

**Konstruktion von buchbinderischen Finalerzeugnissen  
unter Berücksichtigung der besonderen Anforderungen  
des Binding on demand**

Dissertation zur Erlangung des  
Akademischen Grades Doktor-Ingenieur (Dr.-Ing.)

eingereicht an der  
Bergischen Universität Wuppertal  
Fachbereich E – Elektrotechnik, Informationstechnik, Medientechnik  
im Dezember 2003

von  
Dipl.-Ing. Inés Heinze  
(Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig, Fachbereich Polygrafische Technik)

Gutachter  
Prof. Dr.-Ing. habil. Dieter Liebau  
Prof. Dr.-Ing. Klaus D. Fritsch  
Prof. Dr.-Ing. Peter Urban



## **Kurzzusammenfassung**

Die vorliegende Arbeit setzt sich mit den Möglichkeiten der Herstellung von Finalerzeugnissen im Rahmen des Publishing on demand mit dem Schwerpunkt der Produktion von Büchern als den hochwertigsten buchbinderischen Erzeugnissen auseinander.

Einleitend werden Besonderheiten des Publishing on demand und ihre Auswirkungen auf die buchbinderische Verarbeitung digitaler Drucke in Kleinstauflagen oder Einzelexemplaren diskutiert. Die gegenwärtigen technischen Möglichkeiten erlauben die Herstellung von Drahrückstich- und klebegebundenen Broschüren, die dem Liebhaber des guten Buches auf Dauer jedoch nicht genügen können.

Im folgenden werden unterschiedliche Buchkonstruktionen, die durch Merkmalsunterschiede an der Buchdecke bestimmt werden, gegenübergestellt. Es werden Anforderungen formuliert, die sich aus den Forderungen an ein Druckerzeugnis im allgemeinen und den Spezifika des Publishing on demand im besonderen ergeben. Eine Gegenüberstellung führt zunächst zur Auswahl der traditionellen vierteiligen Ganzbandbuchdecke, deren Formatabhängigkeit von den Buchblockmaßen ihre Anwendung für das Binding on demand jedoch einschränkt.

Als eine neue Lösung wird eine modifizierte dreiteilige Buchdecke angeboten. Die Modifizierung besteht in einer Verstärkung des Rückenbereiches als Äquivalent zur herkömmlichen Rückeneinlage durch Kaschierung mit einem Verstärkungsmaterial. Für die Auswahl eines optimalen Verstärkungsmaterials werden verschiedene Materialien umfangreichen Versuchen unterzogen.

Mit der modifizierten dreiteiligen Buchdecke wird in Stufen eine Unabhängigkeit von der Buchblockdicke möglich. Dies erlaubt eine industrielle Vorfertigung und Lagerung von Buchdecken in akzeptabler Größenordnung. Für das Binding on demand stellt die modifizierte dreiteilige Buchdecke eine nützliche und praktikable Lösung dar, unter den gegebenen Bedingungen und notwendigen Kompromissen hochwertige Produkte zu fertigen. Gegebenenfalls kann dabei sogar der Kunden in die Herstellung seines individuellen Buches einbezogen werden, wenn er vor Ort sein Buch bestellt und in die Wahl des Einbandmaterials und die Titelgestaltung einbezogen wird.

Abschließend werden technologische Varianten zur Herstellung ausgewählter Produktkonstruktionen im Rahmen des Binding on demand dargestellt. Neben den technologischen Wirkprinzipien wird auf die erforderliche Maschinen- und Gerätetechnik eingegangen und dargestellt, für welche Produktkonstruktionen und in welchem Auflagenbereich sie zum Einsatz kommt.



## **Inhalt**

	<b>Kurzzusammenfassung.....</b>	<b>3</b>
	<b>Inhalt.....</b>	<b>3</b>
<b>0</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>7</b>
<b>1</b>	<b>Binding on demand als Bestandteil des Publishing on demand.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1</b>	<b>Kurze Charakteristik digitaler Drucksysteme als Ausgangssituation für das Binding on demand .....</b>	<b>13</b>
<b>1.2</b>	<b>Spezifika des Binding on demand gegenüber der konventionellen industriellen Buchbinderei .....</b>	<b>15</b>
<b>1.3</b>	<b>Stand der Technik.....</b>	<b>21</b>
<b>2</b>	<b>Produktkonstruktionen für Binding on demand .....</b>	<b>25</b>
<b>2.1</b>	<b>Vergleich der buchbinderischen Finalerzeugnisse Buch und Broschur</b>	<b>25</b>
2.1.1	Definition der Produktkonstruktionen Buch und Broschur .....	25
2.1.2	Ausgewählte Broschurenarten für das Binding on demand.....	27
2.1.3	Das Buch als das hochwertigste buchbinderische Finalerzeugnis .....	29
<b>2.2</b>	<b>Buchdeckenkonstruktionen als Konstruktionsmerkmal des buchbinderischen Finalerzeugnisses Buch .....</b>	<b>30</b>
2.2.1	Analyse von Buchdeckenkonstruktionen bezüglich ihrer Eignung.....	30
2.2.1.1	Einteilige Buchdecke .....	31
2.2.1.2	Zweiteilige Buchdecke .....	32
2.2.1.3	Dreiteilige Buchdecke .....	32
2.2.1.4	Vierteilige Buchdecke .....	33
2.2.1.5	Fünfteilige Buchdecke .....	33
2.2.1.6	Sechsteilige Buchdecke .....	33
2.2.1.7	Plastbuchdecke .....	34
2.2.1.8	Sonderformen von Buchdecken .....	34
2.2.2	Auswahl geeigneter Buchdeckenkonstruktionen.....	35
2.2.2.1	Definition von Auswahlkriterien .....	35
2.2.2.2	Auswahl geeigneter Buchdeckenkonstruktionen .....	37
2.2.3	Einschränkungen bei Einsatz der vierteiligen Ganzbanddecke für das Binding on demand.	38
<b>3</b>	<b>Entwurf einer neuen Buchdeckenkonstruktion – modifizierte dreiteilige Buchdecke .....</b>	<b>43</b>
<b>3.1</b>	<b>Notwendigkeit einer neuen Buchdeckenkonstruktion .....</b>	<b>43</b>
<b>3.2</b>	<b>Konstruktionsmerkmale der modifizierten dreiteiligen Buchdecke .....</b>	<b>43</b>
3.2.1	Ausführungsvarianten der modifizierten dreiteiligen Buchdecke .....	44
3.2.2	Herstellung der modifizierten dreiteiligen Buchdecke.....	45
3.2.3	Buchdeckenmaße.....	50

3.2.3.1	Buchdeckenmaße für eine vierteilige Ganzbanddecke .....	50
3.2.3.2	Buchdeckenmaße für die modifizierte dreiteilige Buchdecke und sich ableitende Konsequenzen .....	51
<b>3.3</b>	<b>Untersuchungen zur Auswahl eines geeigneten Verstärkungsmaterials</b> .....	<b>58</b>
3.3.1	Anforderungen an das Verstärkungsmaterial.....	58
3.3.1.1	Anforderungen im Gebrauch.....	59
3.3.1.2	Anforderungen während der Verarbeitung.....	64
3.3.1.3	Ästhetische Merkmale.....	65
3.3.2	Auswahl möglicher Verstärkungsmaterialien.....	66
3.3.2.1	In Betracht zu ziehende Materialien.....	66
3.3.2.2	Ausgewählte Materialien.....	69
3.3.3	Versuchsauswertung zu den Verstärkungsmaterialien.....	70
3.3.3.1	Anforderungen im Gebrauch.....	72
3.3.3.2	Anforderungen während der Verarbeitung.....	86
3.3.3.3	Ästhetische Merkmale.....	86
3.3.3.4	Schlußfolgerung.....	97
<b>3.4</b>	<b>Betrachtungen zum Bucheinbandmaterial</b> .....	<b>97</b>
3.4.1	Auswahl von Bucheinbandmaterial.....	97
3.4.2	Versuchsauswertung zu den Bucheinbandmaterialien.....	98
<b>3.5</b>	<b>Untersuchungen des Kaschierverbundes zwischen</b> .....	<b>103</b>
	<b>Bucheinbandmaterial und Verstärkungsmaterial</b> .....	<b>103</b>
<b>3.6</b>	<b>Zusammenfassende Betrachtung zur Materialauswahl</b> .....	<b>120</b>
<b>4</b>	<b>Aspekte der maschinentechnischen Verarbeitung im Rahmen des</b> .....	<b>123</b>
	<b>Binding on demand</b> .....	<b>123</b>
<b>4.1</b>	<b>Maschinentechnische Realisierungsvarianten in den Teilprozessen</b> <b>Bogen-/Bahnverarbeitung und Blockherstellung</b> .....	<b>124</b>
4.1.1	Prozeßabschnitt Schneiden .....	124
4.1.2	Prozeßabschnitt Falzen.....	125
4.1.2.1	Falzmaschine .....	125
4.1.2.2	Falzaggregat bzw. einzelnes Falzwerk.....	126
4.1.2.3	Falzkleben .....	127
4.1.2.3.1	Traditionelles Falzkleben .....	127
4.1.2.3.2	Falzkleben und Lagenfalz .....	128
4.1.3	Prozeßabschnitt Sammeln / Zusammentragen.....	128
4.1.4	Prozeßabschnitt Fügen des Blocks .....	128
4.1.4.1	Drahtheften .....	128
4.1.4.1.1	Sammel-Drahtheft-Falz-Schneidemaschine (Bookletmaker) .....	128
4.1.4.1.2	Sattelheftung .....	129
4.1.4.2	Fadenheften .....	131
4.1.4.2.1	Fadenheftmaschine mit integrierter Lagenfalzstation .....	131
4.1.4.2.2	Traditionelle Fadenheftmaschine.....	132
4.1.4.3	Klebebinden .....	134
4.1.4.3.1	Kleinklebebinder .....	134

---

4.1.4.3.2	Klebebinden durch Heißsiegeln .....	136
4.1.4.3.3	Alternatives Klebebindeverfahren (Doubleback) .....	137
4.1.4.4	Fadensiegeln .....	138
4.1.4.4.1	Rotatives Fadensiegeln .....	138
4.1.4.4.2	Fadensiegeln mittels Fadenstern .....	138
4.1.4.5	Einzelblattbindesysteme .....	138
4.1.4.5.1	Kombination von Schneiden und Bohren inline .....	139
4.1.4.5.2	Kombination von Schneiden und Bohren am Planschneider .....	140
4.1.4.5.3	Drahtkammbindeggerät für variable Blockdicken .....	140
4.1.4.5.4	Manuell bediente Kleingeräte .....	140
4.1.5	Prozeßabschnitt Dreiseitenbeschnitt, Vierseitenbeschnitt .....	140
4.1.5.1	Dreimesserschneidemaschine .....	141
4.1.5.2	Einmesserschneideinrichtung .....	141
4.1.5.3	Schneidemaschine mit zwei Stationen .....	142
4.1.5.4	Zweimesserschneidemaschine .....	142
<b>4.2</b>	<b>Besonderheiten bei der Herstellung von Broschuren .....</b>	<b>143</b>
4.2.1	Herstellung des Broschurenumschlags .....	143
4.2.1.1	Rill- und Perforiermaschine .....	144
4.2.1.2	Programmierbare Rillmaschine .....	144
4.2.1.3	Broschurenumschläge mit Hülsen (Tubebind) .....	145
4.2.1.4	Broschurenumschläge mit Fälzelstreifen (Eurobind) .....	145
4.2.2	Veredeln des Broschurenumschlags .....	146
<b>4.3</b>	<b>Besonderheiten bei der Herstellung von Büchern .....</b>	<b>146</b>
4.3.1	Prozeßabschnitte zur Blockausstattung .....	146
4.3.2	Herstellen der modifizierten dreiteiligen Buchdecke .....	147
4.3.3	Veredeln der modifizierten dreiteiligen Buchdecke .....	148
4.3.4	Prozeßabschnitt Erzeugnis montieren (Buchmontage, Abpressen und Falzeinbrennen) ....	148
4.3.5	Prozeßabschnitt Erzeugnis komplettieren .....	148
4.3.6	Sonderformen zur Herstellung von Büchern .....	149
4.3.6.1	Automatische Buchlinie Bookmaster 360 .....	149
4.3.6.2	Buchstraße KÖBU 1 .....	150
<b>5</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>161</b>
<b>6</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>165</b>
	<b>Verzeichnis der verwendeten Formelzeichen und Abkürzungen .....</b>	<b>175</b>
	<b>Verzeichnis der Bilder .....</b>	<b>176</b>
	<b>Verzeichnis der Tabellen .....</b>	<b>179</b>
	<b>Thesen .....</b>	<b>181</b>
	<b>Erklärung .....</b>	<b>187</b>
	<b>Lebenslauf .....</b>	<b>189</b>



## **0 Einleitung**

„Der Menschheit wurde durch Gutenberg das Licht gebracht. Der anonyme Buchbinder aber, der lange vor Gutenberg da war und immer da sein wird, hat durch seine Arbeit erst dafür gesorgt, daß dieses Licht stets brennt und strahlt. Ihm gebührt daher Lob und Dank für alle Zeiten.“

In unserem elektronischen Zeitalter und der rasend voranschreitenden Entwicklung elektronischer Medien wie Internet, CD-ROM, DVD scheint dieser Spruch veraltet, da man dem gedruckten Produkt nicht nur keine blühende Zukunft voraussagt, sondern überhaupt keine mehr.

Aber das Buch mit seinen individuellen Vorteilen wird sich nicht verdrängen lassen. Es ist überschaubar, klar strukturiert und lesefreundlich, erlaubt ein leichtes Auffinden von Informationen ohne technische Hilfsmittel und läßt sich bequem auf Reisen mitnehmen. Die Phantasie beginnt ihren freien Lauf, wenn das Auge die wohlgeordneten Zeilen eines typografisch gut gestalteten Werkes verfolgt oder auf brillant wiedergegebenen Fotos ruht. Mit dem Rascheln der papiernen Blätter oder dem Geruch von Papier und Druckfarbe werden Sinne angesprochen, die dem Bildschirmnutzer verborgen bleiben. Somit bleibt das gedruckte Medium auch in Zukunft ein wichtiger Bestandteil innerhalb der Medienvielfalt.

Es darf nur nicht unberücksichtigt bleiben, daß sich erhebliche Veränderungen innerhalb der grafischen Industrie ergeben, die sich selbstverständlich auch auf den Buchbinder auswirken. Die Entwicklung in der traditionellen Druckindustrie einschließlich der industriellen Buchbinderei ist von folgenden Tendenzen gekennzeichnet: Die durchschnittlichen Auflagenhöhen sinken stetig, wobei gleichzeitig eine steigende Titelzahl deutlich wird. Der Anteil an kleineren und mittleren Auflagen steigt, etwa 70 % der Auflagen werden in einer Höhe von 500...5.000 Exemplaren hergestellt. /1, 2, 3/

Aus Erfahrungen mit Auflagen, die nicht absetzbar sind, und Forderungen nach Druckprodukten in speziellen Sachgebieten, die nur einen minimalen Leserkreis betreffen, erwächst der Bedarf nach Klein- und Kleinstauflagen, im Extremfall bis hinunter zum Einzelexemplar. Deren Herstellung stehen die traditionelle Produktionstechnik mit Offsetdruck und buchbinderischen Großanlagen, Produktionskosten, Lohn- und Lohnnebenkosten sowie Aufwendungen für Lagerung und Vertrieb entgegen. Weiteres Kennzeichen des Marktes sind Forderungen nach rascher Verfügbarkeit der Druckerzeugnisse, hoher Aktualität und Individualität sowie ein steigendes Qualitätsbewußtsein.

Verschärft wird die Situation durch die forcierte Entwicklung der elektronischen Medien, die vor allem in bezug auf Aktualität den gedruckten Informationsträgern überlegen sind.

An die Herstellung von Druckerzeugnissen ergeben sich daraus neue Anforderungen wie z. B. die Forderung nach geringen Produktionsvorlaufzeiten für kurze Herstellungsfristen, minimaler Lager- und Bevorratungswirtschaft für Kostenreduzierung und Nutzung vorhandener Daten mit der Möglichkeit der Aktualisierung und Individualisierung der Informationen. Einer wirtschaftlichen Herstellung von Klein- und Kleinstauflagen gerecht zu werden, erfordert den Einsatz von Automatisierungslösungen, die Einheit von Druck und Weiter-

verarbeitung und neue Organisationsformen und Arbeitsabläufe. Aus diesen Forderungen hat sich das Publishing on demand entwickelt. /4/

Publishing on demand, das „Veröffentlichen nach Bedarf, Publizieren auf Anforderung“, umfaßt die bedarfsgerechte Herstellung von Druckerzeugnissen von der Datenerfassung über den Druck (Printing on demand) bis zum fertigen buchbinderischen Erzeugnis (Binding on demand, auch Finishing on demand) unter Nutzung digitaler Daten und digitaler Druckverfahren /5/.

Vielfach werden die Bezeichnungen Printing oder Binding on demand gleichbedeutend verwendet, die Zusammenfassung zur Bezeichnung Publishing on demand charakterisiert die Bedeutung dieses neuen grafischen Zweiges, der einen zunehmend höheren Stellenwert einnimmt, aber wesentlich besser und bringt die Komplexität des Gesamtprozesses zum Ausdruck. Dieser bezieht sich auf die gesamte Herstellung der Druckprodukte, die die Autorenschaft, die Erstellung des Layouts, z. T. die datenbankbezogene Verwaltung der Daten und entstandenen Dokumente (möglicherweise durch weltweite elektronische Vernetzung) und schließlich den eigentlichen Druck und die Weiterverarbeitung der gedruckten Seiten zu einem Finalprodukt beinhaltet. /6/

Die Realisierung des Publishing on demand setzt neue Formen der Arbeitsorganisation und des Arbeitsablaufs voraus. Die wichtigste Voraussetzung ist das Vorhandensein eines durchgängigen digitalen Informationsflusses (Workflow). Die Aufbereitung der Informationen für den Druck erfolgt ausschließlich auf elektronischem Weg, was eine Datenspeicherung, ständige Aktualisierung und den Abruf zum Druck, sobald eine Anfrage erscheint, erlaubt. Der Druck erfolgt überwiegend mittels digitaler Druckverfahren (z. B. Laserdruck), die keine Druckformenherstellung im herkömmlichen Sinne erfordern. /1/

Publishing on demand umfaßt damit sowohl Technologie und Technik als auch Organisationsstrukturen des Produktionsablaufs. Ziel ist die kurzfristige und wirtschaftliche Realisierung von Einzelexemplaren, Kleinst- und Kleinaufträgen mit hoher Aktualität, die Möglichkeit der Personalisierung und Erstellung individueller Druckerzeugnisse. Weiterhin gilt als wesentlich die Reduzierung von Logistikkosten (z. B. Lager- und Kapitalbindungskosten) und die Vermeidung nicht verkaufbarer Exemplare.

Aufgrund der Möglichkeiten, die das digitale Drucken und in Verbindung damit das Binding on demand bietet, aber auch aufgrund der Einschränkungen bzw. noch bestehenden Nachteile gegenüber den konventionellen Druckverfahren und der Herstellung hochausgestatteter Bücher haben sich einige typische Anwendungsfelder herauskristallisiert. Es handelt sich um die Herstellung von Einzelstücken bzw. Kleinst- (bis 20 Exemplare) und Kleinauflagen (bis 500 Exemplare), die schnell verfügbar sein müssen oder nur vereinzelt und in großen Zeitabständen abgefordert werden, so daß sich eine konventionelle Herstellung und Lagerung nicht rentiert. Die angegebenen Grenzen der Auflagenhöhen sind dabei als unverbindliche Richtwerte anzusehen. Bei Auflagenhöhen bis 500 Exemplare gilt der Digitaldruck gegenüber dem konventionellen Offsetdruck in jedem Fall als vorteilhafter, was die Festlegung der Kleinauflagenhöhe begründet /7, 8/.

Folgende Anwendungsgebiete sind prädestiniert:

- Fach- und Sachbücher, insbesondere in Spezialrichtungen; Nachauflagen vergriffener Titel,

- Probeexemplare für Messen,
- belletristische Einzelstücke,
- Bedienungsanleitungen, Montageanleitungen, Handbücher, Reiseunterlagen u. ä.,
- Firmeninformationen, Geschäftsberichte, Tagungsauswertungen u. ä.,
- ausgewählte Zeitungen,
- Dissertationen, Diplomarbeiten und Belege,
- Bibliothekseinbände.

Unter Nutzung der Möglichkeiten des Publishing on demand können beliebige Titel, die vergriffen sind oder in Auflagenhöhen von nur wenigen Hundert Exemplaren benötigt werden, in der Menge und zu dem Zeitpunkt aufgelegt werden, wie Bestellungen eingehen. Die Anzahl der Bestellungen und damit die Auflagenhöhe spielen keine Rolle mehr, Kapitalbindung und Lagerhaltung können auf ein Minimum reduziert werden. Die Aktualisierung der Publikationen vereinfacht sich wesentlich, was z. B. für Computerliteratur von großer Bedeutung ist. Zudem bieten verschiedene Verlage und ein per Internet offerierter Service jedem Interessierten die Möglichkeit, selbst als Autor aufzutreten und eigene Romane, Dissertationen, Gedichte oder andere Werke zu veröffentlichen. /1/

Bei Vorliegen digitaler Daten und einer weltweiten Vernetzung ist die Realisierung des Publishing on demand nicht ortsgebunden; die Herstellung kann z. B. in Buchhandlungen oder Supermärkten, in Zügen, Hotels und auf Flughäfen auch über Ländergrenzen hinweg erfolgen. Es wird vor Ort gedruckt, und anstelle des gegenständlichen Endproduktes werden Daten auf elektronischem Weg transportiert.

Für den Bereich Publishing on demand wird ein jährlicher Zuwachs von 19...25 % erwartet /7/. Der Bereich Printing on demand verzeichnet dabei eine rasch voranschreitende Entwicklung, was sich in einer steigenden Zahl von Anbietern und Anwendern digitaler Druckmaschinen äußert sowie in verbesserter Druckqualität und steigender Leistung der Systeme.

Solange gedruckt wird, ist auch der Buchbinder gefragt. Schließlich ist er es – wie eingangs erwähnter Spruch richtig besagt – der dem vom Drucker bereitgestellten Zettelwerk Form und Bestand verleiht, den losen Blättern einen Zusammenhalt gibt, womit er für weit mehr sorgt als für einen Schutz vor Informationsverlust.

Hier, auf dem Gebiet des Binding on demand, der buchbinderischen Verarbeitung der digital gedruckten Erzeugnisse, besteht Handlungsbedarf. Wenn sich der Buchbinder nicht auf die neuen Gegebenheiten einstellt, geht der Sinn und Zweck des Printing on demand verloren.

Die buchbinderische Verarbeitung aber umfaßt eine Vielzahl von Einzelschritten innerhalb ihrer Teilprozesse, insbesondere bei der Herstellung von Büchern. Für das Verbinden der losen Blätter oder Bogen und die Gestaltung eines Finalproduktes gibt es unterschiedliche Varianten. Die Produktkonstruktion bestimmt dabei die technologische Fertigung und legt letztendlich auch die benötigte Maschinen- und Anlagenkonfiguration fest.

Für Klein- und Kleinstauflagen stellt sich der klassische industrielle Produktionsablauf mit der notwendigen Lagerung größerer Stückzahlen an Teil- und Finalprodukten über einen längeren Zeitraum heute als zu komplex und nicht mehr wirtschaftlich dar, erst recht für die

Produktion von Einzelexemplaren, was insbesondere in der separaten und buchblockabhängigen Herstellung der Buchdecke begründet ist. Logistische und wirtschaftliche Überlegungen zielen auf Veränderungen im produktionstechnischen Prozeßablauf der buchbinderischen Verarbeitung.

Angestrebt ist eine Inline-Kopplung von Druck und Weiterverarbeitung, zumindest jedoch eine Aufstellung der Maschinen auf engstem Raum, d. h. nearline. Damit verbindet sich aber weitestgehend eine Festlegung auf eine Produktart. Derartige ausgereifte Anlagen sind bereits zur Herstellung von Drahrückstichheftungen und klebegebundenen Broschüren praxiserprobt, auch sind Kleingeräte für z. B. Drahtkammbindungen problemlos im Einsatz, wie u. a. auf Buchmessen, Open-House-Veranstaltungen und mit detaillierten technischen Beschreibungen in der Fachpresse belegt wird.

Aber welcher Buchliebhaber gibt sich mit sperrenden Drahrückstichheftungen, ineinander verhakenden Drahtkammbindungen und zuschnappenden Mehrlagenbroschuren zufrieden und möchte nicht – vielleicht nach acht Stunden Bildschirmflimmern vor Augen – das schöne Buch genießen? Und das nicht (nur) des schönen Inhaltes wegen, sondern weil es ihm eine Freude ist, wenn er ein gut konstruiertes Buch in die Hand nimmt und der Blick auf der goldfarbenen Prägung der Buchdecke hängenbleibt, wenn er mit den Fingern über das Einbandmaterial streicht und die Gewebe- oder Lederstruktur fühlt oder wenn er, vielleicht nur unbewußt, die farbliche Abstimmung zwischen Buchdecke und Vorsatz, zwischen Farbschnitt und Kapitalband registriert und mit Hilfe des Zeichenbandes problemlos die Seite aufschlägt, auf der er mit Lesen fortfahren möchte.

Über die Fertigung von Büchern mit einer festen Buchdecke in Einzelexemplaren gibt es jedoch nur vage Erwähnungen von angeblich funktionsbereiten Maschinen.

Daß der Buchliebhaber auch in der neuen Epoche grafischen Wirkens auf seine Sammelstücke nicht verzichten muß, soll Gegenstand vorliegender Arbeit sein. Mit Printing on demand und Drucken vor Ort darf nicht der Anspruch an Hochwertigkeit der Druckerzeugnisse verloren gehen. Im Gegenteil, dem Kunden kann mit den Möglichkeiten des digitalen Druckens und dem Binding on demand das Gefühl vermittelt werden, es werde ihm sein eigenes, persönliches Exemplar hergestellt. Dies muß sich nicht allein durch einen mitgedruckten Namen äußern, sondern kann auch durch individuelle buchbinderische Verarbeitung deutlich werden, wenn der Kunde vor Ort in die Entscheidung über Format, Bucheinbandmaterial und Veredlung mit einbezogen wird und sich dabei das Aussehen seines Bücherregals individuell gestaltet.

Aus der einleitenden Darstellung wird folgende Aufgabenstellung und Vorgehensweise für die vorliegende Arbeit abgeleitet:

Trotz Berücksichtigung verbesserter Produkteigenschaften einzelner Broschurenkonstruktionen gilt das Buch hinsichtlich Gebrauchsbeständigkeit und Ästhetik nach wie vor als das wertvollste buchbinderische Erzeugnis. Abgeleitet aus der industriellen Buchbinderei wird die Forderung nach Hochwertigkeit auch auf das Publishing on demand übertragen, was die Forderung nach einer Fertigung von Büchern auch in diesem grafischen Zweig impliziert.

Inhalt vorliegender Arbeit ist die Auseinandersetzung mit den Möglichkeiten der Buchproduktion im Rahmen des Publishing on demand. Dazu sind unterschiedliche Produkt-

konstruktionen vergleichend gegenüberzustellen, die bei Büchern im wesentlichen von der Konstruktion der Buchdecke bestimmt werden.

Aus den Forderungen in bezug auf Benutzungseigenschaften und Funktionserfüllung, Ästhetik und Gesamterscheinungsbild einerseits ist ein Bewertungsschema aufzustellen, an Hand dessen die unterschiedlichen Buchdeckenvarianten vergleichend gegenübergestellt werden, andererseits ist die Deckenherstellung unter den Gegebenheiten des Binding on demand zu prüfen. Gegebenenfalls sind neue Konstruktionsvarianten zu entwickeln, die in ihren Eigenschaften weitgehend denen einer traditionellen Buchdecke entsprechen. Neben dem Aufbau der Buchdecke spielt dafür auch die Materialauswahl eine Rolle, so daß in einer Analyse einschließlich meßtechnischer und experimenteller Untersuchungen Materialien gegenüberzustellen und auszuwählen sind, um eine veränderte Buchdeckenkonstruktion den geforderten Eigenschaften anzugleichen. Einzubeziehen sind ebenfalls Überlegungen zur Vorfertigung, d. h. Herstellung und Lagerung.

Abschließend sind technologische Varianten und die erforderliche Maschinen- und Gerätetechnik zur Herstellung der Produktkonstruktionen vorzustellen, um Druckereien und Buchbindereien eine Entscheidungshilfe zu geben.



## **1 Binding on demand als Bestandteil des Publishing on demand**

Wie in der Einleitung erwähnt, beinhaltet das Publishing on demand die beiden Bereiche Printing on demand und Binding on demand. Die spezifischen Anforderungen an die Weiterverarbeitung ergeben sich aus den charakteristischen Merkmalen der digitalen Drucktechnologie sowie aus den allgemeinen Anforderungen, die an buchbinderische Erzeugnisse gestellt werden.

In der Fachpresse wird regelmäßig und ausführlich über technische und technologische Neuerungen bei Digitaldrucksystemen, der Grundlage des Printing on demand, informiert. Die Entwicklungen digitaler Druckmaschinen einschließlich des von der Datenerfassung und -aufbereitung ausgehenden Workflow haben einen hohen technischen Stand erreicht und erfüllen gestellte Anforderungen in bezug auf Leistung und Qualität. Die Zahl der Hersteller digitaler Produkte und Lösungen steigt ständig, ebenso die der Anwender.

Nach /9/ werden rund 100 verschiedene digitale Drucksysteme im Ein- und Mehrfarbendruck von 50 Firmen angeboten (die wichtigsten u. a. Canon, IBM, Océ, Xerox) von einfachen Bürodruckern bis zu Komplettlösungen, die sowohl die Datenerfassung als auch die Weiterverarbeitung mit einschließen. Sie finden ihren Standort nicht nur in Druckereien, sondern in gleicher Weise auch in Copyshops und kleineren Hausdruckereien, in Behörden, Werbeagenturen, im Supermarkt, auf Flughäfen oder in der Buchhandlung. /10/

In den meisten Anwendungsfällen endet der bis dahin durchgängige Arbeitsfluß hinter der Druckeinheit mit der Ausgabe der bedruckten Bogen bzw. Bahn. Nach diesem digitalen Arbeitsfluß ist die Verarbeitung des gegenständlich vorliegenden Materials zu einem Finalprodukt erforderlich, was verarbeitungstechnische Abläufe bedingt, wie sie die traditionellen Arbeitsverfahren der buchbinderischen Verarbeitung darstellen.

Teilweise nimmt die Weiterverarbeitung einen größeren Zeitraum ein als der eigentliche Druck und führen physikalische Begleiterscheinungen wie elektrostatische Aufladung und Wellenbildung zu unerwünschten Qualitätseinbußen. Trotz der Entwicklung der Technik im Laufe der letzten Jahre auf diesem Gebiet besteht für die buchbinderische Verarbeitung digitaler Drucke zu hochwertigen Finalerzeugnissen noch Handlungsbedarf, denn noch beziehen sich praktikable Lösungen hauptsächlich auf Broschüren in Drahrückstichheftung und Klebebindung.

### **1.1 Kurze Charakteristik digitaler Drucksysteme als Ausgangssituation für das Binding on demand**

Vor einer Auseinandersetzung mit buchbinderischen Belangen sind Ausgangsbasis und Besonderheiten gegenüber der traditionellen Buchbinderei zu klären.

Ein digitales Druckverfahren zeichnet sich dadurch aus, daß digital aufbereitete Informationen von einer Schnittstelle übernommen werden und ohne Zwischenschritte direkt auf den Bedruckstoff übertragen werden. Die digitalen Drucksysteme arbeiten ohne Druckform bzw. mit einer dynamischen (temporären) Druckform, die für jeden einzelnen Farbübertragungsvorgang neu erstellt wird, z. B. durch Ladungsunterschiede auf einer Drucktrommel beim

elektrofotografischen Verfahren. Damit wird ermöglicht, bei jeder Zylinderumdrehung ein geändertes Druckbild zu übertragen. /1, 9, 11/

Eine Druckformenherstellung im herkömmlichen Sinne entfällt vollständig, womit keine Kosten für Materialien, Maschinen zur Herstellung der Filme und Druckformen sowie deren Lagerung benötigt werden und sich die Zeit bis zur Vollendung des Drucks erheblich reduziert.

Durch die Übertragung eines geänderten Druckbildes je Druckvorgang eröffnen sich neue Anwendungsgebiete für die Druckindustrie gegenüber den konventionellen Verfahren. Es können sämtliche Seiten eines Buches hintereinander gedruckt werden, was für den Auflagendruck eine neue Funktion darstellt, da die Herstellung einer Auflagenhöhe von einem Exemplar ermöglicht wird. Der technologische Schritt Zusammentragen entfällt. Eine Druckweiterverarbeitung kann sich inline anschließen und erlaubt eine sofortige Fertigstellung des Endproduktes.

Voraussetzung für das digitale Drucken sind am Computer erfaßte und aufbereitete Druckdaten, die zwischengelagert, jederzeit abgerufen und archiviert werden können und für eine Wiederholung des Druckauftrags jederzeit bereit stehen, wobei Aktualisierungen vor dem erneuten Ausdruck kein Problem darstellen. Vor dem Druck ist außerdem ein Verschicken der Daten möglich, um „vor Ort“ zu drucken, anstatt fertige Druckerzeugnisse zu versenden. Es wird nach Bedarf in gewünschter Anzahl gedruckt (Printing on demand), Überauflagen unaktueller Drucke werden vermieden.

Druckaufträge können an mehrere Druckeinheiten verteilt werden. Beispielsweise können über einen Farbdrucker die mehrfarbigen Seiten eines Produktes gedruckt und automatisch an den entsprechenden Stellen während des Schwarz-Weiß-Drucks zwischen die Seiten eingeschoben werden.

Wirtschaftlich können Auflagen in der Höhe vom Einzelexemplar bis zu mehreren Hundert Exemplaren hergestellt werden. Bei Auflagenhöhen bis 500 Exemplare gilt der Digitaldruck gegenüber dem konventionellen Offsetdruck in jedem Fall als vorteilhafter, bei Auflagenhöhen darüber entscheidet der Zeitraum, in dem das Produkt verkauft wird /7/.

Beispiele für den Digitaldruck sind die Elektrofotografie, Inkjet, Thermotransferdruck oder Magnetografie. Das für Publishing on demand wichtigste digitale Druckverfahren ist das elektrofotografische. Die Auflösung reicht heute von 300...800 dpi, in Ausnahmefällen auch höher. Die Leistungsfähigkeit der Laserdrucker im Schwarz-Weiß-Bereich liegt zwischen 4...900 DIN A4-Seiten/min, im Farbdruck bei bis zu 180 Seiten/min. Das elektrofotografische Druckverfahren ist für den Druck umfangreicher Drucksachen wie z. B. Bücher und Broschüren prädestiniert. /1, 11, 12, 13/

Zusammenfassend stehen nachfolgend die Vorteile der digitalen Druckverfahren /u. a. 12/:

- keine Druckformenherstellung, damit
  - keine Kosten für Materialien, Arbeitszeit, Maschinen zur Herstellung der Filme und Druckformen,
  - keine Film- und Druckplattenlagerung;

- wechselndes Druckbild je Druckvorgang, damit
  - wechselnde Text- und Bildelemente je Druckbogen,
  - Individualität,
  - Personalisierung (persönliche Anrede, Numerierung);
- Druckunterbrechungen, damit
  - Einschub eines Auftrags ohne zeitlichen Verlust, danach Weiterdruck des unterbrochenen Auftrags;
- kurze Rüstzeiten, da
  - kein Wechsel von Druckplatten,
  - kein Waschen der Druckmaschine;
- keine Makulatur, da
  - keine Andruckmakulatur (kein Einstellen eines Farbgleichgewichtes),
  - keine separate Andruckmaschine;
- hohe Wirtschaftlichkeit durch
  - Weiterverarbeitung inline,
  - Wegfall des Zusammentragens (Druck in Seitenreihenfolge),
  - Möglichkeit der Bedienung des digitalen Vorstufensystems (DTP-System), des Drucksystems und der Weiterverarbeitungslinie durch einen Bediener;
- hohe Aktualität, da
  - weltweiter Datenzugriff über ISDN,
  - schneller Abruf von Daten (Printing on demand),
  - schnelle Auftragsbearbeitung vom Erhalt der Daten bis zum fertigen Druckerzeugnis,
  - kurze Produktionsdurchlaufzeiten durch direkte Integration des digitalen Drucksystems in die digitale Druckvorstufe und Wegfall der Druckformenherstellung,
  - direkter Anschluß der Weiterverarbeitung an die Druckmaschine.

## **1.2 Spezifika des Binding on demand gegenüber der konventionellen industriellen Buchbinderei**

Wenn der Druck einer Auflage bzw. eines Exemplars unter Anwendung des Digitaldrucks innerhalb weniger Stunden realisiert werden kann, muß die buchbinderische Verarbeitung an diese kurzen Herstellungsfristen angepaßt werden. Die traditionelle industrielle Buchbinderei wird dieser Forderung nicht gerecht, was sich z. B. aus der notwendigen Herstellung des Maßbandes, aus erforderlichen Trocknungsvorgängen bei der Verwendung wasserhaltiger Klebstoffe und Rüstzeiten für Maschinen und Anlagen ergibt. Das Binding on demand bedingt somit, wenn nicht ausschließlich einfache Produktkonstruktionen wie drahrückstichgeheftete Broschüren gefertigt werden sollen, die Suche nach neuen Wegen. Dabei gilt, ob traditionell oder digital gedruckt wird, für die Herstellung von Büchern und Broschüren kommen nach wie vor verfahrenstechnische Wirkprinzipien wie Schneiden, Falzen, Fügen zur Anwendung. /2, 14/

Aus dem Einsatz des Digitaldrucks und davon insbesondere des elektrofotografischen Verfahrens sowie der Realisierung des Printing on demand im allgemeinen leiten sich einige Spezifika ab, die es bei der buchbinderischen Verarbeitung digital bedruckter Materialien zu

beachten gilt. Eine Zusammenfassung der Merkmale ist in Tabelle 1 auf Seite 20 wiedergegeben.

### Kurzfristigkeit bei der Fertigstellung des buchbinderischen Finalerzeugnisses

Die hohe Aktualität, die das digitale Drucken gewährleistet, ist durch die Anpassung der buchbinderischen Verarbeitung an diese Kurzfristigkeit sicherzustellen. Dem stehen technologische und technische Faktoren bei der traditionellen Herstellung bestimmter Produktkonstruktionen entgegen, wie einleitend erwähnt.

Zur Gewährleistung einer hohen Wirtschaftlichkeit und Schnelligkeit der buchbinderischen Verarbeitung müssen

- Aggregate des Digitaldrucks und der Buchbinderei zu Fließstrecken gekoppelt werden, wobei sämtliche erforderlichen Parameter für den Druck als auch die buchbinderische Verarbeitung voreingestellt werden;
- Buchdecken und Broschürenumschläge vorgefertigt und gelagert werden;
- alternative Fügeverfahren angewendet werden wie das Heißsiegeln mittels reaktivierbarer Heißschmelzklebstoffe, wobei Trocknungsvorgänge entfallen, z. B. Deckenherstellung und Buchmontage unter Verwendung siegelfähig beschichteter Materialien.

### Herstellung von Kleinstauflagen und Einzelstücken

Die Tatsache, daß mit digitalen Druckverfahren je Druckvorgang eine veränderte Seite entstehen kann und Auflagenhöhen bis hinunter zum Einzelexemplar möglich sind, bedeutet für den Buchbinder, daß keine Auflagenproduktion im herkömmlichen Sinne realisiert wird. Es entstehen Produkte im ständigen Wechsel von Format und vor allem Blockdicke, im Extremfall im Wechsel je Produkt, mit folgenden möglichen Konsequenzen:

- Einschränkung der Formatunterschiede durch Festlegung auf wenige Standardformate, so daß hauptsächlich die Blockdicke als variable Größe bleibt;
- Lagerung von Broschürenumschlägen (Blockdickenausgleich bei variabler Dicke über den Vorderschnitt) und Buchdecken (Qualitätseinbußen wie schwankende Kantenbreite und mangelnde Gebrauchsbeständigkeit im Falz Gelenk sind aufgrund einer direkten Abhängigkeit der Buchdeckenmaße von der Buchblockdicke nicht auszuschließen);
- Lagerung vorbereiteter Materialzuschnitte und produktabhängige Fertigung von Buchdecken unter Anwendung des Heißsiegeln;
- Einschränkungen der Materialvielfalt, vor allem in bezug auf das Bucheinbandmaterial, und der Veredlungsmöglichkeiten. Die Lagerung von titelunabhängigen Standardumschlägen bzw. Buchdecken erfordert eine Kennzeichnung z. B. durch Kleben von Etiketten oder Prägungen mit Titelprägepressen.
- Einstellen und Umrüsten von Maschinen und Aggregaten ohne Probeexemplar, da bei Herstellung von Einzelexemplaren bereits das erste Dokument fehlerfrei sein muß. Makulatur und Papierstau würden das Nachdrucken des jeweiligen Bogens und das manuelle Einsortieren an die entsprechende Stelle erfordern, was bei Inline-Fertigung nicht möglich ist.

Die Verwendung der meisten typischen Buchbindereimaschinen für die industrielle Fertigung (z. B. Klebbedeanlage, Buchfertigungsstraße) ist ausgeschlossen. Als Alternativen stehen formatunabhängige Kleingeräte mit manueller Bedienung zur Verfügung, die keinen oder nur einen sehr geringen Umrüstaufwand erfordern (z. B. Geräte für Einzelblattbindeverfahren), oder neu entwickelte Aggregate, die sich automatisch auf programmierte Formate oder abgetastete Blockdicken einstellen. Maschinen und Geräte sind von einfacher Ausstattung (z. B. Kleinklebebinder mit nur einem Leimwerk), was die Verarbeitungsvarianten und Ausstattungsmerkmale einschränkt. /15/

### Drucken und Weiterverarbeiten vor Ort

Die traditionelle Druckindustrie ist dadurch charakterisiert, daß zuerst gedruckt, dann verteilt wird; der Verteilungsprozeß bezieht sich auf das gegenständliche Enderzeugnis. Beim Printing on demand kehrt sich diese Folge um, verteilt werden hier Daten auf elektronischem Weg. Der logistische Prozeß vereinfacht sich, es kann vor Ort gedruckt werden, dort, wo die Information benötigt wird.

Daraus ergibt sich die Notwendigkeit, auch vor Ort die buchbinderische Weiterverarbeitung zu realisieren, d. h. den Block zu binden und mit einem Umschlag bzw. einer Buchdecke zu versehen. Für die Buchherstellung einschließlich der Deckenherstellung bedeutet das einen sehr aufwendigen Vorgang mit einer Vielzahl von Einzelschritten, unterschiedlichen Aggregaten, Platzbedarf und erforderlichem Fachwissen. Digitaldruckmaschinen stehen aber nicht nur in grafischen Einrichtungen mit ausgebildetem Fachpersonal. In einem Buchladen z. B. ist eine qualitätsgerechte Ausführung, die mehr oder weniger „nebenbei“ erfolgt, kaum zu erledigen. Hier müssen Vereinfachungen gefunden werden, z. B. in Form der Bereitstellung bereits vorgefertigter Buchdecken.

### Papiereigenschaften

Bei Anwendung der Elektrofotografie ist verfahrensspezifisch, daß der Bedruckstoff Temperaturen von 200...250° C ausgesetzt wird, die zur Fixierung des Toners erforderlich sind. Er wird dabei selbst kurzzeitig auf bis zu 120...150° C erwärmt, was zu einer starken Austrocknung unter die natürliche relative Feuchtigkeit führt (teilweise deutlich unter 10 % /16/, im Vergleich: Ausgangsfeuchtigkeit 30...43 % /16/), z. T. auch zu einer irreversiblen Veränderung der Papierfaser.

Für eine problemlose und qualitätsgerechte buchbinderische Verarbeitung ist dagegen ein hoher Feuchtigkeitsanteil im Papier Voraussetzung. Eine Klimatisierung der Papiere vor Beginn der Weiterverarbeitung wäre mit einem hohen Zeitaufwand (mindestens 20 h) verbunden, was der Forderung nach rascher Fertigstellung widerspricht. Die Austrocknung der Papiere führt aber in verschiedenen Prozeßabschnitten zu technologischen sowie qualitativen Beeinträchtigungen der buchbinderischen Verarbeitung, die sich auf Haltbarkeit und Handhabbarkeit auswirken /15, 17/:

- Welligkeit der Papierbogen bzw. des Buchblocks im allgemeinen /18/;
- irreversible Wellenbildung des Papiers im Bundsteg beim Klebbinden mit Dispersionsklebstoff durch starke Dehnung bei Wasseraufnahme, dadurch
  - Verringerung der Aufschlagbarkeit,
  - Klebstoffeinläufe;

- Porosität des Papiers durch starke Austrocknung, dadurch
  - Kohäsionsbruch im Papier;
- Verringerung der Festigkeit im Falz und Beschädigung bei Belastung, dadurch
  - Brechen im Falz bei Drahrückstichheftung;
- Ablösen des Umschlags bei Klebebindung;
- Sperren der Broschur bei Drahrückstichheftung /18, 19/;
- Sperren der Buchdecke;
- Aneinanderhaften von Blättern durch elektrostatische Aufladung, dadurch
  - schlechtes Vereinzeln, z. B. in Falzmaschinen,
  - schlechtes Aufstoßen von Bogen und Exemplaren.

Die genannten Probleme vergrößern sich, wenn der Block in falscher Laufrichtung hergestellt wird (z. B. Druck auf DIN A4-Papier und Fertigstellung des Endproduktes im Format DIN A5). Zur Verringerung der Probleme trägt bei

- das Ausschließen der Bogen, zumindest beim Rollendruck, in für das Endprodukt richtiger Laufrichtung /17, 19/,
- die Anwendung von Rückbefeuchtungsmaßnahmen /15, 17, 20/; einen geringen Ausgleich kann auch eine Raumbefeuchtung bieten /21/,
- der Einsatz von Ionisationseinrichtungen /15, 17/.

Die Zahl der verdruckbaren Papiersorten hat sich in den letzten Jahren deutlich erhöht. Während zunächst die Verarbeitung gestrichener Papiere stark eingeschränkt war, haben sich die Strichrezepturen dahingehend verändert, daß sich unter der Wärmeeinwirkung keine Bindemittel ablösen /22/. Problemlos können ungestrichene Naturpapiere und Recyclingpapiere verarbeitet werden. In bezug auf die verarbeitbare flächenbezogene Masse werden Angaben zwischen 50...250 g/m<sup>2</sup> gemacht /u. a. 23/.

Eine weitere Problematik kann sich durch eine glatte Papieroberfläche, bedingt durch den Auftrag von Silikonöl in der Druckeinheit, ergeben. Darunter leidet die Griffbarkeit der Falzwalzen, die für einen störungsfreien und geradlinigen Transport des Bedruckstoffs durch die Falzwerke verantwortlich sind. Außerdem verschmutzen die Falzwalzen leicht. /18/

### Bedruckstoffformat

Prinzipiell wird unterschieden zwischen dem Druck auf Bogenpapier und dem Druck auf Rollenpapier.

Bogen werden üblicherweise im DIN A4- und DIN A3-Format verwendet, wobei zunehmend auch das DIN A2-Format zum Einsatz kommt. Eine weitere Vergrößerung des Druckformates für den betrachteten Einsatzfall ist in naher Zukunft nicht zu erwarten aufgrund des Zeitaufwandes für die Datenaufbereitung bei vertretbarer Druckgeschwindigkeit.

Die maximale Breite der Papierbahn beträgt etwa 500 mm /24/. Die Aufteilung in Bogen erfolgt durch Längs- und Querschneiden im Anschluß an den Druck.

In Abhängigkeit von den Druckbogenformaten wird ein- oder zweimal gefalzt, vereinzelt auch dreimal. Vielfach werden aber auch Einzelblätter weiterverarbeitet. Außerdem besteht

die Möglichkeit der Ausgabe gemischter Formate aus der Druckmaschine, die automatisch auf entsprechende Strecken für die Weiterverarbeitung aufgeteilt werden.

