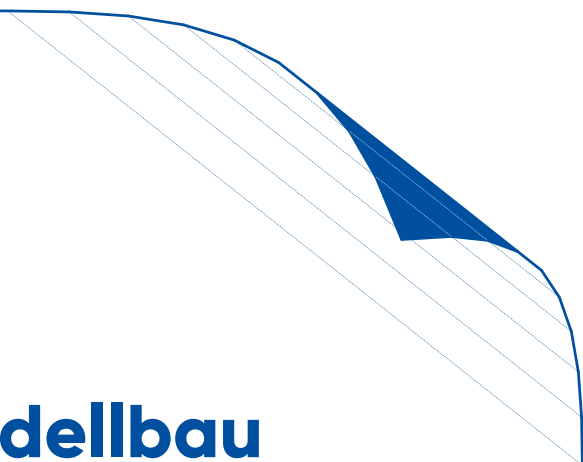


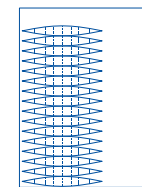
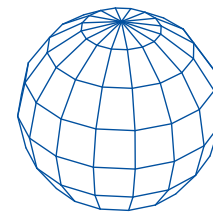
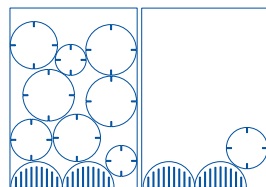
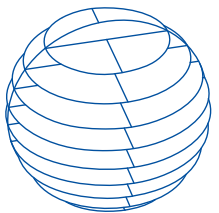
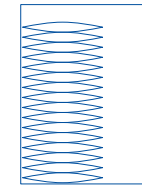
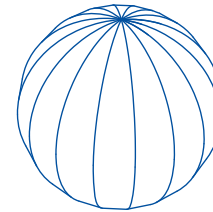
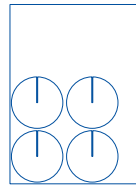
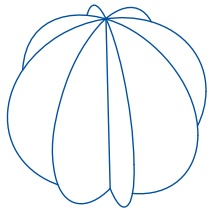
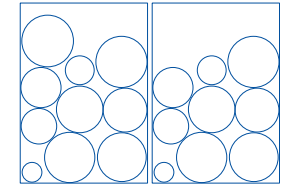
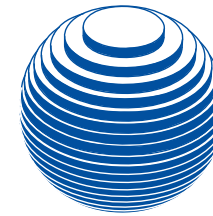
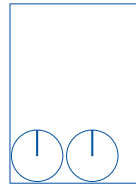
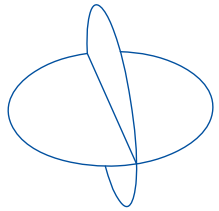
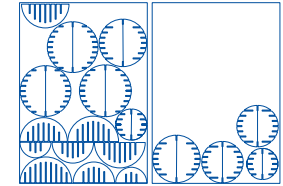
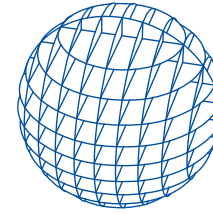
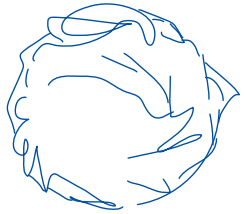


Leitfaden Papiermodellbau

Vorüberlegung

Bevor Sie mit dem Papiermodellbau starten, sollten Sie sich genau überlegen, wozu das fertige Modell dienen soll. Möchten Sie lediglich die Größen- und Volumenverhältnisse veranschaulichen, ein spezielles technisches Detail überprüfen oder die ergonomischen Eigenschaften einer Produktidee testen? Von diesen Überlegungen aus sollten Sie die Wahl der Modellbaumethode und des Materials abhängig machen. Im Folgenden wird anhand von acht Methoden beispielhaft aufgezeigt, wie eine Kugel als Papiermodell dargestellt werden könnte.

