten schließlich den Arabern ihre Kenntnisse.

Schnell verbreitete sich die Kunst der Papiermacherei im **arabischen Raum** und es gelang innerhalb kürzester Zeit, die Technik weiterzuentwickeln. So benutzten die Araber Mahlwerke und Hämmer zum Zerkleinern der Rohstoffe. Früh schon leimten sie ihr Papier mit Stärkekleister, um es zu verdichten und besser beschreibbar zu machen. So blühte das Schreib- und Buchwesen auf und riesige Bibliotheken wurden gegründet.

Erst nach 1000 Jahren hielt das Papier in der westlichen Welt Einzug. Mit den Eroberungszügen der Araber gelangten die Kenntnisse bis in das maurisch (arabisch) beherrschte **Spanien**, wo 1144 in Xativa die erste Papiermühle entstand. Die älteste heute noch betriebene Papiermühle befindet sich seit 1276 in der „Papierstadt“ Fabriano bei Ancona in **Italien**. Dort wurde vermutlich auch das Wasserzeichen erfunden. In **Deutschland** gründete Ulman Stromer 1390 bei Nürnberg die erste Papiermühle, die „Gleismühl“. Der Siegeszug der Papiermacherkunst setzte sich unaufhaltsam quer durch Europa fort und Ende des 16. Jahrhunderts produzierten allein in Deutschland bereits 190 Papiermühlen.



Abb. 6, 7:

Der chinesische Hofbeamte Ts'ai Lun, der als Erster die Papierherstellung beschrieb sowie die „Gleismühl“ vor den Toren Nürnbergs an der Pegnitz.

Quelle: vdp



Papier wurde in Europa zunächst aus Lumpen (Hadern), hauptsächlich aus Hanf und Leinen, gefertigt. Bis ins 19. Jahrhundert gab es den Beruf des Lumpensammlers, wozu man die Erlaubnis vom Staat rechtlich erwerben musste. Man war damit zum Sammeln von Lumpen für die Papiermühlen berechtigt. Im 19. Jahrhundert entwickelte sich die Papiermacherei vom traditionellen Handwerk zur industriellen Produktion. Da die benötigten Lumpen aber vorher schon ein knappes Gut waren, führten diese effizienteren Produktionsmethoden dazu, dass der Rohstoff Hadern nicht mehr ausreichte und man sich nach anderen Rohstoffen umsehen musste. Nach Versuchen mit Pflanzenfasern wurde im 19. Jahrhundert das Holzschliff-Verfahren erfunden, welches Holz zum wichtigsten Ausgangsmaterial für die heutige Papierherstellung machte.

Die Erfindung und Verbreitung des Papiers war ganz ohne Zweifel eine große Errungenschaft für die Menschheit. Viele historische Entwicklungen wären ohne Papier nicht möglich gewesen.

Abb. 8: Die Reise des Papiers



Die Herstellung von handgeschöpftem Papier

Bei der traditionellen Papierherstellung rührte man in einem Bottich (Bütte) einen dünnen Faserbrei aus Pflanzen- bzw. Stofffasern an, aus dem das Papier von Hand mit einem Sieb geschöpft wurde. Typisches Merkmal von handgeschöpftem **Büttenpapier** ist deshalb ein faseriger Rand, der am Außenrand des Siebes entsteht. Noch heute wird in geringem Ausmaß und zu besonderen Zwecken auf diese Weise Papier hergestellt.

Das Prinzip kann mit relativ einfachen Mitteln nachvollzogen werden.

Zur Herstellung von handgeschöpftem Büttenpapier, z. B. aus Altpapier, braucht man: **Altpapier, Wanne, Pressvorrichtung, Bügeleisen, Wäscheleine, Schöpfsieb (Siebrahmen und Deckelrahmen), Filz oder saugfähige Tücher, Wasser.**



Abb. 10:
Siebrahmen mit
zusätzlichem Wasserzeichen
und Deckelrahmen

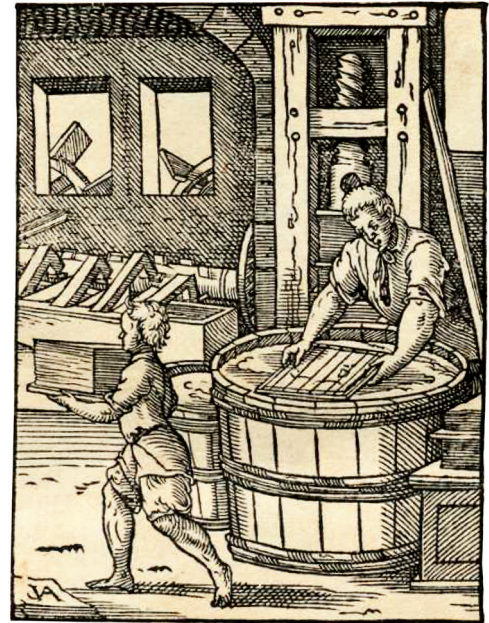


Abb. 9:
„Der Papyrer“ aus dem Ständebuch von Sachs, Hans /
Amman, Jost (1539–1591)
Quelle: Bayerische Staatsbibliothek München, Res/4 P. o.
germ. 176, S. 48, urn:bnb:de:bvb:12-bsb00105474-3

1. Papierbrei ansetzen

- Saugfähiges Altpapier in kleine Stücke reißen.
- In einem Eimer mit heißem Wasser und etwas Waschpulver (oder Bleichsoda) einsumpfen, bis es gut durchweicht ist.
- Zunächst mit der Hand, dann mit einem Mixer bearbeiten, bis man einen feinen, sämigen Faserbrei erhält, die „Pulpe“.
- In einer größeren Plastikwanne („Bütte“) mit viel Wasser verdünnen (je dünner die Masse ist, umso dünner wird das Papier).

2. Schöpfen

- Den verdünnten Faserbrei vor dem Schöpfen noch einmal gut durchrühren.
- Dann den Siebrahmen mit dem Deckelrahmen vom Rand der Wanne aus schräg abwärts in die Papiermasse tauchen, langsam in die Waagrechte bringen und mit „Stoff“ gefüllt vorsichtig herausheben.

3. Abtropfen

- Unter leichtem Hin-und-her-Bewegen des Rahmens das Wasser vollständig über der Bütte ablaufen und abtropfen lassen.

4. Abgautschen

- Den Deckelrahmen abnehmen.
- Den Siebrahmen mit dem Papierbrei senkrecht auf eine feuchte Filzunterlage aufsetzen und kippen, so dass sich der Papierbogen zwischen Sieb und Filz befindet.
- Mit einem Schwamm oder Küchentuch den Bogen flächig auf die Unterlage drücken und den Siebrahmen vom Papier abheben.

5. Pressen

- So viel Wasser wie möglich abpressen, indem man das Filztuch mit dem Papierbogen zwischen zwei Brettern fest einspannt.

6. Trocknen

- Das Filztuch mit dem gepressten Blatt Papier zum Trocknen über eine Wäscheleine hängen.
- Ist das Blatt ganz trocken, dieses an einer Ecke vorsichtig anheben und vom Filztuch abziehen.

7. Glätten

- Bei Bedarf das trockene Blatt mit einem Bügeleisen glätten. Die rauere „Siebseite“ und die feinere „Filzseite“ werden aber dennoch erkennbar bleiben.

Die Bedeutung von Papier als Informationsträger in der Vergangenheit

Papier ist ein sehr vielseitiger Werkstoff, der für uns in vielen Bereichen unentbehrlich ist. Seit seiner Erfindung hat es sich als sehr anpassungsfähig erwiesen und sich immer wieder neue Anwendungsgebiete erschlossen. Papier revolutionierte das Denken, belebte den Erfindergeist und trug wesentlich zur geistigen, gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Entwicklung bei.

Die Papierherstellung war auch eine Voraussetzung für die revolutionäre **Erfindung des Buchdrucks mit beweglichen Lettern um 1450 durch Johannes Gutenberg**. So schnellte in der zweiten Hälfte des 15. Jahrhunderts der Papierverbrauch durch die Gründung zahlreicher Druckwerkstätten, die sich stets in der Nähe von Papiermühlen ansiedelten, enorm in die Höhe.

Zunächst machte Papier also Karriere als Trägermaterial für Geschriebenes und Gedrucktes:

- **Vervielfältigung von Informationen:**

Ablasszettel, Kalender, Bekanntmachungen, Registrierbücher, Flugblätter, Zeitungen, Gesetzestexte

- **Verbreitung von Wissen:**

Durch Papier und Druck waren Texte und Grafiken wesentlich mehr Menschen als zuvor zugänglich. Dies trug maßgeblich zur Alphabetisierung bei.

- **Konservierung von Kulturgut:**

In unzähligen Bibliotheken sammelte man in prachtvollen handgeschriebenen oder gedruckten Büchern das gesamte Wissen der Menschheit.



Gutenbergs geniale Erfindung

Johannes Gutenbergs bahnbrechende Erfindung war der Druck mit beweglichen (auswechselbaren) Lettern (Druckbuchstaben), die aus Metall gegossen wurden. Als Goldschmied beherrschte er das Prägen, Punzen und Abformen. Zudem gelang ihm auch noch die Zusammensetzung einer praktikablen Metalllegierung sowie einer idealen Druckerfarbe. Das Papier bezog er zunächst aus Italien und mit dem Umbau der rheinischen Weinpresse zur Druckerpresse waren alle Voraussetzungen für einen effizienten Produktionsprozess gegeben. Durch seine Erfindung wurde das Abschreiben von Büchern per Hand ersetzt und so das Vervielfältigen von Texten schneller, billiger und in größeren Mengen möglich. Die „Schwarze Kunst“ verbreitete sich in rasanter Geschwindigkeit entlang der Verkehrs- und Handelswege zunächst über Deutschland und dann über die ganze damals bekannte Welt.