### Produktmerkmale

Die gegenwärtigen technischen Lösungen beschränken sich hauptsächlich auf einfache Produktkonstruktionen, z. B. Einlagenbroschuren in Drahrückstichheftung oder Mehrlagenbroschuren in Klebebindung.

Das ausgestattete Buch als das hochwertigste Erzeugnis der industriellen Buchbinderei hat sich beim Publishing on demand noch nicht durchsetzen können, auch wenn verstärkte Forderungen sichtbar werden und man sich mit der technischen Realisierbarkeit beschäftigt. Die Ausstattung des Produktes bleibt jedoch beschränkt. Ausstattungsmerkmale wie Schnittfärbungen, Runden und Fügen von Zusatzteilen (Leseband, Kapitalband u. a.), aber auch hochveredelte Buchdecken und Schutzumschläge werden nicht oder nur in geringem Umfang eingesetzt. Der Aufwand für die Realisierung übersteigt die Forderung nach schneller Fertigstellung des Produktes (u. a. Notwendigkeit von Trocknungszeiten) und setzt Fachkenntnisse voraus.

Bei einer Inline-Fertigung von Druck und Weiterverarbeitung sind diese Arbeitsgänge nicht integrierbar.

Die starre Kopplung der Aggregate bei existierenden Anlagen erlaubt außerdem keine Produktionsvariabilität.

### Qualität

Bezüglich der buchbinderischen Qualität müssen Abstriche gegenüber der gewohnten Auflagenproduktion gemacht werden, die sich zum einen aus den Papiereigenschaften ergeben, wie oben erläutert, zum anderen aus der Verwendung einfacher Aggregate und Kleingeräte. Die Klebebinder beispielsweise sind mit nur einer Rückenbearbeitungsstation ausgestattet, was die Variationen der Rückenbearbeitung eingeschränkt, und erlauben nur einschichtigen Klebstoffauftrag.

### Veränderungen im technologischen Ablauf der buchbinderischen Verarbeitung

Im Vergleich zur traditionellen industriellen Buchbinderei treten verschiedene Abweichungen von der technologischen Reihenfolge der Arbeitsabläufe auf. Als Beispiele seien genannt, daß bei verschiedenen Aggregaten zur Drahrückstichheftung das Falzen erst nach dem Fügen erfolgt und daß vereinzelt der Blockbeschnitt (drei- oder vierseitig) vor dem Fügen vorgenommen wird.

Ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal besteht im Wegfall des Prozeßabschnitts Sammeln / Zusammentragen. Aus dem wechselnden Druckbild je Druckvorgang ergibt sich, daß sämtliche Bogen bzw. Seiten eines Exemplars in der geforderten Reihenfolge und mit dem erforderlichen Ausschießschema, das der Falz- und Bindesequenz entspricht, gedruckt werden können. Die korrekte Seitenreihenfolge ist gesichert, da Fehler beim Komplettieren wie Fehl-, Doppel- oder Falschbogen vermieden werden.

Notwendig ist jedoch eine Pufferstation, in der die gedruckten Bogen eines Exemplars bis zu dessen Vollständigkeit gesammelt werden /19/. Des Weiteren werden Pufferbehälter eingesetzt, wenn Druck und buchbinderische Verarbeitung offline erfolgen oder zeitlich versetzt.

Leistung

Die Leistungsfähigkeit der elektrofotografischen Drucksysteme im Schwarz-Weiß-Bereich liegt zwischen 4...400 DIN A4-Bogen/min /25/. Wird auf Rolle gedruckt, können bis zu 900 DIN A4-Seiten gedruckt werden /24, 26, 27/. Farbdrucker, wie sie beispielsweise für den Druck von Broschürenumschlägen genutzt werden, ermöglichen 70...180 DIN A4-Seiten/min /23, 25, 27, 29/.

Bei Exemplaren von 300 Seiten Umfang beträgt damit der Ausstoß aus der digitalen Druckeinheit bis zu 180 Produkte in der Stunde. Damit können für die Weiterverarbeitung Maschinen und Aggregate im unteren Leistungsbereich eingesetzt werden, auch wenn der Ausstoß mehrerer Druckeinheiten zu verarbeiten ist.

Formatunabhängigkeit und minimale Rüstzeiten sind wünschenswert.

Verkettung

Eine Verkettung von Druckeinheit und Buchbindereimaschinen wird vor allem dann als vorteilhaft angesehen, wenn Arbeitskräfte eingespart oder vorzugsweise Produkte geringen Umfangs produziert werden (bis 50 Seiten, Auflage unter 100 Exemplare /30/). Druck und Druckweiterverarbeitung erfolgen dabei auf Abruf gemeinsam, und Fehler durch manuelle Eingriffe werden vermieden. Bei Inline-Fertigung besteht eine Vernetzung der Druck- und Weiterverarbeitungsanlagen, so daß Produktinformationen nach Eingabe eines Auftrags weitergeleitet und formatabhängige Einstellungen selbsttätig vorgenommen werden (z. B. Taschenanschlüge in Falzaggregaten, Position der Schneidlinien bei Drei-/Vierseitenbeschnitt, Abstand und Position von Lochreihen beim Bohren).

Teilweise genügen separate Kleingeräte mit manueller Operationsauslösung, wie sie in Sortimentsbuchbindereien Anwendung finden, den Anforderungen. Sie ermöglichen es gegebenenfalls, den Ausstoß mehrerer Druckmaschinen zu verarbeiten, womit ihre Auslastung gewährleistet wird und eine höhere Flexibilität der Produktion gegeben ist. /30, 31/

Hochleistungsfließstrecken haben auf dem Gebiet des Publishing on demand keine Einsatzberechtigung.

**Tabelle 1 Besonderheiten des Binding on demand**

<b>Kriterium</b>	<b>Technologische Merkmale</b>
Kurzfristigkeit bei der Fertigstellung	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Anwendung reaktivierbarer Klebstoffe (Heißsiegeln)</li> <li>•Vorfertigung und Lagerung von Umschlägen und Buchdecken</li> <li>•Kopplung von Aggregaten für die Weiterverarbeitung an die Druckeinheit</li> <li>•einfache Produktkonstruktionen</li> </ul>
Kleinstauflagen und Einzelstücken	<ul style="list-style-type: none"> <li>•häufig wechselnde Formate und Blockdicken</li> <li>•Festlegung auf wenige Standardformate</li> <li>•Lagerung vorgefertigter Umschläge und Buchdecken oder vorbereiteter Materialzuschnitte</li> <li>•Einschränkung in der Materialauswahl und Veredlung</li> <li>•Forderung nach makulaturfreiem Umrüsten der Aggregate</li> </ul>

<b>Kriterium</b>	<b>Technologische Merkmale</b>
Drucken vor Ort	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Einschränkungen in bezug auf technische Ausstattung und Fachkenntnisse</li> <li>•Bereitstellung vorgefertigter Teilprodukte (Buchdecke, Broschurenumschlag)</li> </ul>
Papiereigenschaften	<ul style="list-style-type: none"> <li>•starke Austrocknung des Papiers</li> <li>•Qualitätseinbußen in bezug auf Handhabbarkeit des Papiers und Haltbarkeit des Produktes</li> </ul>
Bedruckstoffformat	•Druck und Weiterverarbeitung verschiedener Formate im Wechsel
Produktmerkmale	<ul style="list-style-type: none"> <li>•gegenwärtig hauptsächlich Herstellung von Broschuren</li> <li>•geringer Ausstattungsgrad bei Büchern</li> </ul>
Qualität	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Einschränkungen durch Papieraustrocknung</li> <li>•Einschränkungen durch Einsatz einfacher Kleingeräte</li> </ul>
technologischer Ablauf	<ul style="list-style-type: none"> <li>•Wegfall des Sammelns / Zusammentragens</li> <li>•teilweise Abweichungen von traditioneller technologischer Reihenfolge</li> </ul>
Leistung	•niedriger Leistungsbereich

### 1.3 Stand der Technik

Welche maschinentechnischen Gegebenheiten heute bestehen, um digital Gedrucktes zu einem Finalprodukt weiterzuverarbeiten, wird nachfolgend überblicksmäßig dargestellt. Es geht dabei nicht um Gerätetechnik, deren eventueller Praxiseinsatz vorausschauend prognostiziert wird, sondern um tatsächlich in der Produktion stehende und sich bewährende Technik.

Auf eine detaillierte Beschreibung der Abfolge einzelner Prozeßabschnitte zur Broschuren- und Buchherstellung wird an dieser Stelle mit Verweis auf Kapitel „4 Aspekte der maschinentechnischen Verarbeitung im Rahmen des Binding on demand“ verzichtet. Dort sind neben Beschreibungen von Wirkprinzipien und der dazugehörigen Maschinentechnik auch Hinweise auf Besonderheiten und beachtenswerte Kriterien der jeweiligen Prozeßabschnitte gegeben, was insgesamt eine Entscheidungshilfe im Hinblick auf realisierbare Produktkonstruktionen und Auflagenhöhen erleichtern soll.

Eines der ersten Verarbeitungsverfahren digitaler Drucke ist die Drahrückstichheftung gewesen. Sie stellt eine der einfachsten Produktkonstruktionen dar, woraus sich auch unkomplizierte Wirkprinzipien für deren Realisierung ergeben. Neben der einfachen Technologie und nicht notwendigen Trocknungszeiten steht als Vorteil, daß aufgrund der ohnehin geringen Produktdicke Dickenschwankungen von Produkt zu Produkt ohne nennenswerte qualitative Auswirkungen bleiben. Maschinentechnik in Form der sogenannten kombinierten Sammel-Drahtheft-Falz-Schneidemaschinen (Bookletmaker) ist bereits bekannt aus dem Bereich der Einzelblattverarbeitung im konventionellen Kleinauflagenbereich. Diese Technik kann genutzt und unter Einbeziehung geeigneter Steuerungstechnik für eine Inline-Fertigung direkt mit der Druckmaschine gekoppelt werden. Hier gibt es langjährige Erfahrungen /4, 6 u. a./.

Eine zweite Fertigungstechnologie ist die Klebebindung, womit Mehrlagenbroschuren hergestellt werden. Auch hier existierten bereits Kleinklebebinder, deren Nutzung auf das Binding on demand übertragen wird. Unter Zwischenschaltung eines Falzaggregates und eines Sammelschachtes können komplette Buchblocks inline an den Klebebinder geleitet werden. Häufig arbeitet dieser aber nearline, was eine manuelle Übergabe von der Druck- und Falzstrecke zum Klebebinder erfordert.

Von Flexibilität zwischen diesen beiden Produktarten zeugen Anlagen, die sowohl Drahtrückstichheftung als auch Klebebindung in einer Strecke integrieren /32/.

Die beiden Beispiele zeigen, daß sich damit auch in der Druckerei oder an jeder anderen Stelle, wo Digitaldruckmaschinen im Einsatz sind (z. B. im Copyshop, im Buchladen), Endprodukte herstellen lassen. Die sehr kompakten, platzsparenden Anlagen können bedient werden, ohne daß der ausgebildete Buchbinder mit seinen Fachkenntnissen gefragt ist.

Damit ist sicherlich für bestimmte Produktgruppen eine preiswerte und akzeptable Lösung gegeben, z. B. für Montage- und Bedienungsanleitungen, die einem Erzeugnis nur beigelegt werden, bei denen es jedoch nicht auf das Druckprodukt als solches ankommt.

Anders sieht die Sache bei Nachdrucken vergriffener Auflagen aus oder bei von vornherein kleinsten Auflagenhöhen, weil sehr spezielle Interessentengruppen angesprochen werden. In diesem Fall möchte man nicht auf das ausgestattete Buch mit fester Buchdecke verzichten, und es wird kaum akzeptiert, wenn die Nachauflage sich von der Hauptauflage wesentlich unterscheidet, z. B. weil anstelle eines Buches eine Broschur angeboten wird. Rückstichheftungen und klebegebundene Broschuren, selbst solche mit Lay-flat-Verhalten, können dem Buchliebhaber auf Dauer nicht genügen. /21, 33/

Für diese hochwertigen Produkte endet der kontinuierliche Arbeitsfluß nach dem Drucken, eventuell nach dem Falzen. Was sich danach anschließt, ist in der Diskussion um Publishing on demand mehr oder weniger vergessen worden, wie in einer Fachveranstaltung des Bundesverbandes Druck und Medien bvdmd /21, 33/ als unbefriedigend zur Sprache gebracht wurde.

Zwar zeigen vereinzelte Veröffentlichungen in den letzten Jahren Bemühungen, auch hierfür Lösungen zu schaffen, aber von Praxisrelevanz und umfassendem Einsatz bei der Herstellung von Kleinstauflagen oder gar Einzelexemplaren kann noch keine Rede sein. Das Maschinenangebot ist gering bzw. nicht verfügbar, selbst wenn man den Extremfall der Auflagenhöhe von einem Exemplar ausschließt. Den Veröffentlichungen mangelt es an technischen Details, die das Funktionsprinzip nachvollziehbar machen, bzw. beschränken sie sich auf die Erwähnung von in der Probephase befindlichen Maschinen wie die Deckenmaschine Casemaster /34, 35/, die für die Herstellung einzelner Buchdecken nach individuellem Bedarf geeignet sein soll.

Bei Betrachtung des gegenwärtigen technischen Standes der buchbinderischen Verarbeitung im Rahmen des Binding on demand darf eine Herstellungsmethode nicht unerwähnt bleiben, ein seit etwa Mitte der 90er Jahre für die Herstellung von Bibliothekseinbänden genutztes Fertigungssystem mit der Bezeichnung L.O.S.-System.

Es handelt sich hierbei um ein in sich geschlossenes System untereinander vernetzter, aber nicht inline gekoppelter Arbeitsplätze mit formatunabhängig arbeitenden Geräten und Maschinen, die manuell bedient werden, das von der Blockbindung über die Deckenherstellung

bis zum Finalprodukt einen computergesteuerten Produktionsdurchlauf für die Fertigung von Einzelexemplaren erlaubt und die Technologie des Heißsiegelns nutzt. Eine detaillierte Beschreibung des Systems ist der Anlage 1 zu entnehmen. /36 bis 42/

Im Rahmen vorliegender Aufgabenstellung wird diese Methode jedoch als nur bedingt nutzbar eingeschätzt. Es sind ausschließlich Maschinen in Sonderanfertigung, die eingesetzt und miteinander vernetzt sind. Die Blockbindung kann unabhängig von dem L.O.S.-System auf herkömmliche Weise z. B. mit Kleinklebebindern vorgenommen werden. Die Deckenherstellung aber bleibt eine separate Abteilung mit einer Vielzahl von Arbeitsplätzen mit unterschiedlichen Spezialmaschinen, deren Aufstellung platzintensiv ist und beispielsweise in einer Buchhandlung neben einer Druck- und Weiterverarbeitungslinie nicht realisierbar ist. Das würde bedeuten, daß Buchdecken zwar exemplargerecht hergestellt werden können, aber von zentraler Produktionsstätte an den Ort des Druckens und Blockbindens gebracht werden müssen, womit ein Zeitverlust entsteht.

Die Nutzung des L.O.S.-Systems zur Buchherstellung beim Binding on demand vor Ort wird somit als nicht praktikabel eingeschätzt.

Die Nutzung konventioneller industrieller Anlagen schließt sich ebenfalls aus, hier stellen allein die Zuschußkosten die Wirtschaftlichkeit außer Frage. Was gegenwärtig bleibt, ist die manuelle Fertigung in vielen einzelnen Arbeitsschritten unter Anwendung von Kleingeräten, wie sie für die Sortimentsbuchbinderei bekannt sind.

Bei der Buchproduktion übertreffen die Buchbindekosten die Druckkosten um ein Vielfaches /8, 21, 33, 43/. Auch bleibt die Herstellung den Buchbindereien vorbehalten. Das ist einerseits von Vorteil, weil die Buchherstellung diffizil ist und, soll sie in hoher Qualität erfolgen, Fachkenntnisse und Erfahrungen voraussetzt. Andererseits schränkt die Trennung von Druck und Buchbinderei aber die vom Publishing on demand geforderte Flexibilität der Vor-Ort-Produktion und Senkung der Logistikkosten ein.

Gefragt sind Lösungen für die Buchherstellung, und zwar für die Produktion nicht nur von kleinen Auflagen, sondern auch von Einzelstücken, die sich nicht ausschließlich in Buchbindereien herstellen lassen, sondern u. a. auch in einer Buchhandlung, wenn ein vergriffenes Werk auf Kundenbestellung nachgefertigt werden soll. Dabei ist ein Kompromiß zwischen Zweckerfüllung, Bezahlbarkeit und Ästhetik zu finden.



## **2 Produktkonstruktionen für Binding on demand**

Buchbinderische Finalerzeugnisse weisen eine hohe Variantenvielfalt auf. Die in der industriellen Buchbinderei hergestellten Erzeugnisse lassen sich hinsichtlich ihrer Form und Gestalt prinzipiell in die vier Gruppen Mailings/Werbebeilagen, Zeitungen, Broschuren und Bücher einteilen, wobei eine Berücksichtigung inhaltlicher Aspekte oder des Erscheinungszyklus nicht getroffen wird. Für das Publishing on demand sind die beiden ersten Erzeugnisformen ohne Bedeutung.

Bei der Auswahl von Produktkonstruktionen gilt es, zwei grundsätzliche Bedingungen zu berücksichtigen:

- Erfüllung der Forderungen, die prinzipiell an ein Druckerzeugnis gestellt werden
 

In erster Linie ist hierunter die Informationsfunktion zu verstehen, wobei in zunehmendem Maße ein Trend nach vorbildlich gestalteten und gut strukturierten Druckprodukten und nach wachsenden Qualitätsansprüchen, besonders in der Herstellung von Büchern, deutlich wird. Es kommt darauf an, neben der Gewährleistung dauerhafter Gebrauchsbständigkeit den ästhetischen Ansprüchen der Nutzer besser gerecht zu werden, um das Buch neben seiner Eigenschaft als Wissensvermittler und Gebrauchsgegenstand auch als bibliophile Kostbarkeit und Sammelstück zu betrachten.
- Erfüllung der Forderungen bezüglich der Produktion, die sich aus den Spezifika des Publishing on demand ergeben
 

Hiermit ist vorrangig die Notwendigkeit der zeitlichen Anpassung der buchbinderischen Verarbeitung an die Realisierung des Drucks gemeint sowie die Möglichkeit, die ausgewählten Konstruktionsvarianten auch als Einzelexemplare in einem vertretbaren technologischen und wirtschaftlichen Aufwand zu fertigen.

Aus der Variantenvielfalt sind geeignete Konstruktionsbeispiele auszuwählen, die beide Grundkriterien erfüllen. Um unterschiedlichen Kundenwünschen in Hinblick auf Ausstattung, Preis oder Herstellungsfrist gerecht werden zu können, ist es zweckmäßig, verschiedene Varianten, d. h. unterschiedliche Buch- und Broschurenkonstruktionen, auszuwählen. Broschuren haben bislang die größere Bedeutung bei der Umsetzung des Binding on demand, worauf bereits mehrfach verwiesen wurde. Ihnen wird im Rahmen dieser Arbeit nur ein geringer Stellenwert beigemessen, der sich auf das Ergebnis eines Forschungsberichtes /44/ bezieht. Die Ausführungen in diesem Kapitel setzen sich mit Buchkonstruktionen auseinander und ihrer Übertragbarkeit auf das Publishing on demand bzw. der Notwendigkeit von Neuentwicklungen.

### **2.1 Vergleich der buchbinderischen Finalerzeugnisse Buch und Broschur**

#### **2.1.1 Definition der Produktkonstruktionen Buch und Broschur**

Mit Hilfe einer Definition werden an dieser Stelle Bücher und Broschuren voneinander abgegrenzt, da selbst Fachleute kein einheitliches Vokabular einsetzen und häufig die

Bezeichnung „Buch“ verwendet wird, wenn im buchbinderischen Sinne eine Broschur gemeint ist, wie u. a. die Bezeichnung „Taschenbuch“ belegt.

Bücher und Broschuren sind literarische Erzeugnisse, die geistig-kulturelles Ideengut vermitteln und Produkt der gemeinsamen Tätigkeit von Autor, Verlag und Druckindustrie sind. In der buchbinderischen Verarbeitung werden bedruckte Bogen bzw. Bahnen in einer Zwangsfolge von Prozeßabschnitten zu einem Block gefügt und mit einem umhüllenden Element versehen. /5, 11/

Eine Klassifikation von Broschuren und Büchern ist mit Hilfe charakteristischer Konstruktionsmerkmale möglich. Je nach Art der Zusammenführung der Falzbogen unterscheidet man in Einlagenbroschuren und Mehrlagenbroschuren / Buchblocks. Der Broschurenblock wird mit einem Umschlag überwiegend aus einem Werkstoffzuschnitt versehen. Durch abschließendes zweiseitiges (Kopf und Fuß), meist jedoch dreiseitiges Beschneiden erhält die Broschur ihr endgültiges Format und ist fertiggestellt. Der Buchblock dagegen wird mit einer Buchdecke verbunden, die überwiegend aus mehreren Werkstoffzuschnitten gefertigt ist und separat hergestellt wird. /5, 11/

Buchblocks für Bücher zeichnen sich durch Vorsätze sowie einen Fäzelstreifen aus, der nach dem Klebstoffauftrag mit beidseitigem Übergriff von 10...12 mm auf den Rücken aufgebracht wird. Für die Buchproduktion werden die Blocks nach dem Fügen dreiseitig beschnitten. Im Unterschied zur Broschur kann der Buchblock durch zusätzliche Ausstattungsmerkmale – gerundeter Rücken, Farbschnitt, Zusatzteile (Zeichenband, Kapital- und Hinterklebeband, Hülse) – vervollkommen werden, bevor er mit der Buchdecke verbunden wird.

Eine eindeutige Abgrenzung der Bücher von der Kategorie der Broschuren ist durch die drei folgenden Merkmale gegeben:

- Der Buchblock ist durch Vorsätze komplettiert.
- Die Buchdecke ist nur außerhalb des Blockrückens an den Vorsätzen mit dem Buchblock verbunden, wobei in bestimmten Fällen eine zusätzliche Verbindung mittels Hülse zwischen Buchblockrückens und Buchdecke bestehen kann. Beim Öffnen des Buches ergibt sich ein hohler Rücken.
- Die Buchdecke steht dreiseitig am Buchblock über.

Nicht exakt ist die Bezeichnung Buch im Zusammenhang mit Verzeichnissen, die in Form einer Broschur herausgegeben werden, z. B. Telefonbuch.

Für Broschuren gilt in der Regel:

- Eine Ausstattung des Broschurenblocks mit Vorsätzen fehlt.
- Der Broschurenumschlag besteht aus einem Werkstoffzuschnitt. Die Verbindung des Umschlags mit dem Broschurenblock erfolgt im Rücken und/oder rückennahen Bereich.
- Es ergeben sich gleiche Schnittkanten von Broschurenblock und -umschlag durch gleichzeitigen dreiseitigen Beschnitt (keine überstehenden Kanten).

Broschuren weisen eine große Variationsbreite bezüglich ihrer Konstruktion auf. Forderungen nach verbessertem Aufschlagverhalten klebegebundener Broschuren (Mehrlagenbroschuren), aber auch nach neuartigen und auffälligen Produkten, die sich aus dem üblichen

Rahmen herausheben und das Käuferinteresse ansprechen sollen, haben zu einer Vielzahl von Konstruktionsvarianten geführt /44, 45/. Die genannten typischen Merkmale der Broschuren sind nicht in jeder Broschurenart gleichermaßen ausgeprägt, Parallelen zum Buch sind z. T. anzutreffen.

Neben der Informationsfunktion, auf die der Buchbinder im wesentlichen keinen Einfluß nimmt, haben Bücher und Broschuren eine Festigkeitsfunktion, Schutzfunktion, Handhabungsfunktion, ästhetische Funktion und Werbefunktion zu erfüllen. In welchem Maße die einzelnen Funktionen erfüllt werden können, hängt u. a. vom Bindeverfahren, von der Materialauswahl, von Veredlungstechniken und von der Produktkonstruktion ab. Maßgeblich dabei ist die Produktkonstruktion, die eine gezielte Auswahl hinsichtlich einer konkreten Broschurenart oder Buchdeckenkonstruktion erfordert. Diese Auswahl beeinflußt u. a.

- die Gebrauchsbeständigkeit während der erwarteten Lebensdauer und Benutzung (z. B. Kantenstabilität, Schutz des Buch- bzw. Broschurenblocks),
- die Formstabilität (z. B. Ausbildung der Rückenrundung),
- die Handhabung des Produktes (z. B. Aufschlagbarkeit, Scharnierwirkung im Buchdeckenfalz),
- den ästhetischen Gesamteindruck (z. B. Übereinstimmung mit dem ausgestatteten Buchblock).

### **2.1.2 Ausgewählte Broschurenarten für das Binding on demand**

An dieser Stelle wird ein kurzer Exkurs in die Broschurenkonstruktionen vorgenommen, obwohl diese nicht Gegenstand vorliegender Arbeit sind. Damit wird einerseits noch einmal die Bedeutung und Hochwertigkeit des Buches hervorgehoben. Zum anderen aber soll der Stellenwert der Broschur als Alternative gegenüber dem Buch gezeigt werden, womit man auch beim Binding on demand mit verschiedenen Produktkonstruktionen unterschiedlichen Ansprüchen gerecht werden kann. Kapitel „4 Aspekte der maschinentechnischen Verarbeitung im Rahmen des Binding on demand“ wird sich noch einmal hierauf beziehen.

Broschuren sind wirtschaftlich günstiger, d. h. schneller und billiger zu produzieren, da sie im Prozeßabschnitt Fügen bereits mit dem Umschlag verbunden werden und ihre Herstellung nach dem Dreiseitenbeschnitt abgeschlossen ist. Produkteigenschaften der konventionellen Broschuren führen aber aufgrund ihres prinzipiellen Aufbaus zu einer Einschränkung der Festigkeits- und Schutzfunktion, und im Laufe der Benutzungsdauer tritt eine Beeinträchtigung des ästhetischen Erscheinungsbildes auf. Zur Begründung wird angeführt:

- Beeinträchtigung der Aufschlagbarkeit bei klebegebundenen Broschuren durch direkte Verbindung des Broschurenumschlags mit dem Blockrücken, was zu einer Klammerwirkung führt;
- Brechen des Rückens beim gewaltsamen Aufschlagen, dadurch Verringerung der Blockfestigkeit und Verlust einzelner Blätter;
- kein Schutz des Broschurenblocks, da keine überstehenden Kanten;

- Bildung von Knicken und Falten im Umschlagrücken mit Beeinträchtigung der Lesbarkeit des Rückentitels.

Diese negativen Erscheinungen haben in den vergangenen Jahren zu einer Vielzahl neuer Broschurenkonstruktionen mit teilweise buchähnlichem Verhalten (Lay-Flat-Broschuren) geführt. Einen Überblick über mögliche Konstruktionsvarianten von Broschuren vermittelt die Anlage 2, wobei nicht der Anspruch auf Vollständigkeit erhoben wird.

Die Einfachheit der Broschuren in ihrer Herstellung hat dazu geführt, daß sich mit dem Printing on demand zunächst deren Herstellung durchgesetzt hat. Das betrifft hauptsächlich die drahrückstichgehefteten Einlagenbroschuren und konventionellen klebegebundenen Mehrlagenbroschuren mit vierfach gerilltem Umschlag, für die z. T. Produktionslösungen in Form von Inline-Kopplungen der jeweiligen Aggregate an die digitale Druckeinheit existieren.

In /44/ sind Broschurenkonstruktionen gegenübergestellt und hinsichtlich ihrer Produkteigenschaften und ihres Herstellungsaufwandes nach Bewertungskriterien (z. B. Handhabbarkeit, ästhetisches Erscheinungsbild, Knickbildung im Rücken, Haltbarkeit der Verbindung Broschurenblock – Broschurenumschlag, Aufwand bei der Herstellung des Umschlags und der Verbindung Block – Umschlag, maschinentechnischer Aufwand) beurteilt worden. Aus der vergleichenden Analyse und den Erfahrungen der Praxis konnten noch weitere Broschurenkonstruktionen als geeignet für das Binding on demand herausgestellt werden, die nachfolgend aufgeführt werden. Eine detaillierte Beschreibung dieser Broschurenarten ist in Anlage 2 enthalten.

- Mehrlagenbroschuren mit vierfach gerilltem Umschlag (konventionelle Broschur),  
Tubebind (Broschur mit buchähnlichem Aufschlagverhalten),  
Eurobind (Broschur mit buchähnlichem Aufschlagverhalten)

Tubebind und Eurobind als Lay-Flat-Broschuren erfüllen optimal die Forderungen nach Gebrauchsbeständigkeit und Handhabbarkeit und weisen trotz der Notwendigkeit der Hülsenfertigung für Tubebind, die eine Vorproduktion und Deponierung von Umschlägen erschwert, bezüglich ihrer Herstellung Vorteile gegenüber den meisten übrigen Varianten auf. Für die Herstellung der Eurobind-Broschur ergeben sich Parallelen zur Buchherstellung, da ein gefälzelter Block benötigt wird. Durch Nutzung annähernd gleicher Wirkprinzipien wird es als möglich angesehen, in einer Fließstrecke einem Block sowohl die Buchdecke als auch den Broschurenumschlag zuführen zu können.

Der Herstellungsaufwand für die Broschur mit vierfach gerilltem Umschlag ist vergleichbar mit der Eurobind-Broschur. Der Nachteil im Aufbau der Broschur besteht in der direkten Verbindung zwischen Broschurenblock und -umschlag, womit die Aufschlagbarkeit und die Formstabilität des Rückens beeinträchtigt werden.

- Einzelblattbroschur (Drahtkammbindung)

Der Einsatz von Einzelblattbroschuren beschränkt sich auf ausgewählte Anwendungsgebiete (z. B. Kalender, Handbücher, Produktkataloge). Nachteile wie ein überhöhter Rücken, der ein Stapeln erschwert, fehlende Ausstattungsvarianten im traditionellen Sinne und Unterbrechung des Bundstegs durch die Perforationsreihe verhindern einen umfassenden Einsatz, z. B. für Belletristik. Für die Anwendung im Rahmen des Publishing on demand spricht, daß bei Papieren mit geringem Feuchtigkeitsgehalt oder falscher

Laufrichtung keine qualitativen oder verarbeitungstechnischen Auswirkungen auftreten und für die Herstellung leicht zu bedienende, formatunabhängige Tischgeräte mit manueller Auslösung des Stanz- und Bindevorgangs verwendet werden können.

- drahrückstichgeheftete Einlagenbroschur

Die Einlagenbroschur erfüllt nicht den Anspruch einer hochwertigen Broschur (Steigung und Aufsperrn im Rücken, Verschiebung des Satzspiegels) und unterliegt aufgrund begrenzter Produktdicke keiner allgemeinen Anwendungsmöglichkeit.

Vorteilhaft ist die schnelle Fertigstellung mit geringem Materialeinsatz und ohne Trocknungszeiten (kein Klebstoff) unter Nutzung einfacher Geräte bzw. kompletter Anlagen. Die Praxis belegt, daß drahrückstichgeheftete Einlagenbroschuren mit hohem Anteil bei der Verarbeitung digital gedruckter Erzeugnisse beteiligt sind, sofern es die Produktdicke zuläßt.

Mit den vorgeschlagenen Broschurenarten stehen preiswerte, schnell zu realisierende Alternativen zum hochwertigen Buch zur Verfügung, die für bestimmte Anwendungsfälle, z. B. individuell zusammengestellte Reiselektüre, Firmenangebote und Bedienungsanleitungen, als angemessen erachtet werden.

Die Betrachtung der Broschur wird an dieser Stelle abgeschlossen. Die folgenden Kapitel beschäftigen sich ausschließlich mit dem Finalprodukt Buch. Ziel ist es, auch dem Buch mit seinen herausragenden Eigenschaften im Rahmen des Publishing on demand eine Stellung zu verleihen.

### **2.1.3 Das Buch als das hochwertigste buchbinderische Finalerzeugnis**

Die Funktionen, die ein Druckprodukt zu erfüllen hat, besitzen für Bücher und Broschuren unterschiedliche Wertigkeit, was sich aus dem unterschiedlichen Gebrauchswert beider Erzeugnisgruppen ergibt. Bei einem Vergleich zwischen dem Buch und der Broschur stellt sich das Buch als das hochwertigere buchbinderische Erzeugnis dar. Neben der Informationsfunktion nehmen für das Buch die Festigkeitsfunktion und ästhetische Gesichtspunkte einen weitaus höheren Stellenwert ein als für die Broschur. Traditionsgemäß verbinden sich mit einem Buch Langlebigkeit und Gebrauchsbeständigkeit.

Für die Buchdecke wird in der Regel eine Deckelpappe verwendet, die zu einer stabilen, nichtflexiblen Buchdecke führt. Dieser steife Einband vermittelt das Gefühl von Stabilität und Dauerhaftigkeit und bringt außerdem Formbeständigkeit und Standfestigkeit mit sich, so daß ein Buch problemlos in einem Regal abgestellt werden kann. Der Buchblock ist durch die überstehenden Kanten der Buchdecke zurückgesetzt, was den Kontakt zum Regalboden vermeidet und dem Block Schutz vor Verschmutzung und mechanischer Beschädigung verleiht.

Trotz Aufwertung von Broschurenumschlägen durch z. B. Lackieren, Kaschieren oder Heißfolienprägen bleibt die Broschur in Hinblick auf Ästhetik und Gestaltungsvielfalt dem Buch unterlegen, was mit einer umfangreichen Palette unterschiedlicher Bucheinbandmaterialien

und der Möglichkeit der Buchdeckenveredlung einerseits und den Mitteln der Blockausstattung für den Buchblock andererseits begründet wird.

Nicht vergessen werden sollte an dieser Stelle der historische Stellenwert des Buches, das in seiner heutigen Form als traditionelles Finalerzeugnis der Buchbinderei über Jahrhunderte hinweg hergestellt wurde, ehe die einfachere und billigere Variante der Broschur entstand. Aus der Kunst des Handbuchbinders über die Industrialisierung der buchbinderischen Verarbeitung wird sich das Buch auch in der aufkommenden neuen Entwicklungsrichtung der Publikation gedruckter Erzeugnisse, dem Publishing on demand, behaupten.

Neben den Vorteilen hinsichtlich der Produkteigenschaften besteht für das Buch der Nachteil höherer Herstellungskosten. Es sind wesentlich mehr Arbeitsschritte auszuführen; mit Deckenherstellung und Endverarbeitung sind zwei komplette Teilprozesse zusätzlich notwendig. Das Buch setzt sich aus den beiden Teilprodukten Buchblock und Buchdecke zusammen, wobei der gebundene und ausgestattete Buchblock Voraussetzung für die Deckenherstellung ist, da die Maße der Buchdecke bestimmt werden von den Abmessungen des Buchblocks. Ausführliche Erläuterungen zu qualitativen Auswirkungen von Maßabweichungen sind im Abschnitt „2.2.3 Einschränkungen beim Einsatz der vierteiligen Ganzbanddecke für das Binding on demand“ erläutert. Hinzu kommt ein zu berücksichtigender Zeitaufwand, der für Trocknungsvorgänge erforderlich ist.

## **2.2 Buchdeckenkonstruktionen als Konstruktionsmerkmal des buchbinderischen Finalerzeugnisses Buch**

Die Klassifikation von Büchern kann u. a. vorgenommen werden nach dem Ausstattungsgrad, den Bestandteilen der Buchdecke (Anzahl der Zuschnitteile) oder der Beschaffenheit des Bezugsmaterials (einteiliger oder mehrteiliger Bezug). Für die vorliegende Aufgabenstellung ist die Anzahl der Deckenteile ausschlaggebend. Eine Konstruktionsbeschreibung unterschiedlicher Buchdecken ist in Anlage 3 enthalten.

### **2.2.1 Analyse von Buchdeckenkonstruktionen bezüglich ihrer Eignung**

Hinsichtlich der zu erfüllenden Funktionen werden die Buchdeckenkonstruktionen nach folgenden Kriterien betrachtet:

- Ecken- und Kantenschutz, Schutz vor Delaminierung des Schichtverbundes (Schutz des Buchblocks durch Bestand der Buchdecke),
- Stabilität der Deckel (Standfestigkeit im Regal),
- Formbarkeit des Rückens (für gerundeten Buchblock),
- Formstabilität, insbesondere des Rückens,
- Scharnierfunktion (gute Handhabung und Gebrauchsbeständigkeit),
- ästhetischer Gesamteindruck in Verbindung mit einem hochausgestatteten Buchblock.

Neben den Eigenschaften der Buchdecke in Erfüllung ihrer Funktionen ist für das Binden digital gedruckter Produkte im Rahmen des Publishing on demand der Herstellungsaufwand von entscheidender Bedeutung. Darunter fällt die Betrachtung

- von Arbeitsoperationen, die zusätzlich zum Schneiden und Fügen der Deckenteile erforderlich sind;
- der Anzahl der Materialzuschnitteile, aus denen sich
  - der Aufwand für das Fügen und
  - der Aufwand für die notwendige Lagerhaltung ableiten;
- der Formatabhängigkeit mit Schlußfolgerungen für Möglichkeiten der Standardisierung.

### **2.2.1.1 Einteilige Buchdecke**

In Form und Gestaltung entsprechen einteilige Buchdecken nicht den Anforderungen an ein langlebiges, hochwertiges Buch und erfüllen Festigkeits- und ästhetische Forderungen nicht bzw. unzureichend.

Buchdecken aus Karton, insbesondere Decken ohne Einschläge oder Materialdopplung, besitzen eine geringe Festigkeit und Stabilität, was einer hohen Gebrauchsbeständigkeit widerspricht. Standfestigkeit im Regal und Formstabilität des Deckenrückens können nicht gewährleistet werden. Die über den Block stehenden Ecken und Kanten werden beschädigt, knicken und führen zu einer Delaminierung des Kartons.

Auch eine partielle oder vollflächige Verdopplung des Kartons an den Deckelflächen bietet nur geringfügig höhere Festigkeit und nur teilweise einen verbesserten Kantenschutz.

Bei Buchdecken aus Pappe kann zwar von einer hohen Stabilität ausgegangen werden, der Kantenschutz ist aber ebenfalls unzureichend. Diese Buchdecken sind außerdem aufgrund des starren Deckenrückens nicht für gerundete Buchblocks einsetzbar. Die starre Pappe im Falzbereich beeinträchtigt trotz Materialverringerung an der Nut- bzw. Fräslinie die für das Öffnen der Decke erforderliche Scharnierwirkung.

Für die Herstellung einiger Buchdeckenkonstruktionen aus Karton sind Rill- und Stanzvorgänge erforderlich. Dazu werden Stanzautomaten eingesetzt, in denen in der Regel großformatige Nutzen bzw. mehrere Nutzen in einem Stanzvorgang verarbeitet werden. Der Aufwand für die Herstellung einer Stanzform ist beträchtlich und mit hohen Kosten verbunden. Je Buchdecke, deren äußere Abmessungen und Position der Rilllinien von Format und Blockdicke abhängen, ist eine Stanzform erforderlich. Neben dem maschinentechnischen Aufwand widerspricht auch die notwendige Anzahl unterschiedlicher Stanzformen den Anforderungen der Einzelbuchproduktion. /53/

Beim Umlegen der gerillten Deckenteile können sich Passerdifferenzen ergeben, die entweder zu einer Überlappung oder zur Ausbildung von Zwischenräumen führen und sich durch das Vorsatz drücken.

Außerdem erfordern unterschiedliche Blockformate und Blockdicken eine Reihe unterschiedlich breiter Kartonbahnen, deren Lagerhaltung sich als problematisch erweist. Die notwendigen Zuschnitte für unterschiedliche Formate aus einer Kartonbahn bedingen einen hohen Materialabfall /53/.

Für die Buchdecken aus Pappe sind Arbeitsverfahren – Nuten oder Fräsen – erforderlich, die in der buchbinderischen Verarbeitung sonst keine Anwendung finden. Nuten und Fräsen setzen eine Mindestpappendicke von 3 mm voraus, um bei der üblichen Verarbeitungstiefe von 50...65 % der Werkstoffdicke eine Restdicke zu erhalten, die die Scharnierfunktion bei Gebrauchsbeanspruchung erfüllen kann und nicht zum Materialriß führt. Üblich sind für die Buchproduktion im gebräuchlichen Formatbereich Deckelpappen von einer Dicke zwischen 1,2...1,7 mm. Dickere Pappen werden nur für Überformate und sehr dicke Bücher eingesetzt, führen andernfalls zu einem klobigen Erscheinungsbild der Buchdecke, das nicht im Einklang mit dem Buchblock steht.

Die durch Nuten oder Fräsen erzielte Scharnierwirkung wird zudem als ungenügend eingeschätzt.

### **2.2.1.2 Zweiteilige Buchdecke**

Da für die zweiteiligen Buchdecken eine einteilige die Grundlage bildet, gelten im wesentlichen die unter „2.2.1.1 Einteilige Buchdecke“ gemachten Äußerungen.

Durch den Bezugsstoff – unabhängig von der Ausführung – verbessert sich die Formstabilität des Rückens bei Kartondecken. Die Scharnierwirkung wird jedoch durch Versteifung des Falzbereiches negativ beeinflusst. Wird nur der Rücken bezogen, wird keine weitere Beeinflussung der Eigenschaften bewirkt.

Die vollflächige Kaschierung mit offenen Seitenkanten bringt eine geringe Erhöhung der Steifigkeit der Kartondecke mit sich.

Beim Bezug mit eingeschlagenen Kanten erhöht sich zusätzlich die Kantenfestigkeit.

Wie für alle Deckenkonstruktionen mit einem partiellen oder vollflächigen Bezugsstoff existiert eine Variabilität in der Gestaltung, die durch die Wahl des Bezugsmaterials (z. B. unterschiedliche Gewebe, Papier) gegeben ist.

### **2.2.1.3 Dreiteilige Buchdecke**

Da der Rücken dreiteiliger Buchdecken ausschließlich vom Bezugsmaterial gebildet wird, besteht nur eine geringe Formstabilität. Für Buchblocks mit geradem Rücken ist keine qualitätsgerechte Anpassung der Decke an den Block möglich. Auch entspricht die Stabilität im Rücken nicht den geforderten Gebrauchsbelastungen, z. B. beim Herausziehen des Buches aus einem Regal.

Dreiteilige Buchdecken, die nur einen Rückenbezug oder eine Kaschierung mit offenen Seitenkanten aufweisen, genügen den Anforderungen an Kantenfestigkeit und den ästhetischen Forderungen nicht. Bei einem Bezug mit Einschlägen dagegen ist ein Kantenschutz gewährleistet.

Bei einer Verarbeitung von ausgewählten Standardformaten können vorbereitete Deckelpappen mit entsprechenden Maßen für Höhe und Breite gelagert werden. Das Bezugsmaterial kann von der Rolle verarbeitet und entsprechend der jeweiligen Blockdicke zugeschnitten werden.

#### **2.2.1.4 Vierteilige Buchdecke**

Wird die vierteilige Buchdecke auf Grundlage einer einteiligen Decke (Karton oder Pappe) mit dreigeteiltem Bezugsmaterial hergestellt, gelten zunächst die unter „2.2.1.1 Einteilige Buchdecke“ und „2.2.1.2 Zweiteilige Buchdecke“ gemachten Ausführungen, was Schutzfunktion und Funktionalität betrifft. Hinzu kommt ein Mehraufwand für die Herstellung, da zusätzlich zur Fertigung der einteiligen Decke ein dreiteiliger Bezug gefügt werden muß.

Die traditionelle Ganzbanddecke entspricht in ihrer Form und Beschaffenheit den Anforderungen an ein hochwertiges Buch. Die Deckelpappen verleihen dem Buch Standfestigkeit. Die umgeschlagenen Kanten bieten ausreichenden Kantenschutz.

Entsprechend der Wahl des Rückeneinlagematerials kann die Decke den Erfordernissen gerundeter oder ungerundeter Buchblocks angepaßt werden. Eine starre Rückeneinlage liefert bei geradem Rücken die notwendige Formstabilität. Ein flexibles Rückeneinlagematerial (Schrenzkarton) läßt sich runden.

Der zwischen Rückeneinlage und Deckelpappen ausgebildete Falz nimmt bei Einhaltung der geforderten Breite optimal die Scharnierfunktion beim Öffnen des Erzeugnisses wahr.

Im Vergleich zu Beispielen der ein- oder zweiteiligen Deckenkonstruktionen ist der Herstellungsaufwand für den Ganzband erheblich größer. Es sind vier Teile aus zwei oder drei unterschiedlichen Materialien zu fügen. Eine Bevorratung von Standardteilen ist lediglich für die Deckelpappen möglich, während die Rückeneinlage auf Blockdicke abgestimmt zugeschnitten werden muß. Bei starrer Rückeneinlage besteht die Möglichkeit, diese mit den Deckelteilen aus einem Nutzen zu schneiden.

Insbesondere die Rückeneinlage bedarf einer sehr genauen Abstimmung auf die tatsächliche Blockdicke. Eine zu schmale Einlage führt zu einer unexakten, ungleichmäßigen Rückenform; der Buchblock ist zu breit für die Decke und wird verformt bzw. verschoben. Eine zu breite Rückeneinlage beeinträchtigt nicht nur den Gesamteindruck des Buches, sondern führt zu einer Zerstörung im Falzgelenk oder im Falz der Vorsätze; der Block löst sich bei Gebrauchsbelastung aus der Decke.

#### **2.2.1.5 Fünfteilige Buchdecke**

Die fünfteilige Buchdecke entspricht in ihren Eigenschaften der dreiteiligen Decke. Sie unterscheidet sich im Herstellungsaufwand, der aufgrund des dreiteiligen Bezugsmaterials größer ist. Es sind fünf Teile aus vier verschiedenen Materialien zu fügen.

#### **2.2.1.6 Sechsteilige Buchdecke**

Bezüglich Festigkeits- und Handhabungseigenschaften gleicht die sechsteilige Buchdecke der Ganzbanddecke. Wie bei allen Decken mit mehrteiligem Bezugsmaterial ergeben sich bei der Materialauswahl preisliche Vorteile gegenüber dem einteiligen Bezug. Für das stärker beanspruchte Rückenbezugsmaterial (Beanspruchung im Falz, an Kopf-/Fußkanten) kann ein hochwertigeres und damit teureres Material verwendet werden als für den Deckelbezug. Verbunden damit ist die zusätzliche Gestaltungsvariante.

Nachteilig gegenüber der Ganzbanddecke ist die höhere Anzahl Einzelteile, die zu fügen sind (sechs Teile aus drei oder vier unterschiedlichen Materialien).

### **2.2.1.7 Plastbuchdecke**

Die Herstellung von Plastbuchdecken erfordert eine Hochfrequenzschweißanlage mit formatgebundener Schweißelektrode; eine manuelle Fertigung oder die Verwendung von Kleingeräten ist nicht praktikierbar. Die Verarbeitung unterschiedlicher Formate und Blockdicken erfordert jeweils eine eigene Schweißelektrode.

Gestaltungsvariabilität durch Einsatz unterschiedlicher Materialien ist nicht gegeben.

Einteilige Plastbuchdecken verfügen über eine unzureichende Formstabilität und Standfestigkeit aufgrund der flexiblen Buchdeckel aus Weich-PVC. Erst durch das Aufschweißen von zwei Hart-PVC-Teilen auf die Deckelflächen wird Standfestigkeit gewährleistet.

Der haptische und optische Eindruck des „kalten“ Kunststoffes widerspricht dem ästhetischen Empfinden im Zusammenhang mit bestimmten Produktgruppen wie z. B. belletristischer Literatur oder Klassikerausgaben, so daß sich die Plastbuchdecken nur in ausgewählten Anwendungsbereichen durchsetzen konnten und für eine Anwendung im Bereich des Publishing on demand nicht geeignet sind.

