

Hinweis:

Diese Druckversion der Lerneinheit stellt aufgrund der Beschaffenheit des Mediums eine im Funktionsumfang stark eingeschränkte Variante des Lernmaterials dar. Um alle Funktionen, insbesondere Animationen und Interaktionen, nutzen zu können, benötigen Sie die On- oder Offlineversion. Die Inhalte sind urheberrechtlich geschützt. © 2011 Beuth Hochschule für Technik Berlin

LE05 - Papierberechnungen**Lernziele und Überblick**

In dieser Lerneinheit lernen Sie zunächst, Papier anhand von verschiedenen Merkmalen zu unterscheiden. Dieses Wissen ermöglicht Ihnen die gezielte Auswahl des geeigneten Papiers abhängig von den Kunden- bzw. Agentur- und Produktionsanforderungen.

Im zweiten Kapitel lernen Sie Papier nach den voneinander abhängigen Eigenschaften Flächenmasse, Papiervolumen und Papierdicke zu beurteilen. Die entsprechenden Formeln können Sie anwenden, um fehlende Angaben selbst zu berechnen. Verschiedene Berechnungsbeispiele im dritten Kapitel verdeutlichen Ihnen die Bedeutung dieser Eigenschaften und versetzen Sie in die Lage, praxisnahe Problemstellungen aus dem Alltag der Auftragsbearbeitung selbstständig mit Hilfe dieser Formeln zu lösen.

Nach der Durcharbeitung aller Kapitel stehen Ihnen am Ende diverse Übungen zur Verfügung mit denen Sie Ihren Wissensstand überprüfen können

**Lerneinheit 5 im Überblick:**

- ▶ [Kapitel 1: Klassifizierung von Papier](#)
- ▶ [Kapitel 2: Ermittlung wichtiger Papiereigenschaften](#)

☒ [Kapitel 3: Berechnungsbeispiele aus der Praxis](#)

☒ [Zusammenfassung](#)

☒ [Wissensüberprüfung](#)



Zeitbedarf und Umfang

Für die Bearbeitung der Lerneinheit sind vier Stunden und weitere fünf Stunden für die Lösung der abschließenden Übungsaufgaben erforderlich.



Achtung

Hinweise

- Für die Durchführung der Kalkulationsübungen benötigen Sie die vom bvdM herausgegebenen „Kalkulationsunterlagen für die Aus- und Weiterbildung in der Druckindustrie“.
- Möchten Sie eine Seite der Lerneinheit direkt erreichen, verwenden Sie bitte das Inhaltsverzeichnis.



Literaturhinweise

📖 Teschner, H.: „**Druck & Medien Technik. Informationen gestalten, produzieren, verarbeiten**“; 12. Auflage 2005; Fachschriften-Verlag GmbH; ISBN 3-931436-88-8

📖 Kipphan, H.: „**Handbuch der Printmedien. Technologien und Produktionsverfahren**“; 1. Auflage 2000; Springer Verlag Berlin; ISBN 3-540-66941-8


📖 Böhringer, J. et al.: „**Kompodium der Mediengestaltung. Produktion und Technik für Digital- und Printmedien**“; 4. Auflage 2008; Springer-Verlag GmbH Heidelberg; ISBN: 978-3-540-78527-9

📖 Paasch, U. et al.: „**Informationen verbreiten. Medien gestalten und herstellen**“; 4. Auflage 2008; Verlag Beruf + Schule Belz KG; ISBN 978 3-88013-670-0

📖 Paasch, U.: „**Formeln für Mediengestalter(innen). Formel- und Beispielsammlung Digital und Print**“; 1. Auflage 2008; Verlag Beruf + Schule Itzehoe; ISBN 978 3-88013-657-1

1 Klassifizierung von Papier

Bereits seit fast 2.000 Jahren wird Papier als Beschreibstoff eingesetzt. Erst im 13. Jahrhundert begann man jedoch auch in Deutschland mit seiner Herstellung. Der stetig wachsende Bedarf an Papier, ausgelöst durch die Erfindung der beweglichen Letter durch Johannes Gutenberg um 1455, führten zur Entwicklung einer eigenständigen Industrie.

Heute werden allein in Deutschland über 3.000 verschiedene Papiersorten in 178 Papierfabriken  [[VDP](#)] hergestellt. Für die Systematisierung lässt sich Papier nach unterschiedlichen Gesichtspunkten einteilen. Dieses Kapitel erläutert nach einer kurzen Einführung in die Papierherstellung die für den Bogenoffsetdruck gebräuchlichsten Klassifikationen. Die qualifizierte Einordnung der Papiermerkmale ermöglicht eine gezielte Kundenberatung und fachgerechte Kalkulation.



Kapitel 1 im Überblick:

☒ [1.1 Papierherstellung](#)

☒ [1.2 Formatgrößen von Papier nach DIN](#)

☒ [1.3 Einteilung von Papier nach Einsatzzweck](#)

☒ [1.4 Oberflächenbeschaffenheit von Papier](#)

1.5 Papierklassen

1.1 Papierherstellung

Im 13. Jahrhundert entstanden in Deutschland erste Papiermühlen, mit deren Hilfe Hadern (Lumpen) zu Papier verarbeitet wurden. Seit dem Ende des 18. Jahrhunderts wird bei der Papierherstellung anstelle von Hadern hauptsächlich Holz verwendet, das mit Hilfe chemischer Aufschlussverfahren zu Zellstoff aufgeschlossen wird. Beim chemischen Aufschluss erfolgt die Verfilzung der Pflanzenfasern in einer wässrigen Suspension (Aufschwemmung sehr kleiner fester Teilchen in einer Flüssigkeit). Je nach Papiertyp werden bestimmte Anteile an Füllstoffen, Hilfsstoffen, Farbstoffen und Leim beigemischt. Anschließend wird die Suspension auf Rundsieb- oder Langsiebpapiermaschinen durch Entzug von Wasser zu Papier verarbeitet.