Abb. 11:

Johannes Gutenberg –
geboren um 1400 in Mainz,
gestorben 1468

Quelle: © ClipDealer



Abb. 12:

Verschiedene Bleilettern

Quelle: © ClipDealer

- Für jeden Buchstaben wurde eine Letter aus einer Bleilegierung benötigt.
- Die Einzellettern wurden spiegelverkehrt zu Zeilen angeordnet.
- Die Zeilen fügte man zu einer Seite und färbte diese mit Druckerschwärze ein.
- Das angefeuchtete Papier wurde über den Satzspiegel gelegt.
- In der Presse übertrug sich die Druckerfarbe auf das Papier.
- Danach konnte das fertige Papier abgezogen werden.

Papierwerkstoffe: Papier, Karton, Pappe

Bei Papierwerkstoffen handelt es sich um flächige Werkstoffe, die aus vielen miteinander verfilzten Einzelfasern vorwiegend pflanzlicher Herkunft bestehen und nach demselben Fertigungsprinzip hergestellt werden. Je nach Stärke bzw. Dichte werden sie unterteilt in **Papier, Karton und Pappe**.

Handelsformen von Papierwerkstoffen

Papierwerkstoffe sind in unterschiedlichen Formen erhältlich. Während einige Sorten, wie maschinenglattes Papier, Packpapier oder auch Wellpappe, gewöhnlich in **Rollen** in den Handel kommen, werden bessere Papiere meist als **Bogen** auf bestimmte Formate zugeschnitten und dann plan gelagert und versandt. Solche Papiere heißen deshalb Formatpapiere.

DIN-Formate

Die Standardgrößen für **Papierformate** in Deutschland sind vom Deutschen Institut für Normung in der **DIN 476** festgelegt.

Es gibt vier DIN-Reihen (A, B, C, D). Die DIN-A-Reihe ist unabhängig und wird für genormte Papierformate bevorzugt. Die anderen Reihen richten sich nach der A-Reihe und gelten für Briefhüllen, Mappen, Ordner usw. So passt beispielsweise ein DIN-A4-Blatt immer in einen DIN-C4-Briefumschlag.

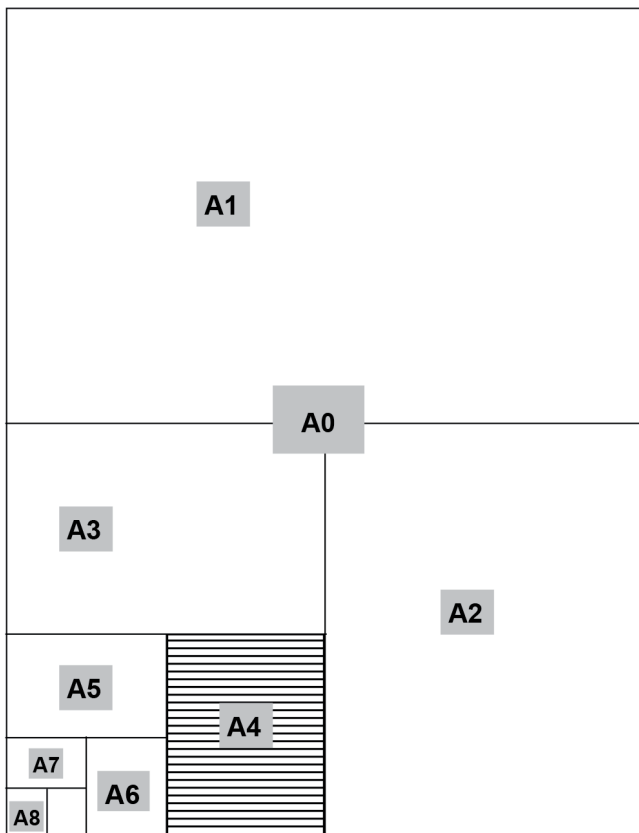


Abb. 13: DIN-A0-Bogen und entsprechende Einteilungen

DIN-A0-Bogen mit seinen Einteilungen

Das größte Format der A-Reihe ist DIN A0. Ein DIN-A0-Bogen misst $841 \times 1189 \text{ mm} = 1 \text{ m}^2$. Wird er an seiner Längsseite gefaltet (halbiert), erhält man zweimal DIN A1, dann viermal DIN A2 usw. Das gängigste Format ist DIN A4. Es hat die Maße $210 \times 297 \text{ mm}$.

Papiergrößen von DIN A0 bis DIN A3 werden als Bogen bezeichnet, von DIN A3 abwärts als Blatt.

Eigenschaften von Papierwerkstoffen

Papierwerkstoffe sind vielseitig, mehr als 3000 Sorten mit unterschiedlichster Beschaffenheit werden heute hergestellt. Nach gewissen Kriterien lassen sie sich aber ordnen.

Einteilung der Papierwerkstoffe nach Gewichtsklassen

Das Gewicht von Papierwerkstoffen wird als Flächengewicht in Gramm pro Quadratmeter, der sogenannten **Grammatur**, angegeben. Danach wird in der Regel folgendermaßen eingeteilt:

Papier bis 150 g/m ²	Karton 150 bis 600 g/m ²	Pappe ab 600 g/m ²
---------------------------------	-------------------------------------	-------------------------------

Die Grammatur hat auch Einfluss auf die Papierstärke. Bei Pappen ist es ohnehin üblich, statt des Flächengewichts die Stärke in Millimetern anzugeben.

Lauf- und Dehnrichtung

Lauf- und Dehnrichtung sind Merkmale, die nur maschinell produzierte Papiere aufweisen, handgeschöpfte Büttenpapiere besitzen sie nicht. In der industriellen Papierherstellung fließt der Faserbrei auf ein langes, schnell laufendes Endlossieb, wodurch die Fasern in Transportrichtung stärker ausgerichtet und vorgestreckt werden, während sie beim handgeschöpften Papier beliebig in alle Richtungen verteilt liegen.

Das hat vor allem Auswirkungen beim Kontakt mit Feuchtigkeit. Die Fasern haben nämlich die Eigenschaft, bei Befeuchtung vor allem in der Breite, aber kaum in der Länge zu quellen (sich auszudehnen) und sich beim Trocknen wieder zusammenzuziehen. Bei handgeschöpftem Papier geschieht dies längs und quer gleich stark.

Durch die Faserausrichtung maschinell produzierter Papiere ist aber eine **Laufrichtung (Maschinenrichtung)** und eine **Dehnrichtung (Querrichtung)**, in welcher sich das Papier stärker ausdehnt, entstanden.

Auch bei mechanischer Belastung spielt diese Papierstruktur eine Rolle, da die in Laufrichtung liegenden Fasern dem Durchbiegen und Knicken mehr Widerstand entgegensetzen und das Papier hier eine größere Festigkeit und Steifigkeit aufweist. Knickt man stärkere Papierwerkstoffe quer zur Laufrichtung, ist gut zu beobachten, wie die Fasern dann schließlich abreißen und eine brüchige Falzkante verursachen.

Kennzeichnungsmöglichkeiten

In der maschinellen Produktion wird das Papier am Ende auf großen Stahlwalzen aufgerollt, die dann in unterschiedliche Formate geschnitten werden. So kann die Laufrichtung sowohl der kurzen Seite eines Bogens als auch der langen Seite entsprechen. Die Bögen werden dann mit **Breitbahn (BB)** oder **Schmalbahn (SB)** bezeichnet.

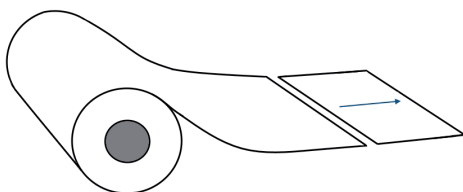
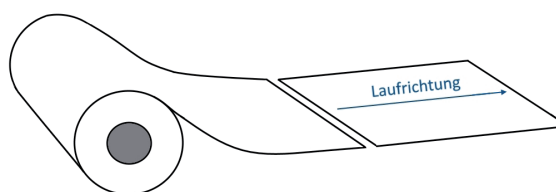


Abb. 14: Breitbahn: Die kurze Kante des Blattes verläuft parallel zur Maschinenrichtung



Schmalbahn: Die lange Kante läuft in Maschinenrichtung

Auch durch ein **Unterstreichen der Dehnrichtung** (DIN A4 210 mm x 297 mm) oder durch ein **vorangestelltes M** (**M** = **Maschinenrichtung**) bei der Laufrichtung (DIN A4 210 mm x M297 mm) können Formatzuschnitte gekennzeichnet sein.

Verfahren zur Feststellung von Lauf- und Dehnrichtung

Für die Arbeit mit Papierwerkstoffen ist es wichtig, die Lauf- und die Dehnrichtung zu kennen.

So ist zum Beispiel bei der Herstellung von Büchern und anderen gebundenen Gegenständen darauf zu achten, dass die Laufrichtung der Seiten und auch des Buchdeckels parallel zum Buchrücken verläuft. Anders bleiben die Seiten nicht liegen, das Buch lässt sich schlecht durchblättern und kann unbrauchbar sein.