### **2.2.1.8 Sonderformen von Buchdecken**

Die verschiedenen Sonderformen von Buchdecken werden für den vorliegenden Anwendungsfall ausgeschlossen, wofür folgende Gründe vorhanden sind:

- Beschränkung auf spezielle Anwendungsgebiete

Alle Sonderformen von Buchdecken – wattierte Decken, Decken mit runden Ecken, Buchdecken, die elektronische Medien aufnehmen können u. a. – haben sich auf ausgewählte Anwendungsgebiete beschränkt. Durch ihre Besonderheiten fallen sie aus dem üblichen Rahmen der Buchdeckenkonstruktionen, um bestimmte Produkte, z. B. Tagebücher, Fotoalben oder Taschenkalender, hervorzuheben. Eine Unifizierung, wie sie für Binding on demand erforderlich ist, lassen diese Sonderformen nicht zu.

- Aufwand an Spezialmaschinen

Für eine Einzelbuchproduktion erweist sich der notwendige Aufwand an Spezialmaschinen als erheblich. Teilweise sind spezielle Werkzeuge erforderlich, die nach dem Format der Buchdecke, d. h. auch in Abhängigkeit der Buchblockdicke, angefertigt werden müssen (z. B. Umlegewerkzeuge für Kanten bei Decken mit runden Ecken) und somit für Kleinstauflagen oder Einzelstücke mit variierender Blockdicke nicht denkbar sind.

- Anzahl der zu fügenden Einzelteile

Mit der erhöhten Anzahl von Fügeteilen ist ein Mehraufwand an notwendiger Materialbereitstellung und Fügevorgängen erforderlich, was besonders bei wattierten Decken deutlich wird.

- Materialeigenschaften

Der für wattierte Decken verwendete Schaumstoff verfügt über Materialeigenschaften, die eine automatische Verarbeitung nicht gestatten. Ein hoher Reibungskoeffizient blockiert das Schieben und Gleiten des Materials, Porosität macht das Ansaugen unmöglich. Der vorbereitete Schichtverbund eines Deckels erfordert hohe Ansaugkräfte aufgrund seines Deckelgewichtes.

## **2.2.2 Auswahl geeigneter Buchdeckenkonstruktionen**

### **2.2.2.1 Definition von Auswahlkriterien**

Tabelle 2 zeigt eine zusammenfassende Gegenüberstellung der in den vorangegangenen Kapiteln geführten verbalen Beurteilung der ein- und mehrteiligen Buchdecken konventionellen Aufbaus. Die Plastbuchdecken und Sonderformen werden nicht in die Bewertung einbezogen.

Es sind zunächst sechs Bewertungskriterien aufgestellt worden, die sich auf die Erfüllung der Schutz-, Handhabungs- und ästhetischen Funktion von Büchern beziehen:

- 1 Ecken- und Kantenschutz, Schutz vor Delaminierung,
- 2 Stabilität der Deckel (Standfestigkeit im Regal),
- 3 Formbarkeit des Rückens (Eignung für gerade und runde Rücken),
- 4 Formstabilität des Rückens,
- 5 Scharnierfunktion,
- 6 Erfüllung der ästhetischen Funktion (einem hochausgestatteten Buchblock angemessen).

Der Erfüllung der Schutz- und ästhetischen Funktion wird dabei Priorität beigemessen, was sich in einer Verdopplung der Bewertungszahl für die Kriterien 1 und 6 bei der Summenbildung ausdrückt. Für den Schutz des Buchblocks ist im wesentlichen die Stabilität und Langlebigkeit der Buchdecke verantwortlich. Vorzeitiges Abnutzen der Kanten, verbunden mit Knickbildung und Delaminierung des Deckelmaterials bzw. Ablösung von Kaschierungen, beeinträchtigen nicht nur das äußere Bild des Produktes, sondern führen zu einer Verringerung der Schutzfunktion. Das ästhetische Gesamtbild der Buchdecke steht in einem engen Zusammenhang mit der Aufgabenstellung nach Fertigung von qualitativ hochwertigen Büchern. Nur eine ansprechende, vollkommene Buchdecke bildet mit einem hochausgestatteten Buchblock eine Einheit.

**Tabelle 2 Bewertung von Buchdecken**

Buchdeckenkonstruktion	Bewertungskriterium						Σ
	1	2	3	4	5	6	
<b>einteilige Buchdecke</b>							
Pappe, gefräst/genutet	-	+	-	+	-	-	<b>8</b>
Karton, gerillt	-	-	0	0	0	-	<b>6</b>
Karton, gerillt mit Einschlügen	0	-	0	0	0	-	<b>10</b>
Karton, gerillt, Materialdopplung (gestanzter Zuschnitt)	0	0	0	0	-	-	<b>10</b>
Karton, gerillt, Materialdopplung (rechteckiger Zuschnitt)	-	0	0	0	-	-	<b>6</b>
<b>zweiteilige Buchdecke</b>							
Pappe, gefräst/genutet mit Rückenbezug	-	+	-	+	-	-	<b>8</b>
mit Kaschierung	-	+	-	+	-	-	<b>8</b>
mit Bezug mit Einschlügen	+	+	-	+	-	+	<b>24</b>
Karton, gerillt							
mit Rückenbezug	-	-	0	0	-	-	<b>4</b>
mit Kaschierung	-	-	0	0	-	-	<b>4</b>
mit Bezug mit Einschlügen	0	-	0	0	-	0	<b>12</b>
<b>dreiteilige Buchdecke</b>							
mit Rückenbezug	-	0	-	-	0	-	<b>4</b>
mit Kaschierung	-	0	-	-	0	-	<b>4</b>
mit Bezug mit Einschlügen	+	0	-	-	0	0	<b>16</b>
<b>vierteilige Buchdecke</b>							
Pappe, gefräst/genutet, mit Halbbandbezug	+	+	-	+	-	+	<b>24</b>
Karton, gerillt, mit Halbbandbezug	0	-	0	0	-	0	<b>12</b>
Ganzband, starre Rückeneinlage	+	+	-	+	+	+	<b>28</b>
Ganzband, flexible Rückeneinlage	+	+	+	0	+	+	<b>30</b>
<b>fünfteilige Buchdecke</b>							
mit Halbbandbezug	+	0	-	-	0	0	<b>16</b>
<b>sechsteilige Buchdecke</b>							
Halbband, starre Rückeneinlage	+	+	-	+	+	+	<b>28</b>
Halbband, flexible Rückeneinlage	+	+	+	0	+	+	<b>30</b>

+ = 4      0 = 2      - = 0

Verdopplung für Kriterien 1 und 6

Bewertungskriterien zu Tabelle 2:

- Ecken- und Kantenschutz, Schutz vor Delaminierung
  - + Pappe mit Bezug mit Einschlügen
  - o Karton mit Einschlügen oder Karton mit Bezug mit Einschlügen
  - offene Kanten (ohne Bezug oder Kaschierung)
- Stabilität der Deckel (Standfestigkeit im Regal)
  - + einteilige Pappe oder Konstruktion mit Rückeneinlage
  - o Karton doppelt oder Konstruktion ohne Rückeneinlage
  - Karton einfach oder mit Bezug
- Formbarkeit des Rückens (Eignung für gerade und runde Rücken)
  - + Rücken formbar
  - o Karton im Rücken (durchgehendes Material)
  - Pappe (nur gerader Rücken) oder nur Bezugsmaterial im Rücken (nur runder Rücken)

- 4 Formstabilität des Rückens
  - + Pappe im Rücken
  - o Karton im Rücken
  - ohne Rückenmaterial (nur Bezugsmaterial im Rücken)
- 5 Scharnierfunktion
  - + Bezugsmaterial zwischen Rückeneinlage und Deckel
  - o Karton einfach im Scharnierbereich oder Konstruktion ohne Rückeneinlage
  - Pappe oder Karton doppelt oder Karton bezogen im Scharnierbereich
- 6 Erfüllung der ästhetischen Funktion (einem hochausgestatteten Buchblock angemessen)
  - + mehrteilig mit Rückeneinlage oder einteilige Pappe mit Bezug mit Einschlügen
  - o Karton mit Bezug mit Einschlügen oder Konstruktion ohne Rückeneinlage
  - ohne Bezug oder nur Rückenbezug oder Kaschierung

### 2.2.2.2 Auswahl geeigneter Buchdeckenkonstruktionen

Für die Auswahl geeigneter Buchdeckenkonstruktionen wird als Bewertungsgrenze 75 % festgelegt, was einer Summe der Bewertungszahlen von 24 entspricht. Damit wird eine Eingrenzung vorgenommen auf die

- zweiteilige Buchdecke, Pappe gefräst/genutet mit Bezug mit Einschlügen,
- vierteilige Buchdecke, Pappe gefräst/genutet mit Halbbandbezug,
- vierteilige Buchdecke, Ganzband, starre Rückeneinlage,
- vierteilige Buchdecke, Ganzband, flexible Rückeneinlage,
- sechsteilige Buchdecke, Halbband, starre Rückeneinlage,
- sechsteilige Buchdecke, Halbband, flexible Rückeneinlage.

Nach den Eigenschaften in Erfüllung der Funktionen der Buchdecke soll der Herstellungsaufwand betrachtet werden.

Für die zweiteilige Buchdecke und die vierteilige mit Halbbandbezug ist zunächst ein Pappnutzen mit den erforderlichen Scharnieren zu versehen, die gefräst bzw. genutet werden. Die Nachteile dieses zusätzlichen Arbeitsverfahrens wurden bereits unter „2.2.1.1 Einteilige Buchdecke“ beschrieben. Der Einsatz dieser zwei- und vierteiligen Decken setzt die Verwendung sehr dicker Deckelpappen (mindestens 3 mm) voraus, die bei den gängigen Buchformaten nicht konform mit dem Buchblock sind. Unter Berücksichtigung des nicht optimal ausgebildeten Öffnungsscharniers wird der Einsatz beider Decken für den vorliegenden Anwendungsfall verworfen.

Damit erfolgt eine Eingrenzung auf vierteilige (Ganzband-) und sechsteilige (Halbband-) Buchdecken, die ohne Einschränkung den Anforderungen an Schutz, Langlebigkeit, Formbeständigkeit und Ästhetik gerecht werden.

Bei einem Vergleich der Ganzband- und Halbbanddecken ergibt sich folgende Übersicht (Tabelle 3):

**Tabelle 3 Vergleich Ganzband- und Halbbanddecke**

Merkmal	Ganzbanddecke		Halbbanddecke	
	starr	flexibel	starr	flexibel
Rückeneinlage	starr	flexibel	starr	flexibel
Blockrückenform	gerade	gerade / gerundet	gerade	gerade / gerundet
Anzahl Teile	4	4	6	6
Anzahl unterschiedlicher Materialien	2	3	3	4

Für die Halbbanddecken ergibt sich gegenüber den Ganzbanddecken

- ein höherer Aufwand an zu lagernden Materialien;
- ein höherer Aufwand an zu lagernden Zuschnitteilen, d. h. eine höhere Lagerkapazität, wenn vorbereitete Zuschnitte gelagert werden;
- ein höherer Herstellungsaufwand zum Fügen der Buchdecken. Das Fügen erfolgt in zwei Schritten, zunächst verbindet der Rückenbezug Rückeneinlage und Deckel miteinander, dann werden die Deckel bezogen. Die Bezugsmaterialien für Rücken und Deckel überlappen dabei, so daß bei saugfähigem Rückenbezugsmaterial ein zusätzlicher Klebstoffauftrag für eine dauerhafte Verklebung erforderlich ist. Für die meisten herkömmlichen Buchdeckenmaschinen ist ein zweimaliger Maschinendurchlauf erforderlich.

Somit wird zunächst die vierteilige Ganzbanddecke für das Binding on demand ausgewählt.

### **2.2.3 Einschränkungen beim Einsatz der vierteiligen Ganzbanddecke für das Binding on demand**

#### **Betrachtungen zur Maßhaltigkeit in Zusammenhang mit der Qualität**

Für ein qualitativ hochwertiges Finalerzeugnis ist eine maßhaltige, winklige und qualitätsgerechte Buchdecke die Voraussetzung. Dies erfordert bei der Herstellung eine Maßhaltigkeit und Winkligkeit der Zuschnitteile, die Berücksichtigung von Materialeigenschaften, Einhaltung von Festlegungen beim Fügen der Deckenteile und eine saubere Verarbeitung /60/.

Wesentliche Kriterien bei der Deckenherstellung sind:

- Auswahl der Deckelpappen (Deckelpappendicke) in Abhängigkeit von der Buchdicke unter Berücksichtigung des Formates. In der Regel werden Pappen mit einer Dicke von 1,2...1,7 mm eingesetzt /51, 61, 62/.
- Maßhaltigkeit, insbesondere in bezug auf die Breite der Rückeneinlage in Abhängigkeit von der Dicke des Blocks und der Rückenform (gerade bzw. gerundet)

Bereits geringfügige Abweichungen der Breite der Rückeneinlage führen zu gravierenden Einschränkungen hinsichtlich Handhabbarkeit und Ästhetik. Als Toleranzgrenze für die Rückeneinlagenbreite wird ein Maß von  $\pm 1,0$  mm festgelegt, das sich bei dünnen Produkten (bis 10 mm) jedoch auf  $\pm 0,5$  mm reduzieren kann.

Wenn die Rückeneinlage zu schmal und damit der Buchdeckenrücken schmäler als das Buch ist /53/,

- wird der Blockrücken gequetscht, was zu einer Verlagerung des Blocks oder einer konvexen Ausbildung des Vorderschnitts führt;
- zieht sich der Falz über den Blockrücken hin, womit die Scharnierwirkung beeinträchtigt wird und die Kanten am Vorderschnitt zu schmal ausfallen;
- tritt eine hohe Belastung der Verbindung zwischen Block und Decke mit der Folge des Reißens des Vorsatzes auf;
- kommt es zum Sperren der Buchdeckel.

Wenn die Rückeneinlage zu breit und damit der Buchdeckenrücken breiter als das Buch ist /63, 64/,

- führt dies bei geradem Rücken zu einer Abnutzung der Kanten der Rückeneinlage mit der Folge einer Zerstörung des Einbandmaterials an diesen Stellen;
  - greift bei gerundetem Rücken die Rückeneinlage auf die Buchblockvorder- bzw. -rückseite über, wobei zu breite Kanten am Vorderschnitt entstehen.
- Einhaltung der Falzbreite, d. h. des Abstandes zwischen der Innenkante der Deckelpappen und der Außenkante der Rückeneinlage, in Abhängigkeit von der Dicke der Deckelpappen, des Einbandmaterials und der Dicke des Buches insgesamt. Die Falzbreite beträgt in der Regel 7...8 mm. /51, 62, 63, 64/

Zu schmale Falze verhindern ein gutes Öffnen und ziehen die Vorsätze und vorderen bzw. hinteren Blätter beim Aufschlagen des Deckels hoch /53, 61, 63/.

- Einhaltung einer gleichmäßigen Kantenbreite von 2...3 mm (bei großformatigen Büchern auch größer) beim Fügen von Buchblock und Buchdecke /51, 62/

Aus den Verfahrensrichtlinien für die Qualitätsprüfung von Büchern und Broschüren des Instituts für Rationalisierung in der Druckindustrie /65/, auszugsweise in Anlage 4 wiedergegeben, wird – auch ohne konkrete Maßangabe über die Fehlergröße – deutlich, welche Kriterien zu einer Einschränkung der Nutzungseigenschaften des Endproduktes führen. Für die Einhaltung der Parameter macht es sich demzufolge erforderlich, die Buchdecke ausgehend von den Buchblockmaßen herzustellen. Das bedeutet, daß ein kompletter gebundener, beschnittener, gerundeter und abgepreßter und mit allen Ausstattungsmerkmalen versehener Buchblock aus bedruckten Bogen des Auflagenpapiers vorliegen muß, von dem die Maße abgenommen werden können.

### **Betrachtungen zur Herstellung und Lagerung**

Für die Herstellung von Büchern unter Verwendung einer vierteiligen Ganzbandbuchdecke ergeben sich für das Binding on demand nachfolgende Möglichkeiten:

- bedarfsgerechte manuelle Fertigung der Buchdecken entsprechend der fertiggestellten Buchblocks,
- bedarfsgerechte Fertigung der Buchdecken unter Nutzung von Einzelgeräten aus der Sortimentsbuchbinderei,

- bedarfsgerechte computerunterstützte Fertigung der Buchdecken (nur möglich mit dem L.O.S.-System),
- Lagerung von mit herkömmlichen Buchdeckenmaschinen vorgefertigten Buchdecken.

Werden Buchdecken bedarfsgerecht in Abhängigkeit von den fertiggestellten Buchblocks unter Verwendung wasserhaltiger Klebstoffe hergestellt, ist eine Trocknungszeit zu berücksichtigen, die eine sofortige Buchmontage nicht gestattet. Zudem ist diese Art der Herstellung mit hohem Aufwand an Zeit und Personal verbunden.

Die Lagerung vorgefertigter Buchdecken hat den Vorteil, daß eine industrielle Herstellung auf herkömmlichen Buchdeckenmaschinen erfolgen kann. Die Buchdecken sind zum Zeitpunkt der Buchmontage hinreichend ausgetrocknet und ergeben keine Fertigungsprobleme bei der Verklebung mit dem Block, sofern eine anschließende Pressung während der Trocknungszeit gewährleistet ist.

Entsprechend der bei der Buchdeckenherstellung einzuhaltenden Parameter ist eine Abstimmung der vorgefertigten Buchdecken auf die voraussichtliche Blockdicke erforderlich. Für die Lagerung vierteiliger Ganzbandbuchdecken wird folgende Hypothese aufgestellt:

Um Qualitätseinschränkungen zu vermeiden, wird eine Abstufung der Rückeneinlagenbreite in Schritten von 2 mm getroffen. Für einen Blockdickenbereich von 10...45 mm, der als relevant angesehen wird, bedeutet dies, daß bei Verwendung nur eines Deckenbezugsmaterials für nur ein Buchformat 18 verschiedene Buchdeckengrößen zu lagern sind. Aus der Berücksichtigung mehrerer Buchformate und verschiedener Deckenbezugsmaterialien (unterschiedliches Material und/oder unterschiedliche Farbe) resultiert Tabelle 4.

**Tabelle 4 Matrix zur Ermittlung der erforderlichen Buchdeckenanzahl in Abhängigkeit vom Buchformat und von der Anzahl der Deckenbezugsmaterialien**

Anzahl Materialien	Formate									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	18	36	54	72	90	108	126	144	162	180
2	36	72	108	144	180	216	252	288	324	360
3	54	108	162	216	270	324	378	432	486	540
4	72	144	216	288	360	432	504	576	648	720
5	90	180	270	360	450	540	630	720	810	900
6	108	216	324	432	540	648	756	864	972	1080
7	126	252	378	504	630	756	882	1008	1134	1260
8	144	288	432	576	720	864	1008	1152	1296	1440

Die errechneten Werte für die Anzahl unterschiedlicher Buchdecken in Tabelle 4 zeigen eindeutig, daß selbst bei einer Festlegung auf nur zwei Formate und eine Eingrenzung des Bezugsmaterials auf nur vier ausgewählte Materialien eine Lagerung vierteiliger Buchdecken

wirtschaftlich nicht tragbar und unrealistisch ist. Zur Begründung wird folgendes Rechenbeispiel angebracht:

Der Ausstoß einer Digitaldruckmaschine führt zu einer Stundenproduktion von 180 Produkten. Mit der Annahme, es werden ausschließlich Bücher produziert, werden in einer Schicht von 8 Stunden 1.440 Bücher hergestellt. Das heißt, täglich werden rund 1.500 Buchdecken benötigt, in einer Woche 7.500. Werden der Berechnung zwei Standardformate und vier verschiedene Bucheinbandmaterialien zugrunde gelegt, sind 144 unterschiedliche Decken zu lagern; es ist ein Lager mit mindestens 144 Lagerplätzen erforderlich.

Bei einer gleichmäßigen Verteilung auf alle variablen Faktoren (Blockdicke, Format, Einbandmaterial) würden 52 Buchdecken je Format und Einbandmaterial benötigt. Da dies nicht der Fall sein wird, ist ein Vorratspuffer von 50 % einzuplanen, was einer Lagerung von insgesamt jeweils 78 Decken entspricht.

Die Abmessung einer Buchdecke für ein Buch im Format A4 beträgt rund 30 cm x 50 cm, die Stapelhöhe liegt bei rund 20 cm. Die Lagerung kann in einem Regal mit fünf Etagen (Höhe 35 cm) und 28 Spalten (Breite 40 cm) erfolgen, das damit eine Abmessung von etwa 2 m Höhe und über 12 m Breite besitzt.

Die große Anzahl Lagerplätze innerhalb des Regals erschwert die Übersichtlichkeit und birgt die Gefahr, bei manueller Entnahme eine falsche, d. h. nicht maßgerechte Decke zu greifen. Eine Erhöhung der Übersichtlichkeit kann man erreichen, indem nur vier Etagen eingeplant werden (je Etage ein Bucheinbandmaterial), das würde jedoch das Regal auf rund 15 m Länge vergrößern.

Einen zweiten Aspekt, der die Nichteignung der vierteiligen Decke unterstreicht, stellt die eigentliche Herstellung der Buchdecken dar. Auflagen von 78 Exemplaren sind auf herkömmlichen Buchdeckenmaschinen unwirtschaftlich; Rüstzeit und Produktionszeit stehen in einem disproportionalen Verhältnis.

Eine Erhöhung der Auflage wiederum hat eine Vergrößerung der Lagerfläche zur Folge.

Die industriell übliche vierteilige Ganzbandbuchdecke wird für die Anwendung im Rahmen des Binding on demand als nicht zweckmäßig angesehen, was unter Berücksichtigung ver- tretbarer Einschränkungen gegenüber der industriellen Buchbinderei der Suche nach einer neuen Lösung bedarf.



---

### **3 Entwurf einer neuen Buchdeckenkonstruktion – modifizierte dreiteilige Buchdecke**

#### **3.1 Notwendigkeit einer neuen Buchdeckenkonstruktion**

Im vorhergehenden Abschnitt sind die Nachteile der vierteiligen Buchdecke für den Einsatz im Rahmen des Binding on demand ausführlich begründet worden. Diese Nachteile ergeben sich aus der Ausführungsform bzw. der Beschaffenheit der Buchdecke und ihrer Herstellung und Lagerung. Eine zur Blockherstellung parallele Deckenherstellung ist nicht möglich, womit sich die Gesamtherstellungszeit verzögert.

Aus den zunächst verworfenen Buchdeckenkonstruktionen wird nun die dreiteilige Buchdecke für eine erneute Betrachtung herangezogen. Sie enthält keine Rückeneinlage, damit entfällt die diffizile Problematik, die sich aus der Einhaltung ihrer exakten Maße für die Endqualität ergibt. Der Hauptmangel dieser Decke, der zu einer Abwertung führte und keine Einbeziehung in eine engere Auswahl zuließ, besteht in der geringen Rückenstabilität, die aufgrund fehlender Rückeneinlage nur vom Deckenbezugsmaterial abhängt. Bei häufigem Entnehmen des Buches aus einem Regal, wobei zwangsläufig das Buch über den Rücken gekippt wird, ist eine dauerhafte Gebrauchsbeständigkeit nicht vorhanden. Das Bezugsmaterial wird im Rückenbereich zerstört. Außerdem ist eine Formstabilität nicht auf Dauer gewährleistet. Hinzu kommt, daß keine exakte rechtwinklige Rückenform, wie sie für Buchblocks mit geradem Rücken gewünscht ist, hergestellt werden kann.

Es gilt, für den Rückenbereich eine Versteifung bzw. Verstärkung zu finden, um Festigkeit und Stabilität zu sichern. Wenn dies gelingt, könnten die Vorteile der drei- und vierteiligen (Ganzband-) Buchdecke vereint werden.

#### **3.2 Konstruktionsmerkmale der modifizierten dreiteiligen Buchdecke**

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird eine Modifizierung der dreiteiligen Buchdecke vorgeschlagen, indem der Rückenbereich des Bezugsmaterials mit einem zusätzlichen Materialstreifen kaschiert wird, der bis auf die Deckelpappen überlappt. Im Prinzip erhält man damit eine ebenfalls aus vier Materialteilen bestehende Buchdecke. Da sich aber kein deutlich abgegrenztes Rückenmaterial im Sinne einer Rückeneinlage abzeichnet und der Herstellungsaufwand dem für eine dreiteilige Decke ähnelt, wird von einer modifizierten dreiteiligen Buchdecke gesprochen.

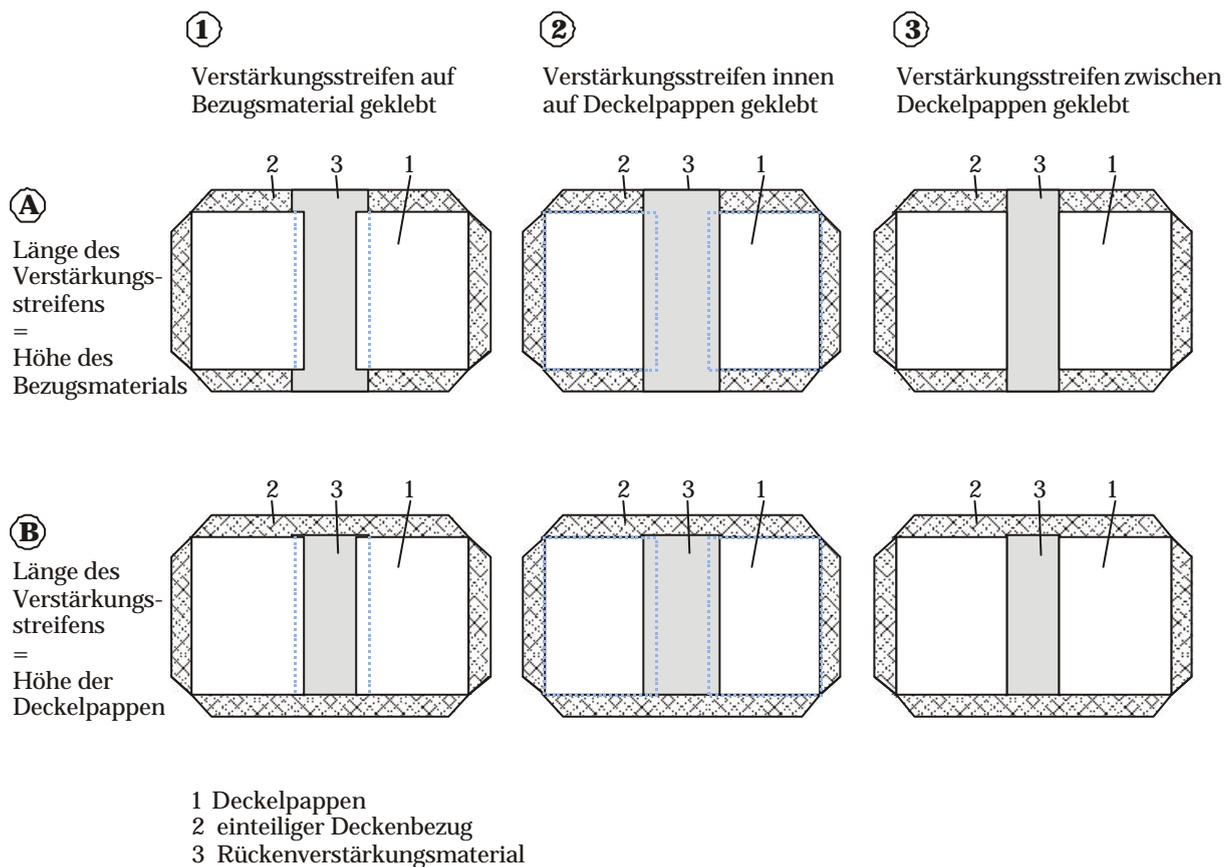
Der Verstärkungsstreifen erhöht die Rückensteifigkeit der Buchdecke und übernimmt zum großen Teil die Aufgaben der Rückeneinlage der vierteiligen Buchdecke, verleiht der Buchdecke also dauerhafte Gebrauchsbeständigkeit, Kantenschutz und Formstabilität im Rücken. Die Buchdecke erhält aber eine weitgehende Unabhängigkeit von der Buchblockdicke, was eine Vorfertigung und vertretbare Lagerung erlaubt.

Die Innovation der neuen Buchdeckenkonstruktion ist als Gebrauchsmuster beim Deutschen Patentamt angemeldet und seit 1999 geschützt /66/.

### 3.2.1 Ausführungsvarianten der modifizierten dreiteiligen Buchdecke

Es existieren mehrere Ausführungsvarianten der modifizierten dreiteiligen Buchdecke, die sich aus der Art und Weise der Anbringung des Verstärkungsstreifens ergeben. Die Varianten sind in Bild 1 dargestellt (siehe auch Tabelle 5, Seite 48).

- Die Länge des Verstärkungsstreifens entspricht entweder der Höhe des Bezugsmaterials (Varianten A) oder der Deckelpappenhöhe (Varianten B). Es tritt eine Materialüberlappung zwischen Deckelpappen und Verstärkungsstreifen auf.
- Der Verstärkungsstreifen ist entweder direkt auf das Deckenbezugsmaterial geklebt (Varianten 1), oder es werden zunächst die Deckelpappen auf das Deckenbezugsmaterial geklebt und darauf der Verstärkungsstreifen (Varianten 2). Es tritt eine Materialüberlappung zwischen Deckelpappen und Verstärkungsstreifen auf.
- Der Verstärkungsstreifen wird in der Breite der freien Rückenbreite zwischen die Deckelpappen geklebt (Varianten 3). Es tritt keine Materialüberlappung auf.



**Bild 1** Ausführungsvarianten der modifizierten dreiteiligen Buchdecke

Die Ausführungsvarianten gestatten eine weitgehende Unabhängigkeit von der Buchblockdicke, zumindest in Stufen. Für das Bezugsmaterial ergibt sich der Vorteil, abgestuft auf unterschiedliche Buchblockdicken gelagert werden zu können. Ein Ausgleich kann bei auftretender Materialüberlappung über die freie Rückenbreite zwischen den Deckelpappen erreicht werden sowie – unabhängig von der Ausführungsvariante – über variierende Kanteinschläge.

Für eine Lagerung vorgefertigter Buchdecken ergibt sich, daß sich die in Abhängigkeit von der Buchblockdicke einzuhaltenden Toleranzgrenzen erhöhen und sich damit die Anzahl der zu lagernden Decken verringert.

### **3.2.2 Herstellung der modifizierten dreiteiligen Buchdecke**

Das Buchdeckenmaterial kann sämtlich in Form von Einzelnutzen zur Buchdecke gefügt werden. Deckenbezugsmaterial und Verstärkungstreifen können jedoch zweckmäßigerweise als Kaschierverbund vorbereitet werden oder Deckelpappen und Verstärkungstreifen als Verbundteile. Je nach der Beschaffenheit, in der die Materialien vorliegen, ergeben sich für die jeweiligen Ausführungsvarianten entsprechende Herstellungsmethoden. Die Orientierung erfolgt hierbei an den üblicherweise in industriellen Buchbindereien eingesetzten Buchdeckenmaschinen.

Folgende Varianten der Materialbereitstellung sind möglich:

#### **1. Kaschierverbund zwischen Deckenbezugsmaterial und Verstärkungstreifen**

Das Verstärkungsmaterial wird vollflächig auf das Deckenbezugsmaterial kaschiert. Beide Materialien werden bahnförmig verarbeitet, das Verstärkungsmaterial wird als Schmalrolle verarbeitet. Das Kaschieren erfolgt

- mittels Klebstoffauftrag oder
- durch Verwendung eines Verstärkungsmaterials mit heißsiegelfähiger Beschichtung, die unter Einwirkung von Wärme und Druck reaktiviert wird und die Verbindung mit dem Bezugsmaterial realisiert. Vorteilhaft hierbei ist, daß kein viskoser Klebstoff durchschlägt.

Beide Materialien werden mit zum späteren Produktrücken parallel verlaufender Materialaufrichtung verbunden.

Das Kaschieren kann entweder bereits beim Hersteller des Bucheinbandmaterials erfolgen oder vom Buchbinder beim Umrollen bzw. Nutzenschneiden vorgenommen werden. Voraussetzung ist, daß es sich um unbedrucktes, bahnförmiges Bezugsmaterial handelt. Sobald Einzelnutzen, die z. B. bedruckt sind, zu verarbeiten sind, ist dieser Kaschierverbund nicht realisierbar.

Diese Variante der Materialbereitstellung erlaubt die Verarbeitung des Kaschierverbundes auf beliebigen Buchdeckenmaschinen.

Für Ausführungsvarianten mit überlappendem Verstärkungsmaterial kann mit einer Rolle des Kaschierverbundes jedes Buchdeckenformat hergestellt werden. Die Breite des Verstärkungsmaterials richtet sich nach dem größten Deckenformat (dickster Block), die Überlappung des Verstärkungsmaterials auf die Deckelpappen fällt unterschiedlich aus.

#### **2. Verbundteile Deckelpappen – Verstärkungsmaterial**

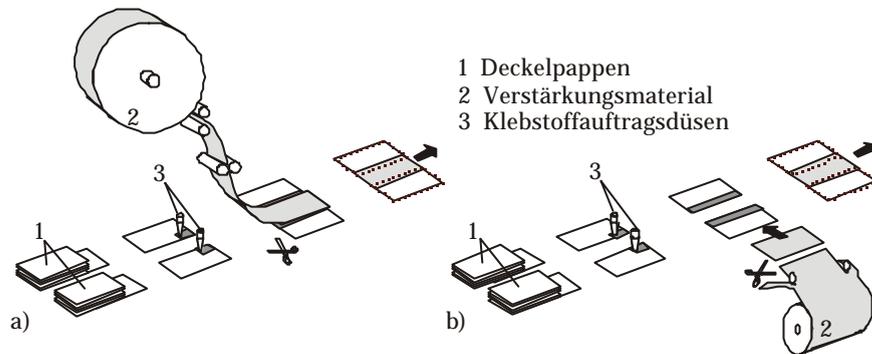
Für die Verbindung des Verstärkungsmaterials mit den Deckelpappen ist eine Spezialmaschine erforderlich (Funktionsprinzip in Bild 2). Die Zuführung der Deckelpappen erfolgt aus zwei Magazinen. Die Pappen werden auf zwei im Abstand variabel einstellbaren Transportbahnen geführt. Der Verstärkungstreifen wird von einer Schmalrolle abgewickelt. Vor der Verbindung beider Materialien erfolgt eine Düsenbeimung der Pappen

bzw. des Verstärkungsmaterials, anschließend die Trennung des Verstärkungstreifens. Die Trennung erfolgt genau an der Ober- und Unterkante der Deckelpappen.

Wenn der Verstärkungstreifen bahnförmig zugeführt und verklebt wird, ist eine parallele Laufrichtung der Materialfaser zum späteren Produktrücken gegeben (Verarbeitung in Faserlaufrichtung). Denkbar ist jedoch auch eine Verarbeitung von einer Breitrolle. Dies würde bedeuten, daß der Verstärkungstreifen von der Rolle zum Nutzen querschnitten wird und dieser Nutzen auf die beleimten Deckelpappen aufgeklebt wird. Die Materialaufrichtung des Verstärkungsmaterials verläuft hierbei quer zum Produktrücken.

Die Verarbeitung dieser Verbundteile ist nur für die Ausführungsvarianten möglich, bei denen der Verstärkungstreifen mit den Deckelpappen in der Höhe abschließt. Für Varianten mit Verstärkungstreifen in Höhe des Bezugsmaterials ergibt sich bei Kaschierung der Verbundteile mit dem Bezug, daß im Rückenbereich aufgrund fehlender Beleimung kein Kanteneinschlag erfolgen kann.

Diese Variante der Materialbereitstellung erlaubt die Verarbeitung der Verbundteile auf beliebigen Buchdeckenmaschinen.



**Bild 2 Funktionsprinzip zur Herstellung der Verbundteile Deckelpappen – Verstärkungstreifen**  
**a) Verstärkungstreifen von Schmalrolle**  
**b) Verstärkungstreifen von Breitrolle**

### 3. separat zugeschnittene Einzelnutzen bzw. Verstärkungstreifen als Schmalrolle

Sämtliche Materialien für die modifizierte dreiteilige Buchdecke können als Einzelschnitte in Buchdeckenmaschinen verarbeitet werden, wobei der Verstärkungstreifen auch als Schmalrolle bereit gestellt werden kann (vergleichbar mit Schrenzkarton von Rolle).

Die Verarbeitung des Verstärkungstreifens wird als problematisch angesehen, wenn es sich hierbei um dünne, wenig biegesteife Materialien handelt, deren Magazinierung und Transport erschwert sind. Voraussetzung ist, daß sich das Verstärkungsmaterial ansaugen, transportieren und positionieren läßt.

Für die Verarbeitung des Verstärkungsmaterials von der Schmalrolle gilt parallele Lauf- richtung der Materialfaser zum Produktrücken, bei Einzelzuschnitten ist auch Querrich- tung möglich.

In Tabelle 5 wird eine Gegenüberstellung der Ausführungsvarianten, insbesondere bezüg- lich ihrer Herstellung, gegeben. Eine positive Einschätzung des jeweiligen Kriteriums ist mit „+“ gekennzeichnet, eine negative mit „-“. Wertungsfreie Anmerkungen sind charakterisiert mit „•“.

Favorisiert wird – trotz der möglichen Kantenbildung auf der Deckenaußenseite – die Kon- struktionsvariante A1 (Verstärkungstreifen auf Bezugsmaterial geklebt, Länge des Verstär- kungstreifens = Höhe des Bezugsmaterials), weil

- die Kaschierung des Bezugsmaterials mit dem Verstärkungstreifen bereits vorgefertigt werden kann,
- der Verstärkungstreifen nicht auf die Blockdicke abgestimmt werden muß (eine Breite für den gesamten Blockdickenbereich),
- keine Probleme in bezug auf Verklebung und Ästhetik beim Kanteneinschlag zu erwarten sind,
- keine Probleme beim Falzeinbrennen entstehen (keine hohlen Stellen an Deckelkanten wie bei Ausführungsvarianten 2).

Tabelle 5 Ausführungsvarianten der modifizierten dreiteiligen Buchdecke

	<b>1 – Verstärkungstreifen auf Bezugsmaterial geklebt</b>	<b>2 – Verstärkungstreifen innen auf Deckelpappen geklebt</b>	<b>3 – Verstärkungstreifen zwischen Deckelpappen geklebt</b>
<b>A</b> <b>Länge des Verstärkungstreifens</b> = <b>Höhe des Bezugsmaterials</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Verstärkungstreifen kann sich durch Bezugsmaterial markieren (sichtbare Stufenbildung mit der Gefahr des Abscheuerns)</li> <li>+ Erhöhung der Stabilität an den Einschlügen aufgrund von Verdopplung des Verstärkungsmaterials (im Rückenbereich)</li> <li>+ Verarbeitung von Kaschierverbund Bezugsmaterial/Verstärkungstreifen → Herstellung auf beliebiger Buchdeckenmaschine in einem Durchlauf</li> <li>+ eine Rolle des Kaschierverbundes (eine Breite des Verstärkungstreifens) für beliebige Buchdeckenbreiten</li> <li>• Verarbeitung von Einzelzuschnitten → Herstellung auf DM 300 (zwei Nutzenanleger)</li> <li>– vollflächiger Klebstoffauftrag auf Kaschierverbund, auch im relativ breiten freien Rückenbereich, um Kanteneinschlag zu gewährleisten → Verkleben/Verschmutzen von Buchdecken in der Auslage beim Übereinanderlegen (ansonsten wäre aufwendige Matrize auf Klebstoffauftragswalze erforderlich)</li> <li>– Probleme beim Kanteneinschlag im Rückenbereich bei Verstärkungsmaterialien mit hoher Biegesteifigkeit (Materialverdopplung)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Verstärkungstreifen von außen nicht sichtbar</li> <li>+ Erhöhung der Stabilität an den Einschlügen aufgrund von Verdopplung des Verstärkungsmaterials (im Rückenbereich)</li> <li>• Abdruck des Verstärkungstreifens durch das Vorsatz, aber nur geringfügig störend, da Überlagerung mit dem Fälzelstreifen und durch Einschlüge ohnehin Markierungen an Kopf-, Fuß- und Vorderkante</li> <li>– unsaubere Ausbildung des Falzes, da hohle Stellen zwischen Verstärkungstreifen und Bezug an den Deckelkanten</li> <li>– unsauberer Aussehen beim Einschlagen von Kopf-/Fußkante im Rückenbereich</li> <li>– keine maschinelle Herstellung auf herkömmlichen Buchdeckenmaschinen; Problem der zusätzlichen Beileimung der Kanten des Verstärkungstreifens im Rückenbereich</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Verstärkungstreifen von außen nicht sichtbar</li> <li>+ Erhöhung der Stabilität an den Einschlügen aufgrund von Verdopplung des Verstärkungsmaterials (im Rückenbereich)</li> <li>+ Verarbeitung von Kaschierverbund Bezugsmaterial/Verstärkungstreifen → Herstellung auf beliebiger Buchdeckenmaschine in einem Durchlauf</li> <li>• Verarbeitung von Einzelzuschnitten → Herstellung auf DM 300 (zwei Nutzenanleger)</li> <li>– vollflächiger Klebstoffauftrag auf Kaschierverbund, auch im relativ breiten freien Rückenbereich, um Kanteneinschlag zu gewährleisten → Verkleben/Verschmutzen von Buchdecken in der Auslage beim Übereinanderlegen (ansonsten wäre aufwendige Matrize auf Klebstoffauftragswalze erforderlich)</li> <li>– Positioniergenauigkeit von Verstärkungsmaterial zwischen Deckelpappen; Verstärkungstreifen muß freie Rückenbreite genau ausfüllen</li> <li>– Probleme beim Kanteneinschlag im Rückenbereich bei Verstärkungsmaterialien mit hoher Biegesteifigkeit (Materialverdopplung)</li> </ul>

	<b>1 – Verstärkungstreifen auf Bezugsmaterial geklebt</b>	<b>2 – Verstärkungstreifen innen auf Deckelpappen geklebt</b>	<b>3 – Verstärkungstreifen zwischen Deckelpappen geklebt</b>
<b>A</b> <b>Länge des Verstärkungstreifens</b> = <b>Höhe des Bezugsmaterials</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Verstärkungstreifen kann sich durch Bezugsmaterial markieren (sichtbare Stufenbildung mit der Gefahr des Abscheuerns)</li> <li>– Positioniergenauigkeit von Verstärkungstreifen und Deckelpappen, die an Ober-/Unterkante genau abschließen müssen</li> <li>+ Verarbeitung von Verbundteilen Deckelpappen/Verstärkungsmaterial → Herstellung auf beliebiger Buchdeckemaschine in einem Durchlauf möglich</li> <li>• Verarbeitung von Einzelzuschnitten → Herstellung auf DM 300 (zwei Nutzenanleger) aber kein Anschmieren des Verstärkungstreifens, nur Düsenauftrag an den Rändern der Deckelpappen → kein Verkleben von Buchdecken in der Auslage beim Übereinanderlegen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Verstärkungstreifen von außen nicht sichtbar</li> <li>• Abdruck des Verstärkungstreifens durch das Vorsatz, aber nur geringfügig störend, da Überlagerung mit dem Fälzelstreifen und durch Einschläge ohnehin Markierungen an Kopf-, Fuß- und Vorderkante</li> <li>– unsaubere Ausbildung des Falzes, da hohle Stellen zwischen Verstärkungstreifen und Bezug an den Deckelkanten</li> <li>+ Verarbeitung von Verbundteilen Deckelpappen/Verstärkungsmaterial → Herstellung auf beliebiger Buchdeckemaschine in einem Durchlauf möglich</li> <li>• Verarbeitung von Einzelzuschnitten → Herstellung auf DM 300, Verstärkungstreifen in erster Station (Schrenzstation) zugeführt, zusätzliche Düsenbeileimung erforderlich, um Deckelpappen anzukleben</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>+ Verstärkungstreifen von außen nicht sichtbar</li> <li>– Positioniergenauigkeit von Verstärkungstreifen und Deckelpappen, die an Ober-/Unterkante genau abschließen müssen</li> <li>– Positioniergenauigkeit von Verstärkungsmaterial zwischen Deckelpappen; Verstärkungstreifen muß freie Rückenbreite genau ausfüllen</li> <li>• Verarbeitung von Einzelzuschnitten → Herstellung auf beliebiger Buchdeckemaschine in einem Durchgang</li> </ul>

### 3.2.3 Buchdeckenmaße

#### 3.2.3.1 Buchdeckenmaße für eine vierteilige Ganzbanddecke

Bei der Ermittlung der Buchdeckenmaße für die modifizierte dreiteilige Buchdecke wird von den Buchdeckenmaßen für eine konventionelle Ganzbanddecke ausgegangen. Die in Tabelle 6 gezeigte Übersicht über die Buchdeckenmaße orientiert sich an allgemeingültigen Regeln.

**Tabelle 6 Ermittlung der Buchdeckenmaße für eine vierteilige Buchdecke**

<b>Buchdecken- element</b>	<b>Berechnungsregel für Höhenmaß</b>	<b>Berechnungsregel für Breitenmaß</b>
<b>Deckelpappen</b>	Buchblockhöhe + 2 x Kantenbreite = Deckelpappenhöhe	Buchblockbreite + 1 x Kantenbreite – Falzbreite = Deckelpappenbreite
Kantenbreite	2...4 mm (kundenabhängig)	
Falzbreite		8...9 mm
<b>Rückeneinlage, Block gerade</b>	Deckelpappenhöhe – 0,5 mm = Rückeneinlagenhöhe	Buchblockdicke + 2 x Deckelpappendicke = Rückeneinlagenbreite
<b>Rückeneinlage, Block gerundet</b>	Deckelpappenhöhe – 0,5 mm = Rückeneinlagenhöhe	Buchblockdicke + 2 x Deckelpappendicke + 1...5 mm Zuschlag* = Rückeneinlagenbreite
*Zuschlag		Buchblockdicke: Zuschlag: ...15 mm      1 mm 15...25 mm    2 mm 25...35 mm    3 mm 35...45 mm    4 mm 45...50 mm    5 mm
<b>Bezugsmaterial für Ganzbanddecke</b>	Deckelpappenhöhe + 2 x Deckelpappendicke + 2 x Einschlagbreite (je 13 mm) = Bezugshöhe	2 x Deckelpappenbreite + 2 x Deckelpappendicke + 2 x Falzbreite + Rückeneinlagenbreite + 2 x Einschlagbreite (je 13 mm) = Bezugsbreite

### 3.2.3.2 Buchdeckenmaße für die modifizierte dreiteilige Buchdecke und sich ableitende Konsequenzen

#### Ermittlung der Buchdeckenmaße

Für die Ermittlung der Buchdeckenmaße der modifizierten dreiteiligen Buchdecke gilt es einerseits, im Hinblick auf Qualität und Hochwertigkeit bestimmte Reglements einzuhalten. Unter dem Gesichtspunkt der Standardisierung sind andererseits Kompromisse erforderlich. In diesem Zusammenhang spielen folgende Aspekte eine Rolle:

- Die Auswahl der Deckelpappe hinsichtlich ihrer Dicke richtet sich nach dem Format und der Dicke des Buchblocks. Eine detaillierte Übersicht, die sich aus Erfahrungswerten in Buchbindereien ergibt, zeigt Tabelle 7.

Bis auf wenige Ausnahmen finden Pappen von 1,23...1,65 mm Dicke Verwendung. Zweckmäßigerweise ist eine Eingrenzung auf eine Dicke vorzunehmen. Vorgeschlagen und für die weiteren Betrachtungen als verbindlich angesehen wird 1,5 mm.