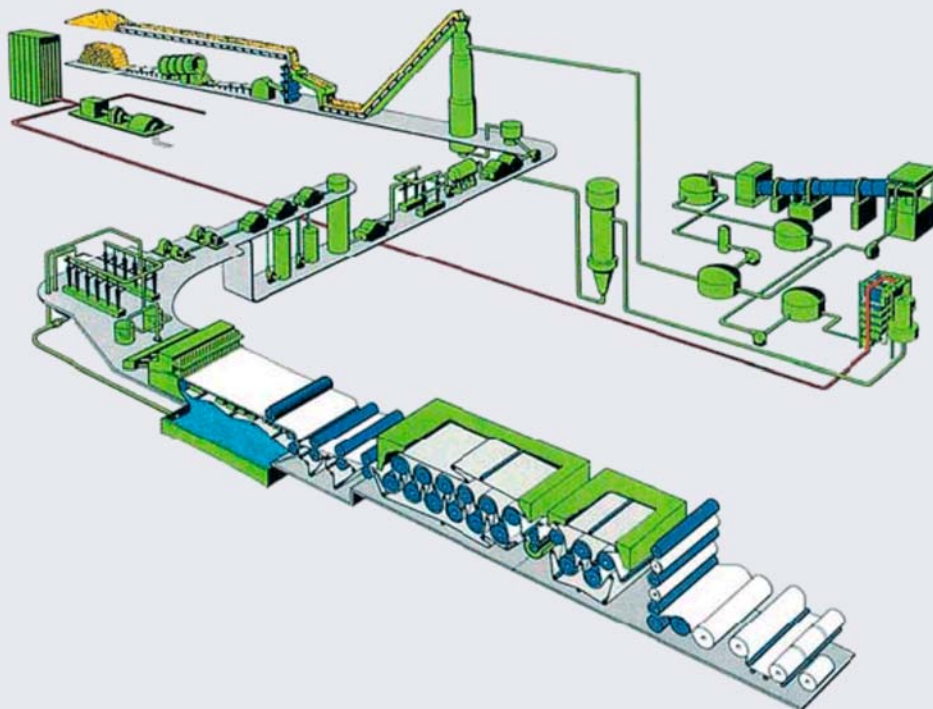
Abb.: Überblick über den Prozessablauf bei der Papierherstellung



Rolloverbild

Prozessablauf bei der Papierherstellung (vereinfachte Darstellung)

Bewegen Sie die Maus über die Darstellung, um zu den einzelnen Bereichen in der Papierherstellung mehr Informationen zu erhalten.



Quelle: Münchener Rück

Da Papier ein Naturprodukt ist, welches hygroskopisch reagiert, nimmt es Wasser aus seiner Umgebung auf. Daraus resultieren beispielsweise Dimensionsveränderungen und Probleme bei der Passergenauigkeit und der Reißfestigkeit. Außerdem muss Papier bei der Verarbeitung in der Druckmaschine und in der Weiterverarbeitung hohen Beanspruchungen standhalten. Durch Veredelungsmaßnahmen ist es möglich, die Qualität des Papiers zu verändern und zu verbessern. So kann es beispielsweise in einem Kalandr geglättet werden. Eigenschaften wie die Saugfähigkeit des Papiers und der Grad sowie die Geschwindigkeit des Vergilbens lassen sich durch eine Veränderung der Rohstoffanteile im Papier steuern.

1.2 Formatgrößen von Papier nach DIN

Viele Druckerzeugnisse und Rohbogenformate basieren auf den DIN-Formaten. Die DIN-Formate werden in die A-, B-, C- und D-Reihe unterschieden und dienen der Standardisierung. Am häufigsten eingesetzt wird das DIN-A-Format. Gebräuchliche Anwendungsgebiete dieses Formates sind z.B. Geschäftsdrucksachen, Formulare, Karteikarten und Poster. Das B-Format eignet sich u.a. für Hefter und Aktenordner und das C-Format für Umschläge. Das D-Format kommt beispielsweise für die Produktion von DVD-Hüllen zur Anwendung und wird hier vernachlässigt.

Ein wesentliches Merkmal der DIN-Formate ist, dass das Seitenverhältnis aller Formate $1:\sqrt{2}$ beträgt. Dadurch entsteht beim Halbieren eines Blattes das nächstkleinere DIN-Format im gleichen Seitenverhältnis. Alle Blätter, die auf dem DIN-Format beruhen, sind sich somit geometrisch einander ähnlich.

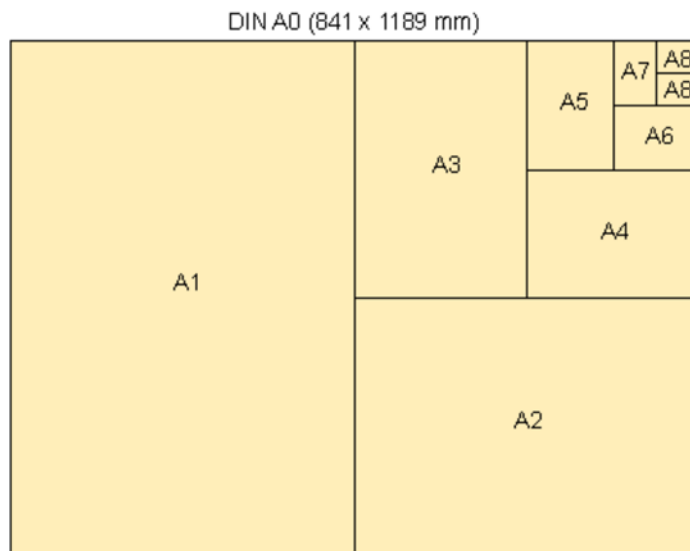


Abb.: Aufbau der DIN-A-Formate

Das DIN A0 ist das Referenzformat für alle DIN-Formate. Der Flächeninhalt von DIN A0 beträgt 1 m^2 (841 x 1189 mm). Aus diesem Format leiten sich alle anderen Formate ab.



Drag and Drop

Übung 05-00

Überblick über die DIN-Reihe

Bitte ziehen Sie die Angaben für die DIN-Bezeichnungen (linke Spalte) auf die leeren Felder vor den Formatangaben. Achten Sie darauf, dass die Formatbezeichnung der richtigen Formatangabe zugeordnet wird. Am Ende der Übung können Sie alle Formate der Reihenfolge nach sortieren.

	A-Reihe [mm]	B-Reihe [mm]	C-Reihe [mm]
4-0	594 × 841	707 × 1000	648 × 917
2-0	420 × 594	500 × 707	458 × 648
0	297 × 420	353 × 500	324 × 458
1	1189 × 1682	1414 × 2000	
2	1682 × 2378		
3	74 × 105	88 × 125	81 × 114
4	210 × 297	250 × 353	229 × 324
5	105 × 148	125 × 176	114 × 162
6	148 × 210	176 × 250	162 × 229
7	841 × 1189	1000 × 1414	917 × 1297

? Test neu starten Test auswerten Lösung anzeigen Sortieren

[Lösung als HTML-Fassung](#)

In der Kommunikation zwischen dem Kunden und der Agentur bzw. der Druckerei muss beachtet werden, dass bei Formatangaben generell zuerst die Breite und anschließend die Höhe angegeben wird. Dies ist insbesondere wichtig, wenn die Laufrichtung des Papiers beachtet werden muss. Gerade im Gespräch mit branchenfremden Kunden sollte dieses Wissen jedoch nicht vorausgesetzt werden. Bei Unklarheiten ist es besser, noch einmal nachzufragen und bei der Erstellung des Angebotes neben das Format zu schreiben, ob ein Hoch- oder ein Querformat kalkuliert wurde.