Oft stehen die Angaben zu Lauf- und Dehnrichtung aber nicht (mehr) zur Verfügung und auch äußerlich ist die Faserrichtung meist nicht zu erkennen. Dann sind verschiedene Proben möglich.

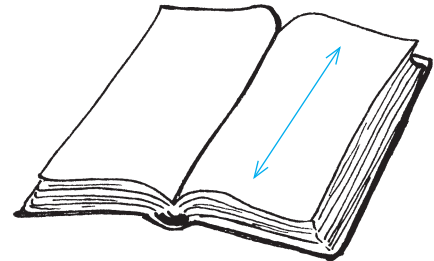
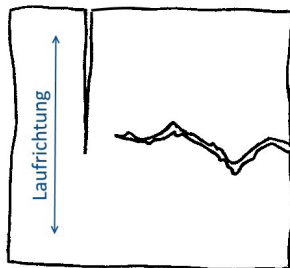


Abb. 15:
Die Laufrichtung der Seiten und des Buchdeckels sollten unbedingt parallel zum Buchrücken verlaufen.

Die Reißprobe

Ein rechteckiges Stück Papier wird längs und quer parallel zu den Blattkanten eingerissen.

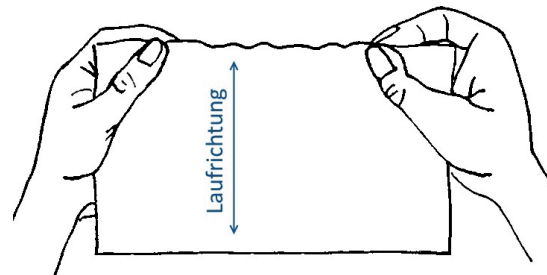
→ Die Risslinie in Laufrichtung ist geradlinig, die in Dehnrichtung ist unregelmäßig und weist Abweichungen auf. Während der Riss in Laufrichtung zwischen den Fasern liegt, werden in Querrichtung ständig Fasern angerissen.



Die Fingernagelprobe

Eine Blattkante nach der anderen wird fest, aber vorsichtig zwischen Daumen und Zeigefinger durchgezogen.

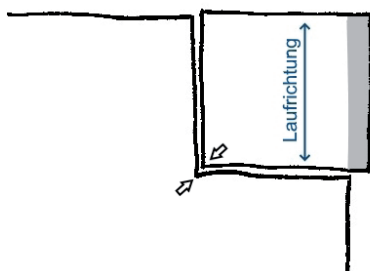
→ Die Wellenlinie in der Querrichtung zeigt die stärkere Dehnung, die durch den geringeren Zusammenhalt der Papierfasern in dieser Richtung entsteht.



Die Nassprobe

Man schneidet ein quadratisches Stück aus dem Papier heraus und befeuchtet dieses. Danach legt man das Stück Papier in der genau gleichen Ausrichtung wieder an.

→ In Dehnrichtung stellt man einen deutlichen Längenzuwachs fest, weil die Fasern in der Breite stärker quellen.



Die Biegeprobe

Ein Papierquadrat (ca. 15 x 15 cm), das in verschiedenen Richtungen über die hohle Hand gelegt wird, biegt sich in einer Richtung bevorzugt durch.

→ Es handelt sich um die Dehnrichtung, da die in Laufrichtung liegenden Fasern Widerstand gegen Verformung leisten.



Abb. 16–19:
Verschiedene Verfahren

Verwendungsmöglichkeiten



Grafische Papiere

Papier gilt als wichtigster Kultur- und Informationsträger. Seit Jahrhunderten werden damit Geschichte und Kultur des Menschen von Generation zu Generation weitergegeben.

z. B. Druck- und Kopierpapier, Zeitungspapier, Briefpapier, Zeichenkarton



Papiere für Verpackungszwecke

Mit Papierwerkstoffen lässt sich fast alles verpacken. Sie sind widerstandsfähig und lassen sich gut stapeln, bieten Schutz, sind leicht, flexibel und wirtschaftlich. Gleichzeitig kann man die Produkte werbewirksam bedrucken und präsentieren. Für trockene Packgüter wie Mehl, Zucker oder Nudeln können sie als Primärverpackung verwendet werden. Meist jedoch werden sie als Sekundärverpackung oder Transportverpackung eingesetzt.

z. B. Schachtelkarton, Packpapier, Wellpappe, Papiertüten

Verwendungsmöglichkeiten von Papierwerkstoffen

Hygienepapiere

Im Hygienebereich sind Papierprodukte in den letzten Jahren an die Stelle anderer herkömmlicher Materialien (hauptsächlich textile Stoffe) getreten, da sie leichter, saugfähiger, hygienischer und somit insgesamt praktischer sind.

z. B. Toilettenpapier, Taschentücher, Kosmetiktücher



Spezialpapiere

Es gibt zahlreiche weitere Anwendungsgebiete für Papier, wozu ganz spezielle Papiersorten produziert werden, die genau die Eigenschaften vorweisen, die man für den jeweiligen Verwendungszweck benötigt.

z. B. Fotopapier, Geldscheine, Filterpapier, Dachpappe



Abb. 20–23

Quelle: vdp

Werkzeuge und Hilfsmittel für die Arbeit mit Papierwerkstoffen

Die wichtigsten Werkzeuge und Hilfsmittel im Überblick

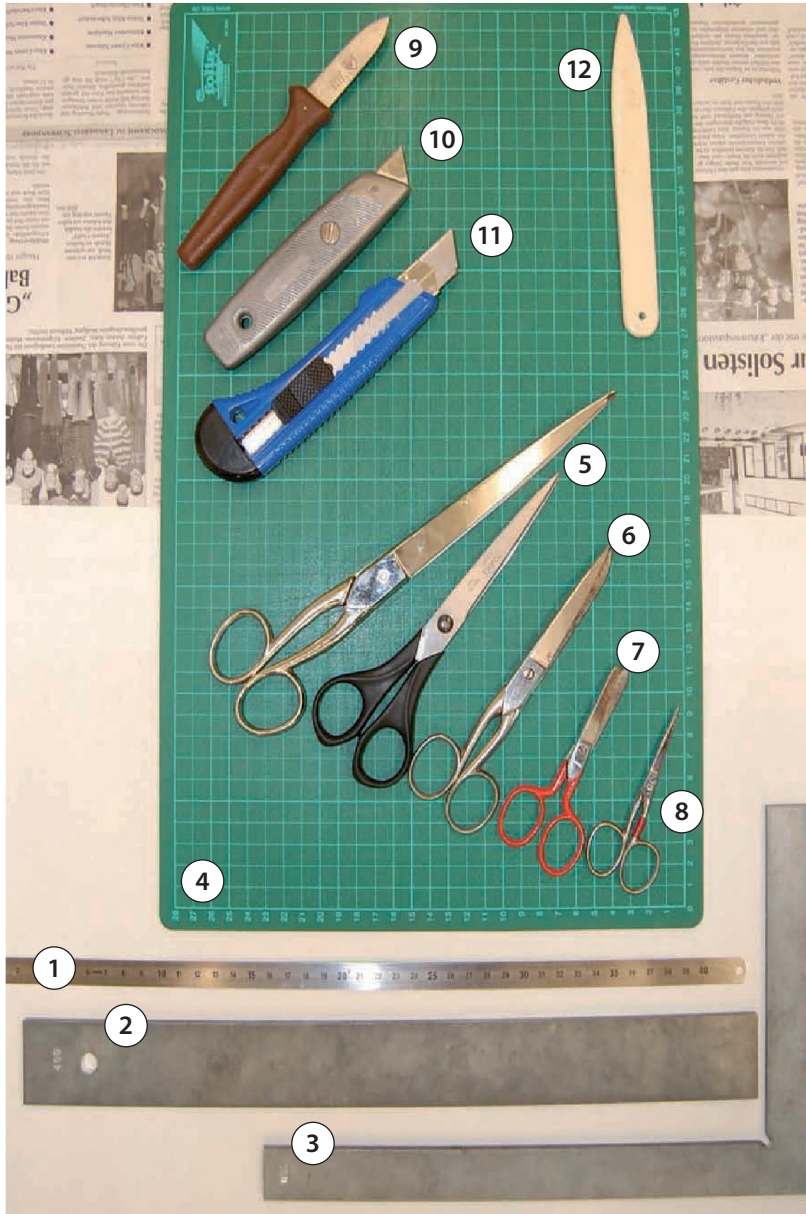


Abb. 24: Werkzeuge und Hilfsmittel auf einen Blick

Zum Messen und Anzeichnen:

- Bleistift
- Zirkel
- Stahlmaßstab (1)
- Stahlschiene (2)
- Flachwinkel (3)

Zum Trennen:

- Schneideunterlage (4)
- Papierschere, spitz (5)
- Papierschere, universal (6)
- Sicherheitsschere (7)
- Silhouettenschere (8)
- Buchbindermesser (9)
- Universalmesser mit fester Trapezklinge (10)
- Cutter mit Abbrechklinge (11)

Zum Umformen:

- Falzbein (12)

Allgemeine Regeln zur Werkzeugpflege und -aufbewahrung

- Alle Werkzeuge sind vor und nach der Arbeit auf ihre Intaktheit zu prüfen.
- Das Herunterfallen von Werkzeugen muss unbedingt vermieden werden.
- Auf keinen Fall dürfen Werkzeuge und Hilfsmittel zweckentfremdet werden (z. B. ist die Schneideunterlage keine Klebeunterlage).
- Werkzeuge mit Klingen und Schneiden sind so aufzubewahren, dass diese geschützt sind.
- Stahlmaßstäbe müssen so abgelegt werden, dass sie sich nicht verbiegen können.
- Rostig gewordene Stahlschienen und Flachwinkel werden abgeschliffen und ganz leicht eingeölt.