**Tabelle 7 Deckelpappenauswahl (Pappendicke) in Abhängigkeit von der Dicke und dem Format des Buchblocks**

Buchformat B x H (mm)	Pappendicke (mm) bei				
	Buchblock- dicke < 15 mm	Buchblock- dicke 15...25 mm	Buchblock- dicke 25...35 mm	Buchblock- dicke 35...40	Buchblock- dicke > 40 mm
210 x 297	1,65	2,48	2,48	2,48	2,48
187 x 270	1,65	1,65	2,48	2,48	2,48
167 x 240	1,65	1,65	1,65	1,65	2,48
165 x 230	1,65	1,65	1,65	1,65	1,65
150 x 225	1,45	1,65	1,65	1,65	1,65
147 x 215	1,45	1,45	1,65	1,65	1,65
135 x 215	1,45	1,45	1,65	1,65	1,65
147 x 200	1,45	1,45	1,45	1,45	1,65
125 x 205	1,23	1,23	1,45	1,45	1,65
125 x 200	1,23	1,23	1,45	1,45	1,65
120 x 190	1,23	1,23	1,23	1,45	1,65
118 x 188	1,23	1,23	1,23	1,45	1,65
110 x 180	1,23	1,23	1,23	1,23	1,45
103 x 143	1,23	1,23	1,23	1,23	1,45
103 x 165	1,23	1,23	1,23	1,23	1,45

- Die Festlegung der Kantenbreite erfolgt kundenspezifisch in einem Bereich von 2...4 mm. Eine individuelle Festlegung der Kantenbreite kann für die modifizierte dreiteilige Buchdecke nicht vorgenommen werden. Im Rahmen der Standardisierung wird ein einheitliches Mindestmaß von 2 mm für die Kanten fixiert. Von diesem Maß werden bei Anpas-

sung einer standardisierten Buchdecke an unterschiedliche Blockdicken unter Umständen Abweichungen notwendig, worauf im weiteren noch eingegangen wird.

- Aus technologischen Gründen, um der Scharnierfunktion optimal gerecht zu werden, aber auch aus ästhetisch-optischen Gründen besteht die Forderung, ein scharfes, tiefes Falzgelenk auszubilden. Verantwortlich dafür ist bei der Ganzbanddecke das durch die Falzbreite (8...9 mm) bereitgestellte Material und dessen Dehnfähigkeit. Die größere Falzbreite wird bei weniger dehnfähigem Material gewählt.
- Die Buchdecke umschließt den Buchblock straff. Das heißt, der Buchdeckenrücken liegt straff an dem Rücken des Blocks an, beim geschlossenen Buch ist kein Hohlraum sichtbar. Damit wird die Formstabilität unterstützt und dazu beigetragen, daß sich im freien Rückenbereich der modifizierten dreiteiligen Buchdecke keine Knicke bilden.
- Die Formstabilität des Buchrückens, d. h. des Buchblockrückens und des Buchdeckenrückens, ist ein weiteres zu erfüllendes Kriterium.

Darunter ist einerseits zu verstehen, daß der Buchblock beim aufrecht stehenden Buch nicht nach vorn bzw. nach unten abrutscht. Die Decke (Buchdeckenmaterial) und der Übergriff des Fälzmaterials verleihen dem Block Halt. Außerdem darf die Rundung nicht zurückgehen, wofür das Bindeverfahren und die Wahl des Klebstoffs und Hinterklebematerials verantwortlich sind. Eine stabile Rundung der Buchdecke trägt ebenfalls zum Erhalt der Rückenform bei.

- Für die Buchblockdicke wird der Bereich von 10...45 mm betrachtet. Blockdicken darüber bzw. darunter gelten als Ausnahme und werden nicht in eine Betrachtung einbezogen.

Für die modifizierte dreiteilige Buchdecke gilt es, die freie Rückenbreite (Abstand zwischen den Deckelpappen) zu bestimmen. Die Höhe und die Breite der Deckelpappen errechnen sich wie für die Ganzbanddecke, für den Bezugsnutzen gelten analoge Regeln.

Unabhängig von der Wahl der freien Rückenbreite und der Deckelpappenbreite muß durch die Buchdecke soviel Material bereitgestellt werden, daß der Buchblock von der Vorsatz-Vorderschnittkante über die Rückenrundung bis zur Nachsatz-Vorderschnittkante umschlossen wird bei gleichzeitiger Ausbildung der Vorderschnittkanten in ästhetisch ansprechender Breite und Realisierbarkeit des Falzeinbrennens.

Für die minimale Buchdeckenbreite gilt:

$$\begin{array}{rcl}
 & 2 \times \text{Vorsatzbreite (Blockbreite)} & \\
 + & 1 \times \text{Umfang Rückenrundung} & \\
 + & 2 \times \text{Kantenbreite} & \\
 & = & \\
 & 2 \times \text{Deckelpappenbreite} & \\
 + & 1 \times \text{freie Rückenbreite} & 
 \end{array}$$

Vereinfacht wird angenommen, daß die Rückenrundung etwa dem Fünftel eines Kreisumfangs entspricht, woraus sich der Umfang der Rückenrundung ermitteln läßt.

Es ergibt sich, daß der Umfang der Rückenrundung 7 % größer ist als die Blockdicke. Dieser Wert kann jedoch nur theoretisch angenommen werden; praktisch fällt die Rundung und damit der Umfang des Rückens unterschiedlich und meist größer als theoretisch berechnet aus, da eine Vielzahl von Faktoren die Ausprägung der Rundung beeinflußt, z. B. Buchblockdicke, Härte des Papiers sowie Radius, Rundeweg und Anpreßkraft der Rundewalzen.

Mit praktischem Bezug wird vorgeschlagen, die Buchdeckenmaße in Anlehnung an die vierteilige Ganzbanddecke zu ermitteln. Die freie Rückenbreite ergibt sich dann wie folgt:

Buchblockdicke + 2 x Deckelpappendicke + blockdickenabhängiger Zuschlag + 2 x Falzbreite	=	Rückeneinlagenbreite bei vierteiliger Ganzbanddecke
---	---	---

Als Minimum für die Kantenbreite werden 2 mm, für die Falzbreite 8 mm vorgesehen. Damit ergibt sich nachfolgende Tabelle 8.

**Tabelle 8 Ermittlung der Buchdeckenmaße für die modifizierte dreiteilige Buchdecke**

<b>Buchdecken- element</b>	<b>Berechnungsregel für Höhenmaß</b>	<b>Berechnungsregel für Breitenmaß</b>
<b>Deckelpappen</b>	Buchblockhöhe + 2 x Kantenbreite = Deckelpappenhöhe	Buchblockbreite + 1 x Kantenbreite - Falzbreite = Deckelpappenbreite
Kantenbreite	2 mm	
Falzbreite	8 mm	
<b>freie Rückenbreite, Block gerundet</b>  *Zuschlag		Buchblockdicke + 2 x Deckelpappendicke + 1...4 mm Zuschlag* + 2 x Falzbreite = freie Rückenbreite  Buchblockdicke: Zuschlag: 5...15 mm 1 mm 15...25 mm 2 mm 25...35 mm 3 mm 35...45 mm 4 mm
<b>Bezugsmaterial</b>	Deckelpappenhöhe + 2 x Deckelpappendicke + 2 x Einschlagbreite = Bezugshöhe	2 x Deckelpappenbreite + 2 x Deckelpappendicke + 1 x freie Rückenbreite + 2 x Einschlagbreite = Bezugsbreite
<b>Rücken- verstärkungs- material*</b>	(A) = Bezugshöhe Höhe Verstärkungstreifen  (B) = Deckelpappenhöhe Höhe Verstärkungstreifen  (1/2)  (3)	freie Rückenbreite + 2 x Übergriff (7 mm) = Breite Verstärkungsmaterial  freie Rückenbreite = Breite Verstärkungsmaterial

\* Die Maße für das Rückenverstärkungsmaterial berücksichtigen die Ausführungsvariante. Je nach Ausführungsvariante entsprechend Bild 1, Seite 44, werden aus (A) und (B) die Höhe des Verstärkungsmaterials und aus (1/2) und (3) dessen Breite ausgewählt.

### **Versuchsreihe Zusammenhang zwischen Blockdicke und Buchdeckenformat**

Entsprechend Tabelle 8 wird eine Buchdecke für einen Block mit einer Dicke von 20 mm hergestellt und ein Buch fertiggestellt. Es wird die Ausführungsvariante gewählt, bei der das Verstärkungsmaterial in der Höhe des Bezugsmaterials auf dieses aufgeklebt wird.

Der Buchblock ist gerundet und mit Kapitalband versehen. Er wird vollständig von der Buchdecke umschlossen. Der Falz ist scharfkantig eingebrannt. Es wird davon ausgegangen, daß die Decke für den vorliegenden Block gerade passend ist, d. h. es entsteht hierbei ein qualitätsgerechtes Buch.

Mit einer Buchdecke gleicher Maße werden Buchblocks vom gleichen Format, jedoch mit nach oben und unten abweichender Blockdicke gebunden. Die Verbindung von Buchblock und Buchdecke erfolgt zunächst unter Einhaltung einer konstanten Kantenbreite am Vorderschnitt, wobei der Blockdickenbereich ermittelt werden kann, für den die Buchdecke formatangepaßt ist (siehe Tabelle 9).

Bei einer Erhöhung der Blockdicke um 2 mm reicht die Gesamtbreite der Buchdecke nicht aus, den Block bei Ausbildung der Kanten am Vorderschnitt zu umschließen; die Kanten sind zu schmal ausgebildet, das Kapitalband quetscht an den Kopf- und Fußschnittkanten am Rücken.

Bei einer Verringerung der Blockdicke um 2 mm kann das optische Erscheinungsbild des Produktes akzeptiert werden. Zwar ist eine beginnende Hohlraumbildung zwischen Block und Decke im Rücken zu verzeichnen, die im Rahmen des Binding on demand jedoch toleriert werden kann. Bei einer weiteren Verringerung der Blockdicke ist unter formulierten Bedingungen keine akzeptierbare Qualität gewährleistet.

Zur Erweiterung des Blockdickenbereiches durch Änderung von Merkmalen am Buch bestehen grundsätzlich drei Möglichkeiten:

- Es kann die Ausprägung der Rundung variiert werden, was einen größeren oder kleineren Rundungsumfang bedeutet. Aufgrund der unterschiedlichen Einflußfaktoren auf die Rundung ist diese Größe nicht quantifizierbar und wird diese Möglichkeit als wenig geeignet eingeschätzt.
- Die Kanten am Vorderschnitt können vergrößert werden. Der Buchblock verschiebt sich dabei weiter nach hinten in den Rücken der Buchdecke, der Falz rückt weiter in Richtung Vorderschnitt. Die Möglichkeit der Vergrößerung der Kantenbreite besteht nur bei einer verringerten Blockdicke und sollte 1 mm, maximal 2 mm betragen, um nicht überproportional von der Kopf- und Fußkante abzuweichen.

Eine Verbreiterung der Vorderschnittkanten um 1 mm bedeutet, daß ein Block, der 2 mm dünner ist, mit der gleichen Buchdecke eingebunden werden kann. Wird eine Verbreiterung der Kanten von 2 mm akzeptiert, kann ein um 4 mm dünnerer Buchblock gebunden werden. Bei Buchblocks, deren Format kleiner als DIN A5 und deren Dicke kleiner als 25 mm ist, sollte auf eine Kantenverbreiterung von 2 mm verzichtet werden.

- Das Beschnittmaß (Dreiseitenbeschnitt) am Vorderschnitt kann verändert werden. Bei dünneren Blocks vergrößert sich die Blockbreite, bei dickeren verkleinert sie sich. Diese Tatsache muß bei angeschnittenen Bildern berücksichtigt werden. Die überstehenden Kanten der Buchdecke am Vorderschnitt können konstant bleiben. Der Falz verlagert sich entweder zum Vorderschnitt hin oder von ihm weg.

Eine Vergrößerung der Blockdicke um 2 mm bedingt eine Verkleinerung der Blockbreite um 1 mm; umgekehrt erfordert eine Verkleinerung der Blockdicke um 2 mm einen um 1 mm breiteren Block. Bei Veränderung der Blockdicke um 4 mm verändert sich das Schneidmaß beim Dreiseitenbeschnitt um 2 mm.

Die theoretischen Überlegungen wurden durch eine Erweiterung der Versuchsreihe bestätigt.

Der 4 mm dünnere Buchblock wurde zunächst unter Vergrößerung der Kantenbreite am Vorderschnitt in die Buchdecke eingelegt. Ein zweiter, aber 2 mm breiterer Block gleicher Dicke wurde bei konstanter Kantenbreite mit der Decke verbunden. Beide Varianten werden als möglich angesehen, die zweite jedoch als ästhetisch ansprechender betrachtet.

Für die Versuchsreihe wurde die zweite Variante der Bereichserweiterung (Variierung der Blockbreite) gewählt. Eine qualitative Einschätzung der hergestellten Bücher gibt Tabelle 9 wieder.

**Tabelle 9 Qualitative Einschätzung der Versuchsbücher**

Merkmalsänderung am Buch	Blockdicke			
	16,0 mm	18,0 mm	20,0 mm	22,0 mm
Blockbreite -2 mm				+
Blockbreite -1 mm				
Vorderkanten +2 mm	(+)			
Blockbreite Ausgangsformat	-	+	++	-
Blockbreite +2 mm	+			

- ++ qualitätsgerecht  
 + mit Einschränkungen akzeptabel  
 - nicht akzeptabel

Für das Beispiel von Buchblocks im Bereich von 15...25 mm Blockdicke kann aus Tabelle 10 abgelesen werden, mit welchen Möglichkeiten eine auf einen 20 mm dicken Block abgestimmte modifizierte dreiteilige Buchdecke nutzbar ist. Auf analoge Art und Weise können Buchdecken für Blockdicken von 10mm, 30 mm, 40 mm hergestellt werden für die Verbindung mit Blocks im jeweiligen Dickenbereich von  $\pm 5$  mm. Diese Abstufung berücksichtigt auch den für die Rückenrundung erforderlichen Zuschuß bei der Berechnung der freien Rückenbreite laut Tabelle 8.

Bei Auftragsvorbereitung kann Tabelle 10 für die Ermittlung von Voreinstellwerten für die buchbinderische Verarbeitung einbezogen werden, um Festlegungen für den Dreiseitenbeschnitt zu treffen.

**Tabelle 10 Abstimmung von Buchblocks unterschiedlicher Blockdicke auf eine nach einem Ausgangsmaß hergestellte Buchdecke**

Variierung der	Blockdicke						
	15 mm	16 mm	18 mm	20 mm (Ausgangsmaß)	22 mm	24 mm	25 mm
<b>Kantenbreite</b>	---	+2 mm	+1 mm	$\pm 0$	---	---	---
<b>Blockbreite</b>	+2...3 mm	+2 mm	+1 mm	$\pm 0$	-1 mm	-2 mm	-2...3 mm

Daraus wird ersichtlich, daß für den betrachteten Buchblockdickenbereich von 10...45 mm und für ein Buchformat vier unterschiedliche Buchdeckengrößen zu lagern sind. Es ergibt sich bei Variation des Buchformates und des Deckenbezugsmaterials die in Tabelle 11 dargestellte Matrix. Der Vergleich mit der Matrix aus Tabelle 4 (Seite 40) zeigt eindeutig eine Reduzierung der notwendigen Anzahl zu lagernder Buchdecken bei Nutzung der dreiteiligen modifizierten Buchdecke gegenüber der konventionellen vierteiligen Buchdecke. Eine Lagerung vorgefertigter Buchdecken für eine Auswahl an Standardformaten und Bezugsmaterialien wird nunmehr realisierbar.

**Tabelle 11 Matrix zur Ermittlung der erforderlichen Buchdeckenanzahl in Abhängigkeit vom Buchformat und der Anzahl Deckenbezugsmaterialien**

Anzahl Materialien	Formate									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	4	8	12	16	20	24	28	32	36	40
2	8	16	24	32	40	48	56	64	72	80
3	12	24	36	48	60	72	84	96	108	120
4	16	32	48	64	80	96	112	128	144	160
5	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
6	24	48	72	96	120	144	168	192	216	240
7	28	56	84	112	140	168	196	224	252	280
8	32	64	96	128	160	192	224	256	288	320

### Festlegung von Standardformaten

Die industrielle Buchbinderei fertigt Bücher und Broschüren in einer nicht überschaubaren Anzahl von Formaten. Der Blick in den eigenen Bücherschrank oder die Regale der Buchläden zeigt, daß selbst Taschenbuchverlage ihre eigenen, um nur wenige Millimeter voneinander abweichenden Broschürenformate realisieren lassen. Einheitlichkeit besteht höchstens bei Buchreihen.

Die Notwendigkeit dieser Vielfalt an Formaten ist fragwürdig und für das Binding on demand nicht umsetzbar, insbesondere nicht bei der Buchproduktion. Hier ist eine Einschränkung auf eine minimale Anzahl zwingend erforderlich. Auch wenn bei der notwendigen drastischen Einengung die Gefahr einer Vereinheitlichung besteht, muß ein Kompromiß erreicht werden und eine Standardisierung von Formaten erlangt werden.

Als Standardformate werden in Anlehnung an Tabelle 7 (Seite 51) und /67/ folgende zwei Formate vorgeschlagen, wobei die Festlegung eines weiteren dritten Formates, z. B. DIN A4, denkbar ist:

- 120 mm x 190 mm,
- 148 mm x 210 mm (DIN A5).

Bei Auswahl von vier verschiedenen Bucheinbandmaterialien (z. B. zwei Materialarten, zwei Farben) ergibt sich die in Tabelle 11 markierte Anzahl von 32 unterschiedlichen Buchdecken.

Um bei Einschränkung auf nur vier Bezugsmaterialien eine weitgehende Vereinheitlichung des äußeren Erscheinungsbildes zu vermeiden und Individualität des einzelnen Buches zu erhalten, lassen sich die Bücher mit einem vierfarbig bedruckten und damit auf den jeweiligen Buchinhalt abgestimmten Schutzumschlag oder einer Titelprägung versehen.

### **Betrachtungen zur Lagerung**

Bei der angenommenen Wochenproduktion von 7.500 Büchern, einer gleichmäßigen Aufteilung auf die variablen Größen (analog zur Berechnung auf Seite 41) und einem Vorratspuffer von 50 % sind jeweils 352 Buchdecken erforderlich.

Für den Aufbau eines Lagerregals werden zwei Vorschläge unterbreitet. Bei einer Größe der einzelnen Fächer von 40 cm Höhe und 100 cm Breite (Lagerung der Decken stehend) entsteht eine Gesamtlänge von etwa 8 m, bei einer Höhe von 50 cm und einer Breite von 60 cm (Lagerung der Decken in zwei Stapeln hintereinander) beträgt die Länge 5 m. Es werden auch hier vier Regalzeilen für jeweils ein Bucheinbandmaterial vorgesehen. Die Übersichtlichkeit ist für dieses Regal größer aufgrund der geringeren Anzahl einzelner Lagerplätze.

Hinzu kommt eine Erhöhung der zu produzierenden Auflage von 78 auf 352 bzw. auf rund 1.400 bei Zusammenfassung der Buchdecken mit gleichem Format, aber unterschiedlichem Einbandmaterial.

Der Nachteil dreiteiliger Buchdecken bei ihrer Anwendung für ungerundete Buchblocks bleibt bestehen. Buchblocks ab einer Dicke von 15 mm sollten generell gerundet werden. Diese Grenze läßt sich jedoch durchaus auf 10 mm herabsetzen, was den betrachteten Dickenbereich vollständig umschließt. Dünnere Blocks sollten vorzugsweise als Broschur gefertigt werden. Außerdem tritt die Diskrepanz gerader Blockrücken – runder Buchdeckenrücken bei dünnen Exemplaren weniger störend auf.

## **3.3 Untersuchungen zur Auswahl eines geeigneten Verstärkungsmaterials**

### **3.3.1 Anforderungen an das Verstärkungsmaterial**

Da das Verstärkungsmaterial einen Kaschierverbund mit dem Deckenbezugsmaterial bildet und damit die Funktion des Einbandmaterials unterstützt, ist ein Teil der Anforderungen, die an Deckenbezugsmaterialien gestellt werden, auch auf das Verstärkungsmaterial übertragbar. Dies betrifft insbesondere Festigkeits- und Dehnbarkeitseigenschaften, die in Zusammenhang mit der Ausbildung des Falzes und der Wahrnehmung seiner Aufgabe als Öffnungsscharnier stehen, sowie die sich aus der Verarbeitung ergebenden Eigenschaften. Hinzu kommen u. a. Forderungen nach Formbarkeit und Formstabilität des Rückens, die bei vier- und sechsteiligen Buchdecken von der Rückeneinlage wahrgenommen werden. Nicht berücksichtigt werden Oberflächeneigenschaften wie z. B. Scheuer- und Kratzfestigkeit.

Obwohl für die Buchdecke die Eigenschaften des Kaschierverbundes relevant sind, wird zunächst die Komponente Verstärkungsmaterial für sich analysiert, um eine Selektierung aus vorliegenden Materialien treffen zu können. Nach Auswahl geeigneter Verstärkungsmaterialien wird der Kaschierverbund den gleichen Versuchen unterzogen.

Die geforderten Eigenschaften und Möglichkeiten ihrer meßtechnischen bzw. praktischen Ermittlung werden nachfolgend beschrieben. Nur die Durchführung einer Vielzahl von Untersuchungen unterschiedlicher Art erlaubt eine Aussage über die zu erwartende Produktqualität und die Auswahl eines geeigneten Verstärkungsmaterials, das dauerhaft die geforderten Eigenschaften der Buchdecke gewährleistet.

Die notwendigen Versuche werden für die Verstärkungsmaterialien in Maschinenlauf- und -querrichtung vorgenommen, um bei vorhandenen signifikanten Unterschieden eine optimale Verarbeitungsrichtung festlegen zu können (siehe Abschnitt „3 Entwurf einer neuen Buchdeckenkonstruktion – modifizierte dreiteilige Buchdecke, 3.2.2 Herstellung“). Da es sich um unterschiedliche Materialien handelt, die zu untersuchen sind (Papier, Gewebe u. a.), wird die Bezeichnung Materialaufrichtung für Faserlaufrichtung bzw. Kettrichtung gewählt, analog die Bezeichnung Materialquerrichtung für Faserquerrichtung bzw. Schußrichtung.

### 3.3.1.1 Anforderungen im Gebrauch

#### Festigkeitseigenschaften

Im Bereich der Falzelenke wird für das Bucheinbandmaterial eine hohe Zugfestigkeit gefordert, da in diesem Bereich Belastungen durch Zugkraft wirksam werden. Eine zu geringe Zugfestigkeit führt zum Materialbruch im Falzelenk. Während der Benutzung des Buches erfolgt die Zugbelastung zusammen mit dem Öffnen und Schließen der Buchdeckel, d. h. bei Ausübung der Scharnierfunktion. In diesem Zusammenhang tritt gleichzeitig eine Biegebelastung auf. Neben der Ermittlung der Biegebelastung, der ein Material bis zum Bruch standhält, ist der Einfluß einer definierten Biegebeanspruchung auf die Zugfestigkeit interessant. /68/

Aussagen zur Materialfestigkeit können über die Ermittlung der Bruchkraft  $F_B$  (Bestimmung von Eigenschaften bei zugförmiger Belastung nach DIN EN ISO 1924-2) getroffen werden. Die Probe wird dabei bis zum Bruch mit einer kontinuierlich ansteigenden Kraft beaufschlagt. In /68/ wird folgende Bewertung für Bucheinbandmaterialien vorgeschlagen:

Bruchkraft $F_B$ (N)	Bewertung
< 50	geringe Materialfestigkeit
50...100	mittlere Materialfestigkeit
> 100	hohe Materialfestigkeit

Aussagen zur Biegefestigkeit werden über die Falzfestigkeit getroffen, die mit Hilfe der Doppelfalzzahl DFZ beurteilt wird. Die Prüfung erfolgt nach TAPPI 423 cm-98 bzw. ISO 5626 mit dem Prüfgerät nach SCHOPPER, wobei ein Streifen unter einer Vorbelastung von 9,81 N bis zum Materialbruch hin und her gefalzt wird.

Bezüglich der Unterscheidung nach Materiallauf- und -querrichtung entsprechen die hier getroffenen Festlegungen nicht der Norm. Die Falzfestigkeit in Materialaufrichtung bezieht sich auf die Ausführung des Falzes parallel zur Faserrichtung; es wird in Materialaufrichtung gefalzt (die Probenstreifen werden für diese Prüfung in Querrichtung geschnitten). Entsprechendes gilt in umgekehrter Richtung (vergleiche Bild 4, Seite 70).

Nach /68/ gelten Bucheinbandmaterialien, die weniger als 100 Doppelfaltungen standhalten, als ungeeignet. Laut Angaben der FOGRA /69/ können Versuchsreihen abgebrochen werden, wenn 5 Proben eines Materials mehr als 10.000 Doppelfaltungen erreicht haben. Unter Berücksichtigung dieses hohen Wertes werden die vorgeschlagenen 100 Doppelfaltungen als zu gering angesehen und ein Mindestwert von 1.000 Doppelfaltungen festgelegt.

Um den Einfluß der Beanspruchung der Falzelenke im Gebrauch zu beurteilen, wird ein Zugversuch nach erfolgter Biegebeanspruchung durchgeführt. Der prozentuale Vergleich zeigt, inwieweit das Material von der ursprünglichen Festigkeit eingebüßt hat. Als Biegebeanspruchung werden 1.000 Doppelfaltungen definiert.

Für die Realisierung der Doppelfaltungen im SCHOPPER-Prüfgerät sind Probenlängen von 130 mm notwendig. Wenn diese Proben einem Zugversuch ausgesetzt werden, wird die in der DIN EN ISO 1924-2 geforderte freie Einspannlänge der Probenstreifen von 180 mm nicht erreicht. Um aber einen Vergleich der Zugfestigkeitswerte mit und ohne Beanspruchung zu ermöglichen, wird der Zugversuch in beiden Fällen mit der verringerten Probenlänge durchgeführt und entspricht damit nicht der DIN-Vorschrift.

Beim aufrecht stehenden Buch sowie seiner Entnahme aus einer Regalreihe, bei der es über den Rücken gekippt wird, treten Belastungen auf, für die neben der Zugfestigkeit als Beurteilungsgröße die Einreißfestigkeit  $F_{\text{Ein}}$  vorgeschlagen wird /70/. Diese Belastungen wirken in erster Linie auf das Fälzmaterial, haben aber ebenfalls Auswirkungen auf den Falz der Buchdecke und das Bucheinbandmaterial im Bereich des Rückens.

Für die Einreißfestigkeit von Fälzel- oder Bucheinbandmaterial sind keine Festlegungen oder Richtlinien bekannt. Die Belastungen, die beim aufrecht stehenden Buch und seiner Entnahme aus einem Regal auftreten, sind abhängig vom Gewicht des Buchblocks, das sich aus der flächenbezogenen Masse des Papiers, dem Format und der Dicke des Blocks ergibt. In /70/ wird angegeben, daß für Fälzmaterial die geforderte Einreißfestigkeit in N dem 1,5fachen des Gewichtes des Buchblocks entsprechen sollte. In Abhängigkeit von den ermittelten Werten für die Einreißfestigkeit kann dann geschlußfolgert werden, für welche Beschaffenheit eines Buchblocks das Material einsetzbar ist. Ein Buchblock von 500 Seiten im Format DIN A5 bei Verwendung eines gestrichenen Papiers mit der flächenbezogenen Masse von  $120 \text{ g/m}^2$  hat eine Masse von etwa einem Kilogramm – das entspricht einem Gewicht von rund 10 N – was für das Fälzmaterial eine Einreißfestigkeit von 15 N erfordert. Dieser Wert wird für die Einreißfestigkeit als Grenzwert festgelegt.

Für die Ermittlung der Einreißfestigkeit existieren keine gültigen Prüfvorschriften, so daß durch Versuche festzustellen ist, inwieweit vorhandene Prüfeinrichtungen aussagefähige Werte liefern. Die Eignung folgender Prüfgeräte wurde durch Vorversuche eingeschätzt:

- Variotester (kombiniertes Gerät zur Ermittlung von Pullwerten, Schrägzugfestigkeit, Bruchkraft und Einreißfestigkeit (Papier))

Die Messungen sind vergleichbar mit dem Schrägzugtest für die Klebebindefestigkeit. Die Probe wird unter einem Winkel von  $45^\circ$  bis zum Einreißen mit einer Kraft belastet. Die durch das Gerät aufgebrachten Kräfte sind für die zu untersuchenden Materialien zu gering und führen nicht zum Einreißen der Probe, da das Gerät nur für Papiermessungen ausgelegt ist.

- Durchreißprüfgerät nach Elmendorf

Durch Abwandlung des Durchreißversuchs nach Elmendorf, bei dem die notwendige Arbeit beim Weiterreißen einer eingeschnittenen Probe ermittelt wird, soll ein charakteristischer Vergleichswert für die Einreißfestigkeit gewonnen werden. Der Versuch wurde analog durchgeführt, jedoch ohne die Proben einzuschneiden. Es wurde nur jeweils eine Probe eingespannt.

Die Versuche ergaben, daß bei Vlies, einem Material geringer Festigkeit (geringe Bruchkraft), ein Teil der Proben nicht zerriß. Bei den festeren Scharnierstoffen konnte keine der Proben zerrissen werden. Die durch das Pendel aufgebrachte Arbeit ist nicht ausreichend, die Probe einzureißen.

- Gefügefestigkeitsprüfer IBT-2 (Internal Bond Tester)

Um den Einsatz des Gefügefestigkeitsprüfgerätes zu untersuchen, wurde eine Veränderung der Probenbefestigung vorgenommen. Die Proben wurden nicht beidseitig vollflächig an der unteren Aufnahmeplatte und dem waagerechten Schenkel des Winkels verklebt, sondern nur jeweils zur Hälfte an der unteren Platte und am Winkel.

Beim Schlagen des Pendels gegen den senkrechten Schenkel des Winkels trat jedoch kein Reißen der Probe entlang der Verklebungstrennlinie auf, was dem gewünschten Fall des Einreißen entsprachen hätte. Vielmehr erfolgte bei dem verwendeten Scharnierstoff an der einen oder anderen Probenhälfte eine teilweise oder vollständige Materialspaltung in Gaze und Kaschierpapier oder das Klebeband mit der Probe löste sich von der unteren Halterung.

- Berstfestigkeitsprüfgerät

Da die Berstfestigkeit ein Maß für Festigkeitseigenschaften (Zug- und Weiterreißfestigkeit) von Materialien /71, 72/ darstellt, ist ein Zusammenhang zur Einreißfestigkeit nicht ausgeschlossen.

Die Berstfestigkeit nach DIN 53 141/1 wird mit einem Berstfestigkeitsprüfgerät nach MULLEN ermittelt. Die Werte werden jeweils von der Materialoberseite (Rollenaußen-seite) und Materialunterseite (Rollenin-nenseite) bestimmt.

- Ermittlung der Einreißfestigkeit an der Zugfestigkeitsprüfmaschine mittels Spezialvorrichtung

Die Probe wird zwischen zwei nebeneinander in einer Ebene angeordneten Klemmen, die als Scharnier ausgebildet sind und sich im Abstand von 2 mm befinden, eingespannt. Eine der Klemmen ist beweglich. Die Meßvorrichtung wird in die Zugfestigkeitsprüfmaschine eingesetzt, so daß die bewegliche Klemme mit der oberen Einspannbacke der

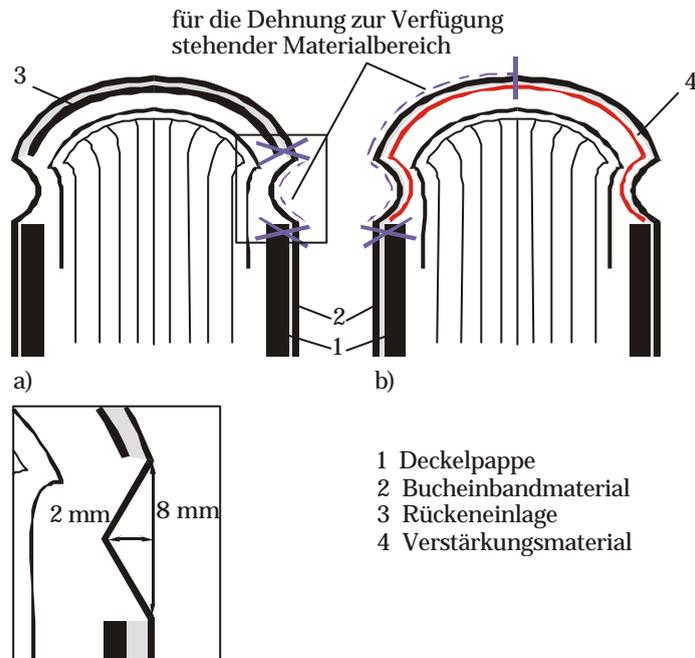
Prüfmaschine verbunden ist. Durch die Auslenkung der beweglichen Klemme unter Krafteinwirkung kommt es zum Einreißen der Probe. Der ermittelte Kraftaufwand reproduziert die Einreißfestigkeit der untersuchten Materialien.

### Dehnbarkeit

Die Ausbildung der Falz Gelenke (Falzeinbrennen) bewirkt eine Längenänderung des Bucheinbandmaterials, wofür eine Dehnbarkeit des Materials erforderlich ist /68/. Aussagen zur Dehnbarkeit erlaubt das Kraft-Weg-Diagramm.

Zur Festlegung von Bewertungen der Dehnfähigkeit eines Bucheinbandmaterials ist folgendes zu berücksichtigen:

Bei der vierteiligen Buchdecke steht für die Ausbildung des Falzes (Einbrennen der Vertiefung) allein der schmale Bereich des Einbandmaterials zwischen Deckelpappe und Rückeneinlage zur Verfügung (Bild 3a). Diese Falzbreite beträgt rund 8 mm. An der Deckelpappe und der Rückeneinlage ist das Bezugsmaterial vollflächig kaschiert und damit fixiert – an diesen Stellen kann es nicht nachgeben.



**Bild 3 Bereich der Materialdehnung beim Falzeinbrennen**  
**a) vierteilige Buchdecke**  
**b) modifizierte dreiteilige Buchdecke**

Der Ausschnitt in Bild 3 stellt eine modellhafte Vereinfachung der geometrischen Verhältnisse im Falzbereich dar, an Hand deren man die notwendige Dehnbarkeit des Einbandmaterials ermitteln kann. Die Tiefe des einzubrennenden Falzes ergibt sich aus der Dicke der Deckelpappen und der Komprimierbarkeit des Buchblocks. Es wird angenommen, daß eine Tiefe von 2 mm erreicht wird.

$$\Delta l = 2 \cdot \sqrt{4^2 \text{ mm}^2 + 2^2 \text{ mm}^2} - 8 \text{ mm} \quad (4)$$

$$\Delta l = 0,94 \text{ mm}$$

Damit ergibt sich eine Längenänderung von 0,94 mm, die einer erforderlichen Dehnung von rund 12 % (11,75 %) entspricht. Dieser Wert ist abgeleitet aus einer quasistatischen Betrachtung unter Zugrundelegung starrer Materialien für die Deckel und die Rückeneinlage. Für den Praxisfall und auch unter Berücksichtigung der Tatsache, daß Deckelpappen und Rückeneinlage sich aufeinander zu bewegen, so daß deren angenommener Abstand von 8 mm verkürzt wird, kann eine notwendige untere Grenze von 10 % angenommen werden, um den Falz wirkungsvoll einzubrennen. Bei weiterer Krafteinwirkung oder dauerhafter Belastung ist mit der Gefahr der Materialzerstörung zu rechnen, da das Material dann nicht weiter nachgeben kann.

Eine Materialdehnung von mehr als 15 % birgt die Gefahr der verringerten Formstabilität, so daß bei vierteiligen Buchdecken nachfolgende Bewertung für Bucheinbandmaterialien angenommen wird /81/:

Bruchdehnung $\varepsilon_B$ (%)	Bewertung
< 10	unzureichende Dehnungsfähigkeit
10...15	notwendige Dehnungsfähigkeit
> 15	hohe Dehnungsfähigkeit

Für die modifizierte dreiteilige Buchdecke ergibt sich ein anderer Aspekt (Bild 3b):

Für die Dehnung beim Falzeinbrennen steht die gesamte freie Rückenbreite zur Verfügung, die aus Kaschiervorbund zwischen Verstärkungsmaterial und Einbandmaterial besteht. Eine Fixierung dieses Materials existiert nur einseitig an den Deckelpappen. Für jeden Falz (Vorderseite, Rückseite) kann die Hälfte des freien Rückenbereiches nachgeben. Je breiter die freie Rückenbreite (je dicker der Block), desto mehr Material steht zur Verfügung und desto geringer ist die geforderte Dehnbarkeit, wie aus Tabelle 12 deutlich wird. Anhand der Buchblockdicken und der sich daraus ergebenden freien Rückenbreite (Berechnung der freien Rückenbreite nach Tabelle 8, Seite 54) läßt sich die erforderliche Materialdehnung berechnen. Ausgehend von den bereits diskutierten 0,94 mm wird als Längenänderung im Falzbereich 1 mm eingesetzt.

**Tabelle 12 Ermittlung der notwendigen Dehnbarkeit für die modifizierte dreiteilige Buchdecke**

Buchblockdicke (mm)	5	10	20	30	40	45
Zuschuß für gerundeten Rücken (mm)	1	1	2	3	4	4
+ 2 x Deckelpappendicke (je 1,5 mm) (mm)	3	3	3	3	3	3
+ 2 x Falzbreite (je 8 mm) (mm)	16	16	16	16	16	16
= freie Rückenbreite (mm)	25	30	41	52	63	68
für einen Falz zur Verfügung stehende Materialbreite (mm)	12,5	15	20,5	26	31,5	34
gedehntes Material nach Falzeinbrennen (mm)	13,5	16	21,5	27	32,5	35
<b>beim Falzeinbrennen erfolgte Dehnung (%)</b>	<b>8,0</b>	<b>6,7</b>	<b>4,9</b>	<b>3,8</b>	<b>3,2</b>	<b>2,9</b>

Für Blockdicken bis 15 mm wird als zweckmäßig erachtet, ein Material mit einer Dehnung von mindestens 8 % einzusetzen. Ab Blockdicken von größer 15 mm reicht eine mögliche Dehnbarkeit von 5 % aus. Hieraus ergibt sich die Möglichkeit des Einsatzes von Materialien, die mit geringen Dehnwerten eine hohe Kraftaufnahme begünstigen (hohe Festigkeit) und gleichzeitig eine Formstabilität sichern.

Als Obergrenze werden 13 % bzw. 10 % vorgeschlagen, was wiederum mit der geforderten Formstabilität begründet wird, die bei der modifizierten dreiteiligen Buchdecke nicht durch die steife Rückeneinlage erreicht werden kann, sondern durch den Kaschierverbund im Rücken zu gewährleisten ist.

Damit wird folgende Bewertung empfohlen, die sich auf zwei Buchblockdickenbereiche aufteilt:

Bruchdehnung $\epsilon_B$ (%)	Bewertung
-------------------------------	-----------

Buchblockdicke bis 15 mm:

< 8	unzureichende Dehnungsfähigkeit
8...13	notwendige Dehnungsfähigkeit
> 13	hohe Dehnungsfähigkeit

Buchblockdicke über 15 mm:

< 5	unzureichende Dehnungsfähigkeit
5...10	notwendige Dehnungsfähigkeit
> 10	hohe Dehnungsfähigkeit

### 3.3.1.2 Anforderungen während der Verarbeitung

#### Klebstoffdurchlässigkeit

Wird das Verstärkungsmaterial in Form von Einzelzuschnitten verarbeitet, ist eine Klebstoffdurchlässigkeit unerwünscht. Buchdecken gelangen in der Auslage in Kontakt miteinander. Wenn der Klebstoff im freien Rückenbereich durch das Verstärkungsmaterial dringt, wird die benachbarte Buchdecke verschmutzt. Außerdem besteht die Gefahr der Verschmutzung von Maschinenteilen, wenn Klebstoff durch das Material schlägt.

Sofern der Verstärkungstreifen und das Deckenbezugsmaterial als bahnförmige Materialien mittels Klebstoff in Verbund gebracht werden, spielt die Klebstoffdurchlässigkeit eine untergeordnete Rolle. Vor dem Wiederaufrollen der Bahn bzw. der Trennung in Einzelnutzen, die übereinander ausgelegt werden, kann eine Trocknungseinrichtung oder Kühlstrecke (Heißschmelzklebstoff) durchlaufen werden.

#### Vollflächige Verklebung

Die Verklebung mit dem Bezugsmaterial muß vollflächig erfolgen, wobei sich keine Hohlstellen oder Falten ausbilden dürfen. Für die Verbindung wird außerdem Dauerhaftigkeit gefordert, vor allem im Falzbereich. Die Gefahr des Ablösens des Verstärkungsmaterials in diesem Bereich besteht besonders dann, wenn der Verstärkungstreifen in der Breite der freien Rückenbreite eingeklebt wird.

### 3.3.1.3 Ästhetische Merkmale

#### Sichtbare Kantenbildung

Für die Ausführungsvarianten der modifizierten dreiteiligen Buchdecke, bei denen der Verstärkungstreifen die Deckelpappen überlappt, besteht die Gefahr, daß sich die entstehende Kante durch den Deckenbezug drückt und auf der Außenseite der Buchdecke störend sichtbar wird. Außerdem führt der entstehende Höhenunterschied gegebenenfalls zu Scheuererscheinungen. Diese mögliche Kantenbildung kann nur beurteilt werden, indem ein Kaschierverbund hergestellt und visuell ausgewertet wird.

Für die Versuche werden Verstärkungsmaterial und Bezugsmaterial (Quadrate von je 10 cm x 10 cm) auf Pappe (12 cm x 12 cm) aufgeklebt, bündig in die jeweils diagonal gegenüberliegenden Ecken. Die Verklebung erfolgt so, daß die Laufrichtung aller drei Materialien parallel verläuft. Die Kantenbildung kann für beide Richtungen des Verstärkungsmaterials beurteilt werden.

Ein gleichmäßiges Andrücken des Kaschierverbundes wird mittels Holzwalze, die um 90° versetzt zweimal über die Materialien gerollt wird, erreicht.

Für eine mögliche Vorhersage von Kantenbildungen wird versucht, einen Zusammenhang zwischen der Benotung (visuelle Auswertung) und verschiedenen Faktoren (z. B. Farbe, Oberflächenstruktur und Dicke von Verstärkungsmaterial und Bucheinbandmaterial) aufzustellen.

#### Veredlungsmöglichkeiten

Für die Buchdeckenveredlung stehen verschiedene Verfahren zur Verfügung, von denen in Anlage 5 wesentliche aufgezählt und gegenübergestellt sind.

Die Anwendbarkeit der digitalen Druckverfahren ist im wesentlichen von der Oberflächenbeschaffenheit des Bedruckstoffs abhängig und damit unabhängig von der Buchdeckenkonstruktion. Für das Heißfolienprägen als dominierendes Verfahren bei den Veredlungstechniken und das Blindprägen spielt außerdem die Dicke und Kompressibilität des Materials eine Rolle.

Beim Prägen des Buchdeckels gelten für die modifizierte dreiteilige Buchdecke keine Einschränkungen gegenüber konventionellen Buchdecken, da im Materialaufbau und der Kompressibilität kein Unterschied besteht. Im Kaschierverbund des Rückenbereiches liegt dagegen aufgrund der fehlenden Rückeneinlage aus Karton bzw. Pappe eine eingeschränkte Dicke und Kompressibilität vor. Da es sich bei der Rückenprägung in der Regel um kleinflächige Motive, bestehend aus Schriftzügen ohne ausgeprägte filigrane Elemente, handelt, wird dieser Umstand als geringfügig eingeschätzt. Hinzu kommt, daß mit dem Unterlegen einer Zurichtung aus Pappe für den Prägevorgang bekannte Prägeverhältnisse geschaffen werden können.

### **3.3.2 Auswahl möglicher Verstärkungsmaterialien**

#### **3.3.2.1 In Betracht zu ziehende Materialien**

Für die Verstärkung des Rückens der modifizierten dreiteiligen Buchdecke werden Materialien in Betracht gezogen, die zum Fälzeln und Hinterkleben von Buchblocks eingesetzt werden. Zum einen handelt es sich dabei um Materialien unterschiedlicher Beschaffenheit, was eine Einseitigkeit der Betrachtung ausschließt. Zum anderen sind es dem Buchbinder vertraute Materialien, für deren Verarbeitung im Rahmen der Buchherstellung bereits Erfahrungen vorliegen.

Diese Materialien werden als Schmalbahn und/oder Breitbahn angeboten, entsprechend verläuft ihre Faserrichtung parallel zum Produktrücken oder quer dazu.

Eine detaillierte Aufstellung und Beschreibung möglicher Materialien ist in Anlage 6 zusammengefaßt, eine Übersicht gibt nachfolgende Tabelle 13.

Bei der Verarbeitung des Verstärkungsmaterials von der Schmalrolle verläuft die Materialaufrichtung parallel zum Produktrücken. Bezugsmaterial und Verstärkungsmaterial können beide als bahnförmige Materialien von der Rolle miteinander kaschiert werden.

Bei Verarbeitung von der Breitrolle ist das Verstärkungsmaterial vor der Verbindung in Nutzen zu schneiden, die Materialaufrichtung verläuft hierbei quer zum Produktrücken. Eine Bahnverarbeitung ist für die favorisierte Ausführungsvariante der modifizierten dreiteiligen Buchdecke ausgeschlossen.

Tabelle 13 Materialien zum Hinterkleben und Fälzeln

Material	Beschreibung	Gummierung	Klebstoff	Ausführung	Runde fähigkeit	Eigenschaften
Heftgaze	lockeres Baumwollgewebe appretiert (vorwiegend mit Stärke)	nein	Dispersion Hotmelt	Breitrolle	gering	– Klebstoffdurchlässigkeit – hohe Festigkeit (quer) – geringe Dehnbarkeit (quer)
Scharnierstoff	Gaze ein- oder beidseitig kaschiert mit Seidenpapier	nein	Dispersion Hotmelt	Breitrolle	schlecht	– hohe Festigkeit – hohe Falzfestigkeit – gute Planlage
		ja	Dispersion			– Klebstoffundurchlässigkeit – geringe Dehnbarkeit (längs)
		nein	Dispersion Hotmelt	Schmalrolle	gut	– hohe Dehnbarkeit (quer) durch locker gewebte Schußfäden
	Gaze einseitig kaschiert mit Krepppapier	nein	Dispersion Hotmelt	Breitrolle	sehr gut	– hohe Festigkeit – hohe Falzfestigkeit – gute Planlage – Klebstoffundurchlässigkeit – hohe Dehnbarkeit (längs)
Schirting	dichtes Baumwollgewebe stark appretiert und kalandriert	nein	Dispersion Hotmelt	Schmalrolle	sehr gut	– sehr hohe Festigkeit – sehr hohe Falzfestigkeit – Klebstoffundurchlässigkeit – hohe Dehnbarkeit (quer) bei geschrumpften Schußfäden (bis 30 %)
		nein (selten ja)	Dispersion (Hotmelt)	Breitrolle	gut	– Dehnbarkeit (längs) durch Prägung vergrößert

<b>Material</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Gummierung</b>	<b>Klebstoff</b>	<b>Ausführung</b>	<b>Runde fähigkeit</b>	<b>Eigenschaften</b>
Vlies	Baumwoll- oder Viskosefaser- material appretiert mit Dispersions- klebstoff 40...100 g/m <sup>2</sup>	nein	Dispersion Hotmelt	Schmalrolle	sehr gut	– geringe Festigkeit – geringe Falzfestigkeit – hohe Dehnbarkeit – teilweise Klebstoffdurch- lässigkeit
Krepppapier	Natronkraftpapier quer zur Laufrichtung gekreppt 70...110 g/m <sup>2</sup>	nein	Dispersion Hotmelt	Breitrolle	sehr gut	– Dehnbarkeit in Längsrichtung – geringe Festigkeit
		ja	Dispersion			– Faltenbildung
Fälzelpapier	weißes, holzfreies Papier 80 g/m <sup>2</sup>	nein	Dispersion Hotmelt	Schmalrolle	gut	– hohe Festigkeit (längs) – hohe Dehnbarkeit (quer) – hohe Falzfestigkeit
Natronsackpapier	zähes, braunes Papier 50...70 g/m <sup>2</sup>	nein	Dispersion Hotmelt	Schmalrolle	gering	– geringe Naßfestigkeit – starke Rollneigung – hohe Falzfestigkeit – Anwendung zurückgehend

### 3.3.2.2 Ausgewählte Materialien

Aus den unter Abschnitt „3.3.2.1 In Betracht zu ziehende Materialien“ erwähnten Werkstoffen sind verschiedene Materialbeispiele für Versuche ausgewählt worden. Tabelle 14 zeigt eine Übersicht dieser Materialien, die hinsichtlich ihrer Eignung als Verstärkungsmaterial Messungen und Prüfungen unterzogen werden.