Beispiel

Richtige Angabe des Formats

Ein Kunde möchte ein Kinderbuch produzieren lassen. Er gibt als Format 148 x 210 mm an. Auf Nachfrage der Druckerei stellt sich heraus, dass der Kunde ein Querformat wünscht. Fachlich korrekt hätte als Format 210 x 148 mm (Querformat) angegeben werden müssen.

1.3 Einteilung von Papier nach Einsatzzweck

Je nach Einsatzzweck wird Papier in Hygiene-, Spezial-, Verpackungs- oder grafisches Papier eingeteilt. Im Bogenoffsetdruck werden hauptsächlich grafische Papiere verarbeitet. Diese besitzen mit fast 50 Prozent den höchsten Anteil am Papierverbrauch in Deutschland. So wurden im Jahr 2007 in Deutschland 10.743.000 Tonnen grafische Papiere produziert.  [[VDP](#)]

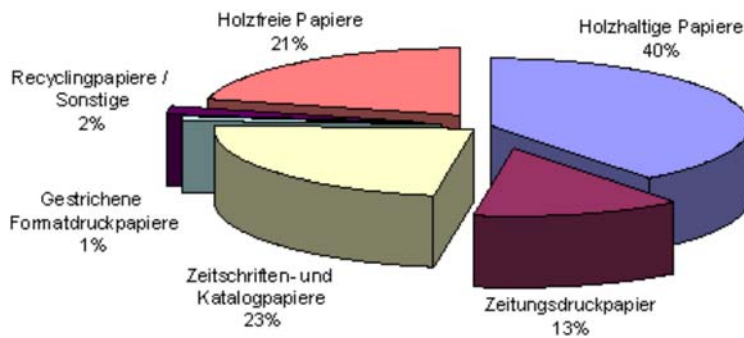


Abb.: Papiersorten abhängig vom Einsatzzweck (Deutschland)

Quelle der Zahlen: vdp

Die grafischen Papiersorten werden abhängig von den Inhaltsstoffen in holzfreie und holzhaltige Papiere unterteilt:

- **Holzfreie Papiere** bestehen hauptsächlich aus Zellstoff und dürfen lediglich fünf Prozent verholzte Fasern enthalten. Sie eignen sich sehr gut für hochwertige Druckerzeugnisse, wie Magazin- und Katalogproduktionen.
- **Holzhaltige Papiere** bestehen aus unterschiedlichen Anteilen von Holzstoff (Holzschliff). Durch den im Holz enthaltenen Ligninanteil vergilben holzhaltige Papiere sehr schnell und sind nicht für den Außeneinsatz geeignet. Meist werden holzhaltige Papiere für schnelllebige Druckerzeugnisse wie Zeitungen verwendet.

1.4 Oberflächenbeschaffenheit von Papier

Nach der Papierherstellung in der Papiermaschine werden die meisten Papiersorten veredelt. Dadurch erfolgt eine qualitative Veränderung der Oberflächeneigenschaften. Je nach Art der Veredelung eignen sich die verschiedenen Papiersorten für unterschiedliche Einsatzgebiete.

Papiersorte	Eigenschaft
Maschinenglatte Papiere	Papiere, so wie sie aus der Papiermaschine kommen, werden als maschinenglatt bezeichnet. Sie besitzen eine noch weitgehend raue Oberfläche. Die Ober- und Unterseite (Filz- und Siebseite) sind teilweise noch gut zu erkennen.
Satinierte Papiere	Durch das Satinieren erhalten maschinenglatte Papiere eine geschlossene, glänzende und glatte Oberfläche. Dafür wird das Papier durch den Kalander (Walzenwerk mit harten und weichen Walzen) geführt.
Gestrichene Papiere	Für anspruchsvolle und hochwertige Druckerzeugnisse, wie z.B. Bilderdruck- und Kunstdruckpapiere, werden sehr geschlossene und glatte Oberflächen benötigt. Da dies durch das Satinieren nicht optimal zu erreichen ist, wird das Papier mit einer pigmenthaltigen Streichschicht beschichtet. Dabei wird zwischen glänzend oder matt gestrichenen Oberflächen unterschieden. Wird die Streichmasse nur auf einer Seite aufgebracht, spricht man von einseitig gestrichenem Papier (Chromopapier). Bei gestrichenen Papieren sind im Vergleich zu ungestrichenen Papieren im Druck sehr feine Raster möglich, die eine hohe Detailgenauigkeit garantieren.
Geprägte Papiere	Papiere mit Struktur erhalten ihr Aussehen mittels Prägekalander, der eine gravierte Stahlwalze enthält. So entstehen Papiere, die gerippt, genarbt, geadert oder gehämmert sind.
Beschichtete Papiere	Eine weitere Form der Veredelung ist das Beschichten, z.B. mit Kunststoffen oder Lacken, um das Papier wisch- und wasserfest oder sogar aromadicht zu machen. Als Veredelung gilt außerdem das Kaschieren, bei dem z.B. mehrere Papierlagen und Kunststoffolie zusammengefügt werden.

Tab.: Eigenschaften verschiedener Papiersorten

1.5 Papierklassen

In der ISO-Norm 12647-2 wird Papier für den Bogenoffsetdruck abhängig von den Eigenschaften in Papierklassen eingeteilt:

Papierklasse	Eigenschaften
1	115 g/m ² , glänzend gestrichen, weiß, Bilderdruck, doppelt gestrichen
2	115 g/m ² , matt gestrichen, weiß, Bilderdruck, doppelt gestrichen
3	65 g/m ² , glänzend gestrichen, LWC Rollenoffset, einfach gestrichen
4	115 g/m ² , ungestrichen, weiß, Offset
5	115 g/m ² , ungestrichen, gelblich, Offset
Z	45 g/m ² , Zeitungspapier

Tab.: Papierklassen im Bogenoffsetdruck

Die ISO 12647-2 bildet die Basis für den ProzessStandard Offsetdruck (PSO). Durch den PSO soll die Produktion von Druckerzeugnissen standardisiert werden. Entsprechend steht für jede Papierklasse ein eigenes ICC-Profil zur Verfügung. Das geeignete ICC-Profil muss beim Prozess der Farbseparation eingebunden werden und berücksichtigt die unterschiedlichen Anforderungen der Papiersorten (z.B. Punktzuwachs, Papierfärbung, Gesamtfarbauftrag).