Trennen von Papierwerkstoffen mit Scheren

Papierscheren dienen zum Zuschneiden von Papier, aber auch zum Ausschneiden rund und kurvig verlaufender Formen sowie für kurze und gerade Schnitte, bei denen es meist nicht allzu sehr auf die exakte Geradlinigkeit ankommt.

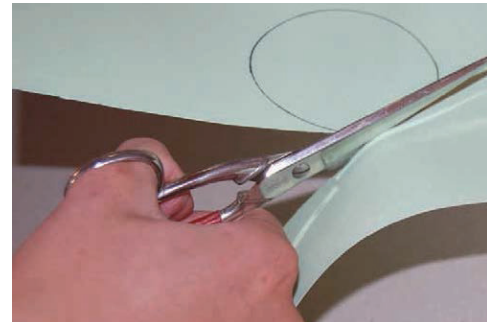


Abb. 25:
Ausschneiden einer Rundung

Der Aufbau einer Schere

Auch wenn Handscheren entsprechend dem Verwendungszweck unterschiedliche Ausformungen zeigen, ist ihr Aufbau im Prinzip gleich.

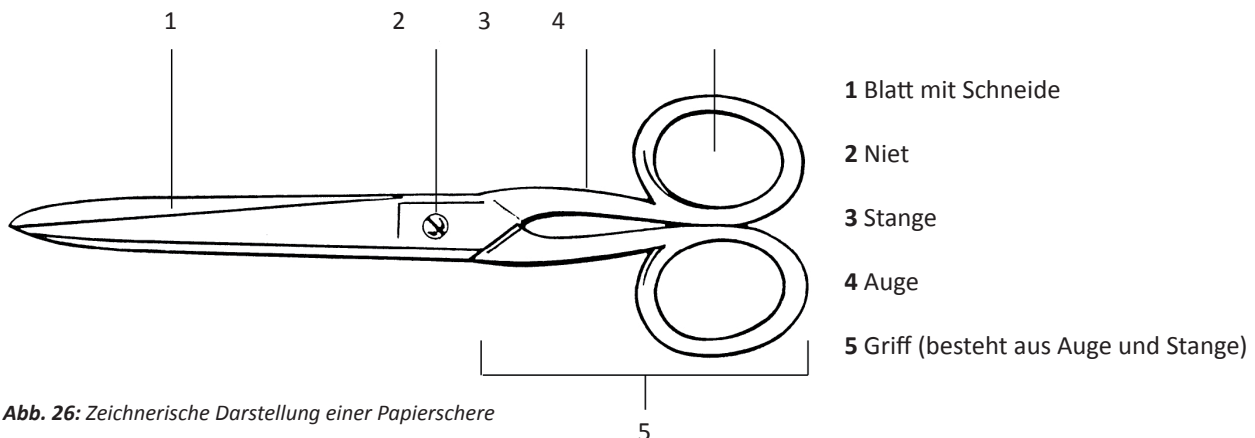


Abb. 26: Zeichnerische Darstellung einer Papierschere

Für leicht zu trennendes Material verwendet man Scheren mit längeren Schneiden; je mehr Kraft zum Schneiden erforderlich ist, umso kürzer soll die Schneide und umso länger der Griff sein (Hebelprinzip). Für das freihändige Schneiden feiner Formen eignen sich kleine Scheren mit ebenfalls besonders kurzen Schneiden (z. B. die Silhouettenschere), weil das Führen dadurch erleichtert wird.

Die Funktionsweise von Handscheren

Die Scherenblätter sind so gekrümmt, dass sie sich beim Schneiden immer nur gerade an der Stelle berühren, mit der geschnitten wird. Durch die Vorspannung werden sie genau an dieser Schnittstelle fest aneinandergespresst, nur dann entsteht ein sauberer Schnitt. Das Material wird getrennt („abgeschert“), indem die Scherenblätter aneinander vorbei gleiten.

Eine Schere erfüllt ihre Funktion nur dann, wenn sie stets gut angeschliffen ist, richtig gehalten wird und der Niet am Drehpunkt so fest sitzt, dass sich die Schneiden nur mit leichtem Widerstand aneinander vorbei bewegen.

Spezielle Pflegemaßnahmen für Scheren

- Die Vorspannung regelmäßig überprüfen.
- Reparaturen, insbesondere das Nachschleifen, nur von Fachleuten vornehmen lassen.

Trennen von Papierwerkstoffen mit Messern

Möchte man Papier geradlinig trennen, kann dies durch Reißen mit der bloßen Hand geschehen. Will man einen geraden Riss erzielen, muss man das Papier vorher scharf falzen. Statt es nach dem Falzen wieder zu öffnen, um es zu reißen, kann man es auch geschlossen lassen und die Falzkante mit einem Buchbindermesser aufschlitzen.

Gerade Papierschnitte von höchster Genauigkeit erzielt man aber mit einem Messer, das an einer Stahlschiene entlang geführt wird. Hierfür verwendet man entweder ein Universalmesser oder einen Cutter.

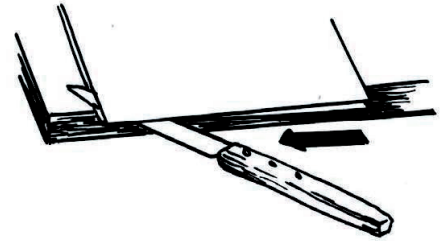


Abb. 27: Schlitzen einer Falzkante

Der Aufbau eines Cutters

Während das Universalmesser eine feststehende trapezförmige Klinge besitzt, lässt sich die Klinge des Cutters in Abschnitten abbrechen und einziehen.

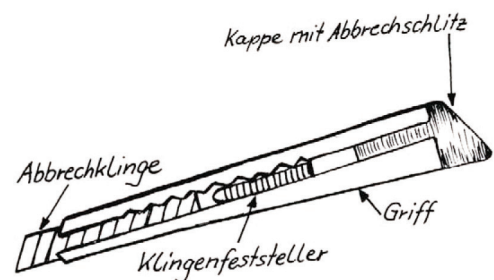


Abb. 28: Zeichnerische Darstellung: „Cutter“

Der Trennvorgang mit Cutter bzw. Universalmesser und Schiene

- Es muss stets auf der sauberen und ebenen Schneideunterlage geschnitten werden.
- Die Stahlschiene wird direkt an der vorgezeichneten Linie angelegt und mit dem Spreizgriff fest angedrückt.
- Der Cutter bzw. das Universalmesser wird unter gleichmäßigem Druck und in einem geeigneten flachen Schnittwinkel an der Schiene entlang geführt.
- Bei dickeren Papierwerkstoffen schneidet man zunächst nur die Oberfläche ein (Führungsschnitt) und trennt erst dann durch mehrmaliges Wiederholen des Schneidevorgangs das komplette Material durch.
- Die Schnittlinie läuft schräg am Körper vorbei.
- Am sichersten und mit dem größtmöglichen Bewegungsfreiraum schneidet man im Stehen.
- Freie Schnitte sollten vermieden werden; für exakte Formschnitte benötigt man zum Anlegen des Cutters bzw. Universalmessers eine entsprechende Schablone.

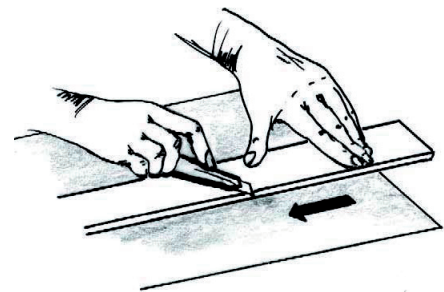


Abb. 29: Schneiden mit Cutter und Stahlschiene

Spezielle Hinweise zum Gebrauch des Cutters

- Zum Schneiden wird die Klinge nur ein kurzes Stück ausgefahren, da sie sonst instabil wird oder leicht bricht.
- Bei Nichtgebrauch ist die Klinge stets einzufahren, um sie zu schützen und um Verletzungen zu vermeiden.
- Ist die Klinge stumpf, so kann man mit einer Zange oder mit Hilfe der in das Griffende eingelassenen Nut vorsichtig einen Abschnitt abbrechen.

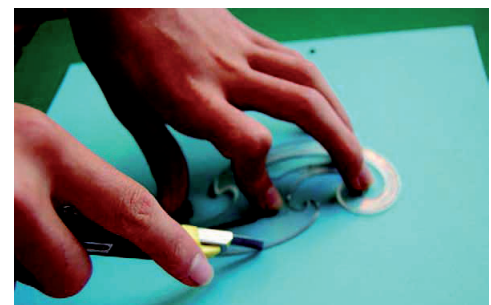


Abb. 30: Formschnitt mit einer Schablone

Umformen durch Falzen und Biegen

Bei Papierwerkstoffen handelt es sich zunächst um flächige Werkstoffe, wir kennen sie als einzelnes Blatt oder als Bogen, aufgerollt oder gebunden als Block, Heft oder Buch. Schon durch einfaches Umformen wie Biegen und Falzen mit der Hand oder geeigneten Hilfsmitteln wird aber aus dem flexiblen zweidimensionalen Werkstoff ein stabiles dreidimensionales Gebilde.