Flächenbezogene Masse und Dicke der Materialien sind ebenfalls in der Tabelle enthalten. Die Einzelwerte der Meßreihen können der Anlage 7 entnommen werden.

**Tabelle 14 Verstärkungsmaterialien**

<b>Material- bezeichnung</b>	<b>Beschreibung</b>	<b>Dicke  (mm)</b>	<b>flächen- bezogene Masse  (g/m<sup>2</sup>)</b>
<b>Heftgaze</b>			
30/3LB-EH	dreifädige Heftgaze 30 Fäden pro cm <sup>2</sup>	0,19	70
BG IV	Spezialheftgaze (Bandheftgaze) etwa 1 cm breite dichtgewebte (bandähnliche) Bereiche im Abstand von 5 cm, in den Zwischenräumen zwei- und dreifädige Kettfäden	0,23	80
<b>Scharnierstoff</b>			
GP 2 R	einfädige, relativ grobmaschige Gaze (16 Fäden pro cm <sup>2</sup> ), mit Papier kaschiert	0,06	65
GP 2 G	einfädige, relativ grobmaschige Gaze (17 Fäden pro cm <sup>2</sup> ), mit Papier kaschiert Papiertseite gummiert	0,08	85
GP 18	einfädige, relativ grobmaschige Gaze (18 Fäden pro cm <sup>2</sup> ), mit Papier kaschiert Gewebeite gummiert	0,07	97
GP 5 W	zweifädige, sehr feinmaschige Gaze (37 Fäden pro cm <sup>2</sup> ), mit Papier kaschiert	0,08	99
GS 5 L	zweifädige, sehr feinmaschige Gaze (28 Fäden pro cm <sup>2</sup> ), Faserzwischenräume ausgefüllt	0,14	101
<b>Schirting</b>			
D 35	dichtes, stark appretiertes Gewebe (etwa 35 Fäden pro cm <sup>2</sup> )	0,12	147
F 110	dichtes, stark appretiertes und kalandriertes Gewebe (etwa 35 Fäden pro cm <sup>2</sup> )	0,07	146
F 110 G	dichtes, stark appretiertes und kalandriertes Gewebe (etwa 35 Fäden pro cm <sup>2</sup> ) rückseitig gummiert	0,14	183

Materialbezeichnung	Beschreibung	Dicke (mm)	flächenbezogene Masse (g/m <sup>2</sup> )
<b>Vlies</b>			
B 50 G	Vlies niedriger flächenbezogener Masse fadenverstärkt	0,16	53
VP 80	Vlies höherer flächenbezogener Masse	0,19	85
<b>Krepppapier</b>			
70/90	70 g/m <sup>2</sup> ungekreppt, 90 g/m <sup>2</sup> gekreppt	0,19	92
70/90 G	70 g/m <sup>2</sup> ungekreppt, 90 g/m <sup>2</sup> gekreppt rückseitig gummiert	0,15	112
90/95	90 g/m <sup>2</sup> ungekreppt, 95 g/m <sup>2</sup> gekreppt (geringe Kreppung)	0,20	95
<b>Fälzelpapier</b>			
weiß	weißes, zähes Papier (liegt als Schmalrolle vor, deshalb sind Messungen, die Probenzuschnitte in Querrichtung erfordern, unmöglich)	0,03	72

### 3.3.3 Versuchsauswertung zu den Verstärkungsmaterialien

Die in Tabelle 15 aufgeführten Versuche wurden an den Verstärkungsmaterialien, z. T. auch am Bucheinbandmaterial und am Kaschierverbund durchgeführt. In der angegebenen Anlage sind die ausführlichen Meßreihen hinterlegt. Die Probenzuschnitte in Materialauf- und -querrichtung sind in Bild 4 dargestellt.

	Materialaufrichtung	Materialquerrichtung
Bruchkraft Bruchdehnung		
Doppelfalzzahl		
Einreißfestigkeit		

**Bild 4** Probenzuschnitt für ausgewählte Meßverfahren

**Tabelle 15 Messungen und Prüfungen**

<b>Eigenschaft</b>	<b>Prüfverfahren</b>	<b>Beurteilungsgröße</b>	<b>Bewertung</b>	<b>Anlage</b>
Dicke	DIN EN 20 534 Bestimmung der Dicke, der Dichte und des spezifischen Volumens	Dicke d (mm)		Anlage 7
flächenbezogene Masse	DIN EN ISO 536 Bestimmung der flächenbezogenen Masse	flächenbezogene Masse $m_A$ (g/m <sup>2</sup> )		Anlage 7
Festigkeit	DIN EN ISO 1924-2 Bestimmung von Eigenschaften bei zugförmiger Belastung Verfahren mit konstanter Dehngeschwindigkeit Lauf- und Querrichtung	Bruchkraft $F_B$ (N)	klein 0...50 N mittel 50...100 N groß über 100 N	Anlage 8
	Einreißfestigkeit mittels Spezialvorrichtung (Zugfestigkeitsprüfmaschine) Lauf- und Querrichtung	Einreißfestigkeit $F_{Ein}$ (N)	Material 0...15 N nicht geeignet	Anlage 11
/68, 81/		Berstfestigkeit B (mPa)		Anlage 12
Biegefestigkeit der Falz Gelenke	ISO 5626 Determination of folding endurance TAPPI 423 cm-98 Folding endurance of paper (Schopper type tester) (Falzfestigkeit) Lauf- und Querrichtung	Anzahl der Doppelfaltungen DFZ bis zum Bruch	Material 0...1000 nicht geeignet	Anlage 9
	DIN EN ISO 1924-2 Bestimmung von Eigenschaften bei zugförmiger Belastung Verfahren mit konstanter Dehngeschwindigkeit nach 1.000 Doppelfaltungen Lauf- und Querrichtung	Bruchkraft $F_{BDFZ}$ (N) nach 1.000 Doppelfaltungen	prozentualer Vergleich mit ursprünglicher Festigkeit oder klein 0...50 N mittel 50...100 N groß über 100 N	Anlage 10
/68, 81, 82, 83/				
Formbarkeit der Falz Gelenke	DIN EN ISO 1924-2 Bestimmung von Eigenschaften bei zugförmiger Belastung Verfahren mit konstanter Dehngeschwindigkeit Lauf- und Querrichtung	Bruchdehnung $\epsilon_B$ (%)	Blockdicke < 15 mm: unzureich. 0...8 % notwendig 8...13 % hoch > 13 %  Blockdicke > 15 mm: unzureich. 0...5 % notwendig 5...10 % hoch > 10 %	Anlage 8
Kantenbildung	Kaschierverbund von Bucheinband- und Verstärkungsmaterial auf Pappe	visuelle Beurteilung der Kantenbildung	1 nicht sichtbar 2 nicht störend 3 störend	Anlage 14

### 3.3.3.1 Anforderungen im Gebrauch

#### Festigkeitseigenschaften

##### Bruchkraft

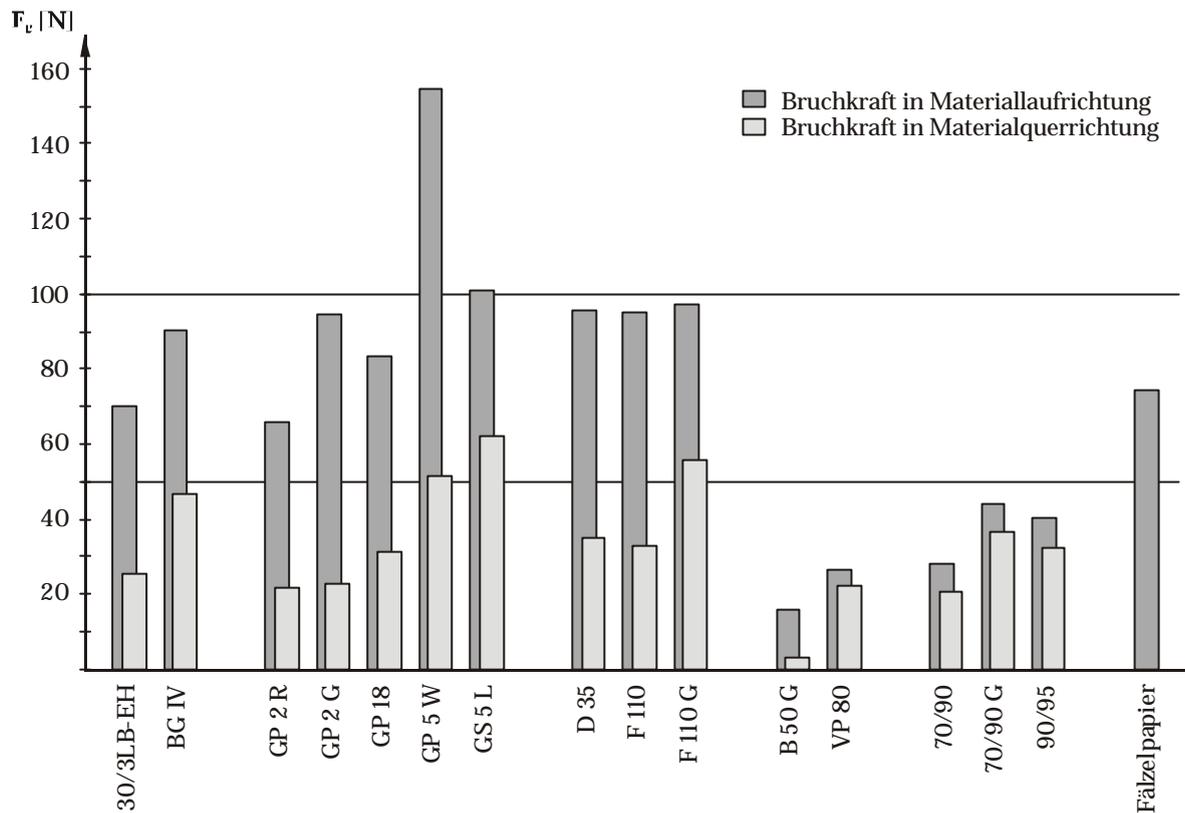
Tabelle 16 gibt eine Übersicht über die mittels Zugfestigkeitsprüfung ermittelten Werte für die Bruchkraft und Bruchdehnung sowie die Maximalkraft und die dabei auftretende Dehnung. Die Einzelwerte der jeweiligen Meßreihen einschließlich Standardabweichung und Variationskoeffizient sind für ausgewählte Materialien der Anlage 8 zu entnehmen.

**Tabelle 16 Festigkeit und Dehnung (Verstärkungsmaterial)**

Verstärkungsmaterial	Materialaufrichtung				Materialquerrichtung			
	max. Kraft (N)	Dehnung bei max. Kraft (mm)	Bruchkraft (N)	Bruchdehnung (%)	max. Kraft (N)	Dehnung bei max. Kraft (mm)	Bruchkraft (N)	Bruchdehnung (%)
<b>Heftgaze</b>								
30/3LB-EH	75,01	4,34	70,54	3,74	28,17	9,16	25,84	8,24
BG IV	94,90	5,83	91,00	4,95	46,94	5,16	46,59	4,32
<b>Scharnierstoff</b>								
GP 2 R	67,59	4,27	67,16	3,58	23,57	5,97	21,97	5,79
GP 2 G	94,12	4,08	93,96	3,41	27,79	3,81	23,02	4,41
GP 18	82,79	4,13	82,55	3,45	33,32	5,26	31,52	4,72
GP 5 W	157,62	5,33	155,79	4,45	52,30	12,32	51,40	10,35
GS 5 L	101,85	18,60	101,63	15,50	62,32	6,70	62,30	5,59
<b>Schirting</b>								
D 35	97,33	6,97	96,53	5,84	35,62	41,38	34,89	34,83
F 110	95,74	5,10	95,66	4,26	42,40	13,14	31,08	12,36
F 110 G	98,64	4,18	98,61	3,49	55,95	15,45	55,61	12,90
<b>Vlies</b>								
B 50 G	24,33	3,32	16,16	3,64	5,12	3,97	3,52	5,66
VP 80	30,81	4,24	26,58	4,15	26,15	6,65	22,12	6,32
<b>Krepppapier</b>								
70/90	28,23	32,64	28,13	27,23	21,42	3,92	20,70	3,37
70/90 G	44,86	14,65	44,24	12,25	38,45	2,41	37,75	2,06
90/95	41,50	14,56	40,60	12,22	34,07	3,55	32,54	3,06
<b>Fälzelpapier</b>								
weiß	76,05	2,89	74,30	2,49	–	–	–	–

gestellte Anforderungen in der jeweiligen Materialrichtung nicht erfüllt

Bild 5 zeigt eine Gegenüberstellung der Bruchkraftwerte aller Verstärkungsmaterialien in Materialauf- und -querrichtung. Maximalkraft und Bruchkraft unterscheiden sich unwesentlich, so daß keine getrennte Betrachtung vorgenommen werden muß und, wie allgemein üblich, die Bruchkraft zur Auswertung herangezogen wird. In gleicher Weise verhält es sich mit der Dehnung.



**Bild 5 Bruchkraft  $F_B$  in Materialaufrichtung und Materialquerrichtung (Verstärkungsmaterial)**

Die Bruchkraft in Querrichtung liegt generell unter den Werten für die Laufrichtung, z. T. erheblich (unter 50 %). Bis auf drei Ausnahmen (Scharnierstoffe GP 5 W und GS 5 L, Schirting F 110 G) verfügen die Materialien in Querrichtung nur über eine geringe Materialfestigkeit.

In Laufrichtung erreichen die meisten Materialien eine mittlere Festigkeit, z. T. nah an der Obergrenze des mittleren Bereiches. Lediglich die beiden Scharnierstoffe GP 5 W und GS 5 L weisen hohe Festigkeitswerte auf.

Die Betrachtung der Werte der Bruchkraft führt zu dem möglichen Schluß, daß bei Verarbeitung des Verstärkungsmaterials in Laufrichtung (Materialaufrichtung parallel zum Produktrücken) die Gefahr des Materialbruchs besteht. Endgültige Aussagen sind jedoch

erst nach Untersuchung des Kaschierverbundes möglich (siehe Abschnitt „3.5 Untersuchungen des Kaschierverbundes zwischen Bucheinbandmaterial und Verstärkungsmaterial“).

Die niedrigen Werte für die Bruchkraft bei den beiden Vliesen lassen den Schluß zu, daß dieses Material als ungeeignet eingestuft und aus Versuchen im Kaschierverbund bereits an dieser Stelle ausgeschlossen wird.

### Doppelfalzzahl

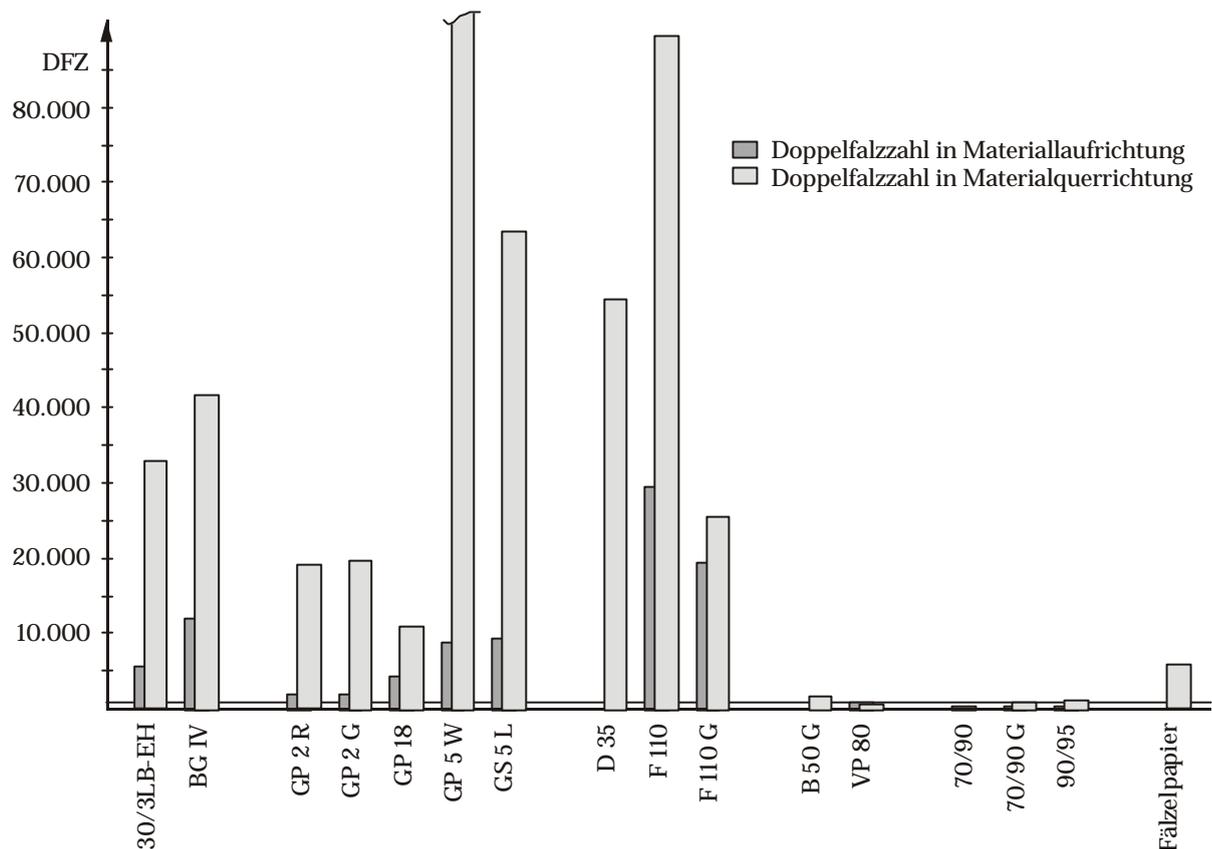
In bezug auf die Falzfestigkeit treten sehr große Unterschiede zwischen den Materialien und innerhalb der Materialien hinsichtlich der Laufrichtung auf.

**Tabelle 17 Doppelfalzzahl in Materiallaufrichtung und Materialquerrichtung (Verstärkungsmaterial)**

<b>Verstärkungs- material</b>	<b>Material- laufrichtung</b>	<b>Material- querrichtung</b>	
<b>Heftgaze</b>			
30/3LB-EH	5.631	33.412	
BG IV	12.089	42.019	
<b>Scharnierstoff</b>			
GP 2 R	1.589	18.823	
GP 2 G	2.028	18.935	
GP 18	4.014	11.713	
GP 5 W	9.026	103.926	
GS 5 L	9.528	63.361	
<b>Schirting</b>			
D 35	*	53.979	
F 110	29.533	89.619	
F 110 G	19.482	25.339	
<b>Vlies</b>			
B 50 G	**	1.405	
VP 80	556	480	* keine Messung aufgrund hoher Dehnung
<b>Krepppapier</b>			
70/90	11	*	** Probenriß unter Einwirkung der Vorspannkraft
70/90 G	126	737	
90/95	224	826	gestellte Anforderungen in der jeweiligen Materialrichtung nicht erfüllt
<b>Fälzelpapier</b>			
weiß	–	5.294	

Vor allem bei Falzung in Materialquerrichtung (quer zur Materialfaser bzw. zur Materiallaufrichtung) werden sehr hohe Doppelfalzzahlen erreicht. Werte von über 10.000 Doppelfalzungen bei Heftgaze, Scharnierstoffen und Schirting erlauben einen Abbruch der Mes-

sungen bereits nach 5 Proben des jeweiligen Materials (siehe Tabelle 17 und Bild 6, ausführliche Meßreihen in Anlage 9). Bei Falzung in Materialaufrichtung (parallel zur Materialfaser) ist ein deutlicher Abfall der Falzfestigkeit zu verzeichnen. Bei den genannten Materialien überschreitet der Mittelwert zwar den Mindestwert von 1.000 Doppelfaltungen, bei den Schamierstoffen GP 2 R und GP 2 G liegen vereinzelt Meßwerte jedoch unterhalb dieser Grenze. Bereits nach 200...300 Doppelfaltungen wird hier eine Materialschwächung deutlich, die Papierkaschierung reißt und der Probenstreifen wird lediglich von einzelnen Gewebefäden zusammengehalten.

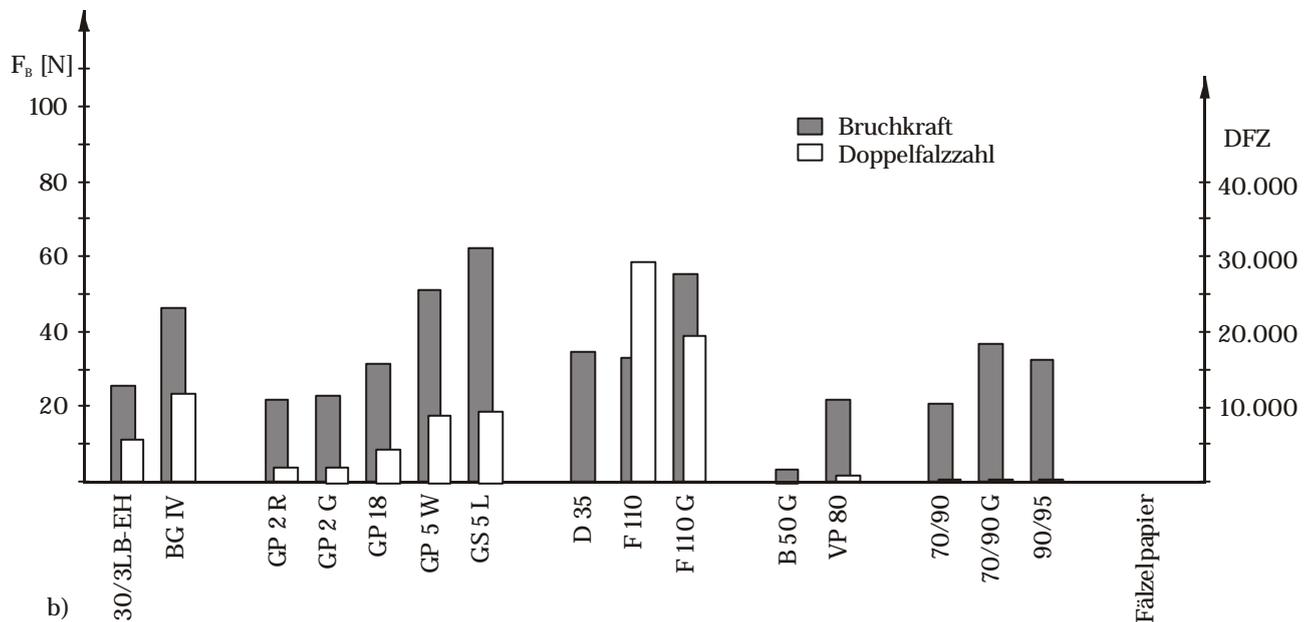
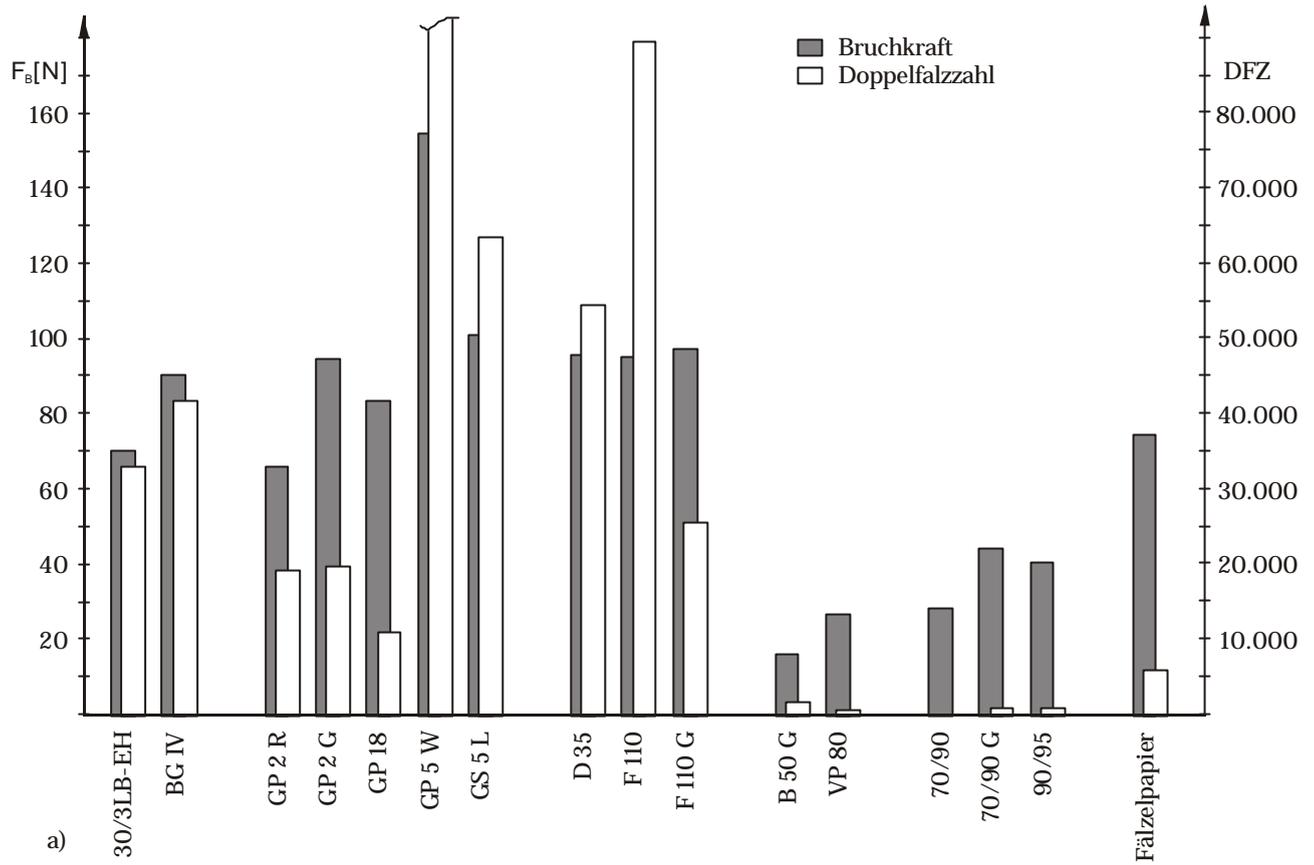


**Bild 6 Doppelfalzzahl DFZ in Materialaufrichtung und Materialquerrichtung (Verstärkungsmaterial)**

Bei den Vliesen und den Kreppapieren ist sowohl in Materialauf- als auch -querrichtung keine ausreichende Falzfestigkeit gegeben. Eine Materialzerstörung tritt bereits nach einigen Hundert Falzungen ein.

Das Krepppapier 70/90 konnte aufgrund der hohen Dehnung in Laufrichtung keiner Messung (Doppelfalzzahl in Querrichtung) unterzogen werden, da die Dehnung des Materials die Wirkung der Vorspannkraft aufhebt. Gleiches gilt für Schirting D 35 bei Messung in Laufrichtung. Bei Vlies B 50 G zerreißt die Probe bereits unter Einwirkung der Vorspannkraft von 9,81 N.

Bild 7 stellt für die jeweilige Laufrichtung die Bruchkraft und die ihr zugeordnete Falzfestigkeit (Doppelfalzzahl) dar. Aus den Diagrammen wird abgeleitet, daß keine Gesetzmäßigkeit zwischen beiden Größen besteht.



**Bild 7** a) Bruchkraft  $F_B$  in Materialaufrichtung, Doppelfalzzahl DFZ in Materialquerrichtung (Verstärkungsmaterial)  
b) Bruchkraft  $F_B$  in Materialquerrichtung, Doppelfalzzahl DFZ in Materialaufrichtung (Verstärkungsmaterial)

Bruchkraft nach Biegebelastung

Die definierte Biegebelastung vor der erneuten Zugfestigkeitsprüfung entspricht dem Mindestwert der geforderten Falzfestigkeit von 1.000 Doppelfaltungen. Die Messungen sind für ausgewählte Materialien durchgeführt worden (Anlage 10).

Bei den Scharnierstoffen GP 2 R und GP 2 G wurde die Biegebelastung für die Zugfestigkeitsprüfung in Querrichtung auf 500 Doppelfaltungen begrenzt, da einzelne Proben bei der Ermittlung der Falzfestigkeit die 1.000 Doppelfaltungen nicht erreicht haben.

Für Schirting D 35 kann die Zugfestigkeit in Materialquerrichtung nach Vorbelastung nicht ermittelt werden, da in Laufrichtung die Messung der Falzfestigkeit nicht durchführbar ist (hohe Dehnung).

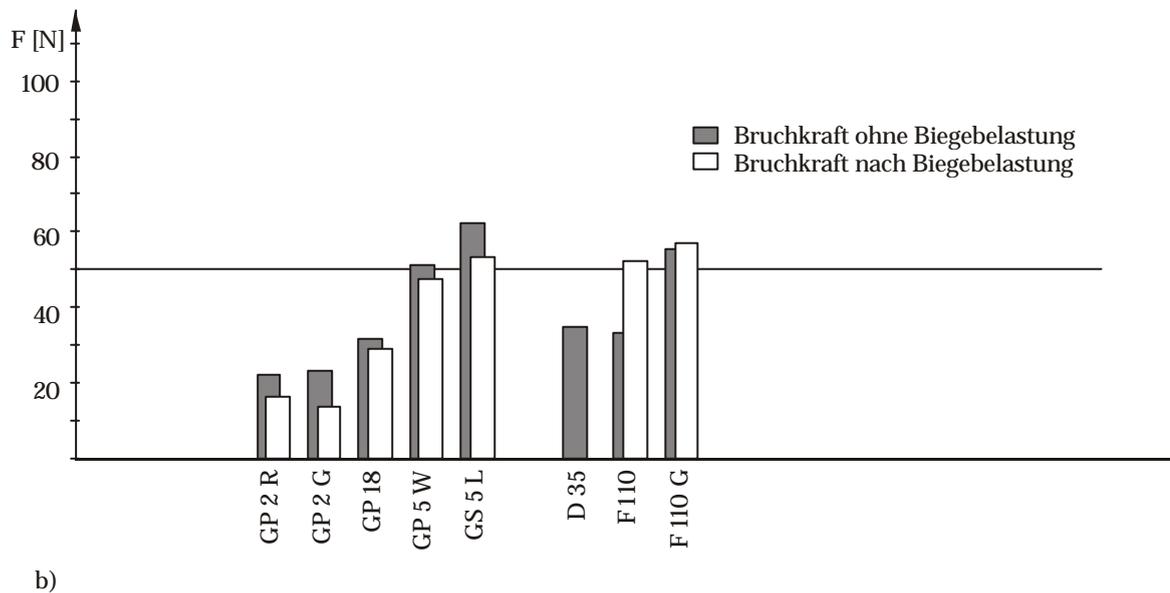
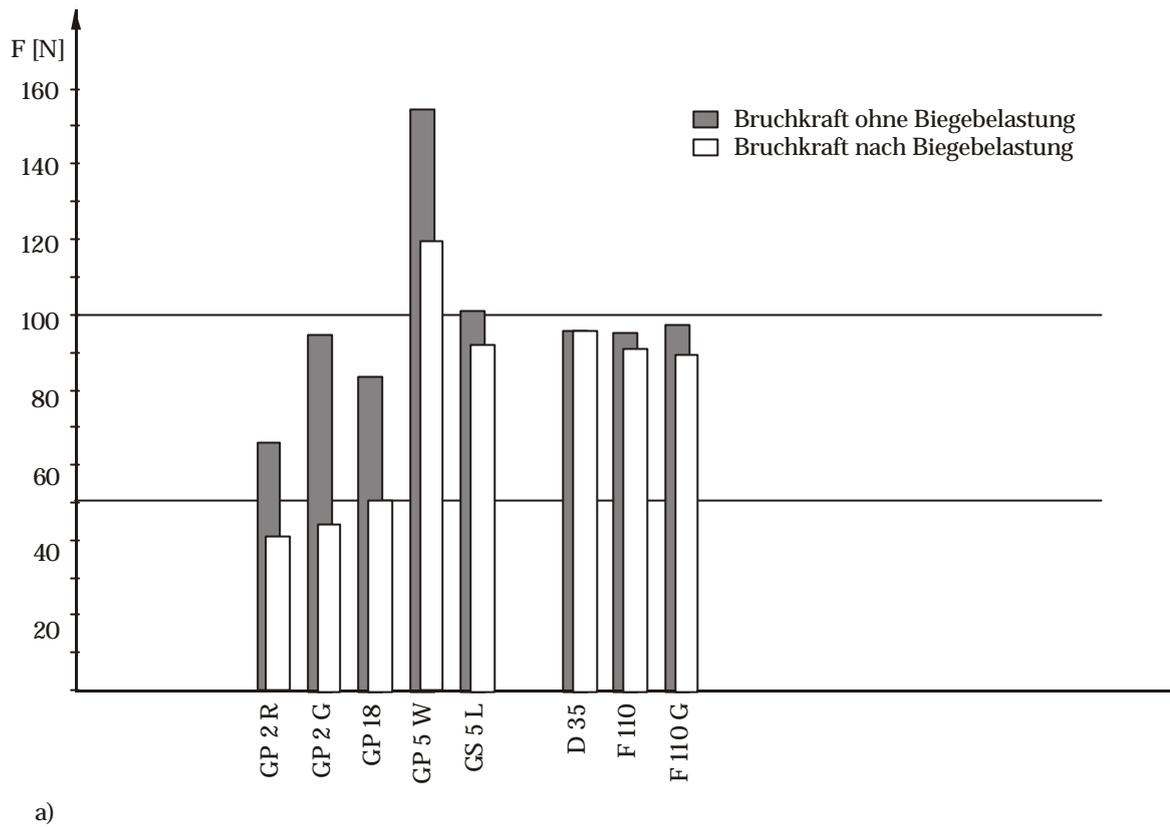
Die vorbelasteten Proben reißen in der Regel an der Belastungsstelle, d. h. im Falz. Ausnahmen bilden hierbei die Schirtings in Materialquerrichtung, die grundsätzlich neben der Belastungsstelle reißen, sowie der Scharnierstoff GP 5 W, bei dem die Hälfte der Proben neben der Belastungsstelle reißt. Daraus wird abgeleitet, daß bei diesen beiden Materialien an der Falzstelle kein Festigkeitsabfall nach den 1.000 Doppelfaltungen auftritt.

In Tabelle 18 sind die Bruchkraftwerte für die Proben ohne und mit vorhergehender Biegebeanspruchung gegenübergestellt und ein prozentualer Vergleich angegeben. Bild 8 ergänzt die Aussagen grafisch.

**Tabelle 18 Vergleich der Bruchkraft ohne und nach Biegebeanspruchung (Verstärkungsmaterial)**

Verstärkungs- material	Materiallaufrichtung			Materialquerrichtung		
	Bruchkraft ohne Biege- belastung (N)	Bruchkraft nach Biege- belastung (N)	Differenz (%)	Bruchkraft ohne Biege- belastung (N)	Bruchkraft nach Biege- belastung (N)	Differenz (%)
<b>Scharnierstoff</b>						
GP 2 R	67,16	41,33	- 38,46	21,97	16,35	- 25,58
GP 2 G	93,96	44,76	- 52,36	23,02	13,13	- 42,96
GP 18	82,55	51,56	- 37,54	31,52	29,49	- 6,44
GP 5 W	155,79	119,48	- 23,31	51,40	47,37	- 7,84
GS 5 L	101,63	93,52	- 7,98	62,30	53,57	- 14,01
<b>Schirting</b>						
D 35	96,53	96,75	0,23	34,89	-	-
F 110	95,66	91,11	- 4,76	31,08	52,43	68,69
F 110 G	98,61	89,45	- 9,29	55,61	57,43	3,27

gestellte Anforderungen in der jeweiligen Materialrichtung nicht erfüllt



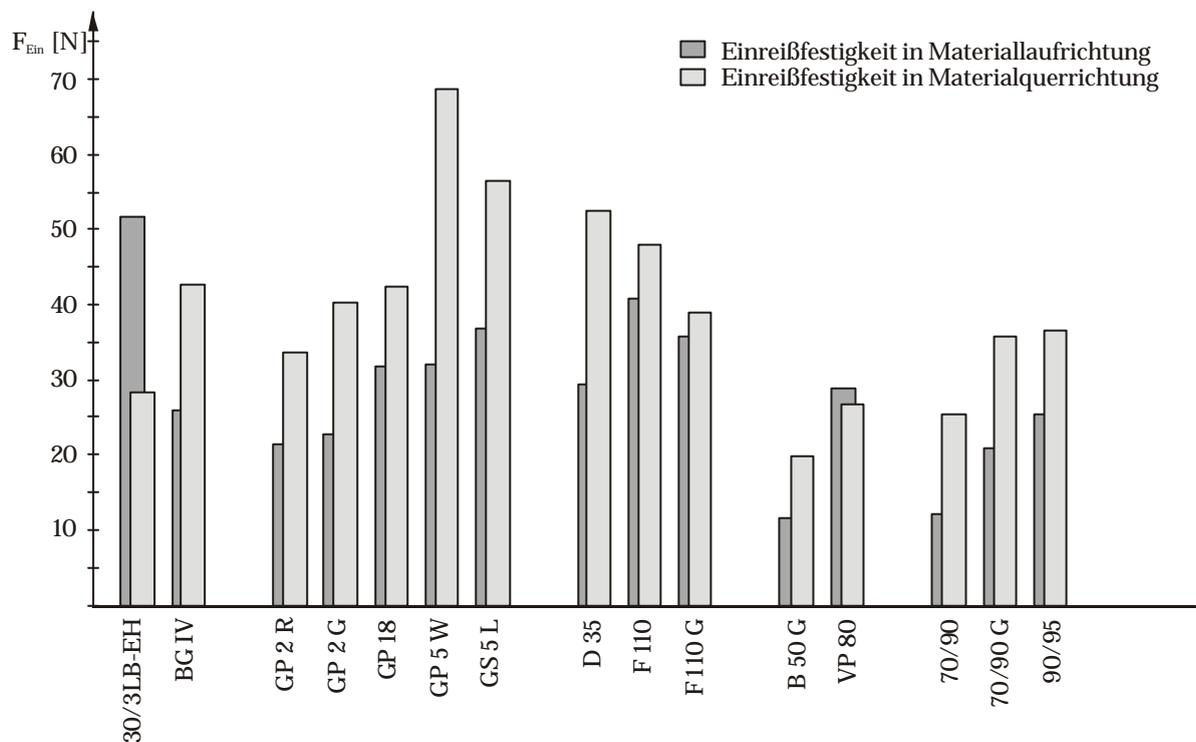
**Bild 8** Bruchkraft ohne  $F_B$  und nach Biegebelastung  $F_{BDFZ}$  (Verstärkungsmaterial)  
**a) Materialaufrichtung**  
**b) Materialquerrichtung**

In Materialaufrichtung wird bei den Scharnierstoffen GP 2 R, GP 2 G und GP 18 ein hoher Festigkeitsabfall deutlich, die Festigkeit fällt geringfügig unter die vorgeschlagene Grenze von 50 N. Die Werte der übrigen Materialien bewegen sich nahe der Grenze zur hohen Festigkeit.

Noch gravierender ist der Rückgang der Festigkeit in Materialquerrichtung, da hier die Festigkeit bei den meisten Materialien bereits als niedrig eingestuft werden mußte. Die oben genannten Scharnierstoffe erreichen nur Werte unter 30 N, was als nicht ausreichend angesehen wird.

### Einreißfestigkeit

Die mit der Zusatzeinrichtung an der Zugfestigkeitsprüfmaschine ermittelten Werte für die Einreißfestigkeit sind in Tabelle 19 und Bild 9 dargestellt. Für ausgewählte Verstärkungsmaterialien sind die Einzelwerte der Anlage 11 zu entnehmen.



**Bild 9 Einreißfestigkeit  $F_{\text{Ein}}$  in Materialaufrichtung und Materialquerrichtung (Verstärkungsmaterial)**

**Tabelle 19 Einreißfestigkeit und Berstfestigkeit (Verstärkungsmaterial)**

Verstärkungsmaterial	Einreißfestigkeit (N)		Berstfestigkeit (mPa)		
	Materiallaufrichtung	Materialquerrichtung	Materialoberseite	Materialunterseite	Mittelwert
<b>Heftgaze</b>					
30/3LB-EH	52,23	28,15	330,61	345,84	338,23
BG IV	26,35	42,57	393,69	386,55	390,12
<b>Scharnierstoff</b>					
GP 2 R	21,70	33,89	265,67	255,26	260,47
GP 2 G	22,56	40,71	300,63	313,06	306,85
GP 18	31,59	42,59	303,58	287,11	295,35
GP 5 W	32,32	69,63	530,88	492,35	511,62
GS 5 L	36,51	57,32	368,37	340,09	354,23
<b>Schirting</b>					
D 35	29,38	52,69	387,17	369,77	378,47
F 110	40,92	48,35	327,97	320,36	324,17
F 110 G	35,86	39,27	325,33	318,18	321,76
<b>Vlies</b>					
B 50 G	12,01	20,01	249,98	227,76	238,87
VP 80	28,94	27,31	258,53	250,45	254,49
<b>Krepppapier</b>					
70/90	12,39	26,10			
70/90 G	21,40	35,55			
90/95	26,28	37,67	265,52	257,13	261,33

gestellte Anforderungen in der jeweiligen Materialrichtung nicht erfüllt

Die Berstfestigkeit wurde lediglich als ein Vergleichswert aufgenommen. Die Werte für die Materialoberseite (Rollenaußenseite) und Materialunterseite (Rollenninnenseite) sind ebenfalls in Tabelle 19 dargestellt, die Einzelwerte in Anlage 12. Die Abweichungen der Berstfestigkeiten für die Materialober- und -unterseite liegen unter 10 %, so daß für weitere Betrachtungen der Mittelwert zwischen Ober- und Unterseite herangezogen wird.

Da Bruchkraft, Einreißfestigkeit und Berstfestigkeit Materialkenngrößen zur Charakterisierung der Materialfestigkeit darstellen, wurde eine Abhängigkeit untersucht, deren Einzelwerte in Anlage 13 wiedergegeben und in Tabelle 20 zusammengefaßt sind.

Es wurden Bruchkraft in Materiallaufrichtung und Einreißfestigkeit in Materialquerrichtung (entspricht der Verarbeitung des Verstärkungsmaterials in Materialquerrichtung) bzw. Bruchkraft in Materialquerrichtung und Einreißfestigkeit in Materiallaufrichtung gegenübergestellt (entspricht der Verarbeitung des Verstärkungsmaterials in Materiallaufrich-

tung). Außerdem wurden die Bruchkraft und Einreißfestigkeit der Berstfestigkeit gegenübergestellt.

Interessant ist, daß die beim Zerreißen des Materials quer zur Faserrichtung entstehenden Werte (Einreißfestigkeit in Materialquerrichtung; Bruchkraft in Materiallaufrichtung) Korrelationskoeffizienten von über 80 % ergeben, während in der anderen Materialrichtung nicht von einem signifikanten Zusammenhang ausgegangen werden kann.

**Tabelle 20 Korrelationskoeffizienten**

Materialeigenschaft		Regressionsgleichung	Korrelationskoeffizient (%)
Festigkeit (Bruchkraft) Materiallaufrichtung	x	$y = 0,31x + 16,98$	89,71
Einreißfestigkeit (max. Kraft) Materialquerrichtung	y		
Festigkeit (Bruchkraft) Materialquerrichtung	x	$y = 0,31x + 18,43$	45,35
Einreißfestigkeit (max. Kraft) Materiallaufrichtung	y		
Festigkeit (Bruchkraft) Materiallaufrichtung	x	$y = 1,76x + 185,20$	88,02
Berstfestigkeit	y		
Festigkeit (Bruchkraft) Materialquerrichtung	x	$y = 2,98x + 224,57$	65,62
Berstfestigkeit	y		
Berstfestigkeit	x	$y = 0,05x + 14,93$	35,56
Einreißfestigkeit (max. Kraft) Materiallaufrichtung	y		
Berstfestigkeit	x	$y = 0,15x - 7,61$	83,09
Einreißfestigkeit (max. Kraft) Materialquerrichtung	y		

### Dehnbarkeit

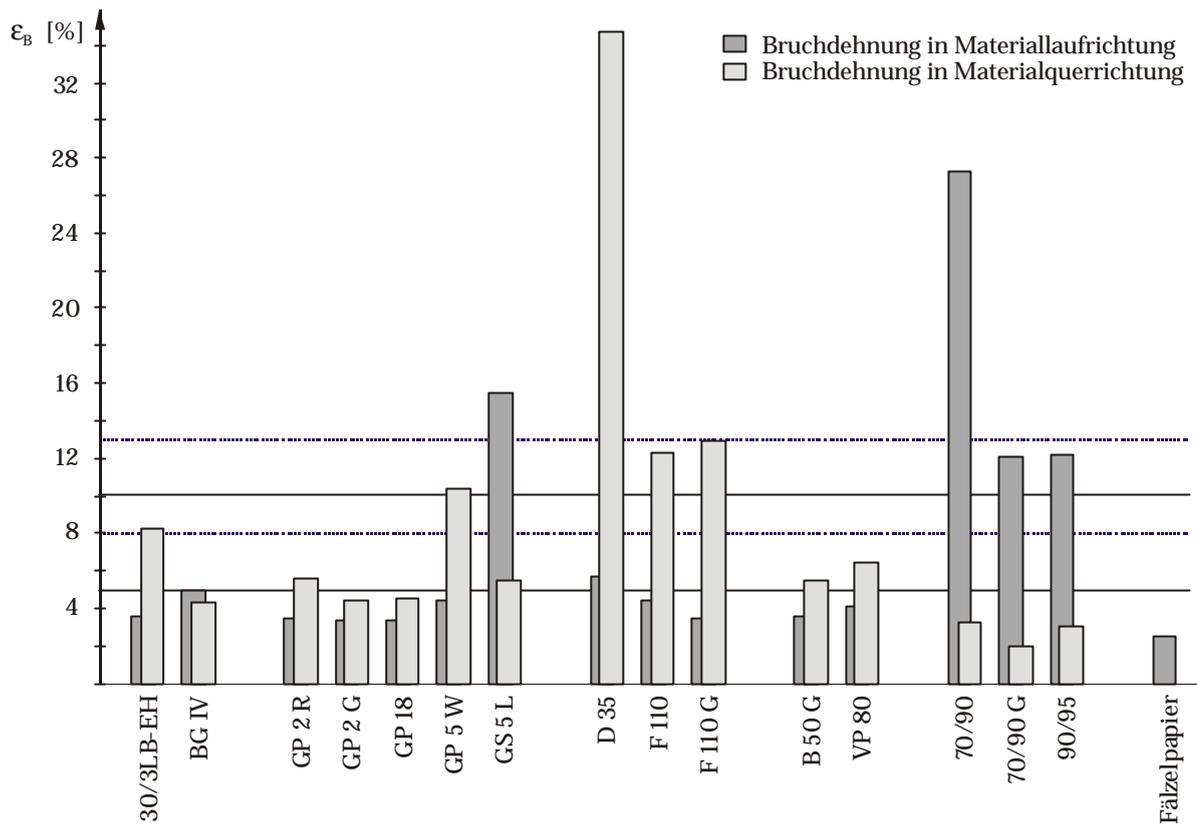
Die Ermittlung der Dehnbarkeit erfolgte im Zusammenhang mit der Zugfestigkeitsprüfung. Die Meßwerte sind in Tabelle 16 (Seite 72) dargestellt, ein Teil der ausführlichen Meßprotokolle in Anlage 8. Eine Gegenüberstellung der Meßwerte aller Materialien zeigt Bild 10.

Des weiteren wurden während der Messungen Kraft-Weg-Verläufe grafisch aufgenommen. Sie sind ebenfalls der Anlage 8 zu entnehmen. Aus den jeweils 10 Kurven eines jeden Materials wurde eine mittlere Kurve gezeichnet und im Bild 11 dargestellt.

In der Bruchdehnung sind die geprüften Materialien durch erhebliche Unterschiede gekennzeichnet, wobei entweder die Lauf- oder Querrichtung die höheren Werte besitzt. Insbesondere bei Schirting und Krepppapier treten beträchtliche Unterschiede zwischen Materiallauf- und -querrichtung auf (bis zu 800 %).