2 Ermittlung wichtiger Papiereigenschaften

Bei Papier handelt es sich um ein flächiges, dreidimensionales Material. Abhängig von den verwendeten Pflanzenfasern, den anteiligen Verhältnissen aller enthaltenen Stoffe und den Prozessen bei der Papierherstellung variieren die Eigenschaften. Papier weist eine Flächenmasse bis ca. 140 g/m² auf. Darüber spricht man bis ca. 600 g/m² von Karton bzw. ab ca. 600 g/m² von Pappe. Dünndruckpapiere besitzen eine maximale Flächenmasse von etwa 60 g/m².

Bedruckstoff	Flächenmasse
Durchschlag-, Luftpostpapiere	25 – 40 g/m ²
Dünndruckpapiere	28 – 60 g/m ²
Zeitungsdruckpapiere	36 – 60 g/m ²
Endlospapiere	40 – 170 g/m ²
Bilderdruckpapiere und Kartons	55 – 400 g/m ²
Schreib- und Schreibmaschinenpapier	60 – 90 g/m ²
Werkdruckpapiere	60 – 120 g/m ²
Naturoffsetpapiere und Kartons	60 – 300 g/m ²
Kunstdruckpapiere	90 – 350 g/m ²
Postkartenkartons	150 – 300 g/m ²
Karteikartons	190 – 400 g/m ²
Faltschachtelkartons	200 – 500 g/m ²

Tab.: Gebräuchliche Papier- und Kartongewichte

Quelle der Zahlen: Heidelberg

Für die Kalkulation besitzen insbesondere die Flächenmasse, das Papiervolumen und die Papierdicke eine große Bedeutung. Diese Eigenschaften lassen sich messtechnisch bestimmen und sind voneinander abhängig. Daher kann der Wert einer Eigenschaft

berechnet werden, sofern die Werte der beiden anderen Eigenschaften bekannt sind.



Kapitel 2 im Überblick:

- ✘ [2.1 Flächenmasse](#)
- ✘ [2.2 Papiervolumen](#)
- ✘ [2.3 Papierdicke](#)
- ✘ [2.4 Messschraube](#)

2.1 Flächenmasse

Der Wert für die Flächenmasse gibt an, wieviel Gewicht ein 1m² großer Papierbogen (A0) besitzt. Synonym werden in der Druckbranche häufig auch die Begriffe Grammat, Flächengewicht oder flächenbezogene Masse verwendet. Wesentliche Einflussgrößen für die Flächenmasse sind u.a. die Menge der verwendeten Rohstoffanteile und die Verarbeitungsart bei der Papierherstellung. Sind Papierdicke und -volumen bekannt, lässt sich die Flächenmasse rechnerisch ermitteln:



Formel

Formel für die Berechnung der Flächenmasse:

$$\text{Flächenmasse} \left[\frac{\text{g}}{\text{m}^2} \right] = \frac{\text{Papierdicke [mm]} * 1.000}{\text{Volumen} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{g}} \right]}$$

Die Flächenmasse eines Papierbogens kann auch messtechnisch bestimmt werden. Dies ist z.B. erforderlich, wenn sich für einen Reststapel Papier die Eigenschaften nicht mehr ermitteln lassen, eine Sortenverunreinigung im Stapel vermutet wird oder Unsicherheiten bestehen, ob die Herstellerangaben korrekt sind. Sofern möglich, sollten mehrere Messungen vorgenommen werden, da Papier nicht homogen ist und Toleranzen zu berücksichtigen sind.



Beispiel

Messtechnische Bestimmung der Flächenmasse



Aus einer Papierprobe, für die die Flächenmasse bestimmt werden soll, wird mit einem Rundprobenschneider eine exakt 100 cm² große, runde Probenfläche ausgeschnitten. Diese wird anschließend auf einer Präzisionswaage gewogen. Das Papier im Beispiel besitzt eine Flächenmasse von ca. 135 g/m².

2.2 Papiervolumen

Papiere können trotz gleicher Flächenmasse unterschiedlich dick sein, also ein voneinander abweichendes Volumen besitzen. Das Papiervolumen beschreibt das Verhältnis zwischen der Papierdicke und seinem Flächengewicht.






Formel

Formel für die Berechnung des Papiervolumens:

$$\text{Volumen} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{g}} \right] = \frac{\text{Papierdicke [mm]} * 1.000}{\text{Flächenmasse} \left[\frac{\text{g}}{\text{m}^2} \right]}$$

Normal gearbeitete Papiere mit normaler Glätte besitzen einfaches Volumen. Wurde der Faserverbund bei der Papierherstellung sehr stark verdichtet, handelt es sich um ein Papier mit einem Volumen kleiner 1, welches hart und wenig saugfähig ist (z.B. Pergamin, stark satinierte Papiere). Dagegen ist der Faserverbund von voluminösen Papieren locker und besitzt viele Hohlräume, wodurch diese Papiere weich und saugfähig und damit griffiger sind (z.B. Löschpapier). Häufig werden im Werkdruck voluminöse Papiersorten verwendet, um Bücher mit wenigen Seiten umfangreicher erscheinen zu lassen.

Tab.: Querschnitt von Papier mit gleicher Flächenmasse und unterschiedlichem Papiervolumen

Papiervolumen für ein 80-g/m ² -Papier			
Querschnitt			
Volumen	0,75-fach	1-fach	2-fach
Papierdicke	0,06 mm	0,08 mm	0,16 mm

Die Papierfabriken und Papiergroßhändler geben in ihren Katalogen das Volumen im Allgemeinen nur dann an, wenn das Papier ein Volumen größer oder kleiner als 1 besitzt. Bei Unklarheiten sollte vor der Bestellauslösung beim Händler nachgefragt werden.

Voluminöse Papiere werden häufig auch Bulk-Papiere genannt.



Hinweis

Fachsprache

Im Fachjargon wird das Papiervolumen immer als Vielfaches oder Bruchteil von 1 ohne Maßeinheit angegeben (z.B. 0,75-faches Volumen; 2-faches Volumen). Für Berechnungen sollte jedoch beachtet werden, dass es sich um das spezifische Volumen handelt, welches im Verhältnis zur Masse angegeben wird. Die Maßeinheit lautet somit m³/g. Beispielsweise besitzt ein Papier mit 1,5-fachem Volumen einen Rauminhalt von 1,5 m³/g.

2.3 Papierdicke

Aus dem Papiervolumen und der Flächenmasse lässt sich die Papierdicke errechnen. Bei normalen Papieren mit einfachem Volumen entspricht die Flächenmasse in etwa der Papierdicke in tausendstel Millimetern. Die Papierdicke muss z.B. bekannt sein, um bei Büchern und klebegebundenen Broschüren die Rückendicke zu bestimmen. Außerdem kann der voraussichtliche Platzbedarf für eine Auflage von z.B. 10.000 gedruckten Magazinen bestimmt werden, die per LKW an den Kunden ausgeliefert werden sollen.