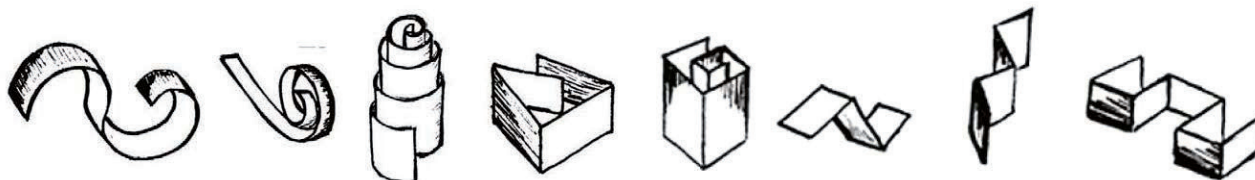


Abb. 31: Verschiedene Gebilde durch Biegen und Falzen

Falzen

Der Unterschied zwischen „Falten“ und „Falzen“ liegt darin, dass man beim Falten im Allgemeinen ohne Hilfsmittel, beim Falzen dagegen mit dem Falzbein arbeitet, welches die Papierstruktur intensiver und präziser verändert. Klassisch besteht das Falzbein aus Knochen oder manchmal auch aus Hartholz, heute wird es hauptsächlich aus Kunststoff hergestellt. Traditionelle Falzbeine sind abriebfester als solche aus Kunststoff.

- Bei stärkerem Papier oder Karton ist ein vorhergehendes Rillen mit der Falzbeinspitze erforderlich. Dadurch wird das Materialgefüge in der Faltlinie geschwächt, wodurch das Knicken leichter und präziser wird.
- Nach dem Umbiegen wird die Falzkante mit dem Falzbein plan gestrichen.
- Parallel zur Laufrichtung lassen sich Papierwerkstoffe leichter und sauberer falzen als quer dazu.

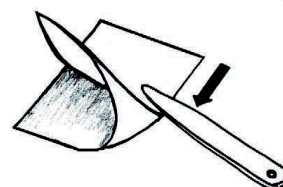


Abb. 32: Falzen eines Papierbogens

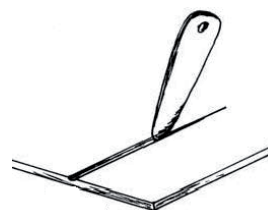


Abb. 33: Rillen mittels Falzbein

Biegen

Papier und Karton biegen sich durch, wenn man einen Bogen oder ein Blatt locker mit beiden Händen hält. Legt man sie jedoch wieder ab, so nehmen sie erneut ihre plane Form ein. Will man Papier oder Karton dauerhaft biegen, so muss man ihr Gefüge ändern.

- Ein schmaler Papierstreifen lässt sich gut biegen oder rollen, wenn man ihn zwischen Daumen und Schere oder Messerrücken durchzieht.
- Größere Papierformate oder Karton lassen sich dauerhaft biegen, indem man sie mehrmals über eine scharfe Kante zieht.
- Parallel zur Laufrichtung lassen sich Papierwerkstoffe leichter biegen.
- Parallele Ritzlinien erlauben Biegungen auch bei Pappe.

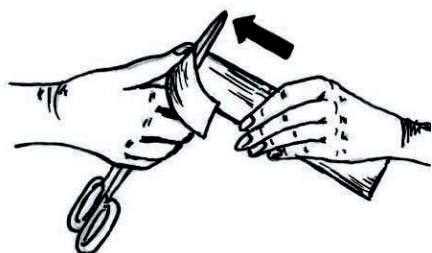


Abb. 34: Biegen zwischen Daumen und Schere

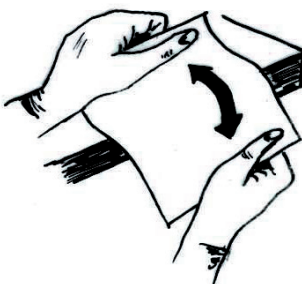


Abb. 35: Biegen über der Tischkante

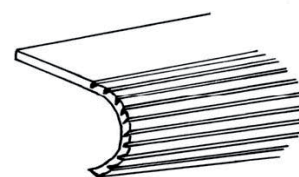


Abb. 36: Biegen von Pappe

Fügen durch Kleben

Die Klebstoffe Kleister und Buchbinderleim

Es gibt eine Vielzahl von verschiedensten Klebstoffen, die sich für spezielle Arbeiten und Werkstoffe eignen, dafür jeweils besondere Eigenschaften aufweisen und auch ganz unterschiedlich verarbeitet werden müssen. Im Werkunterricht werden für Papierarbeiten vor allem zwei lösungsmittelfreie Nassklebstoffe verwendet: Kleister und Buchbinderleim sowie eine Mischung der beiden.



Abb. 37: Kleister und Buchbinderleim

Kleister	Buchbinderleim
Kleister ist ein wasserbasierter Nassklebstoff auf meist natürlicher Basis (Stärke). Er ist üblicherweise in Pulverform erhältlich und wird in Wasser aufgelöst. Bis er gebrauchsfertig ist, benötigt er eine gewisse Quellzeit.	Bei Buchbinderleim handelt es sich um einen synthetischen Dispersionsklebstoff, der in der Regel ebenfalls ohne Lösungsmittel auskommt und mit Wasser verdünnt werden kann. Man bezeichnet ihn auch als Weißleim.
Eigenschaften: • trocknet fast transparent • enthält viel Wasser (bewirkt Dehnen und beim Trocknen Zusammenziehen des Papiers) • ein aufgezoogenes Blatt ist auch nach dem Trocknen mit Wasser wieder ablösbar • Flecken sind mit Wasser entfernbar • ist getrocknet sehr starr (Gelenke würden brechen)	Eigenschaften: • trocknet milchig transparent auf • bindet vergleichsweise schnell ab • gefügte Teile sind kaum mehr verschiebbar • ist nach Trocknung wasserunlöslich • wird getrocknet zähelastisch
Verwendung: • Aufziehen von dünnen Papieren • großformatige Aufzieharbeiten • Ausfüttern von Schachteln • Pappmaschee	Verwendung: • Verbinden von starken Papieren mit Karton und Pappe • Karton- und Pappeverbindungen • Gelenke • Verstärkungen mit Gewebe (z. B. Ecken und Kanten)
Mischungen aus Kleister und Buchbinderleim	
Kleister mit Leim: Schon die Beimengung von wenig Buchbinderleim macht den Kleister sozusagen unauflöslich, er zieht schneller an und das Material wirft oder wellt sich weniger. Leim mit Kleister: Buchbinderleim mit etwas Kleister ist besser zu verstreichen, trocknet nicht mehr so rasch und die zu verklebenden Teile haften weniger schnell aneinander. Daher können einzelne Teile noch kurze Zeit verschoben werden.	

Grundlegende Tipps zum Kleben

- Bereite den Arbeitsplatz gründlich vor und halte genügend Zeitungspapier zum Austauschen vor (Leimflecken).
- Arbeite stets auf einer flach liegenden, sauberen Unterlage (Altpapier/Makulaturpapier).
- Verwende zum flächigen Auftragen von Kleister oder Leim am besten einen Rundpinsel.
- Trage den Kleister oder Leim einseitig gründlich auf, aber nicht zu dick.
- Wasche Leimpinsel nach der Arbeit sofort mit lauwarmem Wasser sauber aus, damit sie nicht hart und unbrauchbar werden. Durch gründliches Durchmassieren und die Verwendung von Seife lassen sich auch hartnäckige Leimrückstände lösen.
- Nach dem Auswaschen streiche Pinsel zum Trocknen in ihre ursprüngliche Form.

Fügen durch Kleben

Beziehen von Graupappe, z. B. für ein Klemmbrett

Zuerst muss man die Laufrichtung von Bezugspapier und Pappe feststellen. Sie muss übereinstimmen, damit das Werkstück sich nicht wirft (Abb. I).

Der Papierzuschnitt (Nutzen) richtet sich nach der Größe der Pappe. Dabei ist Folgendes zu beachten (Abb. I):

- ausreichender Überstand an allen Seiten
- Abschrägen der Ecken im 45°-Winkel
- dabei genügend Abstand der Pappe zu den abgeschrägten Ecken (mindestens so viel wie die Stärke der Pappe)

Der Nutzen wird auf eine saubere, glatte Unterlage gelegt und mit dem Rundpinsel eingestrichen. Um Wellen zu vermeiden, wird immer das Papier eingestrichen, niemals die Pappe (Abb. II):

- strahlenförmig von der Mitte nach außen
- über den Rand hinaus
- gleichmäßig

Nun wird die Pappe mittig eingepasst, leicht angedrückt und dann beides umgedreht. Mit der flachen Hand und einem sauberen Papier als Zwischenlage reibt man das Bezugspapier vorsichtig und gründlich an; dabei drückt man Luftblasen von innen nach außen weg. Dann wendet man das Werkstück wieder und auf einer sauberen Unterlage wird der Überstand an allen vier Seiten nacheinander straff eingeschlagen und angerieben. Ganz besonders ist darauf zu achten, dass die Ecken sauber umschlossen sind (Abb. III bis V).