In Laufrichtung besitzen die meisten Materialien nur eine geringe Dehnbarkeit, was auf eingeschränkte Möglichkeiten der Ausformung der Falzgelenke hinweist. Für die praktische Verarbeitbarkeit der Materialien bedeutet dies, daß eine Verarbeitung in Querrichtung (Materialfaserrichtung verläuft quer zum Produktrücken) nicht empfohlen wird.

In Querrichtung zeigen vor allem die Krepppapiere deutlich eine geringe Dehnungsfähigkeit, was ihre Verarbeitbarkeit in Laufrichtung (Materialfaser verläuft parallel zum Produktrücken) einschränkt.



**Bild 10 Bruchdehnung  $\epsilon_B$  in Materialaufrichtung und Materialquerrichtung (Verstärkungsmaterial)**

Durch sehr hohe Dehnungswerte zeichnen sich Schirting D 35 in Materialquerrichtung und Krepppapier 70/90 in Materialaufrichtung aus. Angreifende Kräfte führen hier nicht zum Materialbruch, sondern bewirken eine Verformung.

Ergänzend werden die Kraft-Weg-Diagramme ausgewertet, um die voranstehenden Aussagen zu belegen.

Die im allgemeinen steilen Kurvenverläufe in Laufrichtung bekräftigen die geringe Dehnbarkeit in dieser Richtung, die verbunden ist mit der Gefahr des Materialbruchs bei angreifender Belastung. Ausnahme bilden der Scharnierstoff GS5 L und die Krepppapiere, bei denen bereits geringe Kräfte zu hohen Verformungen führen.

In Querrichtung wird deutlich, daß bei den meisten Materialien bereits geringe Belastungen zu einer Verformung führen, die teilweise beträchtlich ist.

Abschließend werden in Bild 12 Bruchkraft und Bruchdehnung gegenübergestellt. Hier wird – besonders am Beispiel der Krepppapiere in Materialaufrichtung und der Schirtings in Materialquerrichtung – deutlich, daß bei Materialien mit geringer Festigkeit (geringe Bruchkraft) geringe angreifende Kräfte eine hohe Dehnung bewirken und die Formstabilität eingeschränkt ist. Andererseits können Materialien mit geringer Dehnfähigkeit hohen Kräften standhalten (Beispiel Schirtings, z. T. Scharnierstoffe in Materialaufrichtung).

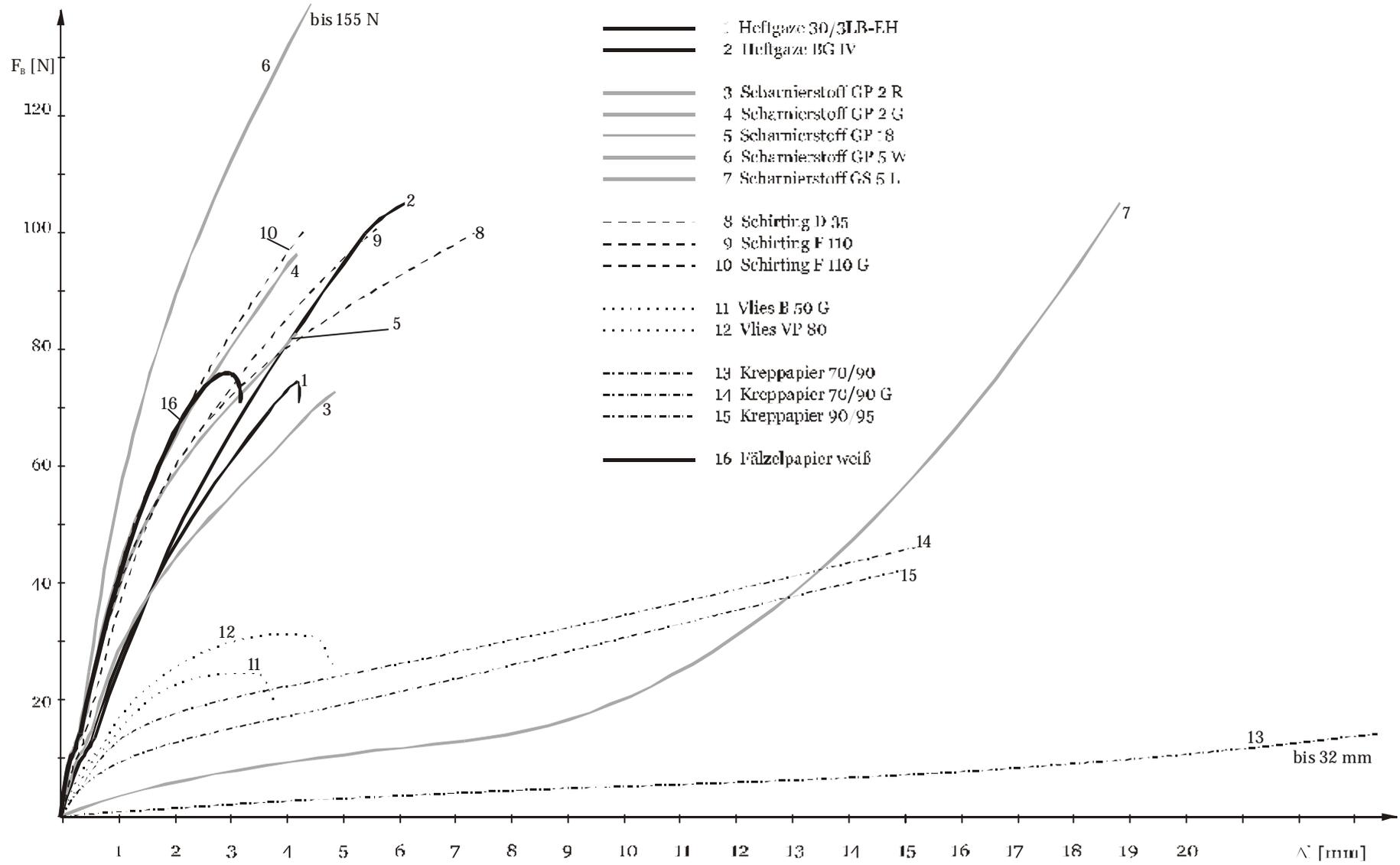


Bild 11 Kraft-Weg-Diagramm (Verstärkungsmaterial)  
a) Materialaufrichtung

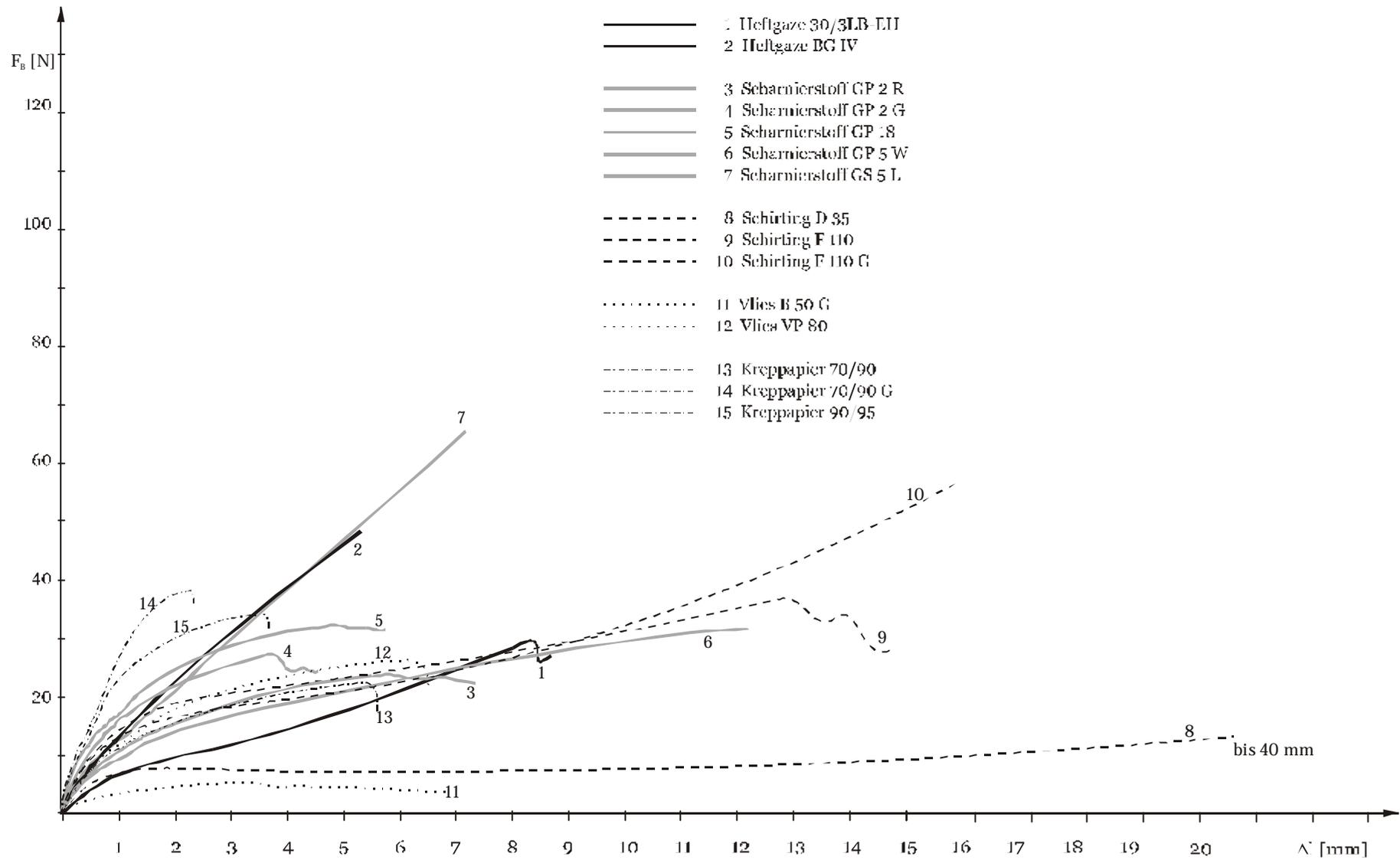
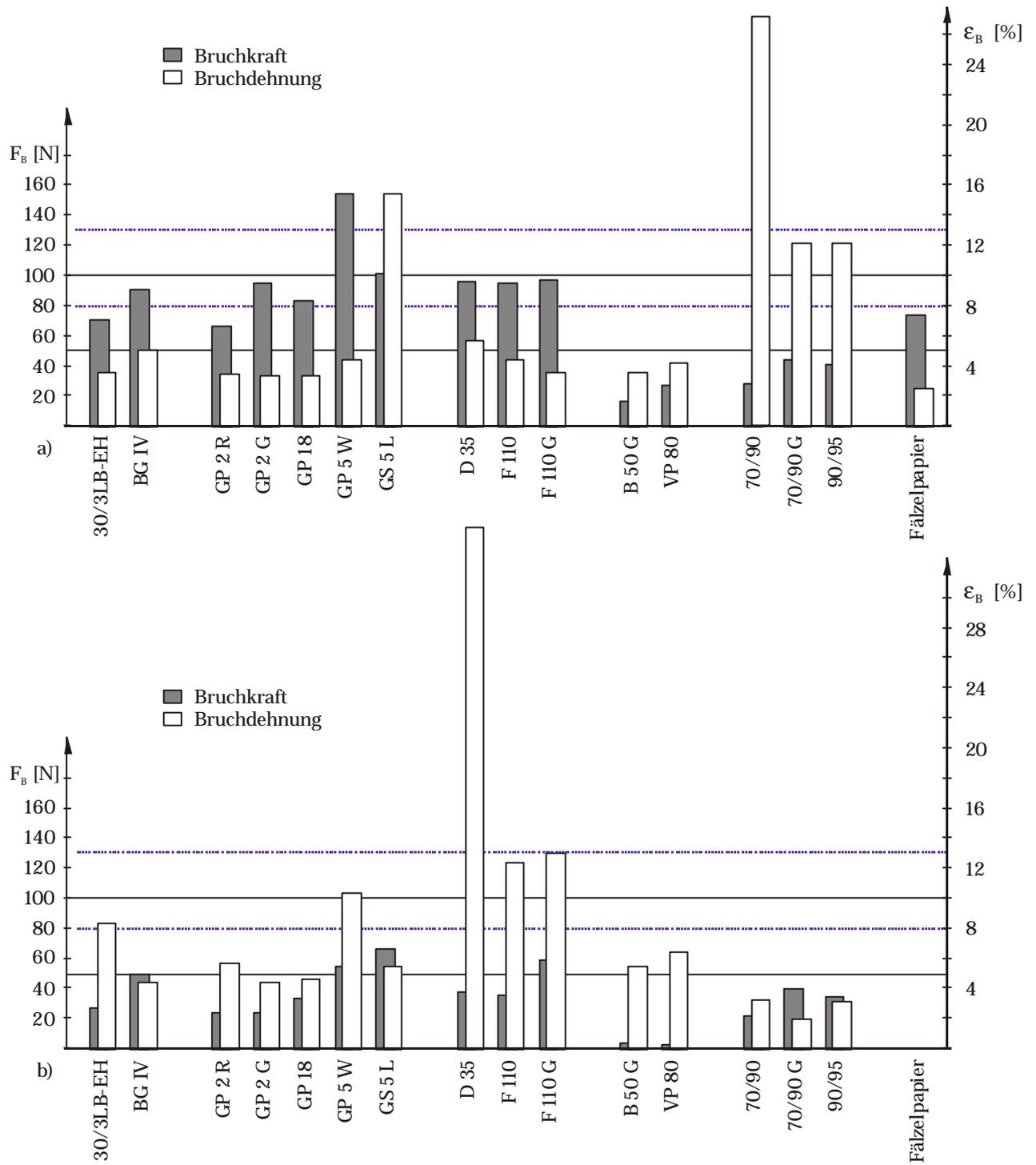


Bild 11 Kraft-Weg-Diagramm (Verstärkungsmaterial)

b) Materialquerrichtung



**Bild 12 Bruchkraft  $F_B$  und Bruchdehnung  $\epsilon_B$  (Verstärkungsmaterial)**

**a) Materialaufrichtung**

**b) Materialquerrichtung**

### 3.3.3.2 Anforderungen während der Verarbeitung

#### Klebstoffdurchlässigkeit

Bei der Herstellung der Kaschierverbunde zur Beurteilung der Kantenbildung wurde die Verarbeitbarkeit der Verstärkungsmaterialien eingeschätzt. Als problematisch wird die Verarbeitung der Heftgaze angesehen, die aufgrund der offenen Gewebestruktur (sehr geringe Fadendichte) eine starke Klebstoffdurchlässigkeit aufweist. Hier ist bei einer maschinellen Verarbeitung mit einer Verschmutzung von Maschinenteilen und Verklebung der Decken in der Auslage zu rechnen.

Auch bei den beiden Vliesen dringt der Klebstoff durch das Material hindurch, wobei die Verarbeitbarkeit besser als für Heftgaze eingeschätzt wird.

### 3.3.3.3 Ästhetische Merkmale

#### Sichtbare Kantenbildung

Für die Herstellung der Proben, die der Beurteilung der Kantenbildung dienen, wurden sämtliche Verstärkungsmaterialien in Verbindung mit Brillanta (cremefarbig, orange, blau), Efalín glatt (gelb, rot, blau), Efalín Neuleinen (gelb, rot, blau) und Efalín linear (rot) in der im Abschnitt „3.3.1 Anforderungen an das Verstärkungsmaterial“ beschriebenen Art und Weise auf Graupappe verklebt.

Auf den Proben befinden sich jeweils eine senkrechte und eine waagerechte Kante. Für die Beurteilung wird die Probe so gehalten, daß die zu beurteilende Kante senkrecht verläuft. Die Betrachtungsrichtung der Probe entspricht damit der Betrachtungsrichtung eines Buches in Lesehaltung, bei dem die Kante ebenfalls von oben nach unten (parallel zum Buchrücken) verläuft.

Ein Vergleich der Kanten in Materialaufrichtung und -querrichtung erlaubt keine eindeutige Aussagen über das Verstärkungsmaterial, da hierbei auch das Bucheinbandmaterial in Querrichtung verläuft und die Beurteilung nicht ausschließlich von der Lage des Verstärkungsmaterials abhängt.

Für die visuelle Beurteilung wurde eine Expertenbefragung durchgeführt, in die bewußt sowohl Fachkräfte aus dem Bereich Buchbinderei als auch Nichtfachleute einbezogen wurden. Damit ist ein Ausgleich zwischen möglicherweise überspitzten Qualitätsansprüchen der Fachleute und dem spontanen Empfinden von buchbinderisch unbelasteten Kunden, die das Erzeugnis weniger kritisch betrachten als der ausgebildete Buchbinder oder Verleger, möglich. Die Testpersonen nahmen eine Bewertung wie folgt vor:

- 1 Kante nicht sichtbar,
- 2 Kante kaum sichtbar, wenig störend,
- 3 Kante sehr deutlich sichtbar, sehr störend.

Die Ergebnisse der Befragung sind in Anlage 14 enthalten. Für die Bewertung ausschlaggebend sind neben dem subjektiven Eindruck u. a. der Lichteinfallswinkel und der Betrachtungswinkel. Da die Lesegewohnheiten (Sitzhaltung zum Licht, Blickwinkel u. a.) unter-

schiedlich sind, wurde auf eine Definition dieser Bedingungen verzichtet; die Beurteilung der Proben erfolgte nicht unter einheitlichen Bedingungen.

Für die Beurteilung spielt es keine Rolle, ob die Kante sichtbar wird aufgrund

- einer Schattenbildung, die wegen des Höhenunterschieds entsteht;
- eines Helligkeitsunterschieds zwischen Verstärkungsmaterial und Graupappe oder
- der Oberflächenstruktur des Verstärkungsmaterials, die sich durch das Bucheinbandmaterial drückt.

Unter Berücksichtigung dieser Faktoren und der Tatsache, daß die Beurteilung subjektiv geprägt ist, ergeben sich folgende Schlußfolgerungen:

### 1. Einfluß der Farbe des Bucheinbandmaterials

In den Gruppen Brillanta, Efallin glatt und Efallin Neuleinen ergibt sich, daß jeweils das helle (cremefarbige, gelbe) Einbandmaterial die schlechteste Benotung erfährt (Bild 13). Außer bei der Verklebung mit Krepppapier 90/95 zeigt das Säulendiagramm stets deutlich höhere Säulen für das helle Material als für die beiden übrigen. Bis auf wenige Ausnahmen liegt der Benotungsdurchschnitt über 2,5.

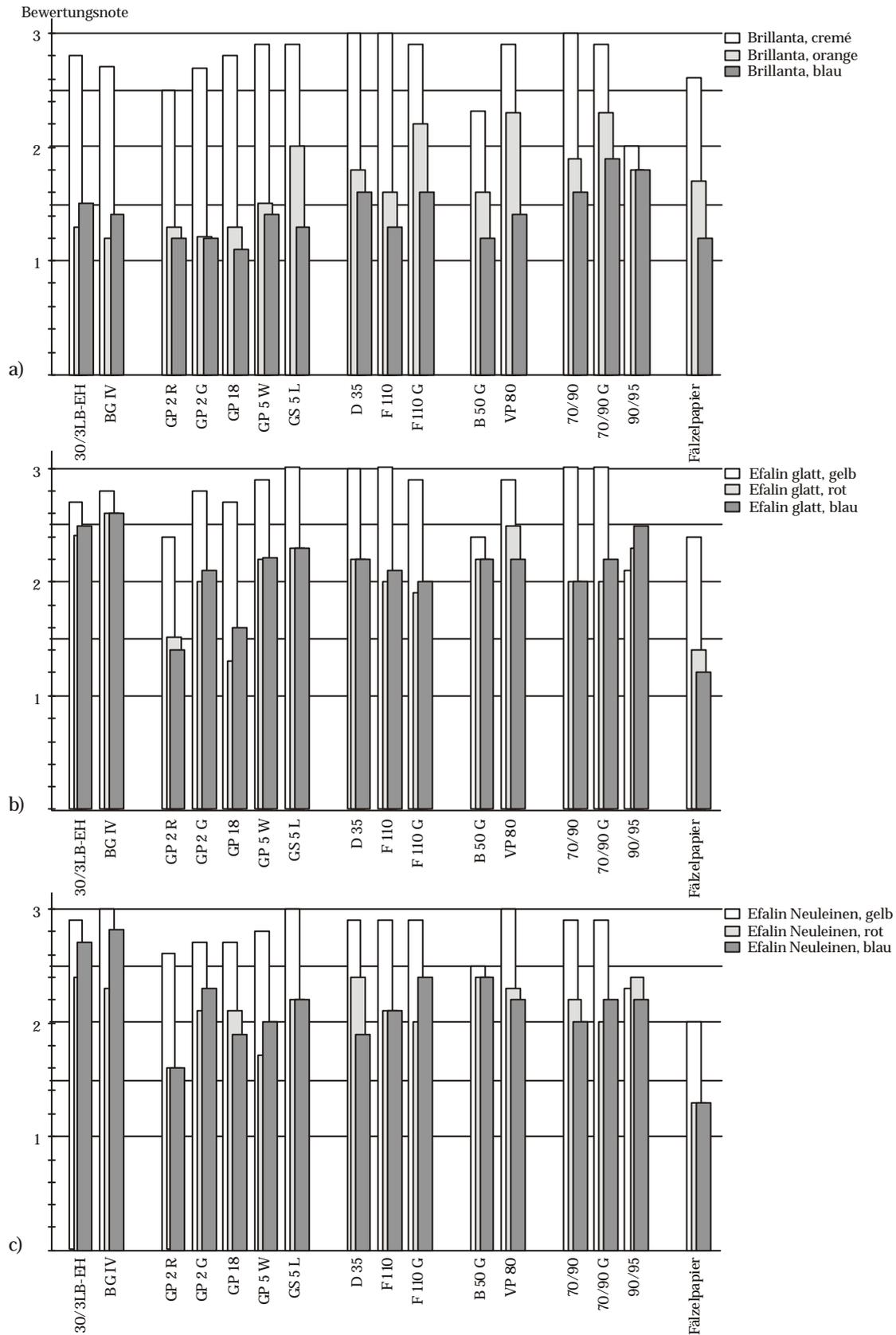
Der Unterschied zwischen dem orangefarbigem/roten und blauen Einbandmaterial ist geringfügig. Bei dem Gewebe kann davon ausgegangen werden, daß in der Regel das orangefarbige Material geringfügig besser bewertet wird, jedoch nicht in jedem Verbund. Bei Efallin erfolgt die Bewertung annähernd gleich; eine Tendenz ist nicht erkennbar.

Die schlechtere Benotung des hellen Einbandmaterials kann wie folgt begründet werden:

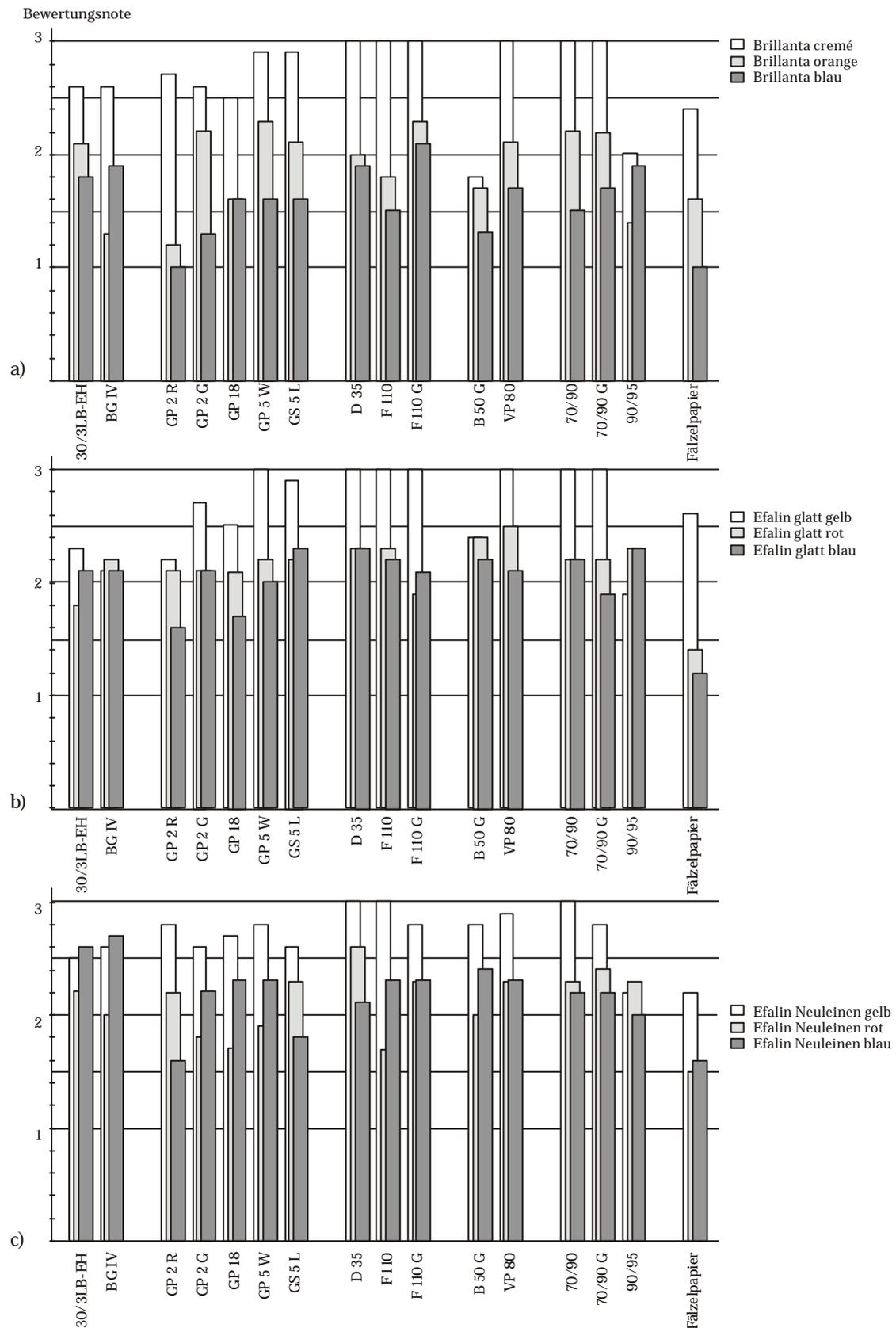
Die Mehrzahl der Verstärkungsmaterialien ist weiß oder sehr hell. Dadurch entsteht ein Kontrast zur dunkleren Pappe. Dieser Kontrast wird durch das helle Einbandmaterial nicht abgedeckt und verstärkt die visuelle Wahrnehmung der Kantenbildung.

Das braunefarbte Krepppapier 90/95 als das dunkelste Verstärkungsmaterial bildet dagegen kaum einen Helligkeitsunterschied mit der Graupappe. Der Verbund mit hellem Einbandmaterial wird deshalb jeweils besser bewertet und unterscheidet sich kaum vom Verbund mit orangefarbigem/rotem bzw. blauem Material.

Die ebenfalls bessere Benotung von Vlies B 50 G ergibt sich daraus, daß das Vliesmaterial verhältnismäßig transparent ist und daß die Pappe durchscheint und den Kontrast abschwächt.



**Bild 13 a** Bewertungsnote für Kantenbildung in Abhängigkeit von der Farbe des Bucheinbandmaterials, a) Brillanta, b) Efalín glatt, c) Efalín Neuleinen Verstärkungsmaterial in Materialaufrichtung



**Bild 13 b** Bewertungsnote für Kantenbildung in Abhängigkeit von der Farbe des Bucheinbandmaterials, a) Brillanta, b) Efalin glatt, c) Efalin Neuleinen Verstärkungsmaterial in Materialquerrichtung

## 2. Einfluß der Oberflächenstruktur des Verstärkungsmaterials

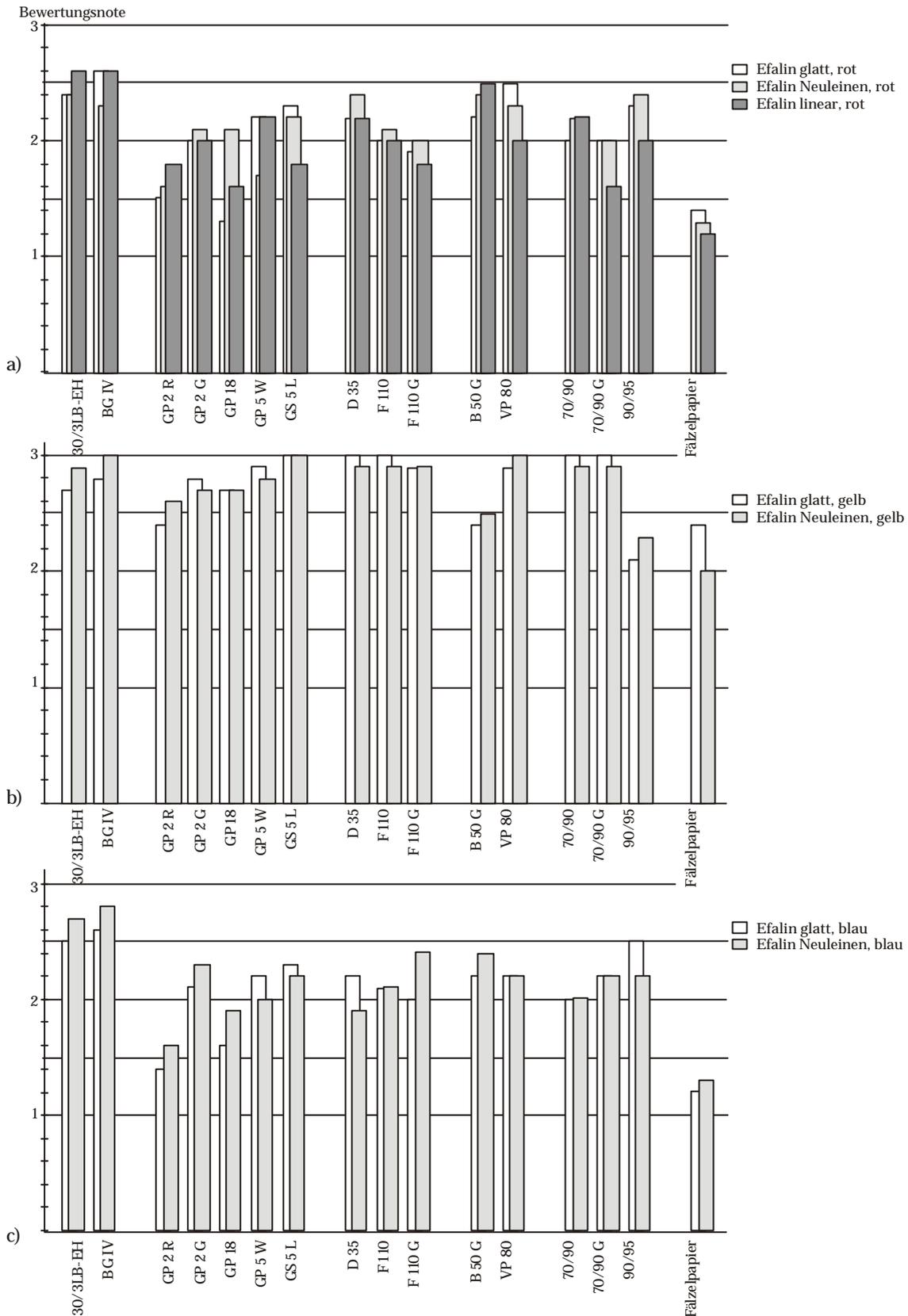
Die Oberflächenstruktur des Verstärkungsmaterials beeinflusst bei einigen Bucheinbandmaterialien den Oberflächencharakter und hebt dadurch die Kante deutlicher hervor. Betroffen sind die Kreppapiere und das Vlies B 50 G.

Diese Feststellung ist ein ausschließlich visueller Eindruck und aus den bereits erwähnten Diagrammen nicht ablesbar. Dies beweist, daß der Einfluß der Struktur des Verstärkungsmaterials gegenüber anderen Faktoren vernachlässigbar ist.

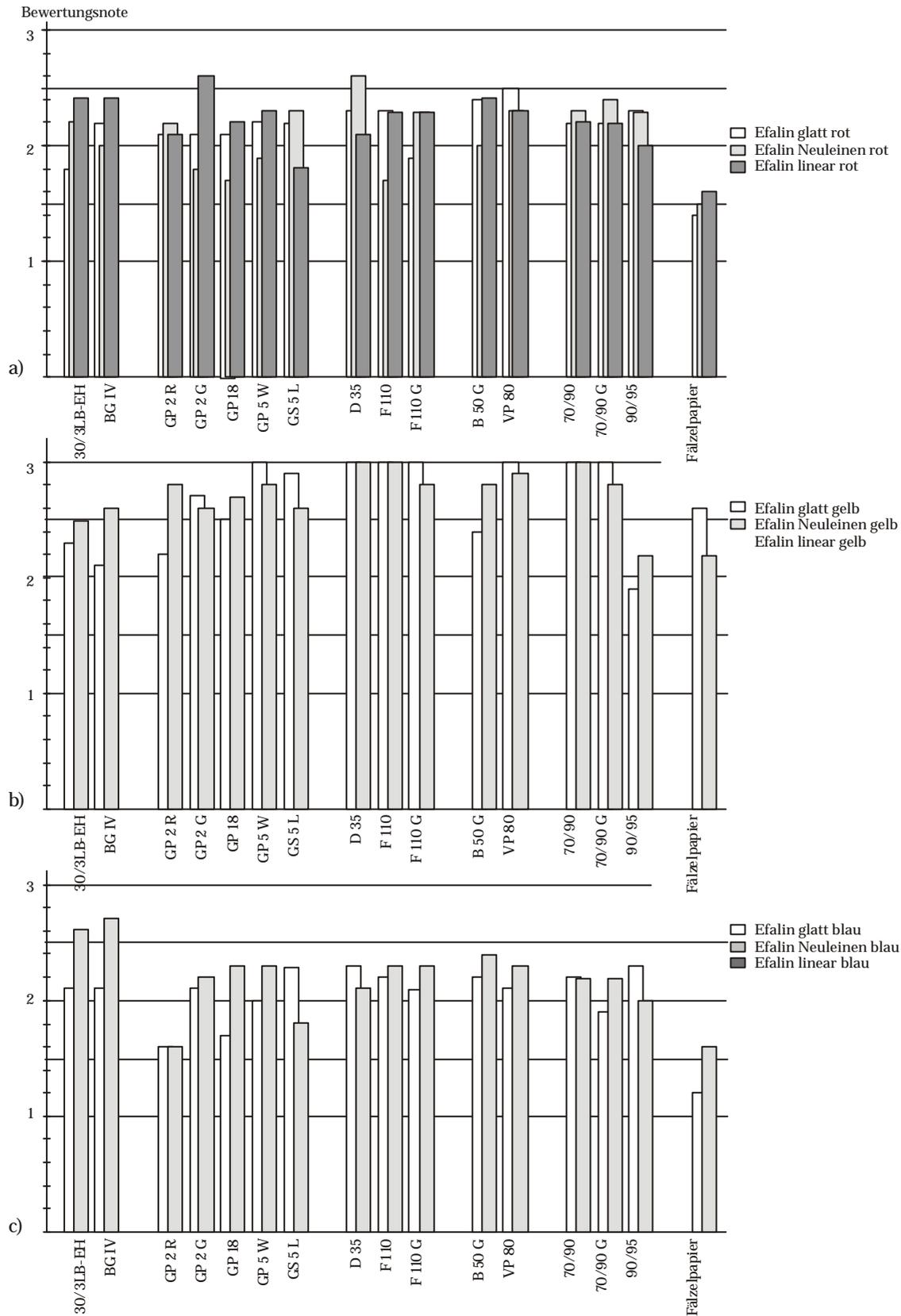
## 3. Einfluß der Oberflächenstruktur des Bucheinbandmaterials

Für das rote EfaIn wurden drei Oberflächenstrukturen untersucht. Wie das jeweils erste Diagramm in Bild 14a und b zeigt, spielt die Oberflächenstruktur des Einbandmaterials offenbar keine Rolle; es wird keine Tendenz deutlich.

Das gleiche Ergebnis wie für das rote Material wird auch für das gelbe bzw. blaue erhalten, auch wenn hier nur die Strukturen glatt und Neuleinen für die Versuche zur Verfügung standen. Die beiden anderen Diagramme in Bild 14 dienen als zusätzliche Beispiele zur Bekräftigung oben genannter Aussage.



**Bild 14 a** Bewertungsnote für Kantenbildung in Abhängigkeit von der Oberflächenstruktur des Bucheinbandmaterials, a) Efa lin rot, b) Efa lin gelb, c) Efa lin blau  
**Verstärkungsmaterial in Materialaufrichtung**



**Bild 14 b** Bewertungsnote für Kantenbildung in Abhängigkeit von der Oberflächenstruktur des Bucheinbandmaterials, a) EfaLin rot, b) EfaLin gelb, c) EfaLin blau Verstärkungsmaterial in Materialquerrichtung

#### 4. Einfluß der Dicke des Verstärkungsmaterials

Wie aus Anlage 15 hervorgeht, erlauben die in der bisherigen Form aufgestellten Säulendiagramme nur schwer, einen eventuellen Zusammenhang zwischen der Dicke des Verstärkungsmaterials und der Wahrnehmung der Kantenbildung zu erkennen. Aus diesem Grund wurde versucht, zusätzlich mit Hilfe einer Regressionsrechnung eine Abhängigkeit darzustellen.

Es wird davon ausgegangen, daß zwischen der Dicke des Verstärkungsmaterials und der zu erwartenden Benotung eine lineare Abhängigkeit entsprechend der Formel  $y = mx + b$  besteht, wobei die Dicke des Verstärkungsmaterials als unabhängiger x-Wert gilt. Die durch Regressionsrechnung erhaltenen Werte in Gegenüberstellung mit der tatsächlich entstandenen Benotung sind ebenfalls in Anlage 15 dargestellt. Die Tabelle 21 gibt die Regressionsgleichung und die Korrelation zwischen den tatsächlichen Benotungen und den nach linearer Regression ermittelten Geraden an.

**Tabelle 21 Regressionsgleichung und Korrelationskoeffizient**

Bucheinbandmaterial	Materiallaufführung		Materialquerführung	
	Regressionsgleichung	Korrelationskoeffizient (%)	Regressionsgleichung	Korrelationskoeffizient (%)
<b>Gewebe Brillanta</b>				
cremé 4184	$y = -0,63x + 2,83$	13,43	$y = -0,60x + 2,77$	9,60
orange 4253	$y = 1,61x + 1,48$	25,26	$y = 0,34x + 1,84$	19,10
blau 4086	$y = 2,14x + 1,14$	54,81	$y = 3,33x + 1,15$	62,55
<b>Efalin glatt</b>				
gelb 850	$y = 0,21x + 2,72$	4,39	$y = -1,59x + 2,87$	24,73
rot 116	$y = 4,96x + 1,40$	77,93	$y = 1,78x + 1,90$	40,61
blau 136	$y = 5,06x + 1,42$	77,99	$y = 3,06x + 1,61$	61,85
<b>Efalin Neuleinen</b>				
gelb 125	$y = 1,92x + 2,50$	40,66	$y = -0,06x + 2,71$	1,47
rot 116	$y = 4,09x + 1,56$	75,97	$y = 3,06x + 1,69$	59,64
blau 136	$y = 4,68x + 1,52$	74,68	$y = 2,81x + 1,81$	54,21
<b>Efalin linear</b>				
rot 116	$y = 4,03x + 1,48$	63,00	$y = 1,82x + 2,07$	48,62

Bei den hellen Bucheinbandmaterialien (cremefarbig, gelb, auch orange) wird keine Abhängigkeit der Kantenbildung von der Dicke des Verstärkungsmaterials deutlich. Korrelationskoeffizienten von maximal 40 % lassen nicht auf einen Zusammenhang schließen, der für die Auswahl geeigneter Verstärkungsmaterialien nutzbar wäre. Diese Schlußfolgerung für

die hellen Materialien kann auch aus den Säulendiagrammen abgeleitet werden, die die gleichbleibend negative Bewertung bei der Kantenbeurteilung demonstrieren.

Für die übrigen Materialien werden zwar höhere Korrelationskoeffizienten erreicht, eine Übereinstimmung von weniger als 80 % erlaubt jedoch nicht, zu erwartende Ergebnisse in bezug auf die Dicke der verwendeten Verstärkungsmaterialien abzuschätzen. Die Regressionsgeraden in Bild 15 zeigen beispielhaft das Abweichen der realen Werte von der Geraden.

Allein für das Fälzelpapier ergibt sich eine allgemein bessere Benotung, was wiederum aus den Säulendiagrammen (Anlage 15) sichtbar wird. Es weist mit Abstand die geringste Dicke auf.

### 5. Einfluß der Dicke des Bucheinbandmaterials

Für ausgewählte Verstärkungsmaterialien (Scharnierstoffe, Schirting in Materialaufrichtung) sind in Bild 16 die Dicke des Bucheinbandmaterials und die Kantenbeurteilung gegenübergestellt.

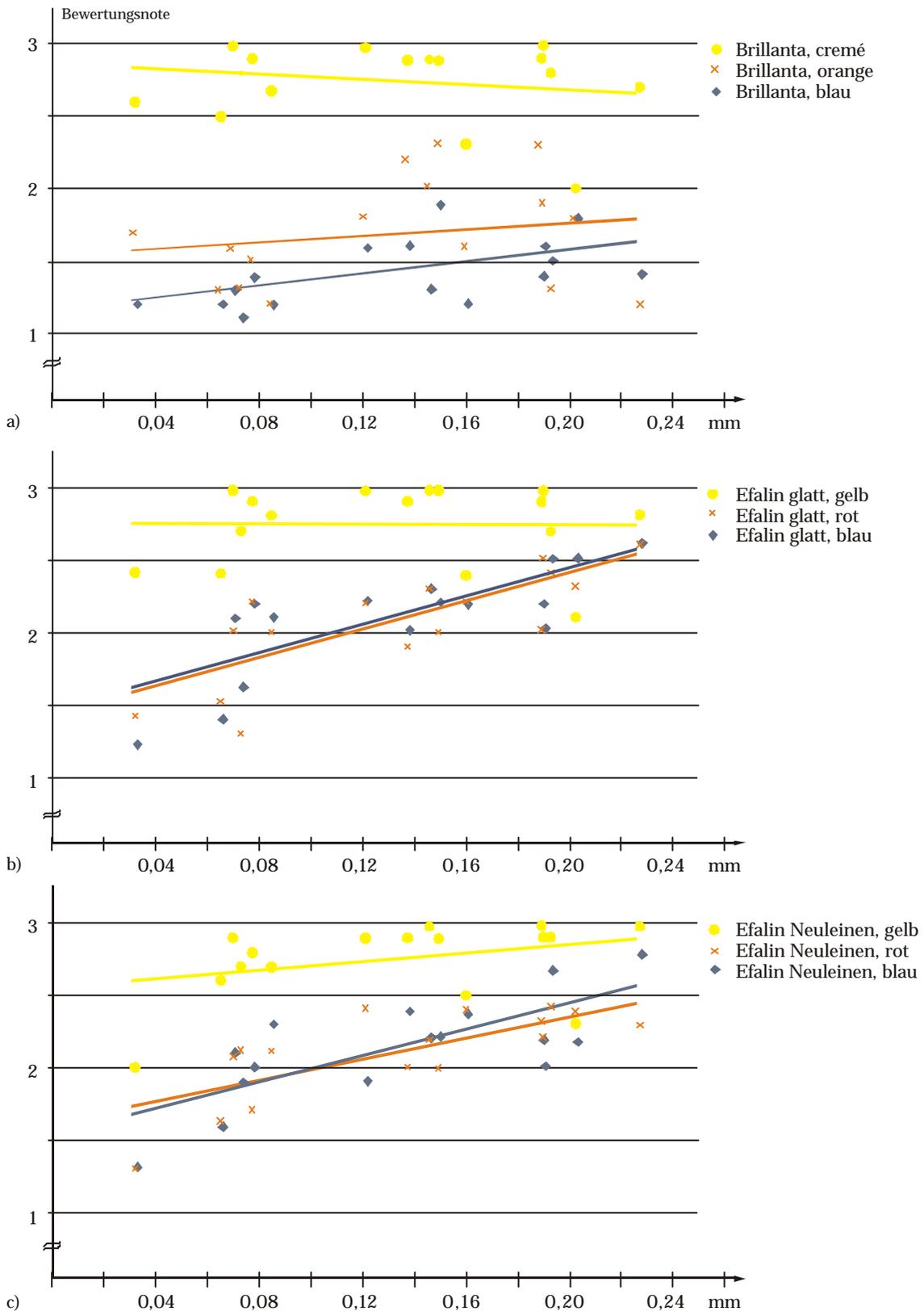
Auch in diesen Diagrammen wird deutlich, daß das helle Einbandmaterial generell zu einer schlechteren Bewertung führt und nicht in einen eventuellen Zusammenhang zur Materialdicke gebracht werden kann. Für die übrigen Farbtöne gilt folgendes:

In bezug auf die Dicke des Einbandmaterials können zwei Gruppen gebildet werden – das Gewebe und Efallin mit jeweils annähernd gleicher Materialdicke. Brillanta weist dabei die höhere Dicke auf.

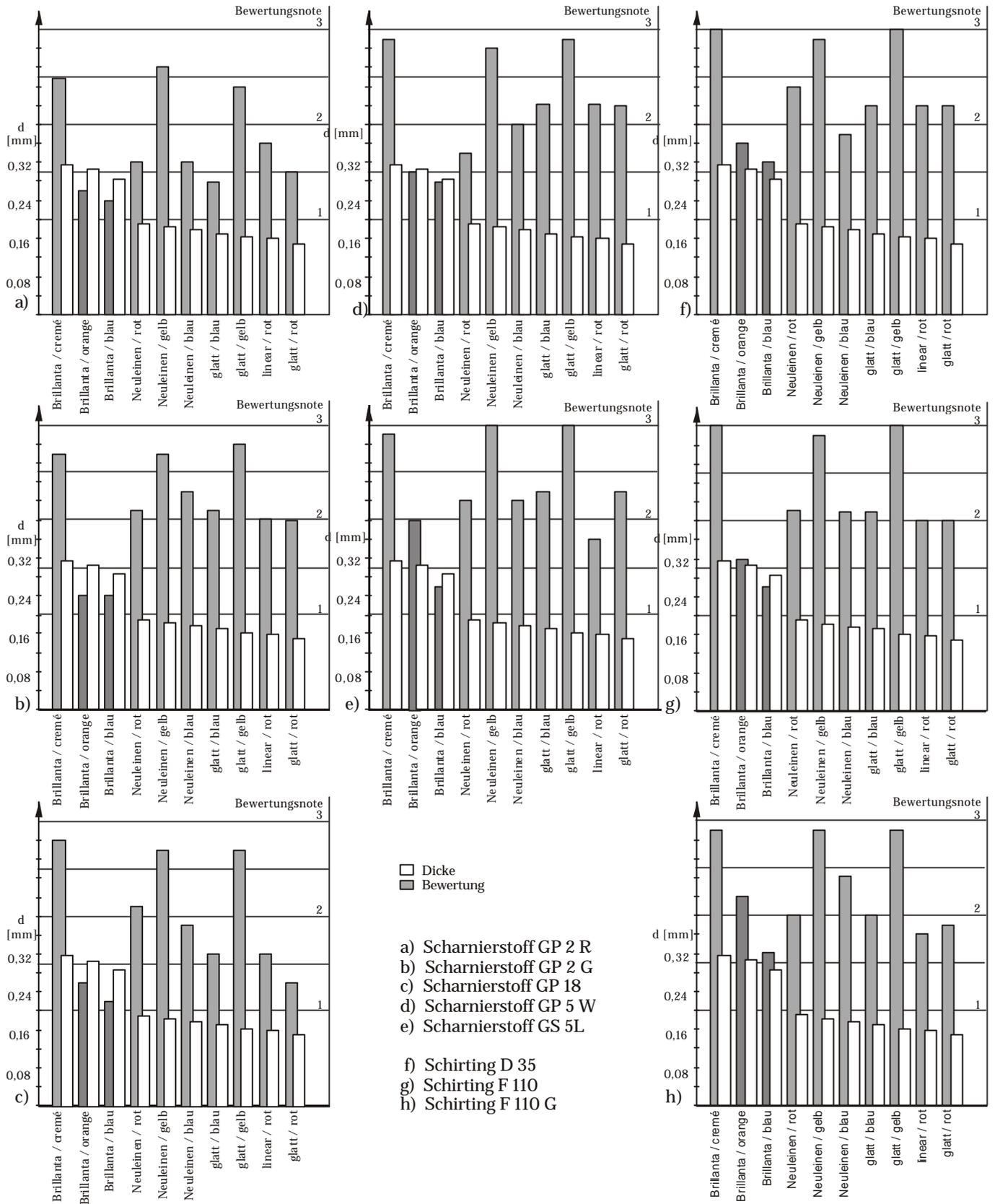
Tendenziell ist erkennbar, daß für Brillanta (orange, blau; dunklere Säulen) eine bessere Benotung vergeben wurde als für das rote bzw. blaue Efallin. Die größere Materialdicke ist dafür verantwortlich, daß die Stufe, d. h. der Höhenunterschied an der Kante, ausgeglichen werden kann und eine Schattenbildung vermieden wird.