Zur Berechnung der Papierdicke werden die Flächenmasse und das Papiervolumen zueinander ins Verhältnis gesetzt:



Formel

Formel für die Berechnung der Papierdicke:

$$\text{Papierdicke [mm]} = \frac{\text{Flächenmasse} \left[\frac{\text{g}}{\text{m}^2} \right] * \text{Volumen} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{g}} \right]}{1.000}$$



Beispiel

Messtechnische Bestimmung der Papierdicke



Mit einem Dickenmessgerät lässt sich die Papierdicke ermitteln. Der Papierbogen im Beispiel ist 0,104 mm dick. Bei einer vorgegebenen Flächenmasse von 80 g/m² ergibt sich ein 1,3-faches Papiervolumen.



Berechnen

Übung

Flächemasse, Volumen und Dicke

Ermitteln Sie die Flächemasse, das Papiervolumen und die Papierdicke.

Flächemasse [g/m ²]	Papiervolumen	Papierdicke [mm]
<input type="text"/> g/m ²	1	0,135 mm
230 g/m ²	<input type="text"/>	0,46 mm
80 g/m ²	0,75	<input type="text"/> mm



Test wiederholen

Test auswerten

Lösung zeigen

2.4 Messschraube

Eine Messschraube (andere Bezeichnungen Mikrometerschraube, Mikrometer oder Bügelmessschraube) ist ein Längenmessgerät.

Sie besteht aus einer festen und einer verstellbaren Messfläche, die durch einen Bügel miteinander verbunden sind. Das zu messende Teil wird zwischen beide Messflächen gebracht und das Gewinde wird mittels einer Einstellschraube so weit zugezogen, bis beide Messflächen das Teil berühren.

Mit der Messschraube lässt sich eine zuverlässige und genaue Messung der Papierdicke durchführen.

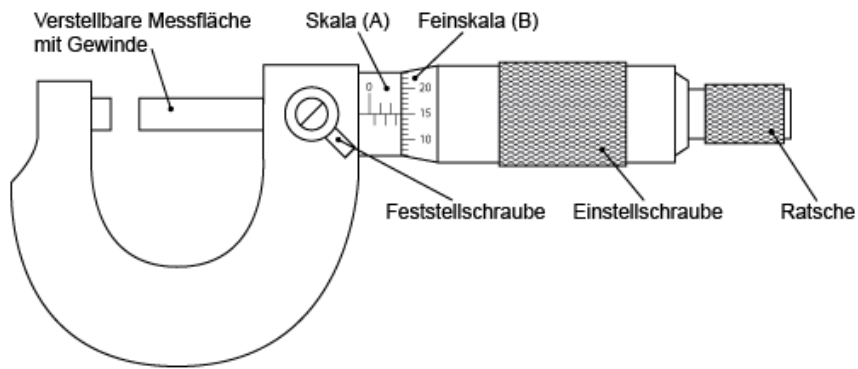


Abb.: Messschraube



Beispiel

Richtiges Ablesen der Skala	
<p>Die Skala zeigt eine ganze Millimeter-Marke (0) und eine halbe Millimeter-Marke (5). Die Feinskala zeigt die 20er Markierung.</p>	
<p>Die Skala zeigt eine ganze Millimeter-Marke (1) und eine halbe Millimeter-Marke (4). Die Feinskala zeigt die 4er Markierung.</p>	1,64 mm
<p>Die Skala zeigt eine ganze Millimeter-Marke (2) und eine halbe Millimeter-Marke (1). Die Feinskala zeigt die 7er Markierung.</p>	2,17 mm

3 Berechnungsbeispiele aus der Praxis

In der Praxis ist es häufig erforderlich, bereits vor Produktionsbeginn den erforderlichen Platzbedarf für eine zu druckende Auflage zu ermitteln. Nur so kann beispielsweise gewährleistet werden, dass ausreichend Lagerplatz zur Verfügung steht. Auch für die Umschlaggestaltung von Büchern und Katalogen muss vor dem Druck die Dicke des Druckerzeugnisses bekannt sein. Grundlage dieser Berechnungen ist die Formel zur Ermittlung von Flächenmasse, Papierdicke und Volumen.



Kapitel 3 im Überblick:

- ✘ [3.1 Buchrückenstärke](#)
- ✘ [3.2 Papierstapelhöhe](#)
- ✘ [3.3 Platzbedarf für Lagerung und Transport](#)
- ✘ [3.4 Papiergewicht](#)

3.1 Buchrückenstärke

Für die Gestaltung von Büchern und Broschüren sowie die Nutzenberechnung ist es erforderlich, die voraussichtliche Rückenstärke des herzustellenden Druckerzeugnisses zu ermitteln. Dazu geht man von der Anzahl der Seiten und von der Dicke des später verwendeten Auflagenpapiers aus:



Formel

Formel für die Berechnung der Buchrückenstärke:

$$\text{Buchblockdicke [mm]} = \frac{\text{Anzahl der Seiten}}{2} * \frac{\text{Flächenmasse} \left[\frac{\text{g}}{\text{m}^2} \right] * \text{Volumen} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{g}} \right]}{1.000}$$



Beispiel

Objekt: Bildband

Ein Bildband mit 440 Seiten Inhalt wird auf einem 90-g/m²-Papier mit 1,2-fachem Volumen gedruckt. Für den vierseitigen Umschlag kommt ein einfaches Volumenpapier mit einer Flächenmasse von 250 g/m² zum Einsatz.

Lösungsweg:

$$\frac{440 \text{ Seiten}}{2} * \frac{90 \frac{\text{g}}{\text{m}^2} * 1,2 \frac{\text{m}^3}{\text{g}}}{1.000} + \frac{4 \text{ Seiten}}{2} * \frac{250 \frac{\text{g}}{\text{m}^2} * 1 \frac{\text{m}^3}{\text{g}}}{1.000} = 24,26 \text{ mm}$$

Antwort: Als Buchrückenstärke sind 24,26 mm einzuplanen.

3.2 Papierstapelhöhe

Mit Hilfe der Formel für die Buchrückenstärke kann die Höhe eines Papierstapels ermittelt werden. Die Berechnung hilft u.a. bei der Abschätzung der Palettenmenge für den Versand. In diesem Fall wird nicht die Anzahl der Seiten, sondern die Anzahl der Druckbogen zu Grunde gelegt:



Formel

Formeln für die Berechnung der Papierstapelhöhe:

$$\text{Höhe des Papierstapels [mm]} = \text{Druckbogen} * \frac{\text{Flächenmasse} \left[\frac{\text{g}}{\text{m}^2} \right] * \text{Volumen} \left[\frac{\text{m}^3}{\text{g}} \right]}{1.000}$$

$$\text{Höhe des Papierstapels [mm]} = \text{Druckbogen} * \text{Papierdicke [mm]}$$



Beispiel

Aufgabe

Ein Papier mit einer Flächenmasse von 80 g/m² hat bei einfachem Volumen eine Papierdicke von 0,08 mm.