Damit sich das Werkstück beim Trocknen nicht wölbt und auf Dauer flach liegen bleibt, muss für einen Gegenzug gesorgt werden. Den perfekten Zugausgleich schafft man durch möglichst zeitnahes, beidseitiges Bekleben mit gleich stark ziehendem Papier unter Verwendung desselben Klebstoffs. Das Beziehen der Rückseite erfolgt in gleicher Weise, allerdings muss hierfür der Papierzuschnitt kleiner sein als die Pappe, so dass dieser Bezug an allen vier Seiten einen gleichmäßigen Randabstand von max. 3 mm aufweist.

Trocknen und Pressen

Damit ein Großteil der Feuchtigkeit ungehindert verdunsten kann, lässt man die Arbeit zunächst für einige Zeit offen liegen (etwa eine Viertelstunde). Dann wird die bezogene Pappe zur weiteren Trocknung gepresst.

- Deckel zwischen zwei mindestens ebenso große saugfähige Pappen legen. (Nicht zwischen Papier, dieses wellt sich auch unter Pressdruck!)
- Alles zusammen entweder zwischen zwei planen Holzbrettern mit Schraubzwingen einspannen, mit Gewichten beschweren oder in eine Stockpresse geben.
- Dabei nicht unnötig heftig pressen, um die Arbeit nicht zu beschädigen.
- Zwischendurch feucht gewordene Pappen durch trockene ersetzen.



Abb. 38:

In der Stockpresse werden vor allem großflächige Teile beim Trocknungsprozess in Form gehalten

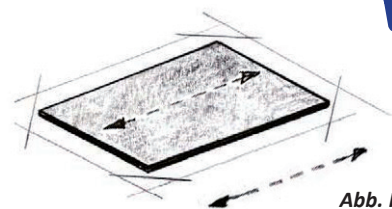


Abb. I

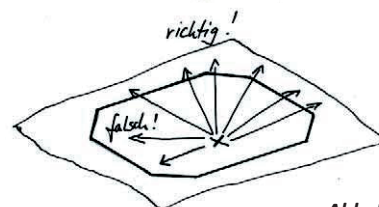


Abb. II

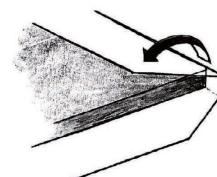


Abb. III

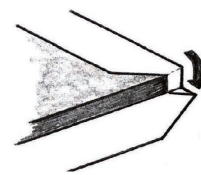


Abb. IV

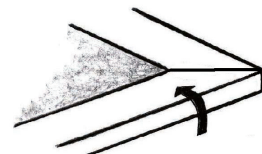


Abb. V

Verbinden durch ein Leinengelenk

Viele Buchbindearbeiten erfordern ein bewegliches Verbinden von einzelnen Pappelementen, in Form eines Gelenks: Bücher, Mappen aller Art, Schachteln mit Klappdeckel u. v. m. Als Bezugsmaterial für das Gelenk verwendet man in der Regel ein farblich zum Bezugspapier passendes Buchbindegewebe. Dessen Rückseite ist mit Seidenpapier beschichtet, das verhindern soll, dass der Klebstoff durchschlägt.

Beispiel: Doppeltes Gelenk für eine Mappe mit Geweberücken

Vorbereiten der Gewebestreifen

Es werden ein innerer und ein äußerer Gewebestreifen benötigt, für deren Zuschnitt folgende Maße zu beachten sind:

Äußerer Streifen:

- Die Breite ist zunächst abhängig von der Breite der Rückeneinlage.
- Dann ist der Abstand für beide Gelenke (zwischen Deckeln und Rückeneinlage) zu berücksichtigen; er beträgt jeweils das 1,5- bis 2-fache der Stärke der Pappe.
- Der Streifen greift zudem 2 bis 4 cm auf jeden Deckel über.
- Die Länge entspricht der Rücken- bzw. Deckelhöhe plus zweimal mindestens 1,5 cm für den Einschlag oben und unten (Abb. I und II).

Innerer Streifen:

- Er hat dieselbe Breite wie der äußere Streifen.
- Aber er ist 4 bis 6 mm kürzer als die Höhe von Rücken und Deckeln; das ergibt oben und unten einen Abstand von 2 bis 3 mm zur Kante (Abb. III).

Die Maße werden auf der Papierseite des Buchbindegewebes angezeichnet. Mit dem Universalmesser werden die beiden Streifen entlang einer Stahlschiene zugeschnitten. Damit Rückeneinlage und Deckel genau platziert werden können, wird ihre Lage auf der Geweberückseite deutlich aufgezeichnet.

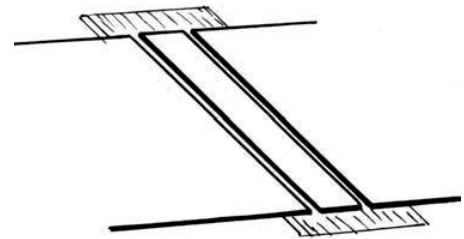


Abb. I

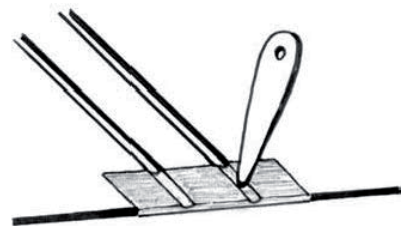


Abb. II

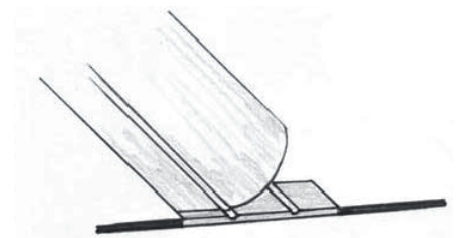


Abb. III

Beziehen

Zum Anschmieren des Gewebestreifens nimmt man Buchbinderleim. Man setzt zuerst den Rücken und dann die Deckel im vorgezeichneten Abstand auf die angeschmierte Gewebeseite. Mit einer Schiene lässt sich prüfen, ob alle Kanten in einer Geraden liegen. Nach leichtem Andrücken wird die Arbeit gewendet und das Gewebe mit der Hand angerieben. Dann wird die Arbeit erneut gewendet. Die Gewebeüberstände können nun eingeschlagen und mit einem Falzbein gründlich in die Gelenkfuge eingerieben werden (Abb. II). Anschließend wird der Innenstreifen angeschmiert und bei gleichmäßigem Abstand zu den Kanten oben und unten mit einer Längskante aufgesetzt und angedrückt. Von dieser Kante weg wird der Streifen über die gesamte Länge in die erste Gelenkfuge eingearbeitet, danach über den Rücken gezogen, in die zweite Gelenkfuge eingearbeitet und am Schluss auf dem zweiten Deckel angerieben (Abb. III).

Trocknung

Der Geweberücken sollte mindestens zwei Stunden zwischen Pappstreifen mit Beschwerung trocknen.

Gestaltung von Schmuckpapieren

Für das Beziehen von Papierwerkstücken bietet es sich an, das Schmuckpapier selbst herzustellen und individuell zu gestalten, z. B. in Form von Öltunk-, Marmor- oder Kleisterpapieren.



Abb. 39:
Schmuckpapiere

Die Herstellung von Kleisterpapier

Man bestreicht Papier mit einer farbigen Kleisterschicht und entfernt diese anschließend stellenweise, so dass der Untergrund wieder erscheint. Der Kleister trocknet zu einer festen Schicht auf, weshalb sich diese Papiere gut als robuste Bezüge eignen.

Material und Hilfsmittel

- **Trägerpapier:** Empfehlenswert ist ein großer Bogen Zeichenpapier (DIN A3) in relativ fester Qualität. Bei glatter Papieroberfläche dringt der Kleister weniger ein und die Muster wirken exakter und gestochener. Beschichtete Papiere eignen sich nicht, da sie keinen Kleister aufnehmen und die Schmuckschicht nach dem Trocknen wieder abblättert. Individuelle Farbkombinationen entstehen, wenn man sich ein farbiges Trägerpapier aussucht.
- **Kleister:** In der Regel verwendet man einen handelsüblichen Tapetenkleister. Die Konsistenz des Kleisters ist Gefühlsache, färbt man ihn jedoch mit sehr dünnflüssigen Farben ein, so sollte er relativ dick angerührt sein. Wichtig ist, dass sich beim Anrühren des Kleisters keine Klümpchen bilden.
- **Farben:** Geeignet sind alle wasserlöslichen kräftigen Farben wie Wasserfarben oder Acrylfarben. Je nach Menge erhält man einen deckenden oder eher durchscheinenden Anstrich.
- **Pinsel:** Der zähe Brei wird am besten mit einem breiten Borstenpinsel auf das Papier aufgestrichen.
- **Musterwerkzeuge:** Geeignet sind z. B. Kämme, Holzstäbchen, Gabeln, selbst gefertigte Pappkämme oder -streifen und vieles mehr. Auch mit stempelartigen Hilfsmitteln wie Schwämmchen, Kartoffel- oder Holzstempeln lassen sich reizvolle Muster erzeugen.
- **Sonstiges:** Zeitungspapier als Unterlage und eventuell Bügeleisen, Filzdecke, Bohnerwachs, Lappen, weiche Bürste

Vorgehensweise

- Eine Portion Kleister in ein passendes Gefäß abfüllen, Farbe zugeben und mit einem Holzstäbchen gleichmäßig verteilen.
- Den Papierbogen auf einer dicken, glatten Schicht Zeitungen bereitlegen.
- Den farbigen Kleister zügig und gleichmäßig mit dem Pinsel immer in einer Richtung über den Rand des Papierbogens hinaus auftragen. Quer dazu die ganze Fläche nochmals anstreichen, damit die Pinselstriche nicht mehr zu sehen sind.
- Probe machen: Wenn die Rille wieder zuläuft, ist der Kleister zu dick aufgetragen und muss mit dem Pinsel teilweise wieder abgenommen werden oder man lässt die Kleisterschicht erst etwas antrocknen.
- Muster mit dem gewählten Hilfsmittel gestalten: Wenn das angefangene Muster nicht gefällt, kann man mit dem Pinsel einfach über die noch weiche Kleisterschicht streichen und nochmals anfangen.
- Den fertigen Bogen auf Zeitungspapier mehrere Stunden trocknen lassen.
- Gewellte Bögen glätten: In alle Richtungen über eine Tischkante ziehen oder mit einem lauwarmen Bügeleisen von hinten bügeln und anschließend pressen.
- Nachbehandlung: Kleisterpapiere sind relativ unempfindlich und benötigen eigentlich keine weitere Behandlung. Im Handel sind aber auch verschiedenste Überzugsmittel zur Oberflächenveredelung und Steigerung der Widerstandsfähigkeit erhältlich. Eine ganz einfache Methode ist das Einreiben mit einer hauchdünnen Schicht Bohnerwachs. Wird die Oberfläche nach dem Trocknen noch mit einem Lappen kreisförmig poliert, erhält sie einen schönen Glanz.