Methoden zur Darstellung einer Kugel



Kleben

Klebstoff

Die Wahl des passenden Klebstoffes ist vom verwendeten Papier und der Art der Verklebung abhängig. Für die meisten Papierarten sind ein handelsüblicher, flüssiger Bastelkleber oder Leim geeignet. Finnpappen lassen sich am Besten durch Holzleim verbinden. Wenn es darum geht größere Flächen aufzukleben, ist das Bestreichen mittels Pinsel oder die Verwendung einer Schaumstoffrolle von Vorteil. Auch die Verwendung von Klebebändern ist möglich. Bei manchen Modellen bietet es sich an auf Klebelaschen zu verzichten und die einzelnen Papierschnitteile auf der Innenseite des Modells mit Klebeband zu verbinden. Zur statischen Verbesserung mancher Modelle kann auch der Einsatz von Heißklebepistole oder Sekundenkleber nützlich sein.

Klebelaschen

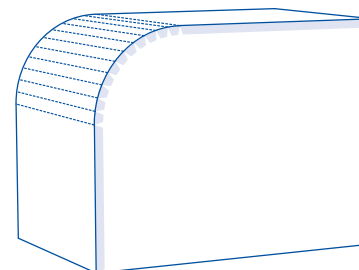
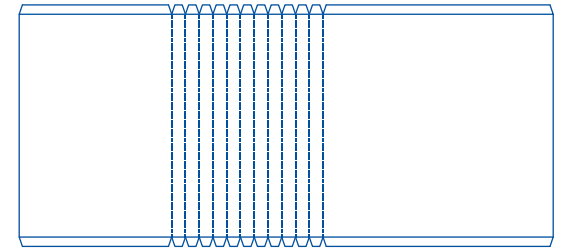
Klebelaschen sind eine gute Möglichkeit, um die einzelnen Schnittteile eines Papiermodells miteinander zu verbinden. Am besten erstellt man zuerst die Abwicklung des Modells und fügt dann vor dem Ausschneiden an geeigneten Stellen Klebelaschen hinzu. Die Klebelaschen sollten so gewählt werden, dass sie sich Kurven und Rundungen des Modells anpassen können. (Siehe Abb.)

Auf Stoß verkleben

Bei dickeren Papieren und Pappen wie zum Beispiel Finnpappe bietet es sich an, die einzelnen Schnittteile auf Stoß zu verkleben. Dazu sollte ein Klebstoff oder Leim verwendet werden, der relativ schnell trocknet. Alternativ können die einzelnen Teile auch mit Kreppband fixiert werden, das dann nach dem Trocknen wieder entfernt wird. Kleberückstände auf der Pappe können nach dem Trocknen vorsichtig mit feinem Schleifpapier entfernt werden.

Stecken

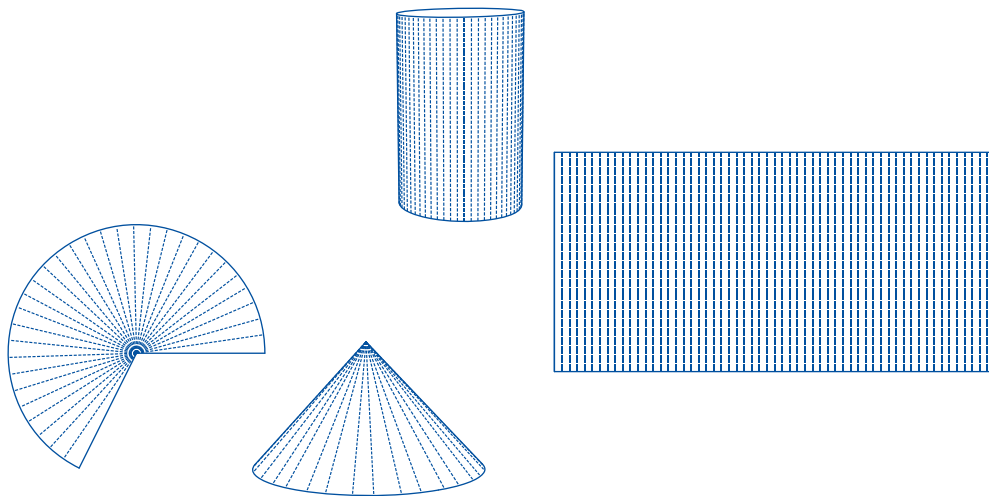
In manchen Fällen kann durch passgenaues Stecken auf Klebstoff verzichtet werden.