Der Versuch einer Quantifizierung dieser Tendenz wird als wenig erfolgreich eingeschätzt und ist unterblieben.

Abschließend wird darauf hingewiesen, daß sich die Aussagen auf einfarbiges Deckenbezugsmaterial beziehen. Unter Berücksichtigung der Tatsache, daß mehrfarbig bedruckte Papiere als Bezugsmaterial eingesetzt werden bzw. Prägungen auf die Buchdecke aufgebracht werden, kann sich ergeben, daß durch Bilder, Schrift, Muster u. a. die Aufmerksamkeit von der geradlinigen Kante abgelenkt wird und sich eine bessere Benotung ergibt.



**Bild 15** Bewertungsnote für Kantenbildung in Abhängigkeit von der Dicke  $d$  des Verstärkungsmaterials, Verstärkungsmaterial in Materialaufrichtung (Regressionsgeraden)



**Bild 16** Bewertungsnote für Kantenbildung in Abhängigkeit von der Dicke d des Bucheinbandmaterials, Verstärkungsmaterial in Materialaufrichtung

### 3.3.3.4 Schlußfolgerung

Für eine Eingrenzung der Materialmenge für die weiterführenden Untersuchungen wird an dieser Stelle eine Vorauswahl getroffen. Folgende Verstärkungsmaterialien werden nicht weiter betrachtet:

- Heftgaze

Die hohe Klebstoffdurchlässigkeit, bedingt durch die grobmaschige Gewebestruktur, behindert eine maschinelle Verarbeitung in Buchdeckenmaschinen. Außerdem wird Heftgaze als unzureichend formstabil eingeschätzt, was sich ebenfalls aus der geringen Fadendichte ergibt.

- Vliese

Die Festigkeit der beiden Vliesmaterialien ist zu gering, die Bruchkraft liegt weit unter den für Bucheinbandmaterialien geforderten Mindestwerten. Außerdem erschwert die Klebstoffdurchlässigkeit die Verarbeitung.

- Krepppapier

Krepppapiere besitzen eine zu geringe Festigkeit und Falzfestigkeit. Die Dehnung in Materialaufrichtung ist zu hoch, in Querrichtung zu gering.

Für die Fortführung der Versuche werden die Scharnierstoffe und Schirtings ausgewählt, was mit den hohen Festigkeitswerten, der hohen Falzfestigkeit und dem Kraft-Weg-Verhalten begründet wird. Außerdem wirkt sich die im allgemeinen geringe Dicke dieser Materialien positiv auf die Wahrnehmung der Kantenbildung aus. Innerhalb der Scharnierstoffe und Schirtings wird keine weitere Aussonderung vorgenommen, d. h. Ausnahmen (z. B. Schirting D 35 mit zu hoher Dehnung in Materialquerrichtung) bleiben unberücksichtigt.

## 3.4 Betrachtungen zum Bucheinbandmaterial

### 3.4.1 Auswahl von Bucheinbandmaterial

Unter der Vielzahl der Bucheinbandmaterialien, die in der buchbinderischen Verarbeitung bei der Herstellung von Buchdecken Verwendung finden, wurde eine Auswahl getroffen anhand der im Grafischen Großbetrieb Pößneck eingesetzten Gewebe und Bezugspapiere (Tabelle 22). Es wurden drei Zellwollgewebe – Saphir, Almoline und Brillanta – ausgewählt. Als Bezugspapier stand Efallin in drei verschiedenen Oberflächenstrukturen – glatt, linear und Neuleinen – zur Verfügung.

Diese Materialien (außer Almoline) waren in jeweils drei Farben verfügbar – in einem sehr hellen (cremefarbig, gelb), einem mittleren (orange, rot) und einem dunklen Farbton (dunkelblau) – um eine mögliche Farbabhängigkeit bei der Beurteilung der Kantenbildung treffen zu können. Die Messungen, die sich auf Materialeigenschaften wie beispielsweise Festigkeit, Dehnung und Falzfestigkeit beziehen, wurden für jeden Materialtyp nur einmal durchgeführt. Es wird davon ausgegangen, daß die Eigenschaften zwischen unterschiedlichen Farben eines Materialtyps keine signifikanten Unterschiede aufweisen.

**Tabelle 22 Bucheinbandmaterialien**

<b>Materialbezeichnung</b>			<b>Dicke*</b>	<b>flächenbe- zogene Masse*</b>
			<b>(mm)</b>	<b>(g/m<sup>2</sup>)</b>
<b>Gewebe</b>				
<b>Saphir</b>	orange	21764	0,23	146
<b>Saphir</b>	blau	21755	0,22	143
<b>Saphir</b>	creme	21788	0,23	146
<b>Almoline</b>	orange	8217	0,24	153
<b>Almoline</b>	blau	8022	nicht geliefert	nicht geliefert
<b>Almoline</b>	creme	8062	0,24	161
<b>Brillanta</b>	orange	4253	0,31	164
<b>Brillanta</b>	blau	4086	0,29	162
<b>Brillanta</b>	creme	4184	0,32	168
<b>Efalin</b>				
<b>glatt</b>	rot	116	0,15	119
<b>glatt</b>	gelb	850	0,16	121
<b>glatt</b>	blau	136	0,17	125
<b>linear</b>	rot	116	0,16	122
<b>linear</b>	gelb	125	0,17	125
<b>linear</b>	blau	136	0,16	126
<b>Neuleinen</b>	rot	116	0,19	123
<b>Neuleinen</b>	gelb	125	0,18	119
<b>Neuleinen</b>	blau	136	0,18	120

\* Meßreihen in Anlage 7

### 3.4.2 Versuchsauswertung zu den Bucheinbandmaterialien

Ziel der vorliegenden Untersuchungen ist es nicht, die Eignungsfähigkeit der Bucheinbandmaterialien einzuschätzen. Die Ermittlung von Meßwerten dient in erster Linie dem Vergleich und der Bewertungsmöglichkeit des Kaschierverbundes. Die Ergebnisse werden deshalb nur sehr kurz und ohne ausführliche Wertung dargestellt.

Tabelle 23 sowie Bild 17 und Bild 18 stellen für ausgewählte Bucheinbandmaterialien die Festigkeits- und Dehnbarkeitswerte dar. Auch bei den Bucheinbandmaterialien wird deutlich, daß sich Bruchkraft und Maximalkraft nur unwesentlich unterscheiden, ebenso wie die entsprechende Dehnung.

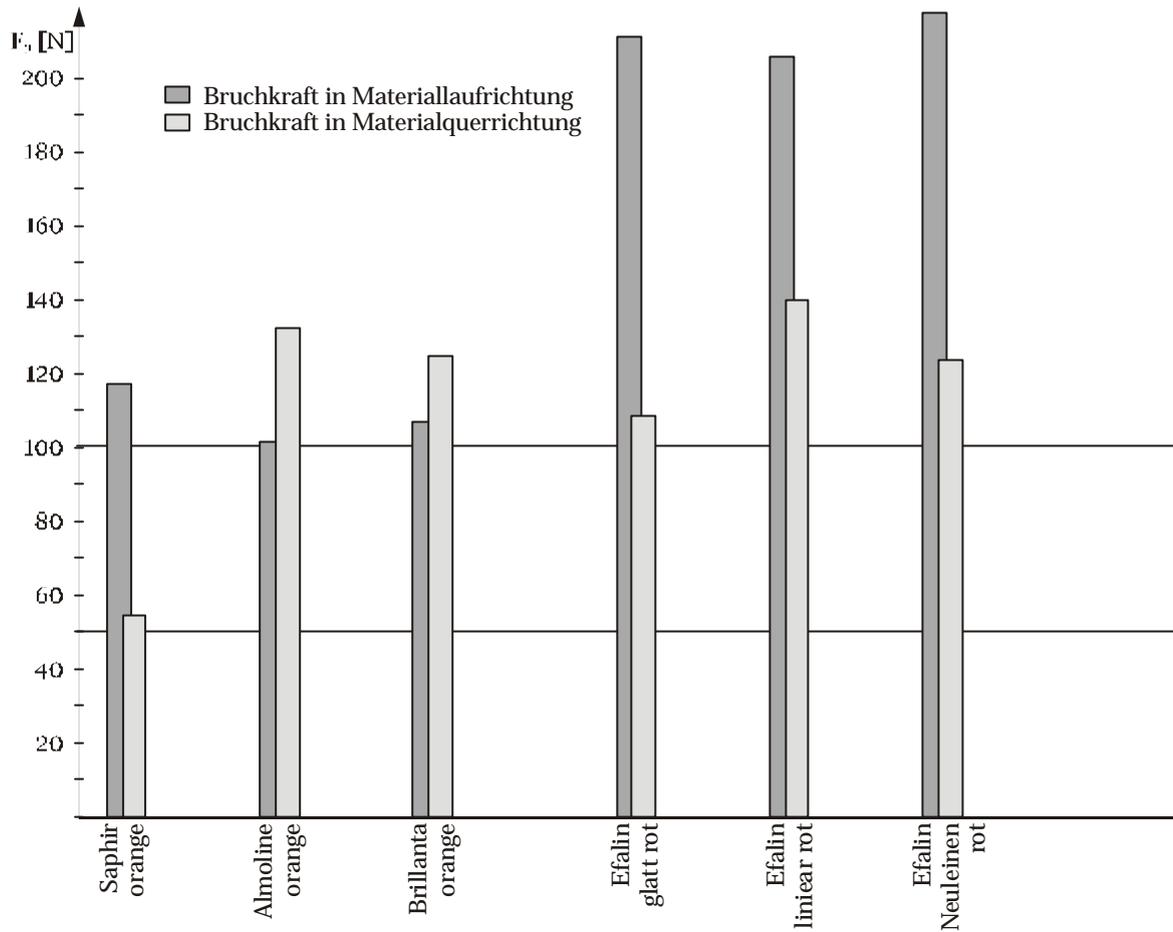
**Tabelle 23 Festigkeit und Dehnung (Bucheinbandmaterial)**

Buch- einband- material	Materiallaufrichtung				Materialquerrichtung			
	max. Kraft (N)	Dehnung bei max. Kraft (mm)	Bruch- kraft (N)	Bruch- dehnung (%)	max. Kraft (N)	Dehnung bei max. Kraft (mm)	Bruch- kraft (N)	Bruch- dehnung (%)
<b>Gewebe</b>								
<b>Saphir</b>								
orange21764	118,79	9,45	117,08	8,02	68,31	20,14	54,72	17,34
<b>Almoline</b>								
orange 8217	104,70	10,59	101,89	9,04	135,19	17,53	132,01	14,71
<b>Brillanta</b>								
orange4253	110,06	11,93	107,57	10,10	126,98	25,37	124,72	21,24
<b>Efalin</b>								
<b>glatt</b>								
rot 116	211,96	3,01	211,40	2,51	108,65	11,18	108,12	9,33
<b>linear</b>								
rot 116	206,13	2,64	206,13	2,20	139,66	9,54	139,24	7,95
<b>Neuleinen</b>								
rot 116	217,65	3,56	217,65	2,97	123,75	10,04	123,74	8,37

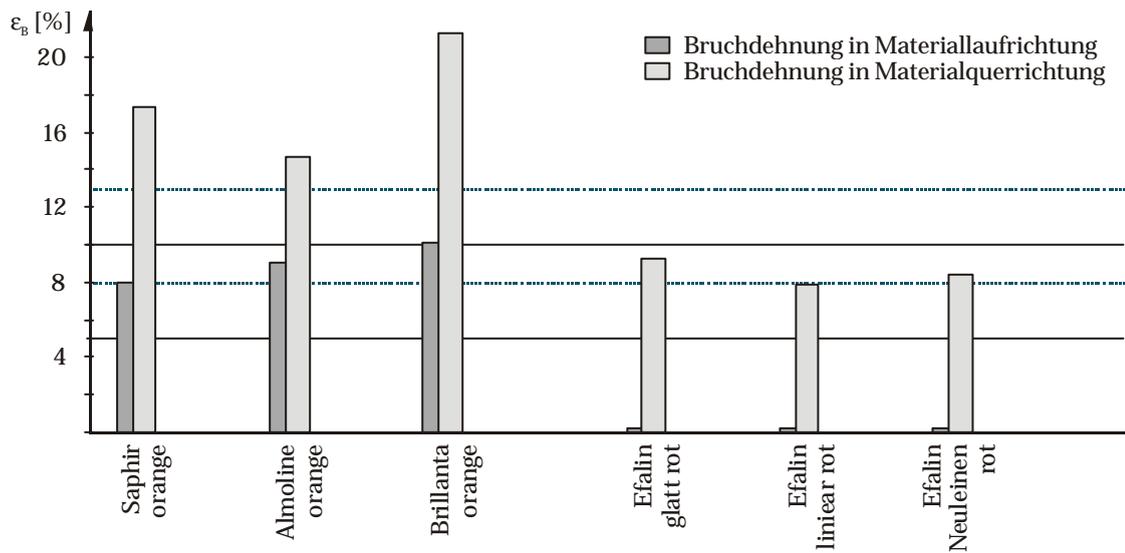
Die Festigkeit (außer Saphir orange, Materialquerrichtung) wird für alle Materialien sehr gut eingestuft.

Bei der Dehnung bestehen wesentliche Unterschiede zwischen den Geweben und EfaLin. Prinzipiell ist die Dehnung in Querrichtung höher als in Laufrichtung. Die Gewebe zeigen in Laufrichtung eine sehr hohe Dehnung, die auf eine eingeschränkte Formstabilität schließen läßt.

EfaLin ist in Laufrichtung kaum dehnbar und würde bei Verarbeitung in Querrichtung (Materialfaser quer zum Produktrücken) Probleme beim Falzeinbrennen mit sich bringen.



**Bild 17 Bruchkraft  $F_B$  in Materialaufrichtung und Materialquerrichtung (Bucheinbandmaterial)**

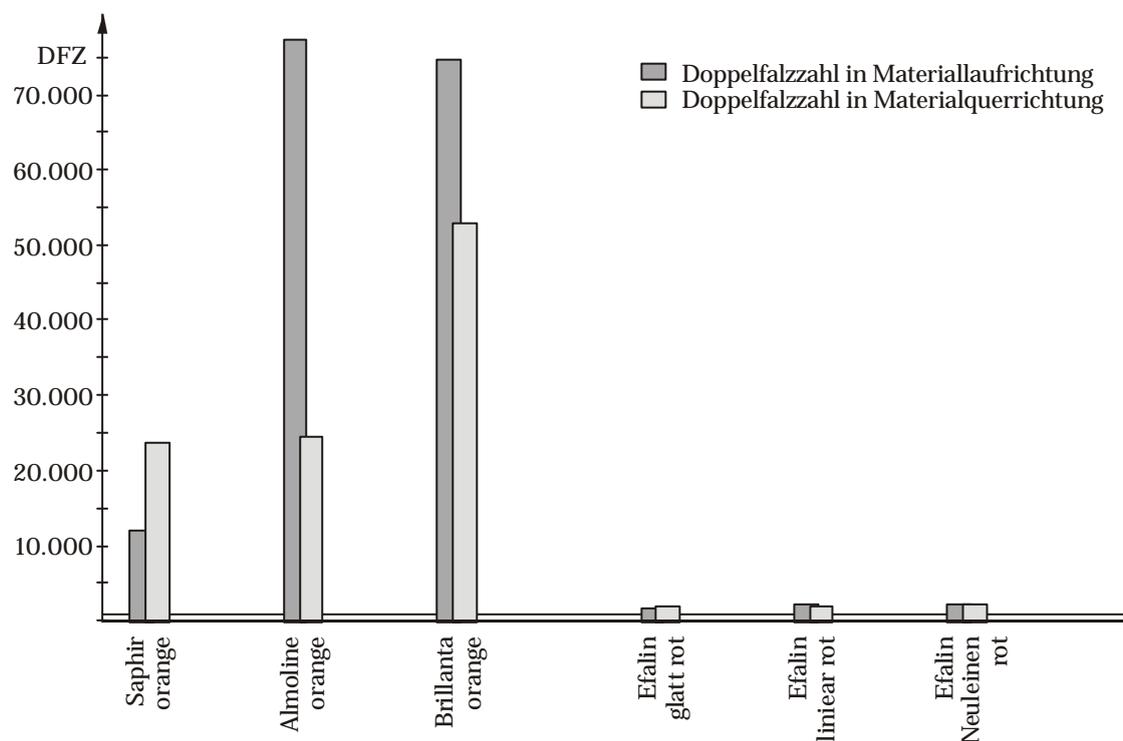


**Bild 18 Bruchdehnung  $\epsilon_B$  in Materialaufrichtung und Materialquerrichtung (Bucheinbandmaterial)**

Die Falzfestigkeit in Form der Doppelfalzzahl zeigen Tabelle 24 und Bild 19 (siehe auch Anlage 9). Für Efallin liegt der Mittelwert bei 2.000 Doppelfaltungen, was vergleichsweise eine geringe Falzfestigkeit darstellt. Es wurden jedoch keine Einzelwerte unter 1.000 Doppelfaltungen ermittelt, womit die festgesetzte Grenze von 1.000 stets erreicht wird.

**Tabelle 24 Doppelfalzzahl in Materialaufrichtung und Materialquerrichtung (Bucheinbandmaterial)**

Bucheinbandmaterial			Material- laufrichtung	Material- querrichtung
<b>Gewebe</b>				
<b>Saphir</b>	orange	21764	12.466	23.867
<b>Almoline</b>	orange	8217	77.604	24.414
<b>Brillanta</b>	orange	4253	74.118	52.933
<b>Efallin</b>				
<b>glatt</b>	rot	116	1.742	1.873
<b>linear</b>	rot	116	2.303	1.819
<b>Neuleinen</b>	rot	116	2.353	1.909

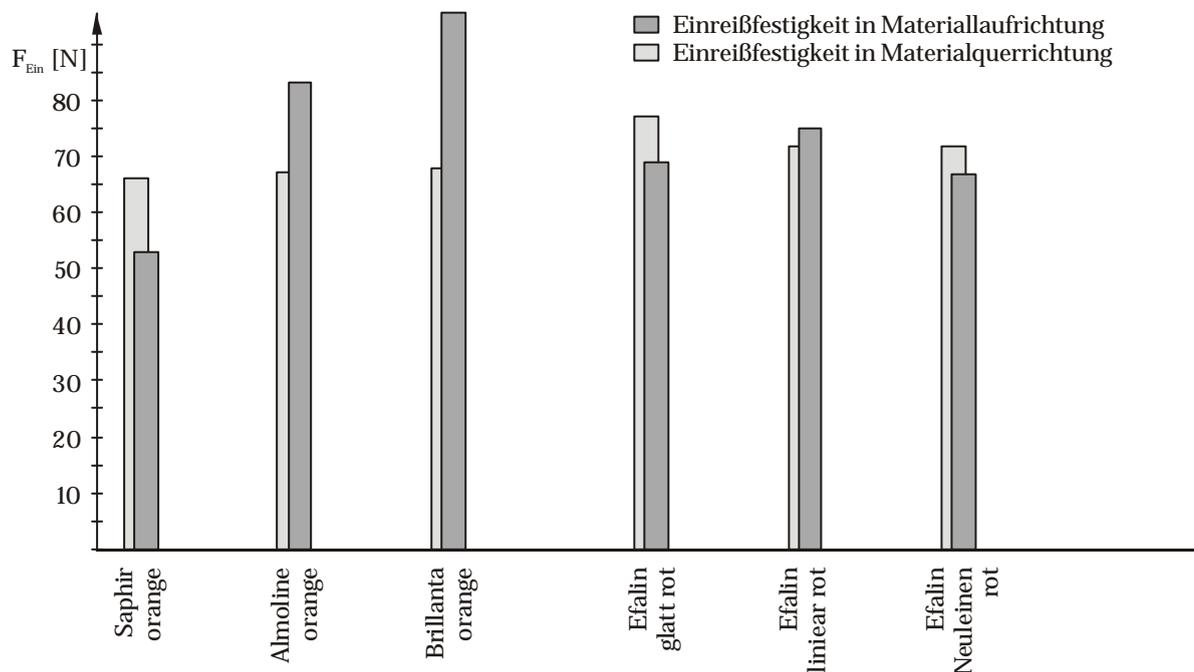


**Bild 19 Doppelfalzzahl DFZ in Materialaufrichtung und Materialquerrichtung (Bucheinbandmaterial)**

In Tabelle 25 und Bild 20 ist die Einreißfestigkeit der Bucheinbandmaterialien angegeben, die generell über den für die Verstärkungsmaterialien ermittelten Werten liegt. Die Ermittlung der Einreißfestigkeit für die Bucheinbandmaterialien dient vor allem dem Vergleich mit dem späteren Kaschierverbund.

**Tabelle 25 Einreißfestigkeit in Materialaufrichtung und Materialquerrichtung (Bucheinbandmaterial)**

Bucheinbandmaterial			Material- aufrichtung	Material- querrichtung
			(N)	(N)
<b>Gewebe</b>				
<b>Saphir</b>	orange	21764	53,50	66,30
<b>Almoline</b>	orange	8217	83,10	67,44
<b>Brillanta</b>	orange	4253	96,20	67,77
Efalin				
<b>glatt</b>	rot	116	69,29	76,70
<b>linear</b>	rot	116	75,18	71,79
<b>Neuleinen</b>	rot	116	66,69	72,01



**Bild 20 Einreißfestigkeit  $F_{\text{Ein}}$  in Materialaufrichtung und Materialquerrichtung (Bucheinbandmaterial)**

Für die weiteren Untersuchungen im Kaschierverbund werden zwei Einbandmaterialien ausgewählt.

Bei den drei Geweben sind die Eigenschaften von Saphir, Almoline und Brillanta nicht gleichmäßig ausgeprägt, was eine Untersuchung sämtlicher drei Materialien im Kaschierverbund bedeuten würde. Um den Versuchsaufwand in einem akzeptablen Rahmen zu halten, wurde sich auf ein Material – Brillanta – beschränkt.

Für die drei Sorten Efallin wurden anhand der Materialprüfungen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Oberflächenstrukturen glatt, linear und Neuleinen festgestellt. Die Auswahl eines Materials – Neuleinen – richtete sich hier nach der verfügbaren Menge.

### 3.5 Untersuchungen des Kaschierverbundes zwischen Bucheinbandmaterial und Verstärkungsmaterial

Um das Zusammenwirken von Verstärkungs- und Bucheinbandmaterial zu untersuchen und zu ermitteln, ob und inwiefern das Verstärkungsmaterial die Eigenschaften des Bucheinbandmaterials beeinflusst, wurden Kaschierverbunde hergestellt. Für die Verklebung und das Zuschneiden der Probenstreifen gelten folgende Überlegungen:

- Es wird davon ausgegangen, daß das Bucheinbandmaterial mit zum Produktrücken paralleler Materialaufrichtung zur Buchdecke verarbeitet wird.
- Für das Verstärkungsmaterial wird berücksichtigt, daß es entweder mit zum Produktrücken und damit zum Bezugsmaterial paralleler Laufrichtung oder quer dazu verlaufend verarbeitet werden kann. Demzufolge wurde der Kaschierverbund so hergestellt, daß zum einen Verstärkungs- und Einbandmaterial mit paralleler Materialrichtung, zum anderen beide Materialien mit um 90° versetzter Laufrichtung verklebt wurden.
- Für die Probenentnahme für die einzelnen Prüfverfahren gilt:

<b>Material-eigenschaft</b>	<b>Belastungsform, Belastungsrichtung</b>	<b>Probenentnahme</b>
Festigkeit, Dehnung	Belastungsrichtung im Falz der Buchdecke quer zum Produktrücken	Laufrichtung des Bezugsmaterials quer zur Streifenlänge (Probenlänge)
Doppelfalzzahl	Biegebeanspruchung parallel zum Produktrücken	Laufrichtung des Bezugsmaterials quer zur Streifenlänge
Einreißfestigkeit	Belastung im Falzbereich (parallel zum Produktrücken)	Laufrichtung des Bezugsmaterials quer zur Streifenlänge

Die flächenbezogene Masse des Kaschierverbundes ist in Anlage 7 dargestellt (Ermittlung der flächenbezogenen Masse nicht DIN-gerecht, sondern Berechnung aus vier rechteckigen Zuschnitten unterschiedlicher Größe).

## Anforderungen im Gebrauch

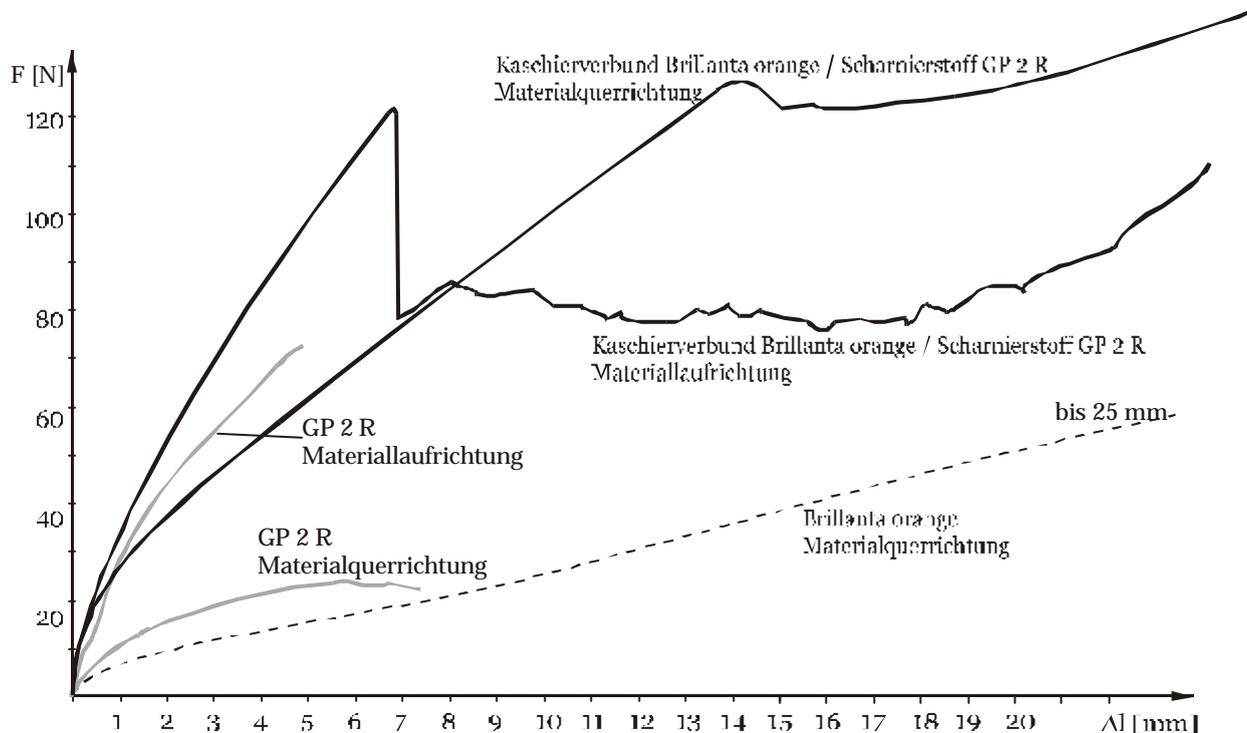
### Festigkeit / Dehnung

Tabelle 26 gibt die Festigkeits- und Dehnungswerte für die Kaschierverbunde an. Das Bucheinbandmaterial liegt in der Probe stets in Materialquerrichtung vor. Die Angaben zur Materialaufrichtung bzw. -querrichtung beziehen sich ausschließlich auf den Verlauf des Verstärkungsmaterials.

#### 1. Kaschierverbund mit Brillanta orange

Bei der Durchführung der Zugfestigkeitsprüfung mit Proben in Materialaufrichtung wurde folgendes Charakteristikum beobachtet: Bei Erreichen eines Kraftmaximums kommt es zum Bruch des Verstärkungsmaterials; der Probenstreifen wird im weiteren Verlauf nur vom Einbandgewebe zusammengehalten. Die weitere Krafteinwirkung führt zu einer Dehnung des Einbandgewebes, das sich in Materialquerrichtung durch hohe Dehnbarkeit auszeichnet, bis auch hier die Materialzerstörung eintritt. Während der Dehnung wird eine Spaltung zwischen den Gewebefäden und der gewebeeigenen Papierkaschierung sichtbar. Der Kraftaufwand, der zum endgültigen Materialbruch führt, liegt z. T. beachtlich unterhalb des Kraftmaximums.

Das Kraft-Weg-Diagramm im Bild 21 verdeutlicht dieses Materialverhalten an einem Beispiel.



**Bild 21 Kraft-Weg-Diagramm (Kaschierverbund Brillanta, orange / Scharnierstoff GP 2 R)**

Tabelle 26 Festigkeit und Dehnung (Kaschierverbund)

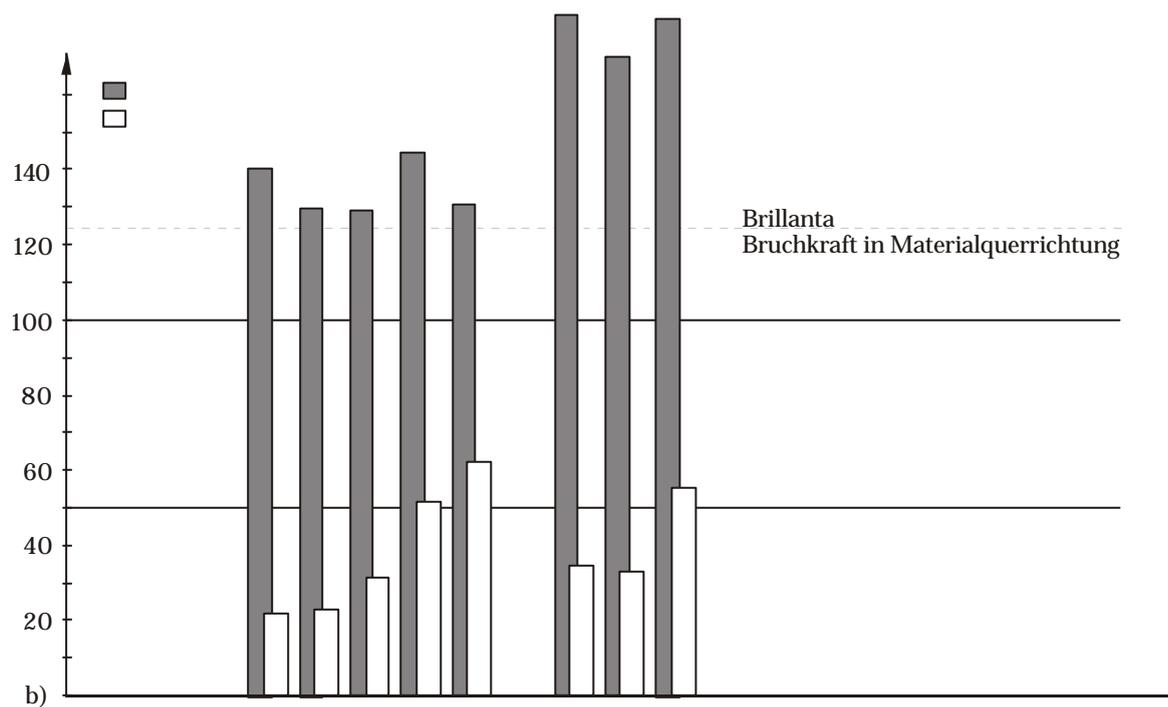
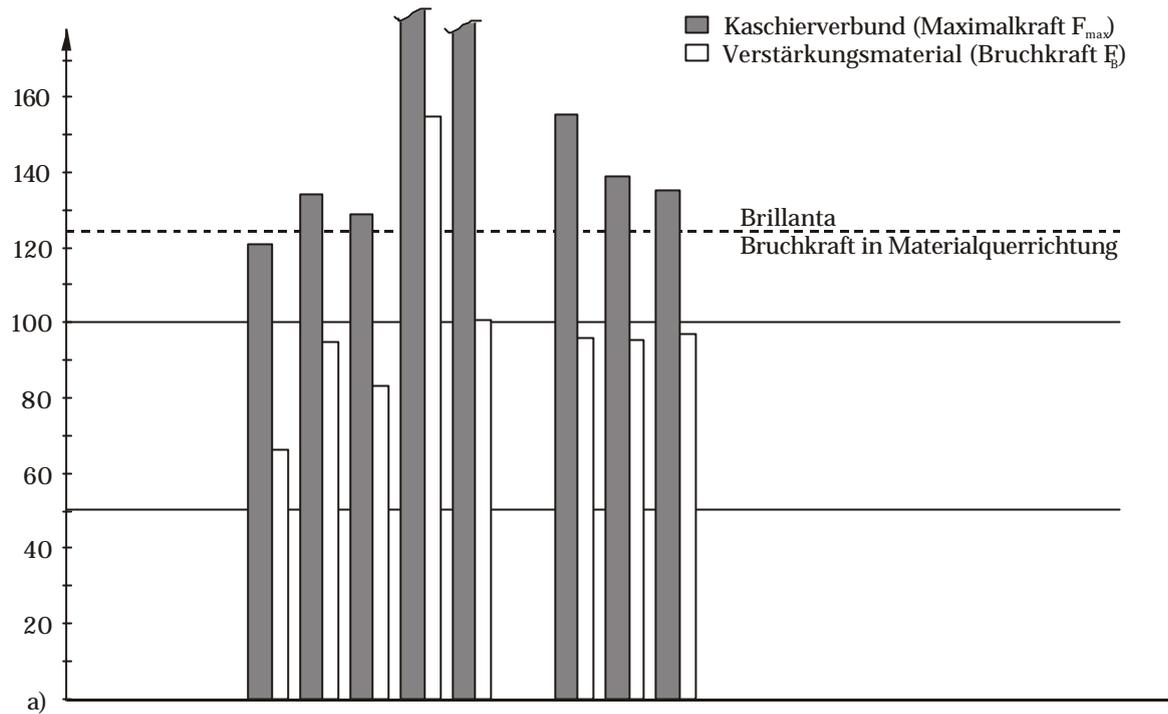
Kaschier- verbund	Materiallaufrichtung				Materialquerrichtung			
	max. Kraft (N)	Dehnung bei max. Kraft (mm (%))	Bruch- kraft (N)	Bruch- dehnung (%)	max. Kraft (N)	Dehnung bei max. Kraft (mm (%))	Bruch- kraft (N)	Bruch- dehnung (%)
<b>Kaschierung mit Brillanta, orange</b>								
<b>Scharnier- stoff</b>								
GP 2 R	121,01	6,72 (5,60)	104,43	20,43	140,22	25,17 (20,98)	139,33	21,04
GP 2 G	134,13	5,55 (4,63)	102,04	15,51	129,67	25,26 (21,05)	125,76	21,18
GP 18	128,70	5,84 (4,87)	118,56	9,90	127,89	25,11 (20,93)	124,22	21,08
GP 5 W	214,22	5,99 (4,99)	213,72	5,00	145,83	14,71 (12,26)	121,83	17,63
GS 5 L	209,89	15,17 (12,64)	208,29	12,67	131,86	8,13 (6,78)	95,18	21,03
<b>Schirting</b>								
D 35	157,20	14,02 (11,68)	153,99	11,78	182,62	28,84 (24,03)	181,61	24,09
F 110	138,30	7,72 (6,43)	100,59	21,24	170,48	19,10 (15,92)	143,46	17,66
F 110 G	136,03	6,77 (5,64)	96,71	21,36	179,53	20,15 (16,79)	161,03	17,74
<b>Brillanta</b>								
orange					126,98	25,37	124,72	21,24
<b>Kaschierung mit Efalín Neuleinen, rot</b>								
<b>Scharnier- stoff</b>								
GP 2 R	155,80	6,13 (5,11)	128,93	5,87	158,31	11,29 (9,41)	157,37	9,41
GP 2 G	173,78	5,59 (4,66)	157,34	4,85	167,48	9,92 (8,27)	166,63	8,27
GP 18	180,96	6,34 (5,28)	174,62	5,46	166,94	10,04 (8,37)	166,31	8,37
GP 5 W	273,52	6,03 (5,03)	270,75	5,07	188,99	10,48 (8,73)	188,51	8,85
GS 5 L	204,21	10,74 (8,95)	202,42	9,03	177,04	7,97 (6,64)	175,48	6,75
<b>Schirting</b>								
D 35	228,36	11,76 (9,80)	226,78	9,86	133,24	11,87 (9,89)	132,64	9,94
F 110	202,67	7,35 (6,13)	200,30	6,28	172,82	11,83 (9,86)	172,11	9,89
F 110 G	201,64	6,92 (5,77)	196,76	5,91	168,51	11,70 (9,75)	165,95	9,80
<b>Efalín</b>								
Neuleinen rot					123,75	10,04	123,74	8,37

Die aufnehmbare Maximalkraft liegt bei einigen Materialien bedeutend über der Bruchkraft; eine Kraftaufnahme unterhalb des Kraftmaximums führt nicht zu einer Zerstörung. Erst die Maximalkraft führt zu einer teilweisen Zerstörung des Kaschierverbundes, der danach seiner Aufgabe als Bucheinbandmaterial nicht mehr gerecht werden kann. Der vollständige Materialbruch bei geringerer Kraft, der Bruchkraft, erfolgt erst, wenn einmal diese Maximalkraft aufgebracht wurde. Aus diesem Grund wird von der allgemein üblichen Auswertung der Bruchkraft abgegangen und die Maximalkraft als Vergleichsgröße für den Grad der Eignung berücksichtigt.

In Bild 22 wird erkennbar, daß sich – wie erwartet – die Materialfestigkeit des Kaschierverbundes im Vergleich zu den einzelnen Materialien erhöht. Die Maximalkraft zur Zerstörung des Materialverbundes ist höher (z. T. nur geringfügig) als zur Zerstörung des separaten Einbandgewebes. Einzige Ausnahme stellt die Kaschierung mit Scharnierstoff GP 2 R dar, bei der die Festigkeit geringfügig unter der des Einbandgewebes liegt. Entsprechend vorgeschlagener Bewertung (Tabelle 15, Seite 71) wird die Festigkeit des Kaschierverbundes in jedem Fall als hoch eingestuft.

In Querrichtung tritt ein ähnlicher Effekt auf wie in Laufrichtung. Bei einer ersten Kraftspitze beginnt das Verstärkungsmaterial zu reißen, es entstehen mehrere kleine Risse über die gesamte freie Einspannlänge, bis es zum Bruch der gesamten Probe kommt. Teilweise entsteht eine geringfügige Delaminierung zwischen Einband- und Verstärkungsmaterial.

Die Maximalkraft in Materialquerrichtung liegt über der erforderlichen Kraft zur Zerstörung von Brillanta (z. T. nur geringfügig); die Festigkeit kann in jedem Fall als hoch eingeschätzt werden.



**Bild 22 Bruchkraft  $F_B$  und Maximalkraft  $F_{max}$  (Kaschierverbund Brillanta orange / Verstärkungsmaterial; Verstärkungsmaterial)**

**a) Materialaufrichtung**

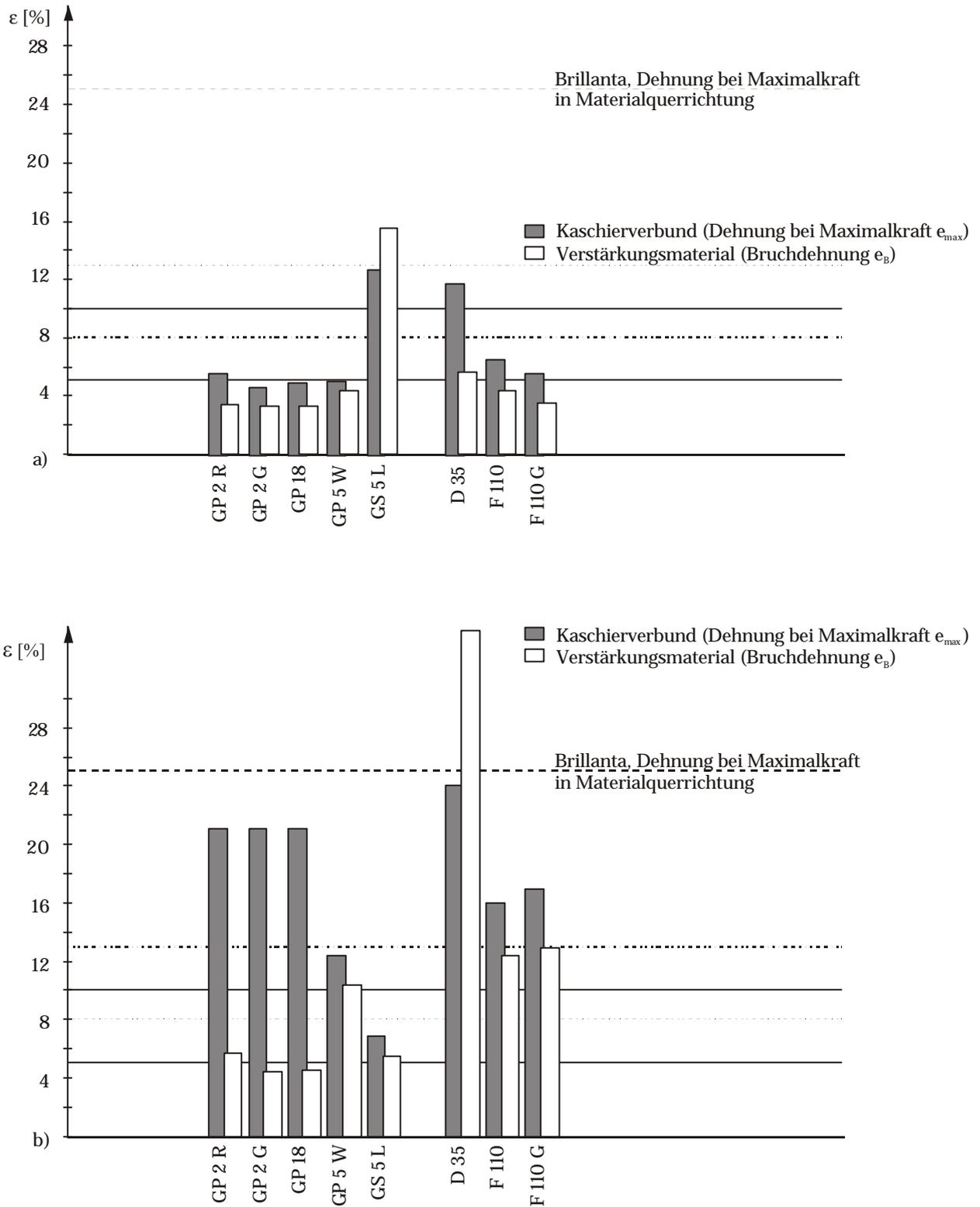
**b) Materialquerrichtung**

Für die Dehnung gelten die Werte, die bei Maximalkraft ermittelt wurden.

Für die Materialaufrichtung ergibt sich, daß für den Kaschierverbund unter Einwirkung der maximalen Kraft eine wesentlich geringere Dehnung auftritt als bei separat geprüftem Einbandmaterial (Bild 23); dieses beginnt sich erst dann zu dehnen, wenn das Verstärkungsmaterial zerstört ist.

Diese geringen Dehnwerte lassen vermuten, daß sich im Vergleich zum einzeln verarbeiteten Bucheinbandgewebe der Kaschierverbund durch höhere Formstabilität auszeichnet, was wichtig ist, da aufgrund fehlender Rückeneinlage die Formstabilität allein durch den Kaschierverbund im freien Rückenbereich getragen werden muß.

Die Dehnung in Materialquerrichtung ist bei den meisten Kaschierverbunden sehr hoch. Dies ergibt sich daraus, daß beide Materialien in Querrichtung geprüft werden und das Verstärkungsmaterial erst reißt, wenn bereits eine gewisse Dehnung erfolgt ist. Die Formstabilität im Rücken wird bei Verarbeitung des Verstärkungsmaterials in Querrichtung als eingeschränkt angesehen (außer Scharnierstoff GS5 L).