Kleben von Modellen aus Abwicklungen

Einfache geometrische Körper lassen sich aus Papierwerkstoffen anfertigen, indem man eine **Abwicklung** konstruiert. Dabei wird die gesamte Oberfläche des Körpers in eine Ebene gebracht. Die einzelnen Flächen werden logisch und materialsparend aneinander gezeichnet, sodass ein Körpernetz entsteht, aus dem ein dreidimensionaler Körper hergestellt werden kann.

Räumliche Objekte, die aus ebenen Flächen bestehen, wie Prisma oder Pyramide, kann man aus Papierwerkstoffen in einem Stück anfertigen. Bei Körpern mit gekrümmter Oberfläche wie Zylinder oder Kegel müssen Mantel und Grundfläche getrennt zugeschnitten werden.

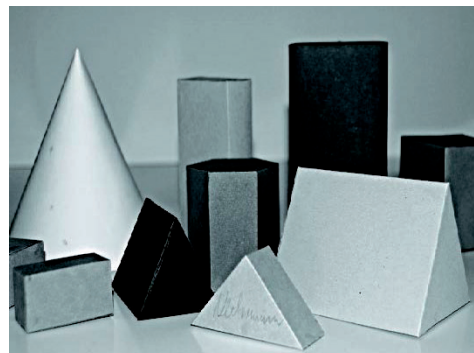


Abb. 40: Verschiedene räumliche Objekte

Für die Herstellung eines dreidimensionalen Objektes sind zusätzlich Klebelaschen notwendig. Dafür werden an den für das Zusammenfügen günstigsten Kanten schmale, winklig angeschnittene Streifen bzw. Zacken zugegeben, die das Zusammenkleben der einzelnen Seiten mit Klebstoff ermöglichen.

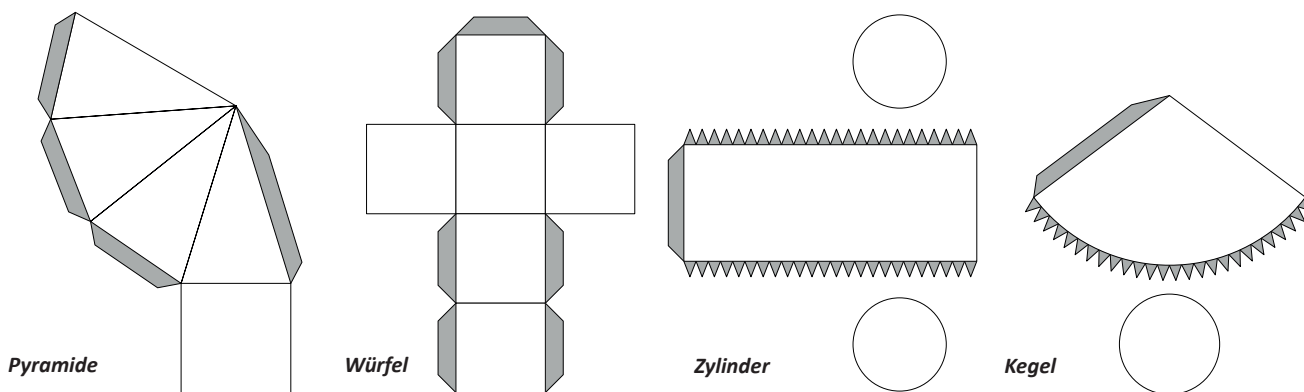


Abb. 41:
Auf Abwicklungen basierende Schnittvorlagen für Papiermodelle geometrischer Körper

Bemaßte Zeichnungen

Zur planvollen Herstellung von Werkstücken müssen vor Beginn der Arbeit auch deren Maße klar sein. Aus einer bemaßten Zeichnung lassen sich diese Informationen entnehmen. Damit Maßangaben eindeutig, übersichtlich und für alle gleichermaßen verständlich sind, gibt es hierfür festgelegte Bemaßungsregeln. Diese kann man beispielsweise nachschlagen unter: https://www.lehrplanplus.bayern.de/sixcms/media.php/71/RSWerken7_Erg%C3%A4nzende%20Informationen_TZ_Bema%C3%9Fung.pdf

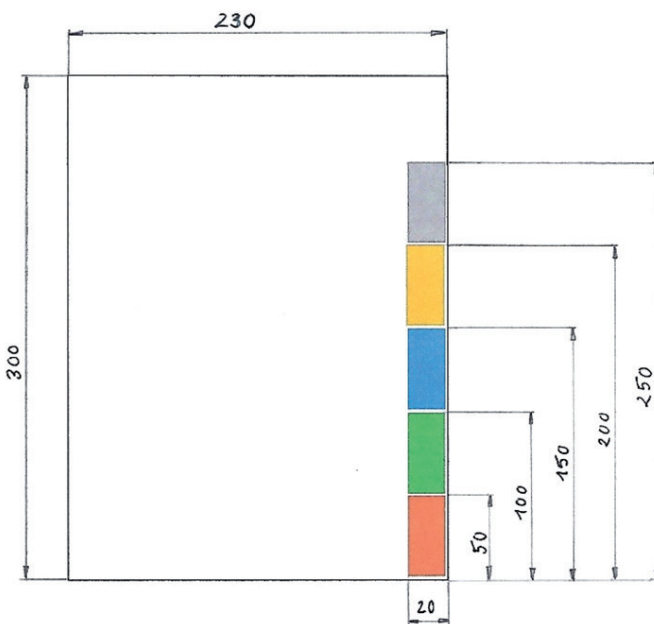


Abb. 42:
Bemaßte Zeichnung für den Zuschnitt der Registerblätter eines Werkordners (Angaben in mm)

Gesundheitsschutz

Wie bei allen Werkstoffen müssen auch im Umgang mit Papierwerkstoffen wichtige Arbeitsregeln beachtet werden, um eine Gefährdung der Gesundheit auszuschließen.

Überprüfe vor der Arbeit die Werkzeuge!

Nur sauberes und intaktes Werkzeug gewährleistet gute Ergebnisse und Schutz vor Verletzungen.

Transportiere scharfe Werkzeuge vorsichtig!

Durch unsachgemäßes Halten oder die Gefahr des Stolperns besteht erhöhte Verletzungsgefahr.

Benutze nur scharfe Messer!

Stumpfe Messer erfordern höheren Kraftaufwand, was zum Abrutschen und zu Verletzungen führen kann.

Wichtige Regeln zum gesundheitsbewussten Arbeiten mit Papierwerkstoffen

Sei vorsichtig beim Abbrechen von Klingen!

Beim unkontrollierten Abbrechen kann die Klinge des Cutters wegspringen und dich selbst und Umstehende verletzen.

Achte auf scharfe Papierkanten!

Mit den Fingern über Papierkanten zu streichen, kann zu Schnittverletzungen führen.

Halte deinen Arbeitsplatz sauber, ordentlich und übersichtlich!

Nur bei Ordnung lassen sich Gefahrenquellen, z. B. durch herumliegende Werkzeuge, erkennen.

Sei vorsichtig bei Schnitten mit Messern aller Art!

Unachtsamkeit und Leichtsinn beim Umgang mit scharfen Schneiden, z. B. beim Universalmesser, erhöhen die Verletzungsgefahr.

Frei gestaltete räumliche Objekte und Modelle

Während das Herstellen dreidimensionaler Objekte aus Papierwerkstoffen räumliches Vorstellungsvermögen erfordert, muss man beim notwendigen vorangehenden Fertigen von Abwicklungen (mit Bemaßungen) grundlegende Kenntnisse des Technischen Zeichnens besitzen. Räumliche Objekte (z. B. individuelle Verpackungen) aus einfachen stereometrischen Grundkörpern ermöglichen eine große Formenvielfalt und verlangen sauberes, präzises und fachgerechtes Arbeiten mit den Papierwerkstoffen. Materialspezifischen Arbeitstechniken wie Trennen, Umformen und Fügen müssen praktisch angewandt werden.