Falzen

Falz

Der Abwicklungsplan jedes Papiermodells enthält Linien, an denen das Papier gefaltet werden soll. In der Regel ergeben sich daraus die Kanten des späteren Modells. Um das Falten zu erleichtern, kann vorher ein Falz entlang der entsprechenden Linie in das Papier geprägt werden. Mit der Kante eines Falzbeins muss dazu unter einem gewissen Druck die Linie, an der später gefaltet wird, abgefahren werden. Sollten Sie kein Falzbein zur Hand haben, können Sie auch einen Messerrücken oder die stumpfe Spitze einer Stricknadel nutzen. Bei geraden Linien können Sie zusätzlich ein Lineal anlegen. Schraffurähnlich angelegte Falze können auch dazu dienen Papiere oder Pappen in einer bestimmten Richtung biegsamer zu machen. Falzen Sie dazu einige Linien mit gleichem Abstand in die entgegengesetzte Richtung der späteren Biegung. Manchmal ist auch ein sehr leichtes Einschneiden mit dem Cutter zielführend.



Schneiden

Cutter

Das Cuttermesser sollte beim Modellbau das erste Werkzeug ihrer Wahl sein, da man damit besonders präzise Konturen von Hand ausschneiden kann. Ein Metalllineal hilft beim Schneiden von geraden Linien. Als Unterlage eignet sich eine große Schneidunterlage.

Schere

Eine Schere kann ergänzend genutzt werden, um schwierige Kurven freihand auszuschneiden oder Fransen zu erzeugen.

Laser

Digital erstellte Abwicklungen können auch mit Hilfe eines Lasercutters ausgeschnitten und graviert werden. Es ist jedoch zu beachten, dass nicht alle Papier- und Pappearten für das Laserschneiden geeignet sind. Je nach Einstellung und Material sind die Brennsuren des Lasers am späteren Modell sichtbar. Bei einigen Pappen versteift sich das Material am Schneidrand, wodurch ein späteres Biegen des Schnittteils erschwert wird.

Kreisschneider

Der Kreisschneider funktioniert ähnlich wie ein Zirkel und ermöglicht das präzise Ausschneiden von Kreisen. Je nach Modell lassen sich verschieden große Radien einstellen.

Locheisen

Mit Hilfe von Locheisen können Sie kleinere Löcher in Papiere und Pappen stanzen. Bei hoher Materialstärke kann auch ein Bohrer genutzt werden.

Auswahl Material

Druckerpapier

Handelsübliches Drucker- und Kopierpapier ist leicht verfügbar und eignet sich generell zum einfachen Papiermodellbau. Da es recht dünn ist, kann das Modellbauschchnittmuster direkt auf das Papier gedruckt werden.

Transparentpapier

Transparentpapiere können für lichtdurchlässige Elemente eines Modells eingesetzt werden.

Bristolkarton

Bristolkarton kann ebenfalls direkt bedruckt werden. Er ist etwas stabiler als normales Druckerpapier und lässt sich sehr gut mit dem Lasercutter bearbeiten. Modelle aus weißem Bristolkarton lassen sich relativ gut lackieren.

Fotokarton/ Tonkarton/ Tonpapier

Fotokarton, Tonkarton und Tonpapier generell eher im Bastelbedarf zu finden, eignen sich jedoch auch zum Modellbau. Sie sind in verschiedenen Formaten Farben und Grammaturen erhältlich.

Finnpappe

Finnpappe (finnische Maschinenholzpappe) ist ein kartonartiges Material aus Holzfasern. Durch seine Eigenschaften eignet es sich sehr gut für den Modellbau. Es ist in verschiedenen Stärken erhältlich und lässt sich sehr gut falzen, verkleben, schneiden, laserschneiden, schleifen und kann auch lackiert werden.

Siebdruckkarton

Siebdruckkarton ähnelt der Finnplatte. Er ist bedruckbar, relativ stabil und verzieht sich nicht so leicht.