1. Wie hoch ist ein Stapel dieses Papiers mit 10.000 Bogen?
2. Wie hoch ist der Stapel, wenn ein Papier mit 1,5-fachem Volumen verwendet wird?

Lösungsweg:

$$\text{Variante 1: } 10.000 \text{ Bogen} * \frac{80 \frac{\text{g}}{\text{m}^2} * 1 \frac{\text{m}^3}{\text{g}}}{1.000} = 800 \text{ mm}$$

$$\text{Variante 2: } 10.000 \text{ Bogen} * \frac{80 \frac{\text{g}}{\text{m}^2} * 1,5 \frac{\text{m}^3}{\text{g}}}{1.000} = 1.200 \text{ mm}$$

Antwort: Ein 10.000-Bogen-Stapel des angegebenen Papiers erreicht eine Höhe von 80 cm. Bei 1,5-fachem Volumen ist der Stapel 120 cm hoch.

3.3 Platzbedarf für Lagerung und Transport

Bei der Lagerung und dem Transport von Papier werden Transportpaletten eingesetzt. Dabei handelt es sich in der Regel um genormte Holzpaletten, die mehrfach genutzt werden können. In der Druckbranche werden häufig so genannte Europaletten mit einer Grundfläche von 0,96 m² eingesetzt.



Beispiel

Europalette	
	Grundfläche: 80 x 120 cm Höhe: 14,4 cm Eigengewicht: 20 bis 24 kg
Quelle: EPAL	

Anhand der Grundfläche einer Palette lässt sich der Platzbedarf für Druckbogen und Druckerzeugnisse ermitteln. Dabei muss beachtet werden:

- Die Stapel sollten, z.B. durch versetzte Anordnung, für den Transport möglichst stabil zueinander platziert werden.
- Bei der Ausnutzung der Palette sollten Toleranzen, die beim Stapeln entstehen, berücksichtigt werden.



Beispiel

 [Beispiel: Palettenbedarf für Katalogversand](#)

3.4 Papiergewicht

In der Druckkalkulation ist die Gewichtsrechnung u.a. für die Ermittlung der Portogebühren und Versandkosten erforderlich. Insbesondere bei der Gestaltung von Mailings sollte das Papiergewicht beachtet werden, da durch eine überlegte Wahl des Seitenformats, der Anzahl der Seiten und der Papiersorte unter Umständen erhebliche Kosten gespart werden können („Portooptimierung“).

Das Papiergewicht eines Druckerzeugnisses lässt sich direkt aus der Flächenmasse des Papiers ableiten, da sich dieses immer auf den A0-Bogen (also auf 1 m²) bezieht:



Formel

Formel für die Berechnung des Papiergewichts:

$$\text{Papiergewicht [g]} = \frac{\text{Anzahl der Seiten}}{2} * \text{Format [m}^2] * \text{Flächenmasse} \left[\frac{\text{g}}{\text{m}^2} \right]$$



Hinweis

Verwendung einer Waage

Liegt ein Muster des Druckerzeugnisses vor, kann das Gewicht auch mittels einer Präzisionswaage ermittelt werden. Bei der Berechnung der Portogebühren muss das Gewicht der Verpackung (z.B. Briefumschlag) berücksichtigt werden.





Beispiel

 [Beispiel: Gewichtsrechnungen](#)

Wissensüberprüfung



Berechnen

Übung 05-01

Buchrückenstärke

Bitte ordnen Sie den angegebenen Produkten die richtigen Buchrückenstärken zu:

Produkt A: 960 Seiten; Flächenmasse: 70 g/m², Volumen: 0,8-fach

Produkt B: 224 Seiten; Flächenmasse: 120 g/m²; Volumen: 2-fach

Produkt C: 48 Seiten; Flächenmasse: 250 g/m²; Volumen: 1,3-fach

Auswahlmöglichkeiten für die Buchrückenstärke:

26,9 mm – 7,8 mm – 23,9 mm – 8,7 mm – 29,6 mm

 [Lösung: Buchrückenstärke](#)

Berechnen

Übung 05-02

Papierstapelhöhe

Bitte ordnen Sie die angegebenen Papierstapel den richtigen Stapelhöhen zu:

Stapel A: 3.500 Bogen, Flächenmasse: 90 g/m², Volumen: einfach

Stapel B: 200.000 Bogen, Flächenmasse: 115 g/m², Volumen: einfach

Stapel C: 3.500 Bogen, Flächenmasse: 180 g/m², Volumen: 1,2

Stapel D: 5.000 Bogen, Flächenmasse: 250 g/m², Volumen: 1,5

Auswahlmöglichkeiten für die Stapelhöhen:

31,5 cm – 23 m – 75,6 cm – 1,9 m – 31,5 m – 23 cm – 75,6 m – 1,9 cm

 [Lösung: Papierstapelhöhe](#)

Berechnen

Übung 05-03

Platzbedarf

Ein Kunde möchte 15.000 Exemplare einer Rückstichbroschur produzieren lassen. Als Format gibt er DIN A5 hoch an. Der Katalog besteht aus einem 4-seitigen Umschlag (Papier: 220 g/m², Chromokarton) und 32 Seiten Inhalt (Recyclingpapier: 80 g/m²). Die Broschüren werden in Stülpdeckelkartons (Größe: 311x227x52 mm) zu je 60 Exemplaren verpackt. Wieviele Paletten in der Größe 60 x 80 cm werden benötigt, wenn die Stapelhöhe 130 cm nicht übersteigen darf?

Auswahlmöglichkeiten für die benötigte Anzahl Paletten: 1 2 3 4 5

 [Lösung: Platzbedarf](#)

Berechnen

Übung 05-04

Gewichtsrechnungen

Ermitteln Sie folgende Gewichte:

1. Taschenbuch mit 540 Seiten Einlage im Format 210 mm x 240 mm, wenn der Umschlag 250 g/m² und die Einlage 80 g/m² wiegen
2. 1.500 Faltblättern im Format 100 mm x 210 mm, die auf 150 g/m²-Papier gedruckt worden sind
3. Aussendung: 8-seitiges Faltblatt im Endformat 100 x 210 mm, gedruckt auf 135 g/m² zzgl. Anschreiben DIN A4 auf 90 g/m² zzgl. Umschlag C6 aus 80 g/m²

Auswahlmöglichkeiten für die Gewichte:

1,2 kg – 4,8 kg – 20 g – 18 g – 2,1 kg – 3,4 kg

 [Lösung: Gewichtsberechnungen](#)



Berechnen

Übung 05-05**Gewichtsberechnung Brief**

Eine Kundin würde gerne wissen, ob sie zwei Karten im Format 200 x 99 mm und Flächenmasse 100 g/m² in einer Postsendung verwenden kann, wenn der Briefumschlag 3 g wiegt und die Portogrenze von 20 g je Brief nicht überschritten werden soll? Berechnen Sie das Gewicht der Postsendung.