Abb. 43:
*Papiermodelle/Räumliche Entwürfe
für Produktverpackungen*

Modulare Konstruktionsweise

Unter der modularen Konstruktionsweise (auch Baustein- oder Baukastenprinzip) versteht man die Aufteilung eines Ganzen in Teile, z. B. als Module, Komponenten, Bauelemente, Baugruppen oder Bausteine. Bei geeigneter Form und Funktion können diese zusammengefügt werden oder über entsprechende Schnittstellen interagieren. In der Architektur und im Bauwesen findet die modulare Konstruktionsweise z. B. Anwendung bei in Serie vorgefertigten Bauteilen oder bei Gebäuden mit modularen Raumelementen (z. B. Containergebäude). Auch bei Gebäudekomplexen, insbesondere bei Hochhäusern, kommt diese Bauweise mit modularen Gebäudeteilen zur Anwendung.

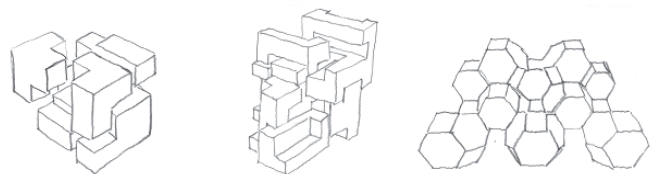


Abb. 44, 45:
*Geometrische Grundkörper für modulares Bauen sowie Skizzen zum
Zusammenfügen der einzelnen Bauteile*



Abb. 46, 47:
Beispiele für modulare Konstruktionsweisen in der Architektur
Quelle: © ClipDealer



Bewertungskriterien für Werkstücke aus Papierwerkstoffen

Nach welchen Kriterien eine Papierarbeit zu beurteilen ist, hängt zunächst von der Art der Aufgabe ab. Da Papierwerkstoffe sehr empfindlich sind, wird ein wichtiger Aspekt die Qualität der **Verarbeitung** sein. Je nach Thema spielt jedoch auch die **Funktion** und die **Gestaltung** eine wesentliche Rolle.

Diese Tabelle veranschaulicht verschiedene *Beurteilungsaspekte* zu den **übergeordneten Beurteilungskriterien** z. B. für Modelle aus Papier/Papierverpackungen:

Verarbeitung	Funktion	Gestaltung
exakte, scharfe Falzkanten	ausreichende Größe	Originalität des Verschlusses
gerade, saubere Schnitte	genügend Stabilität	passende Farbigkeit
ausreichende Klebelaschen	angemessene Materialstärke	formales Zusammenspiel Inhalt – Verpackung
saubere und haltbare Verklebungen	praktische Handhabung	stimmige Proportionen
maßgetreue Fertigung	gute Verschlussmöglichkeit	Ästhetik der Papierauswahl

Natürlich gelten z. B. für einen Ordner mit Scharnier und selbstgestaltetem Schmuckpapier andere bzw. weitere Beurteilungsaspekte, wie z. B. eine passende Farbauswahl der verschiedenen Bezugspapiere sowie des Gewebes oder z. B. wie gut sich der Ordner aufklappen und wieder schließen lässt.

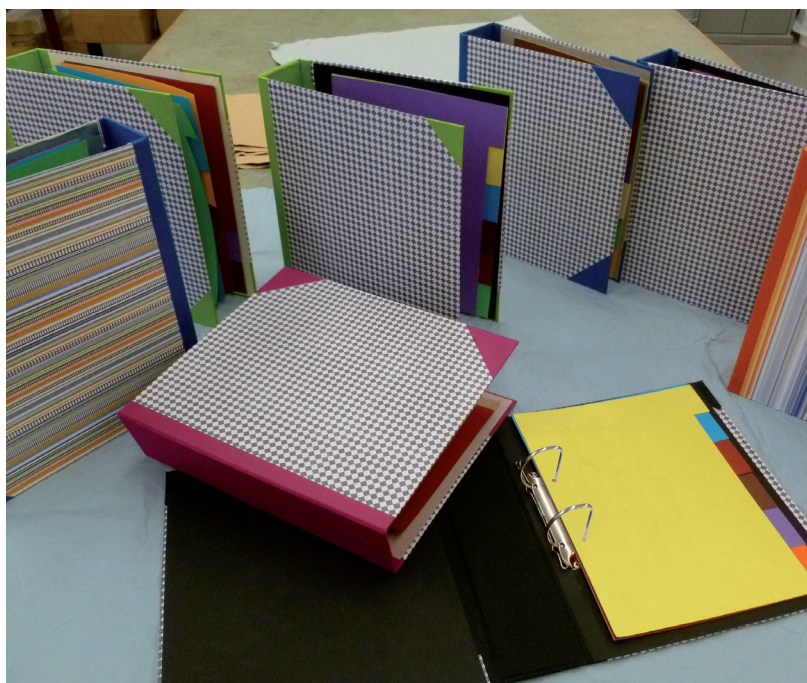


Abb. 48:
Selbst hergestellte Werkordner mit Scharnier (Leinengelenk) und Bezugspapieren

Wertstofftrennung, fachgerechte Entsorgung und Papierrecycling

Unter Papierrecycling versteht man das Sammeln und die Aufbereitung von Altpapier oder Kartonagen zur Wiederverwertung, entweder als verkaufsfähiges Produkt oder als Bestandteil normaler Papiere oder Kartonagen.

Je mehr Papier wiederverwertet wird, desto weniger Holz muss für die Papierproduktion aufgewendet werden. Der Energie- und Wasseraufwand bei der Produktion von Recyclingpapier ist in der Regel geringer als bei der Herstellung von Papier aus Primärfasern aus Holz oder Zellstoff. Der Einsatz von Recyclingpapier ist daher eine besonders einfache und effektive Maßnahme für den Schutz natürlicher Ressourcen. Hohe ökologische Anforderungen bei der Aufbereitung des Altpapiers garantieren dabei verschiedene **Umweltsiegel** (z. B. Blauer Engel).

Zu einem hohen Anteil aus Altpapier hergestellt werden z. B. Verpackungspapiere, Karton und Zeitungspapier. Mittlerweile gibt es aufwändig hergestellte Kopierpapiere, die in ihren Verarbeitungseigenschaften mit Frischfaserpapier vergleichbar sind und sich auch im Weißgrad nur noch minimal von diesem unterscheiden. Auch bei der Herstellung höherwertiger Papiere, z. B. für Zeitschriften, werden mittlerweile recycelte Fasern eingesetzt.

Bei mehrfachem Recycling verkürzen sich allerdings die Fasern und werden aus dem Kreislauf ausgeschleust. Aus diesem Grund müssen ständig frische Fasern und Zellstoff in den Kreislauf gelangen.

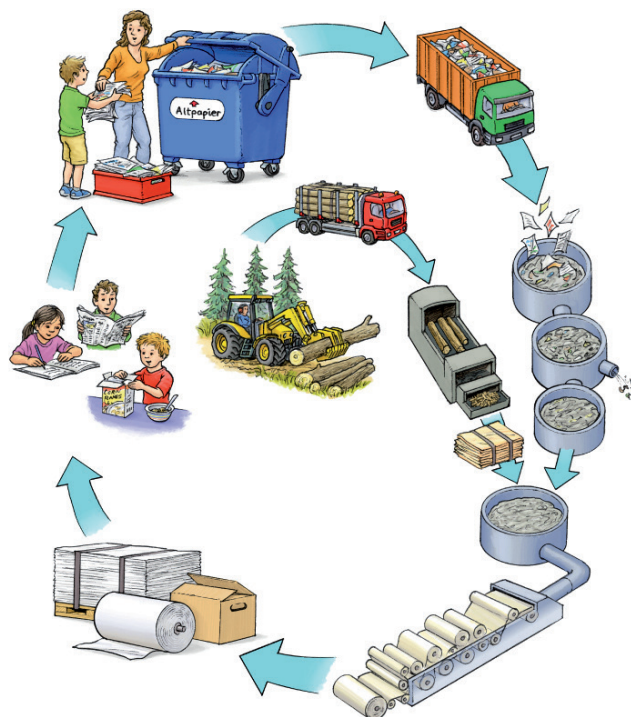


Abb. 49: Papierkreislauf

Quelle: „Aus: Das Auer Heimat- und Sachbuch, Schülerbuch 2. Sj.
© Ernst Klett Verlag GmbH, 2014,
mit freundlicher Genehmigung des Ernst Klett Verlages, Stuttgart 2019.“

Fachgerechte Entsorgung

In den Papiercontainer kommen ausschließlich Papier, Pappe und Karton in Form von Zeitungen, Zeitschriften, Broschüren, Büchern, Prospekten, Katalogen, Geschenkpapieren, Schulmaterialien aus Papier, Eierkartons, Mehl- und Zuckerpapiertüten, etc.

Thermopapier, z. B. Kassenzettel oder Fahrkarten und Backpapier (stark beschichtet), gehören in den Restmüll und Tetrapaks in die Gelbe Tonne/Wertstofftonne. Bei Kombinationen von Papier und Plastik sollten die Bestandteile möglichst getrennt entsorgt werden, z. B. Nudelverpackungen mit Sichtfenster.



Abb. 50: Gesammeltes Altpapier wartet auf seine Wiederverwertung

Quelle: vdp

Materialsparende Verwendung im Werkunterricht

- Papierarbeiten sorgfältig planen und Material sparend anzeichnen.
- Brauchbare Reste aufheben und anderweitig verwenden
- Papier ist empfindlich, darum sorgsam damit umgehen und auf Sauberkeit achten.
- Abfälle sammeln und dem Recycling zuführen.