Graupappe

Graupappen werden meist aus Altpapier hergestellt und sind dadurch vergleichsweise günstig. Sie sind in unterschiedlichen Stärken erhältlich. Dünne Graupappen lassen sich recht gut falzen und biegen. Dickere Graupappen sind eher steif und eignen sich für konstruktive Elemente eines Modells. Graupappen sollten nicht mit dem Lasercutter bearbeitet werden.

Wellpappe

Wellpappen eignen sich eher für den Bau größerer Modelle. Sie sind relativ stabil. Sie lassen sich nur eingeschränkt falzen, biegen und präzise verarbeiten.

Sandwichplatten

Sandwichplatten, wie die des Herstellers Kappa, bestehen aus einem mit Papier kaschierten Schaumkern. Trotz geringem Gewichts sind sie relativ stabil. Sie lassen sich mit einem Cuttermesser schneiden, jedoch nicht falzen und nur schwer biegen. Kappaplatten sind auch mit selbstklebender Oberfläche erhältlich. Der Schaumkern einiger Sandwichmaterialien löst sich bei Kontakt mit Lösungsmitteln auf.

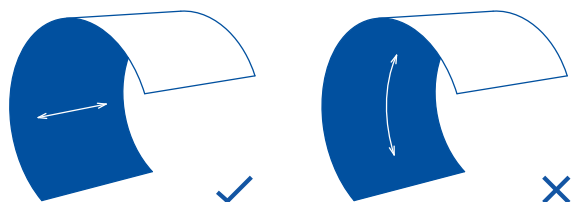
Grammatur

Die Grammatur gibt das Quadratmetergewicht eines Papiers in Gramm, also g/m², an. Einige wenige Materialien, wie zum Beispiel Finnpappe oder Kappa, werden in mm Materialstärke angegeben.

Papier	< 120 g/m ²
Halbkarton	150 – 250 g/m ²
Karton	250 – 600 g/m ²
Pappe	> 600 g/m ²

Laufrichtung

Die meisten Papiere haben eine bestimmte Laufrichtung, die die Ausrichtung der Zellstofffasern im Papier angibt. Die Laufrichtung ergibt sich aus dem Herstellungsprozess des Papiers. Da Papiere in Schmalbahnen und Breitbahnen produziert werden, ist vom Papierformat allein, kein Rückschluss auf dessen Laufrichtung möglich. Papiere lassen sich am besten parallel zur Laufrichtung falten oder biegen. Das sollte, wenn möglich, auch bei der Ausrichtung von Modellbauschnitteilen auf dem Papier berücksichtigt werden. Faltet man gegen die Laufrichtung, können je nach Papier unsaubere oder brüchige Kanten entstehen. Schnitteile mit gleicher Laufrichtung lassen sich auch besser miteinander verkleben. Beim Kaschieren von größeren Flächen kann eine entgegengesetzte Laufrichtung zu unerwünschten Verformungen führen. Um die Laufrichtung eines Papiers zu ermitteln, kann man entweder testen, in welche Richtung es sich leichter biegen lässt, oder ein kleines Probestück leicht anfeuchten. Es wellt sich dann parallel zur Laufrichtung.



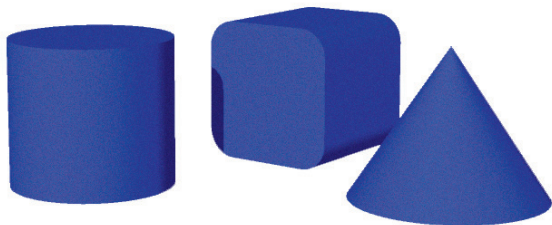
Modellbau Schnittpläne mit Rhinoceros erstellen

Abwicklung

Mit den Befehlen **_Smash** oder **_UnrollSrf** können Abwicklungen von in Rhinoceros erstellten Volumenkörpern erzeugt werden. Einige Geometrien müssen aber zuvor angepasst werden, um eine Abwicklung zu ermöglichen.