 [Lösung: Gewichtsberechnung Brief](#)

Ende der Lerneinheit!**Anhang****Überblick über die DIN-Reihen**

	A-Reihe [mm]	B-Reihe [mm]	C-Reihe [mm]
4-0	1682 x 2378		
2-0	1189 x 1682	1414 x 2000	
0	841 x 1189	1000 x 1414	917 x 1297
1	594 x 841	707 x 1000	648 x 917
2	420 x 594	500 x 707	458 x 648
3	297 x 420	353 x 500	324 x 458
4	210 x 297	250 x 353	229 x 324
5	148 x 210	176 x 250	162 x 229
6	105 x 148	125 x 176	114 x 162
7	74 x 105	88 x 125	81 x 114

Gewichtsberechnungen

Ein Kunde möchte von einem Katalog 5.000 Exemplare drucken lassen. Als Format gibt er DIN A4 an. Der Katalog besteht aus einem 4-seitigen Umschlag (Papier: 200 g/m², Bilderdruck glänzend) und 140 Seiten Inhalt (Papier: 135 g/m²).

Wie schwer ist

1. ein Katalog,
2. die Gesamtauflage?

1. Gewicht des Katalogs	
Gewicht Kataloginhalt	$\frac{140 \text{ Seiten}}{2} * 0,21 \text{ m} * 0,297 \text{ m} * 135 \frac{\text{g}}{\text{m}^2} \approx 589,4 \text{ g}$

Gewicht Katalogumschlag	$\frac{4 \text{ Seiten}}{2} * 0,21 \text{ m} * 0,297 \text{ m} * 200 \frac{\text{g}}{\text{m}^2} \approx 25 \text{ g}$
Gewicht des eines Katalogs	$589,4 \text{ g} + 25 \text{ g} = 614,4 \text{ g}$

1. Gewicht der Gesamtauflage	
Gewicht der Gesamtauflage	$\frac{614,4 \text{ g} * 5.000 \text{ Exemplare}}{1.000} = 3.072 \text{ kg}$

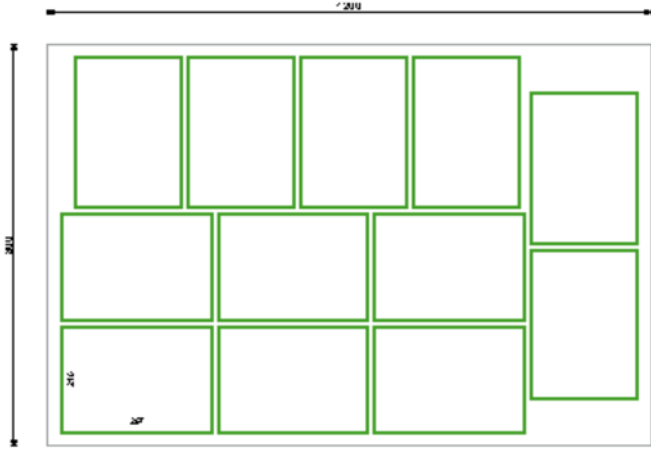
Auswertung: Ein Katalog wiegt rund 615 g, für die Gesamtauflage sind 3.072 kg zu veranschlagen. Das Gewicht von Klammern, Leim u.ä. wurde in der Berechnung nicht berücksichtigt.

Palettenbedarf für Katalogversand

Ein Kunde möchte von einem Katalog 5.000 Exemplare drucken lassen. Als Format gibt er DIN A4 an. Der Katalog besteht aus einem 4-seitigen Umschlag (Papier: 200 g/m², Bilderdruck glänzend) und 140 Seiten Inhalt (Papier: 135 g/m²).

Wieviele Paletten (Größe: 80 x 120 cm) werden benötigt, wenn die maximale Stapelhöhe nicht höher als 140 cm sein darf?

1. Berechnung der Anzahl der Stapel	
Höhe eines Katalogs:	$\frac{140 \text{ Seiten}}{2} * \frac{135 \frac{\text{g}}{\text{m}^2}}{1.000} + \frac{4 \text{ Seiten}}{2} * \frac{200 \frac{\text{g}}{\text{m}^2}}{1.000} = 9,85 \text{ mm}$
Anzahl der Kataloge je Stapel:	$\frac{1400 \text{ mm}}{9,85 \text{ mm}} \approx 142$
Anzahl der Stapel:	$\frac{5.000 \text{ Kataloge}}{142 \text{ Kataloge / Stapel}} = 35 \text{ Stapel} + 30 \text{ Kataloge} \approx 36 \text{ Stapel}$

2. Berechnung der Anzahl der Paletten	
Platzierung der Stapel auf der Palette:	
Anzahl der Paletten:	$\frac{36 \text{ Stapel}}{12 \text{ Stapel / Palette}} = 3 \text{ Paletten}$

Auswertung: Für die Produktion von 5.000 Exemplaren des Kataloges müssen drei Paletten bereitgestellt werden.

Berechnung der Buchrückenstärke

Bitte berechnen Sie die Buchrückenstärken der folgenden drei Produkte:

- **Produkt A:** 960 Seiten; Flächenmasse: 70 g/m², Volumen: 0,8-fach
- **Produkt B:** 224 Seiten; Flächenmasse: 120 g/m²; Volumen: 2-fach
- **Produkt C:** 48 Seiten; Flächenmasse: 250 g/m²; Volumen: 1,3-fach

Produkt	Buchrückenstärke
Produkt A: 960 Seiten Flächenmasse: 70 g/m ² Volumen: 0,8-fach	$\frac{960 \text{ Seiten}}{2} * \frac{70 \frac{\text{g}}{\text{m}^2} * 0,8 \frac{\text{m}^3}{\text{g}}}{1.000} = 26,88 \text{ mm}$
Produkt B: 224 Seiten Flächenmasse: 120 g/m ² Volumen: 2-fach	$\frac{224 \text{ Seiten}}{2} * \frac{120 \frac{\text{g}}{\text{m}^2} * 2 \frac{\text{m}^3}{\text{g}}}{1.000} = 26,88 \text{ mm}$
Produkt C: 48 Seiten Flächenmasse: 250 g/m ² Volumen: 1,3-fach	$\frac{48 \text{ Seiten}}{2} * \frac{250 \frac{\text{g}}{\text{m}^2} * 1,3 \frac{\text{m}^3}{\text{g}}}{1.000} = 7,8 \text{ mm}$

Gewichtsberechnungen

Ermitteln Sie folgende Gewichte:

1. Taschenbuch mit 540 Seiten Einlage im Format 210 mm x 240 mm, wenn der Umschlag 250 g/m² und die Einlage 80 g/m² wiegen
2. 1.500 Faltblättern im Format 100 mm x 210 mm, die auf 150 g/m²-Papier gedruckt worden sind
3. Aussendung: 8-seitiges Faltblatt im Endformat 100 x 210 mm, gedruckt auf 135 g/m² zzgl. Anschreiben DIN A 4 auf 90 g/m² zzgl. Umschlag C6 aus 80 g/m²

header		
1. Taschentuch	$\frac{540 \text{ Seiten}}{2} * 0,21 \text{ m} * 0,24 \text{ m} * 80 \frac{\text{g}}{\text{m}^2}$ $+ \frac{4 \text{ Seiten}}{2} * 0,21 \text{ m} * 0,24 \text{ m} * 250 \frac{\text{g}}{\text{m}^2}$ $= 1.113,84 \text{ g} \approx 1,2 \text{ kg}$	
2. Faltblätter	$1.500 \text{ Blätter} * 0,1 \text{ m} * 0,21 \text{ m} * 150 \frac{\text{g}}{\text{m}^2} = 4.725 \text{ g} \approx 4,8 \text{ kg}$	
3. Versendung	Faltblatt	$\frac{8 \text{ Blätter}}{2} * 0,1 \text{ m} * 0,21 \text{ m} * 135 \frac{\text{g}}{\text{m}^2} = 11,34 \text{ g}$
	Anschreiben	$1 \text{ Blatt} * 0,21 \text{ m} * 0,297 \text{ m} * 90 \frac{\text{g}}{\text{m}^2} \approx 5,62 \text{ g}$
	Briefumschlag	$2 \text{ Blatt} * 0,114 \text{ m} * 0,162 \text{ m} * 80 \frac{\text{g}}{\text{m}^2} = 2,96 \text{ g}$
	Gesamt	$11,34 \text{ g} + 5,62 \text{ g} + 2,96 \text{ g} = 19,92 \text{ g} \approx 20 \text{ g}$

Gewichtsberechnung Brief

Eine Kundin würde gerne wissen, ob sie vier Karten im Format 200 x 99 mm und Flächenmasse 250 g/m² in einer Postsendung verwenden kann, wenn der Briefumschlag 3 g wiegt und die Portogrenze für einen Standardbrief von 20 g je Brief nicht überschritten werden soll? Berechnen Sie das Gewicht der Postsendung.

Rechnerische Lösung		
Karte	$(0,2 \times 0,099 \text{ m}) * 250 \text{ g/m}^2 * 4 = 0,0198 \text{ m}^2 * 250 \text{ g/m}^2 * 4$	19,8 g
Briefumschlag		3,0 g
Gesamt	19,8 g + 3 g	21,8 g
Die Postsendung ist 1,8 g zu schwer. Sie kann die vier Karten nicht als Standardbrief versenden.		

Bestimmung der Papierstapelhöhe

Bitte berechnen Sie für die folgenden Papierstapel die Stapelhöhen:

- **Stapel A:** 3.500 Bogen, Flächenmasse: 90 g/m², Volumen: einfach
- **Stapel B:** 200.000 Bogen, Flächenmasse: 115 g/m², Volumen: einfach
- **Stapel C:** 3.500 Bogen, Flächenmasse: 180 g/m², Volumen: 1,2
- **Stapel D:** 5.000 Bogen, Flächenmasse: 250 g/m², Volumen: 1,5

Produkt	Papierstapelhöhe
Stapel A: 3.500 Bogen Flächenmasse: 90 g/m ² Volumen: einfach	$3.500 \text{ Bogen} * \frac{90 \frac{\text{g}}{\text{m}^2}}{1.000} = 315 \text{ mm} \triangleq 31,5 \text{ cm}$
Stapel B: 200.000 Bogen Flächenmasse: 115 g/m ² Volumen: einfach	$200.000 \text{ Bogen} * \frac{115 \frac{\text{g}}{\text{m}^2}}{1.000} = 23.000 \text{ mm} \triangleq 23 \text{ m}$
Stapel C: 3.500 Bogen Flächenmasse: 180 g/m ² Volumen: 1,2	$3.500 \text{ Bogen} * \frac{180 \frac{\text{g}}{\text{m}^2} * 1,2 \frac{\text{m}^3}{\text{g}}}{1.000} = 756 \text{ mm} \triangleq 75,6 \text{ cm}$
Stapel D: 5.000 Bogen Flächenmasse: 250 g/m ² Volumen: 1,5	$5.000 \text{ Bogen} * \frac{250 \frac{\text{g}}{\text{m}^2} * 1,5 \frac{\text{m}^3}{\text{g}}}{1.000} = 1.875 \text{ mm} \triangleq 1,875 \text{ m}$

Anzahl der Stapel

Ein Kunde möchte 15.000 Exemplare einer Rückstichbroschur produzieren lassen. Als Format gibt er DIN A5 hoch an. Der Katalog besteht aus einem 4-seitigen Umschlag (Papier: 220 g/m², Chromokarton) und 32 Seiten Inhalt (Recyclingpapier: 80 g/m²). Die Broschuren werden in Stülpdeckelkartons (Größe: 311x227x52 mm) zu je 60 Exemplaren verpackt.

Wieviele Paletten in der Größe 60 x 80 cm werden benötigt, wenn die Stapelhöhe 130 cm nicht übersteigen darf?

1. Berechnung der Anzahl der Stapel	
Anzahl der Kartons:	$\frac{15.000 \text{ Broschuren}}{60 \text{ Broschuren / Karton}} = 250 \text{ Kartons}$
Anzahl der Kartons je Stapel:	$\frac{1.300 \text{ mm}}{52 \text{ mm}} \approx 25 \text{ Kartons je Stapel}$
Anzahl der Stapel:	$\frac{250 \text{ Broschuren}}{25 \text{ Kartons / Stapel}} = 10 \text{ Stapel}$

2. Berechnung der Anzahl der Paletten	
Platzierung der Stapel auf der Palette:	

Anzahl der Paletten:	$\frac{10 \text{ Stapel}}{5 \text{ Stapel / Palette}} = 2 \text{ Paletten}$
-----------------------------	---

Auswertung: Für die Produktion von 15.000 Exemplaren der Rückstichbroschur müssen zwei Paletten bereitgestellt werden.