Einfache Verkrümmung

Alle Körper, deren Flächen sich mittels eines undehnbaren Materials passgenau verkleiden lassen, sind einfach verkrümmt. Eine Abwicklung kann mit den Befehlen **_Smash** oder **_UnrollSrf** erstellt werden. Dazu muss der Volumenkörper ausgewählt und dann der entsprechende Befehl in die Befehlsleiste eingegeben werden. Nach der ersten Bestätigung über **Enter** erscheinen in der Befehlsleiste drei weitere Einstellungsmöglichkeiten. Die Auswahl **Explode** entscheidet darüber, ob die einzelnen Flächen der Abwicklung aneinanderhängen oder separiert erstellt werden. Um nachvollziehen zu können, welche Flächen im späteren Papiermodell verbunden werden müssen, bietet sich **Explode** eher nicht an. **Labels** bezeichnet die automatische Nummerierung aller Flächenseiten einer Abwicklung. In den meisten Fällen ist dies jedoch nicht nötig. Was zu Folgenden empfohlenen Einstellungen führt: **Explode=No, Labels=No KeepProperties=Yes**. Nach einer zweiten Bestätigung über **Enter** wird die Abwicklung erstellt.

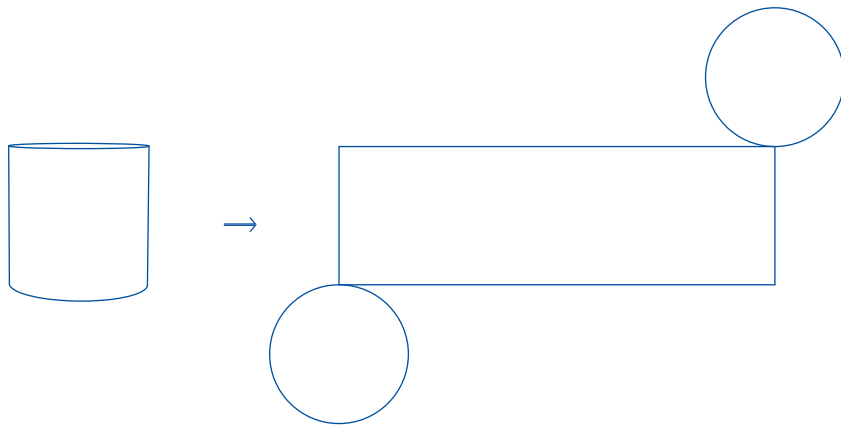


Mehrfache Verkrümmung

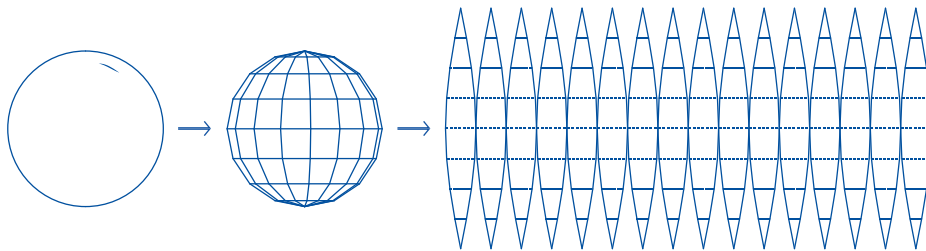
Körper mit mehrfach verkrümmten Flächen müssen zunächst vereinfacht werden, sodass sie nur noch in eine Richtung verkrümmt sind und ebenfalls mit **_Smash** oder **_UnrollSrf** abgewickelt werden können. Dazu muss der Körper in viele kleine einfachverkrümmte Flächen (Polygone) umgewandelt werden. Das wird zwar im späteren Papiermodell viele kleine Kanten erzeugen, die jedoch im Gesamtbild die runden Formen des ursprünglichen Körpers gut beschreiben. Dazu muss der Körper ausgewählt und der Befehl **_Mesh** in die Befehlsleiste eingegeben werden. Im Polygon-Mesh-Options-Menü muss dann der Grad der Vereinfachung des Körpers ausgewählt werden, der über **preview** angezeigt werden kann. Danach muss der neu erzeugte, vereinfachte Körper ausgewählt werden und über den Befehl **_MeshToNurbs** in **polysurfaces** umgewandelt werden, die dann wie oben beschreiben abgewickelt werden kann.



Einfache Verkrümmung

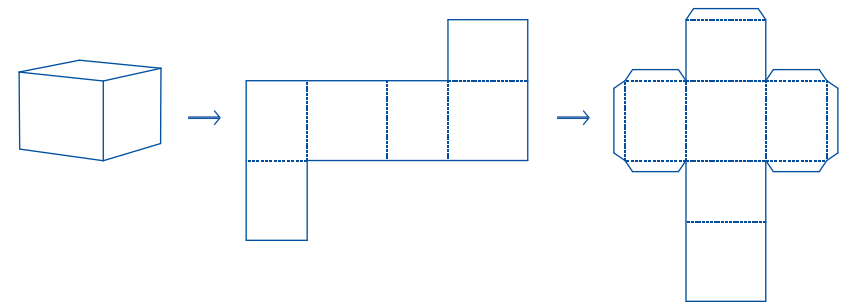


Mehrfache Verkrümmung



Nachbearbeitung

Nach der Erstellung einer Abwicklung sind die ausgegebenen Flächen meistens nicht so angeordnet, wie es für das Schnittmuster eines Papiermodells optimal wäre. Deshalb sollten die Flächen nachträglich sinnvoll angeordnet werden. Dabei sollte auch die Laufrichtung und das Format des Papiers berücksichtigt werden. Des Weiteren lassen sich noch Klebela-schen hinzufügen.



Ausdrucken

Um die fertige Abwicklung auszudrucken, kann die **_Layout** Funktion von Rhinoceros genutzt werden (nur bei Windowsversion möglich), wobei auf den richtigen Maßstab geachtet werden sollte. Eine andere Möglichkeit ist, die entsprechenden Linien auszuwählen und die zweidimensionale Zeichnung über **_Export** als Illustratordatei zu exportieren (.ai). In Adobe Illustrator können dann noch Linienstärken oder Details der Abwicklung verändert werden und anschließend als PDF ausgegeben werden.

Tipp

Manchmal erhält man bessere Ergebnisse, wenn man symmetrische Körper vor der Erstellung der Abwicklung zerteilt und dann nur ein einzelnes Element abwickelt und später vervielfältigt. So stellt man zum Beispiel sicher, dass bei einem rotationssymmetrischen Körper alle Schnittteile des Papiermodells gleich aussehen. Auch komplexere Körper können vor der Abwicklung in einzelne Abschnitte unterteilt werden.

Literaturtipps

Papier: Versuche zwischen Geometrie und Spiel (2001)
Franz Zeier

Herzog & de Meuron – Naturgeschichte (2005)
Philip Ursprung (Hrsg.)

Unfolded : Papier in Design, Kunst, Architektur und Industrie (2009)
Petra Schmidt und Nicola Stattmann

Von der Fläche zur Form : Falttechniken im Papierdesign (2011)
Paul Jackson

The complete papers (2018)
Demand, Thomas

Weblinks

www.thomasdemand.info

www.instagram.com/moioh.studio

www.torso.amorphous-constructions.com

www.samuelshumway.com/paper

www.tamasoft.co.jp/pepakura-en

Designbeispiele

www.dezeen.com/2014/04/14/doshi-levien-almora-lounge-chair-bb-italia-interview-milan-2014/

www.doshilevien.com/wp-content/uploads/Cultural-crossways.pdf

www.themethodcase.com/stefan-diez-office-yard-furniture-collection-emu/

www.baunetz-id.de/produkte/time-18892857

www.ingasempe.fr/vapeur.html

www.aust-amelung.com/like-paper.html

www.nendo.jp/en/works/cabbage-chair-2/

Material Bezugsquellen

WIKULLiL – Treffpunkt Architektur. Design. Kunstgewerbe
Grüner Weg 40, 34117 Kassel
www.wikullil.com

Wilhelm LEO's Nachfolger GmbH
Kasseler Str. 84b
34246 Vellmar
Deutschland
www.leos-nachfolger.de

Idee Creativmarkt
Untere Königsstraße 67
34117 Kassel