**Bild 23** Dehnung bei Maximalkraft  $\epsilon_{\max}$  bzw. Bruchdehnung  $\epsilon_B$  (Kaschierverbund Brillanta orange / Verstärkungsmaterial; Verstärkungsmaterial)

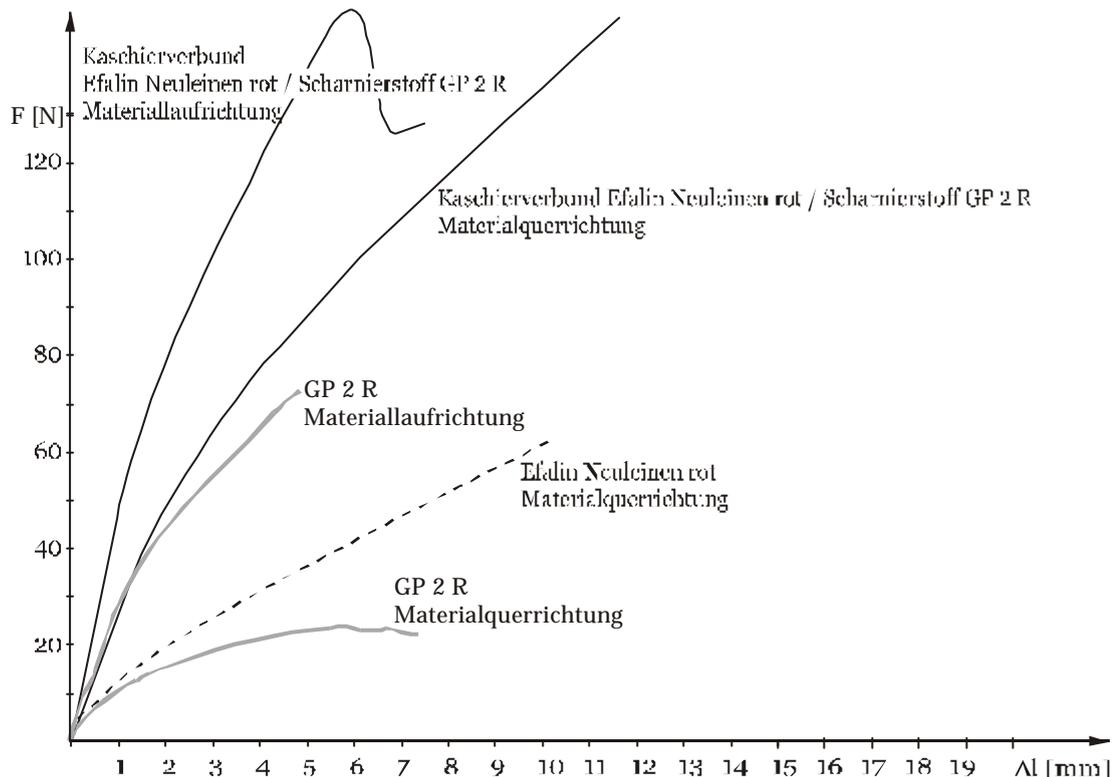
a) Materialaufrichtung

b) Materialquerrichtung

## 2. Kaschierverbund mit EfaIn Neuleinen, rot

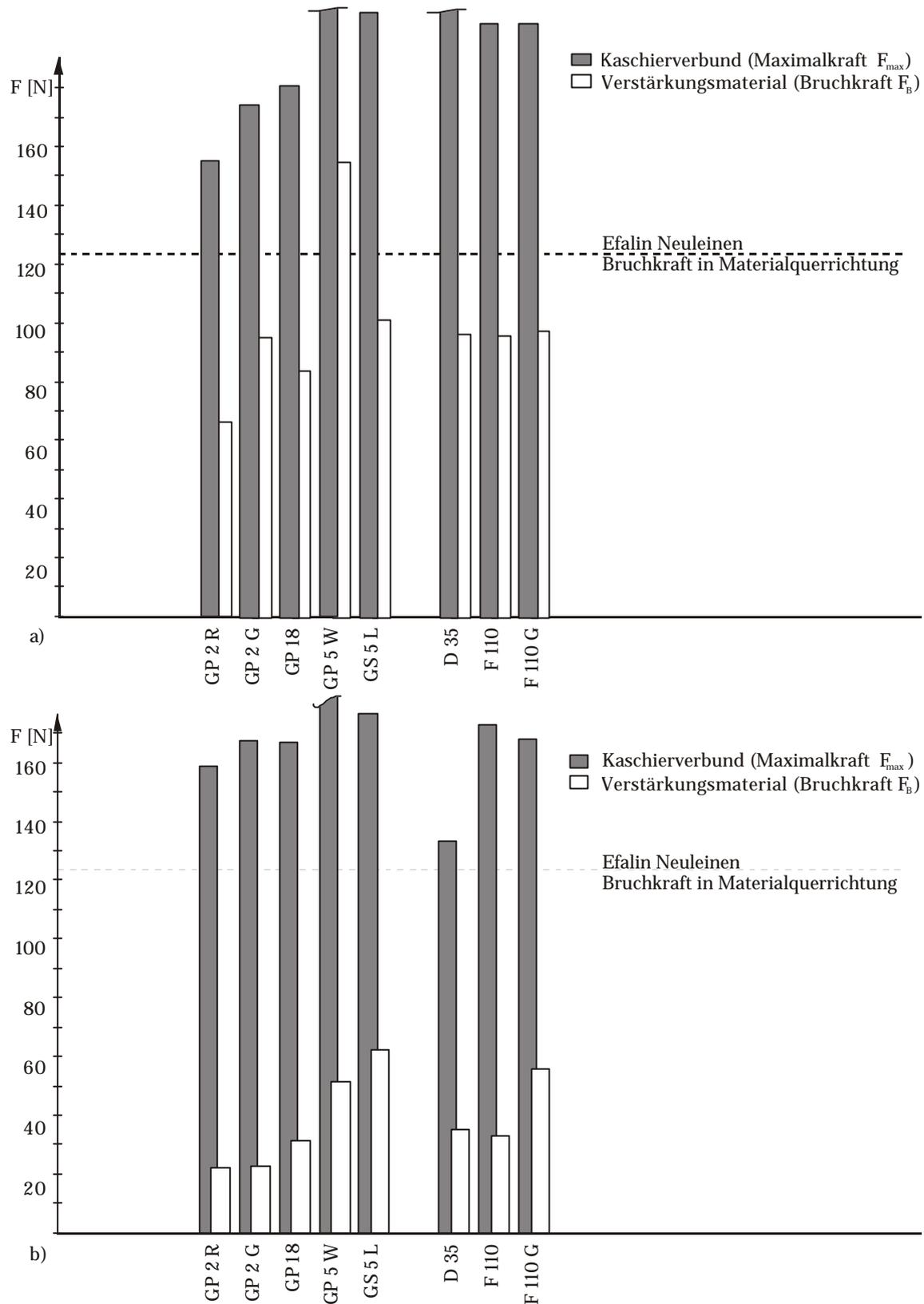
Charakteristisch für den Kaschierverbund mit EfaIn ist, daß – unabhängig von der Lauf- richtung – die Probe geradlinig durchreißt, wobei der Verbund insgesamt zerstört wird. Eine Delaminierung zwischen den Schichten entsteht nicht. Ebenso ist die Differenz zwischen Maximalkraft und Bruchkraft unbedeutend, der Kaschierverbund reagiert wie ein eigenständiges Material (vergleiche Kraft-Weg-Diagramm, Bild 24).

Die Festigkeit des Kaschierverbundes übersteigt die Festigkeit gegenüber den Einzelmate- rialien erheblich (Bild 25). Das Verstärkungsmaterial trägt in Verbindung mit EfaIn zu einer deutlichen Erhöhung der Festigkeit bei.



**Bild 24 Kraft-Weg-Diagramm (Kaschierverbund EfaIn Neuleinen, rot / Scharnierstoff GP 2 R)**

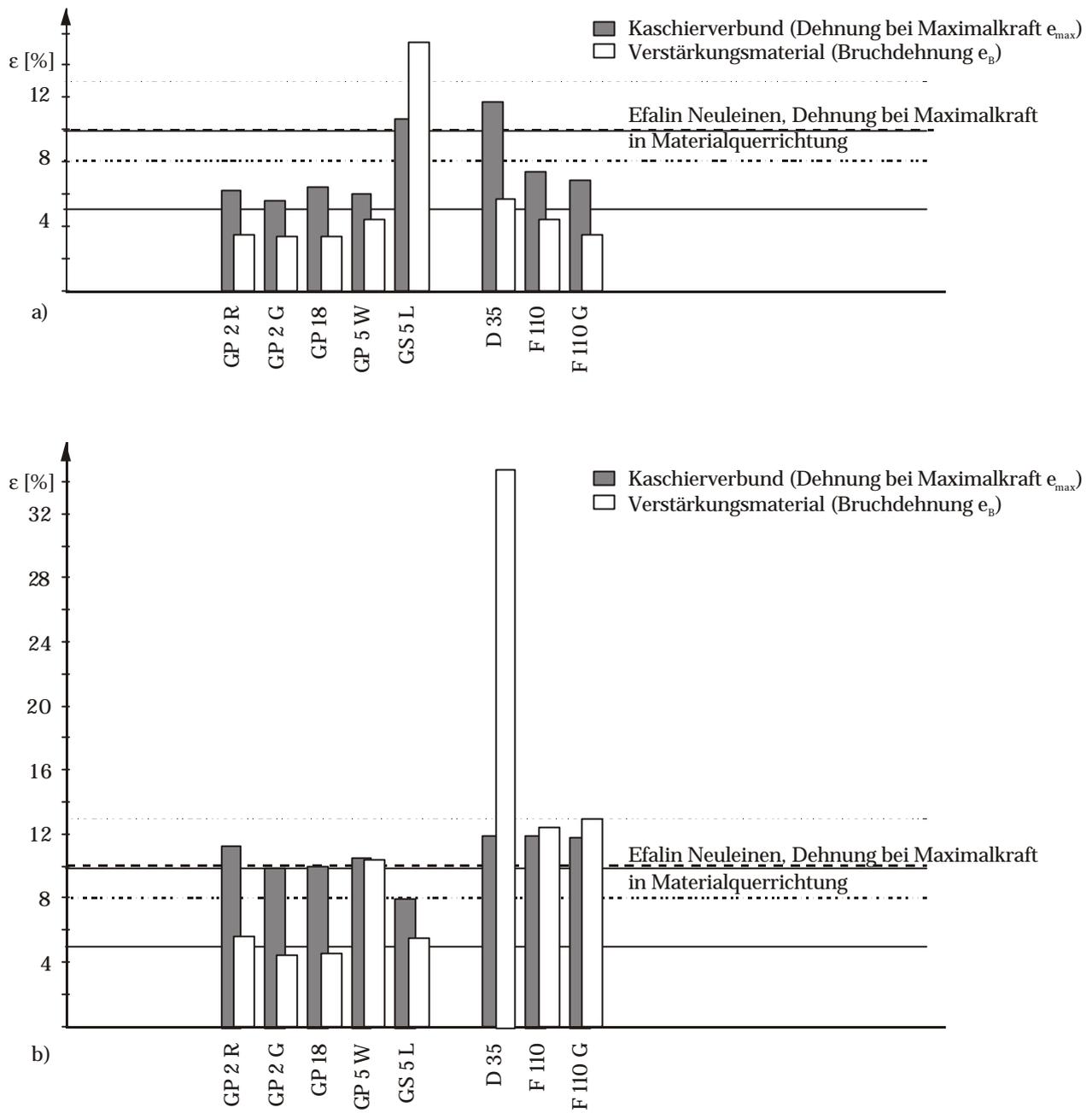
Die Dehnung in Materialaufrichtung hat sich im Vergleich zum separat geprüften EfaIn verringert (bis auf zwei Ausnahmen). Entsprechend Tabelle 15 ist damit eine Verarbeitung für größere Blockdicken möglich. In Materialquerrichtung hat sich die Dehnbarkeit des Kaschierverbundes gegenüber EfaIn nur unbedeutend geändert; der Einfluß des aufgeklebten Verstärkungsmaterials auf die Dehnung ist hier von geringem Ausmaß (Bild 26).



**Bild 25 Bruchkraft  $F_B$  und Maximalkraft  $F_{max}$  (Kaschierverbund EfaLin Neuleinen, rot / Verstärkungsmaterial; Verstärkungsmaterial)**

**a) Materialaufrichtung**

**b) Materialquerrichtung**



**Bild 26 Dehnung bei Maximalkraft  $\epsilon_{max}$  bzw. Bruchdehnung  $\epsilon_B$  (Kaschierverbund EfaIn Neuleinen rot / Verstärkungsmaterial; Verstärkungsmaterial)**  
**a) Materialaufrichtung**  
**b) Materialquerrichtung**

### Falzfestigkeit

Tabelle 27 gibt die Doppelfalzzahl für die Kaschierverbunde an. Die Angaben zur Materialaufrichtung bzw. -querrichtung beziehen sich auch hier ausschließlich auf den Verlauf des Verstärkungsmaterials.

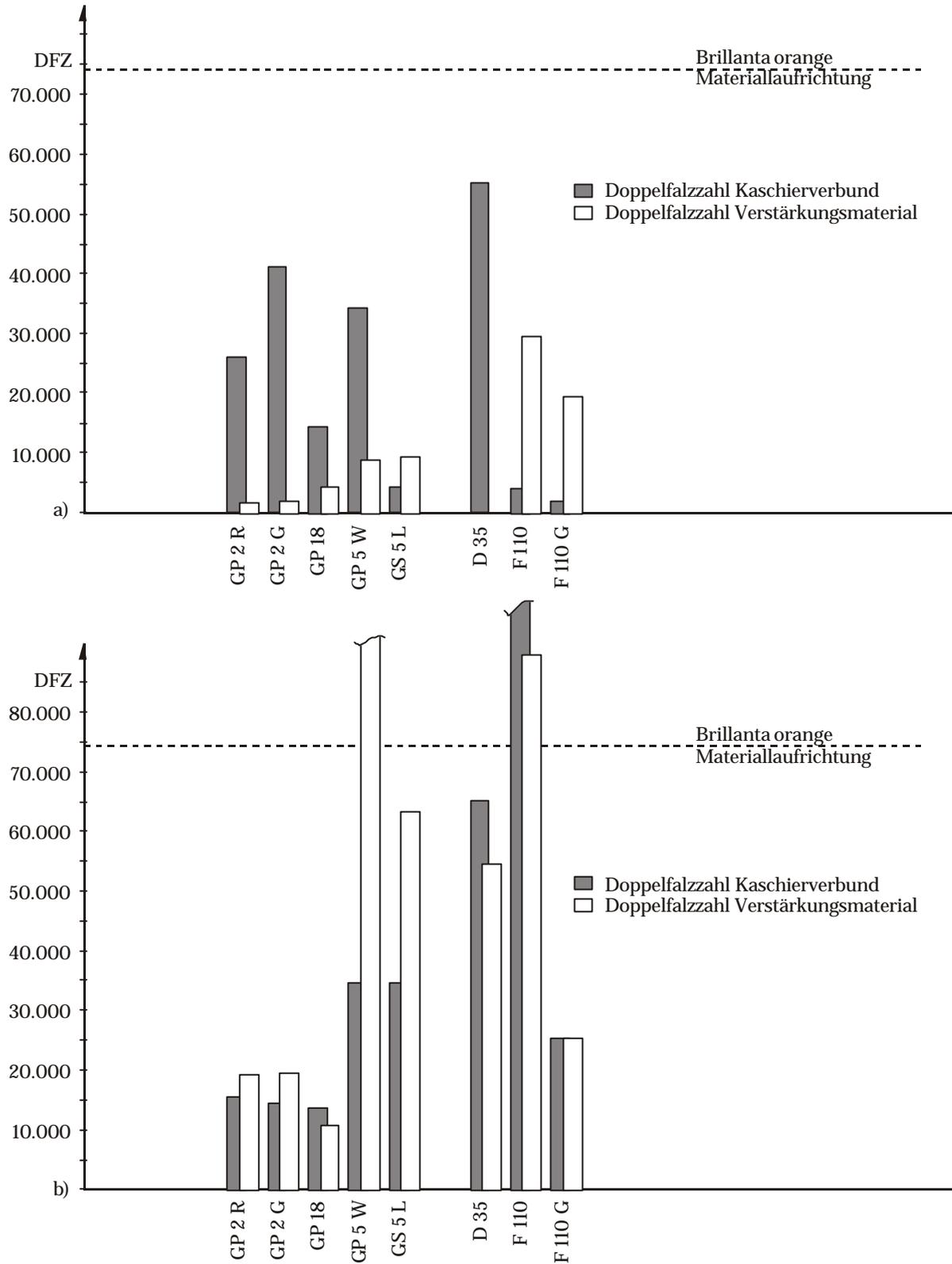
**Tabelle 27 Doppelfalzzahl in Materialaufrichtung und Materialquerrichtung (Kaschierverbund)**

Verstärkungsmaterial	im Kaschierverbund mit Brillanta, orange		im Kaschierverbund mit Efallin Neuleinen, rot	
	Materialaufrichtung	Materialquerrichtung	Materialaufrichtung	Materialquerrichtung
<b>Scharnierstoff</b>				
GP 2 R	25.869	15.581	2.801	7.815
GP 2 G	41.738	14.698	2.625	4.150
GP 18	15.218	13.855	1.942	1.992
GP 5 W	34.264	34.623	2.827	2.021
GS 5 L	4.184	34.600	1.842	3.044
<b>Schirting</b>				
D 35	55.600	65.470	3.210	3.059
F 110	3.814	105.588	3.546	3.013
F 110 G	2.021	25.500	3.097	2.910
<b>Einbandmaterial</b>	74.118		2.353	

#### 1. Kaschierverbund mit Brillanta, orange

Das Bucheinbandgewebe Brillanta als einzeln geprüftes Material erreicht eine sehr hohe Doppelfalzzahl, unter der das Verstärkungsmaterial als separates Material bis auf zwei Ausnahmen zurückbleibt (vergleiche mit Tabelle 17, Seite 74).

Für den Kaschierverbund ergibt sich, daß die Falzfestigkeit unter der Falzfestigkeit von Brillanta liegt (mit einer Ausnahme). Ein Zusammenhang mit den Werten des Verstärkungsmaterials ist nicht erkennbar (Bild 27).



**Bild 27 Doppelfalzzahl DFZ (Kaschierverbund Brillanta, orange / Verstärkungsmaterial; Verstärkungsmaterial)**

**a) Materialaufrichtung**

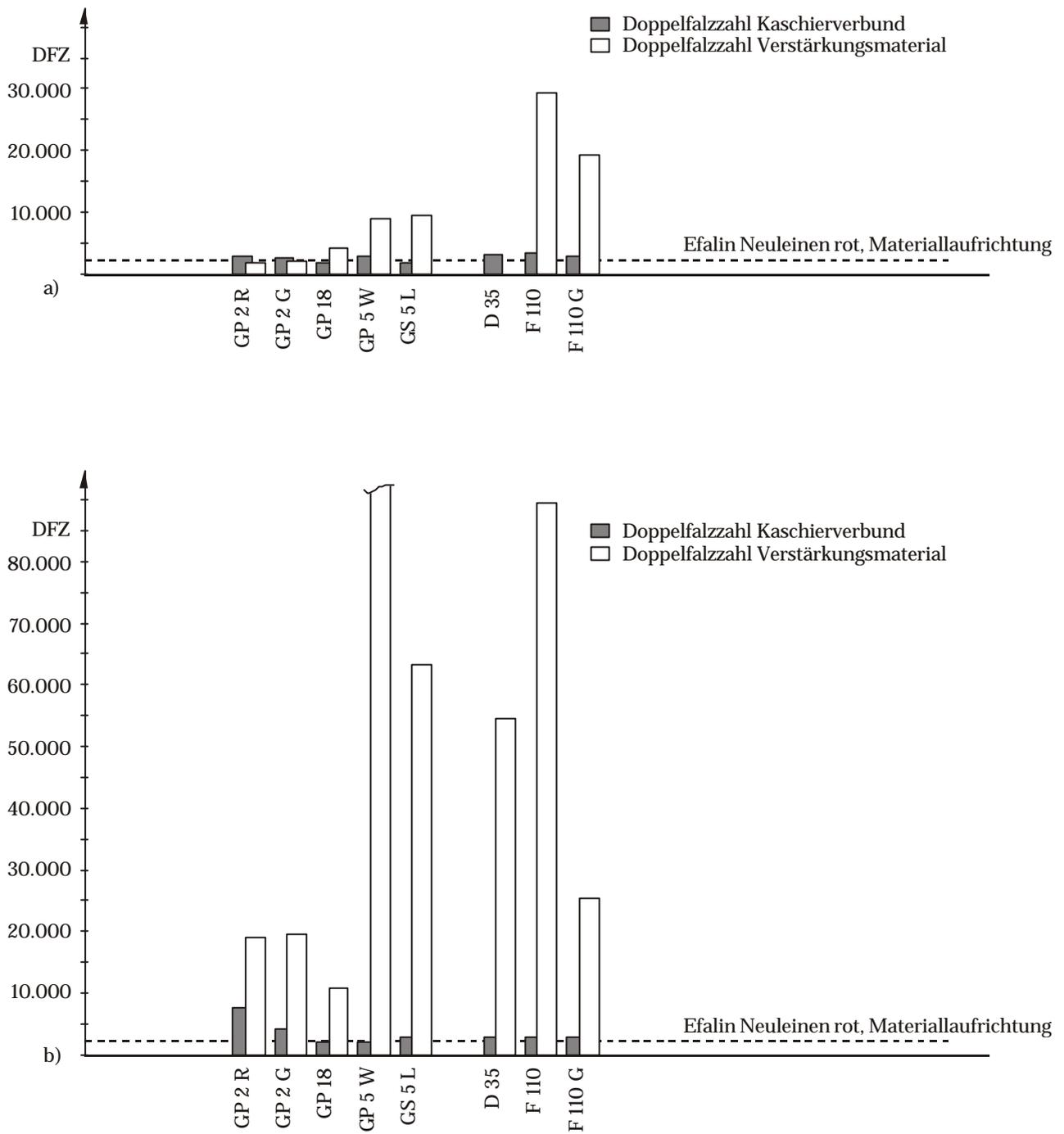
**b) Materialquerrichtung**

Erschwerend für die Aussage und behindernd für eine erkennbare Abhängigkeit der Doppelfalzzahl des Verbundes von den Einzelmaterialien tritt folgende Tatsache auf: Bei der Prüfung des Kaschierverbundes in Materialquerrichtung wurde bei einigen Materialverbunden ersichtlich, daß zunächst nur das Verstärkungsmaterial riß, während Brillanta weiterhin gefalzt wurde. Da das Gewebe in Querrichtung eine relativ hohe Dehnbarkeit aufweist und im Falzbereich eine Delaminierung vonstatten ging, verringerte sich die Vorspannkraft, die an der Probe wirkt. Der Zeitpunkt, d. h. bei welcher Doppelfalzzahl die Zerstörung der Probe begann, konnte nicht festgestellt werden. Es hätte einer kontinuierlichen Beobachtung des Gerätes bedurft.

Da jedoch sämtliche in Querrichtung ermittelten Werte über 10.000 Doppelfalzungen liegen, wird geschlußfolgert, daß der Mindestwert von 1.000 Falzungen in jedem Fall erreicht wird, ehe eine Teilerstörung des Verbundes auftritt.

## 2. Kaschierverbund mit Efallin Neuleinen, rot

Gegenüber dem Verstärkungsmaterial als separatem Material ist ein deutlicher Rückgang der Falzfestigkeit zu verzeichnen; der Einfluß des Bucheinbandmaterials, das in seiner Falzfestigkeit weit unter dem Verstärkungsmaterial liegt, ist dominant. Sowohl in Materialauf- richtung als auch in Materialquerrichtung tritt diese Tendenz auf, wie Bild 28 verdeutlicht. Die Doppelfalzzahl des Kaschierverbundes wird von der Falzfestigkeit des Einbandmaterials bestimmt und beläuft sich unabhängig vom Verstärkungsmaterial um den Wert des Efallin.



**Bild 28 Doppelfalzzahl DFZ (Kaschierverbund Efalin Neuleinen, rot / Verstärkungsmaterial; Verstärkungsmaterial)**  
**a) Materialaufrichtung**  
**b) Materialquerrichtung**

### Einreißfestigkeit

In Tabelle 28 ist die Einreißfestigkeit für die Kaschierverbunde wiedergegeben, wobei sich die Angaben Materiallaufrichtung und Materialquerrichtung auch hier auf das Verstärkungsmaterial beziehen.

**Tabelle 28 Einreißfestigkeit in Materiallaufrichtung und Materialquerrichtung (Kaschierverbund)**

Verstärkungsmaterial	im Kaschierverbund mit Brillanta, orange		im Kaschierverbund mit Efallin Neuleinen, rot	
	Materiallaufrichtung	Materialquerrichtung	Materiallaufrichtung	Materialquerrichtung
<b>Scharnierstoff</b>				
GP 2 R	114,67	109,94	101,44	104,92
GP 2 G	105,77	104,18	113,96	95,16
GP 18	107,85	104,52	104,49	93,29
GP 5 W	121,07	130,17	123,43	126,28
GS 5 L	102,56	144,79	97,90	112,91
<b>Schirting</b>				
D 35	129,39	124,74	84,41	118,62
F 110	126,19	113,45	109,34	109,80
F 110 G	123,39	101,29	104,02	103,54
<b>Einbandmaterial</b>	96,20		66,69	

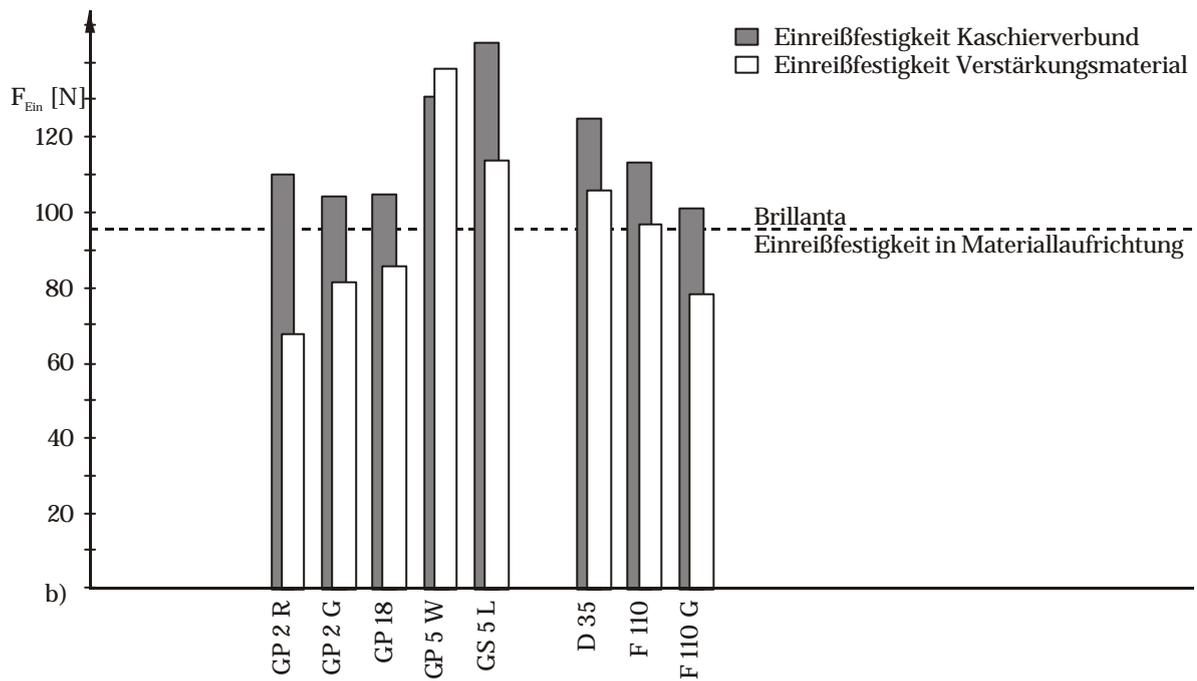
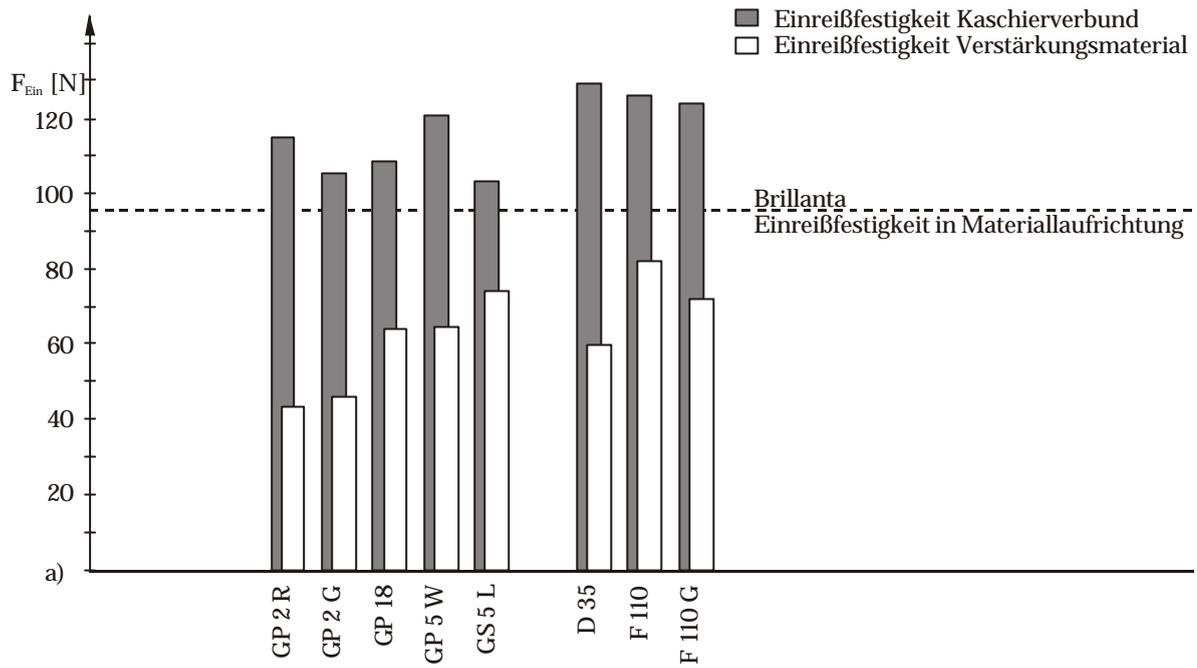
#### 1. Kaschierverbund mit Brillanta, orange

Die Einreißfestigkeit des Kaschierverbundes übersteigt in Materiallaufrichtung als auch in Materialquerrichtung die Werte für das separat geprüfte Brillanta und für das Verstärkungsmaterial. In Materiallaufrichtung ist dabei eine erhebliche Steigerung der Festigkeitswerte zu verzeichnen (Bild 29).

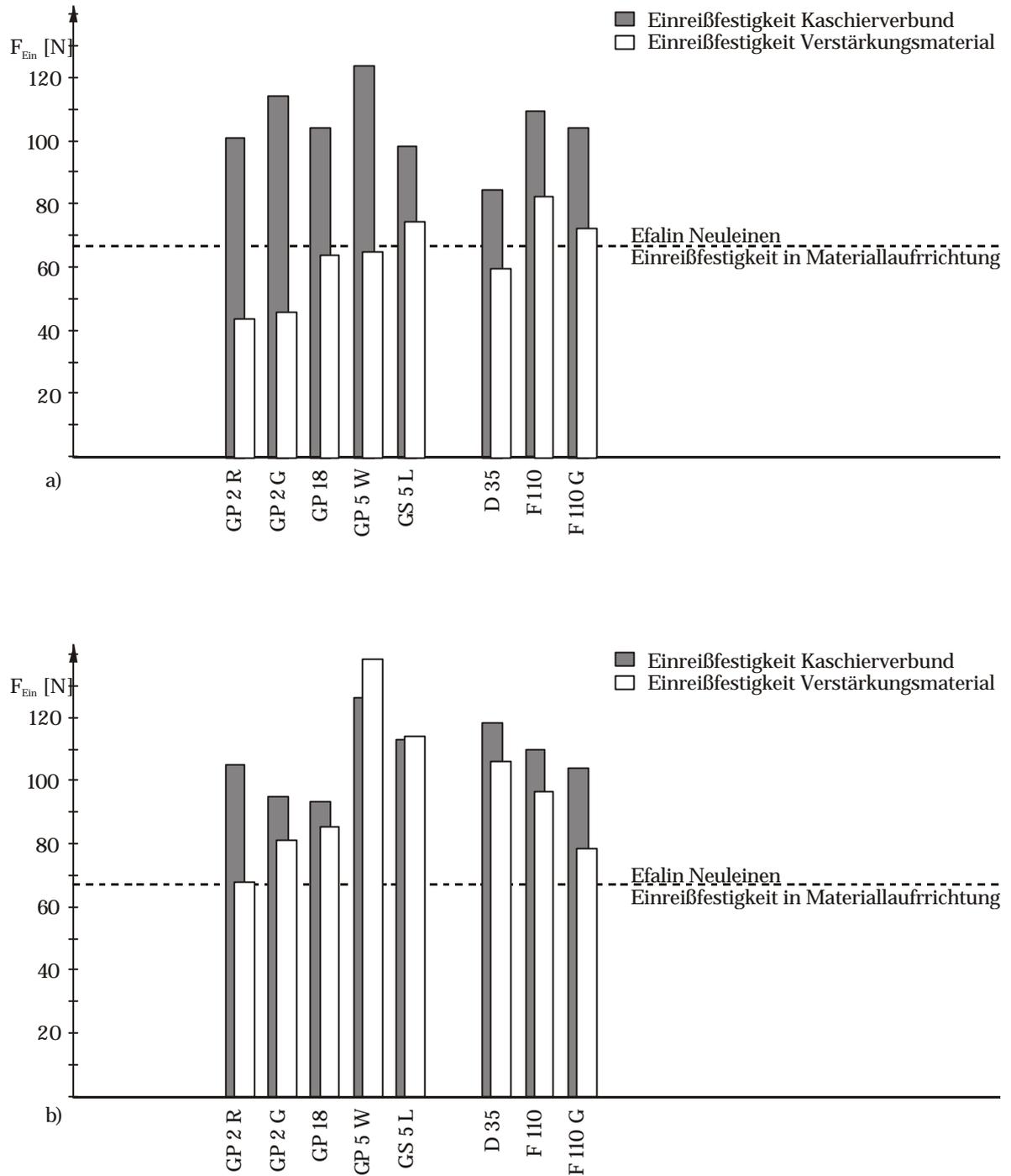
#### 2. Kaschierverbund mit Efallin Neuleinen, rot

Für den Kaschierverbund mit Efallin Neuleinen wird die gleiche Tendenz deutlich wie für den Verbund mit Brillanta (Bild 30).

Sämtliche Werte für die Einreißfestigkeit liegen über 75 N, was entsprechend der unter „3.3.1.1 Anforderungen im Gebrauch – Festigkeitseigenschaften“ aufgestellten Festlegung eine Eignung für Buchblocks bis zu einer Masse von 5 kg bedeutet. Unter Berücksichtigung der Tatsache, daß an den eingeschlagenen Kanten des Bezugsmaterials eine Materialverdopplung vorliegt, die eine weitere Erhöhung der Einreißfestigkeit mit sich bringt, ist für keines der Verstärkungsmaterialien mit Problemen zu rechnen.



**Bild 29 Einreißfestigkeit  $F_{\text{Ein}}$  (Kaschierverbund Brillanta, orange / Verstärkungsmaterial; Verstärkungsmaterial)**  
**a) Materialaufrichtung**  
**b) Materialquerrichtung**



**Bild 30 Einreißfestigkeit  $F_{\text{Ein}}$  (Kaschierverbund EfaLin Neuleinen, rot / Verstärkungsmaterial; Verstärkungsmaterial)**  
**a) Materialaufrichtung**  
**b) Materialquerrichtung**

### 3.6 Zusammenfassende Betrachtung zur Materialauswahl

Die zusammenfassende Auswertung in bezug auf eine geeignete Materialauswahl berücksichtigt die Versuche der Kaschierverbunde („3.5 Untersuchungen des Kaschierverbundes zwischen Bucheinbandmaterial und Verstärkungsmaterial“) und die Expertenbefragung zur Kantenbeurteilung („3.3.3.3 Ästhetische Merkmale – Sichtbare Kantenbildung“)

- Das getestete Verstärkungsmaterial führt im Kaschierverbund zur erwarteten Erhöhung der Festigkeit des Einbandmaterials (eine Ausnahme: Kaschierverbund Scharnierstoff GP 2 R mit Brillanta), wobei im Verbund mit Efallin diese Steigerung deutlicher ausgeprägt ist als in Verbindung mit Brillanta. Mit den Zugversuchen wird jedoch für jeden Kaschierverbund eine hohe Festigkeit belegt (Maximalkraft > 100 N); ein Materialbruch aufgrund zu geringer Festigkeit ist nicht zu erwarten.
- Bezüglich der Biegefestigkeit im Falz Gelenk bestehen im Kaschierverbund keine Einschränkungen, da für jede Materialkombination der Mindestwert von 1.000 Doppelfaltungen erreicht wird.
- Die Einreißfestigkeit liegt generell über 75 N, was auch für schwere Bücher (bis 5 kg Masse) keine Materialbeschädigung im Gebrauch bedeutet. Zieht man zusätzlich die Materialverdopplung an den eingeschlagenen Kanten in Betracht, kann von einer Erhöhung der Werte ausgegangen werden.
- Bei Betrachtung der Dehnung sind Verstärkungsmaterialien hinsichtlich ihrer Eignung zu unterscheiden. Tabelle 29 gibt eine Gegenüberstellung von Kaschierverbund und Einzelmaterialien und eine Einschätzung der Dehnung an.

Hinsichtlich der Dehnung befindet sich unter den untersuchten Verstärkungsmaterialien keines, das einem universellen Einsatz (für sämtliche Blockdicken, in Verbindung mit beliebigem Einbandmaterial) gerecht wird. Es besteht eine Beeinflussung durch das Bucheinbandmaterial, was besonders in Materialquerrichtung (parallele Laufrichtung beider Materialien) deutlich wird.

Für Efallin besteht prinzipiell eine bessere Eignung. Bei Verarbeitung in Laufrichtung kann unabhängig von der Buchblockdicke ein beliebiger Scharnierstoff oder Schirting ausgewählt werden (Ausnahme Scharnierstoff GS 5 L). Bei Verarbeitung in Querrichtung gibt es bei Blockdicken über 15 mm keine Einschränkungen, für Blockdicken unter 15 mm ist Scharnierstoff GS 5 L oder Schirting D 35 auszuwählen.

In Verbindung mit Brillanta besteht eine größere Einschränkung bei der Materialauswahl. Es findet sich kein Verstärkungsmaterial, das bei gleicher Verarbeitungsrichtung unabhängig von der Blockdicke eingesetzt werden kann. Für Blockdicken über 15 mm können Scharnierstoffe (außer GS 5 L) oder Schirtings (außer D 35) in Materialquerrichtung verarbeitet werden, Scharnierstoff GS 5 L in Materiallaufrichtung. Für Blockdicken unter 15 mm können nur GS 5 L und D 35 in Materiallaufrichtung, GP 5 W in -querrichtung zur Anwendung kommen.

**Tabelle 29** Einschätzung der Dehnung der Verstärkungsmaterialien separat und im Kaschierverbund

	Verstärkungsmaterial				Kaschierverbund mit Brillanta				Kaschierverbund mit EfaIn			
	< 15 mm		> 15 mm		< 15 mm		> 15 mm		< 15 mm		> 15 mm	
Prüfung in	LR	QR	LR	QR	LR	QR	LR	QR	LR	QR	LR	QR
für Verarbeitung in	QR	LR	QR	LR	QR	LR	QR	LR	QR	LR	QR	LR
Material												
Scharnierstoff												
GP 2 R	↓	↓	↓	•	↓	↑	•	↑	↓	•	•	•
GP 2 G	↓	↓	↓	↓	↓	↑	•↓	↑	↓	•	•↓	•
GP 18	↓	↓	↓	↓	↓	↑	•↓	↑	↓	•	•	•
GP 5 W	↓	•	↓	•↑	↓	•	•↓	↑	↓	•	•	•
GS 5 L	↑	↓	↑	•	•	↓	↑	•	•	↓	•	•
Schirting												
D 35	↓	↑	•	↑	•	↑	↑	↑	•	•	•	•
F 110	↓	•	↓	↑	↓	↑	•	↑	↓	•	•	•
F 110 G	↓	•	↓	↑	↓	↑	•	↑	↓	•	•	•
Einbandmaterial separat						↑		↑		•		•

↓ Dehnung zu gering

↑ Dehnung zu hoch

• Dehnung optimal (•↓, •↑ knappe Eignung)

LR Materialaufrichtung

QR Materialquerrichtung

- Die visuelle Wahrnehmung der Kantenbildung bei Überlappung des Verstärkungsmaterials zwischen Deckelpappen und Bezugsmaterial wird hauptsächlich durch die Farbe des Einbandmaterials beeinflusst. Helle Einbandmaterialien verstärken die Wahrnehmung. Um den Einfluß der Kante auf den ästhetischen Gesamteindruck des Buches zu unterdrücken, ist der Einsatz dunkler Einbandmaterialien zu erwägen.
- Als zweiter ausschlaggebender Faktor für die Kantenbildung gilt die Dicke der beteiligten Materialien. Dicke Einbandmaterialien und dünne Verstärkungsmaterialien sind zu favorisieren.
- Bezüglich der Benotung der Kantenbildung ist eine Grenze festzulegen, die vom Kunden als akzeptabel angenommen wird. Sollte sich eine sehr strenge Beurteilung ergeben, d. h. bereits eine geringfügige Störung durch die Kante als inakzeptabel gelten, sind die Ausführungsvarianten mit Überlappung des Verstärkungsmaterials zwischen Deckelpappe und Bezug auszuschließen.

In der Zusammenfassung der Bewertungen in Anlage 14 wurden Benotungen zwischen 1,0...1,7 markiert. In den Einzelbewertungen zur Erlangung dieses Durchschnitts wurde die Note 3 maximal einmal vergeben.

- Im Zusammenhang mit der Wahrnehmung der Kante ist zu berücksichtigen, daß durch Bedrucken oder Prägen eine Beeinflussung der Wahrnehmung entsteht, die zu einer besseren Bewertung führt, aber hier nicht untersucht wurde.

Unter Berücksichtigung der Dehnung und der Kantenbildung und im Sinne einer eingeschränkten Materialauswahl wird folgendes Verstärkungsmaterial ausgewählt:

mit Brillanta für Blockdicke < 15 mm:	Verarbeitung in LR:	Scharnierstoff GP 5 W
	Verarbeitung in QR:	Scharnierstoff GS5 L
mit Brillanta für Blockdicke > 15 mm:	Verarbeitung in LR:	Scharnierstoff GS5 L
	Verarbeitung in QR:	Scharnierstoff GP 2 R
		Scharnierstoff GP 2 G
		Scharnierstoff GP 18
		Scharnierstoff GP 5 W
		Schirting F 110
mit Efallin für Blockdicke < 15 mm:	Verarbeitung in LR:	Scharnierstoff GP 2 R
mit Efallin für Blockdicke > 15 mm:	Verarbeitung in LR:	Scharnierstoff GP 2 R
	Verarbeitung in QR:	Scharnierstoff GP 2 R
		Scharnierstoff GP 18
		Schirting F 110

## **4 Aspekte der maschinentechnischen Verarbeitung im Rahmen des Binding on demand**

Im Kapitel 4 werden technologische Wirkprinzipien und die für ihre technische Umsetzung erforderlichen Maschinen und Geräte beschrieben, die im Rahmen des Binding on demand zur Anwendung kommen bzw. für eine Anwendung denkbar sind.

An dieser Stelle wird mit der Darstellung einiger speziell für ihre Herstellung notwendigen Arbeitsschritte die Produktkategorie Broschüren wieder aufgegriffen, obwohl sie nicht Thematik der Arbeit darstellt. Hauptsächlich Grund dafür ist die Überlegung, daß dieses Kapitel als Entscheidungshilfe bei der Projektierung eines Bereiches Weiterverarbeitung dienen kann. Es wird davon ausgegangen, daß sich Unternehmen, die Publishing on demand realisieren, nicht ausschließlich auf Bücher oder Broschüren konzentrieren, sondern je nach Kundenerfordernis beide Finalerzeugnisse anbieten.

Außerdem ist eine nach Buch und Broschur getrennte Betrachtung in den ersten beiden Teilprozessen Bogen-/Bahnverarbeitung und Blockherstellung nicht notwendig und zweckmäßig, da die hier realisierten Wirkprinzipien weitgehend unabhängig von der Produktkonstruktion des Finalerzeugnisses sind. Erst in der weiteren Gliederung erfolgt eine Aufspaltung nach Broschur und Buch.

Die Vorschläge zu Maschinenkonfigurationen werden am Ende des Kapitels 4 unter zwei Gesichtspunkten tabellarisch zusammengefaßt dargestellt:

- in bezug auf die in Kapitel „2 Produktkonstruktionen für Binding on demand“ ausgewählten Produktkonstruktionen (Tabelle 30 auf Seite 152, für Bücher siehe auch Bild 41 auf Seite 157),
- in bezug auf mögliche Auflagenhöhen (Tabelle 31, Seite 158).

Es werden ausgewählte Varianten der maschinellen Buch- und Broschürenproduktion beschrieben. Nicht eingegangen wird auf eine ausschließlich handwerkliche Fertigung, bei der nur einfache Hilfsmittel genutzt (z. B. Schnellklammern zur Blockfixierung während des Klebstoffauftrags mit Pinsel) und Buchdecken manuell hergestellt werden.

Gemäß der in Kapitel „1.2 Spezifika des Binding on demand gegenüber der konventionellen industriellen Buchbinderei“ hervorgehobenen Besonderheiten sind durch die Gerätetechnik bestimmte Forderungen zu erfüllen, die den Einsatz der Fließstrecken und Anlagen der industriellen Buchbinderei ausschließen. Die hier vorgestellten technologischen und technischen Konfigurationen zeichnen sich aus durch einen vergleichsweise geringen Investitionsaufwand, geringe Rüstzeiten bzw. formatunabhängiges Arbeiten, einfache Bedienung und teilweise die Möglichkeit der Kopplung mit der Druckeinheit.

Bei Inline-Fertigung wird davon ausgegangen, daß mit der Auftragsbearbeitung über eine entsprechende Software bereits vor dem Druck bestimmte Produktinformationen für die Weiterverarbeitung gewonnen werden. So läßt sich beispielsweise unter Kenntnis der Seitenzahl und der verwendeten Papierart die zu erwartende Blockdicke ermitteln. Bei Verwendung der modifizierten dreiteiligen Buchdecke wird aus der Blockdicke das benötigte Deckenformat ausgewählt und Vorschläge für die Blockanpassung werden abgeleitet (Kan-

tenverbreiterung oder Variation der Blockbreite entsprechend Tabelle 10, Seite 56) und die Maße für den Dreiseitenbeschnitt aufgestellt.

Mit der Programmierung des digitalen Drucksystems werden gleichzeitig die notwendigen Angaben für die Aggregate der Weiterverarbeitung programmiert, was auch die buchbinde-  
rische Verarbeitung von Einzelexemplaren erlaubt.

Eine komplette Fließfertigung bezieht sich derzeit auf die Herstellung einfacher Produktkonstruktionen, z. B. drahtstückgehefteter Broschüren. Bei der Buchherstellung bleiben manuelle Eingriffe wie das Anlegen und Abnehmen der Produkte bzw. Teilprodukte oder das Umlegen des Schutzumschlags Bestandteil der Fertigung.

Geräte, Maschinen und Anlagen werden beispielhaft aufgeführt, die Aufzählung beruht nicht auf Vollständigkeit. Ergänzende Angaben zur vorgestellten Technik sind in Anlage 16 enthalten.

## **4.1 Maschinentechnische Realisierungsvarianten in den Teilprozessen Bogen-/Bahnverarbeitung und Blockherstellung**

### **4.1.1 Prozeßabschnitt Schneiden**

Beim Digitaldruck auf eine Papierbahn ergibt sich die Forderung nach einer Querschneideeinrichtung zur Trennung der Bahn in Bogen. Die Querschneideeinrichtung wird direkt hinter der Druckmaschine positioniert. Wird die bedruckte Bahn wieder aufgerollt, beginnt die Bindestrecke mit einem Abwickelmodul.

Häufig entfällt das dem Teilprozeß Bogenverarbeitung zuzuordnende Schneiden von Druckbogen, da diese als kompletter Block ausgelegt werden. Das Beschneiden dieses Blocks kann als Drei- oder Vierseitenbeschnitt betrachtet werden, auch wenn das Fügen erst im Anschluß erfolgt. Eine strenge Trennung des Schneidens am Bogen und Schneidens am Block kann damit beim Binding on demand nicht vorgenommen werden.

Trotzdem sollen an dieser Stelle kleinformatische Planschneider und Stapelschneider erwähnt werden. Die Programmierung kann extern erfolgen mit einer Online-Datenübertragung an die Maschine, wobei aufgrund der verwendeten Formate (Trennschnitte sind in der Regel nicht notwendig) keine umfangreiche Programmierung erforderlich ist.

Neben der Nutzung von separaten Schneidemaschinen existiert auch eine Schneidanlage /84/, bestehend aus Puffer, Rütteltisch und Schneidemaschine. Die der Druckmaschine entnommenen Blocks werden manuell in den Puffer gelegt und nach programmierbarer Trocknungszeit von dort automatisch einem Rüttelautomaten zugeführt. Ein Handlingsystem entnimmt den ausgerichteten Block und übergibt ihn der Hintertischbeschickung der Schneidemaschine. Die weitere Drehung des Schneidgutes und die Auslösung des Schneidvorgangs erfolgen manuell.

### 4.1.2 Prozeßabschnitt Falzen

Für das Falzen im Rahmen des Binding on demand werden separate Falzmaschinen, inline an die Druckeinheit angeschlossene Falzmaschinen oder Falzeinrichtungen, die in Verbindung mit dem Fügeaggregat installiert sind, eingesetzt. Letztere gestatten problemlos eine Verarbeitung von Einzelstücken, während der Einsatz separat arbeitender Falzmaschinen zweckmäßiger für Kleinauflagen ist.

#### 4.1.2.1 Falzmaschine

Die vorgegebenen Formate der Druckbogen als auch der Endprodukte erlauben den Einsatz von Falzmaschinen mit einer maximalen Einlaufbreite von 52 cm bei einer Ausstattung mit zwei oder drei Falzwerken. Für die Verarbeitung von Druckbogen im DIN-Format ergeben sich z. B. folgende Möglichkeiten der Verarbeitung:

DIN A4-Bogen: kein Bruch, Weiterverarbeitung als Einzelblätter (DIN A4-Format) oder ein Bruch, Weiterverarbeitung als Viertelbogen (DIN A5-Format);

DIN A3-Bogen: ein Bruch, Weiterverarbeitung als Viertelbogen (DIN A4-Format) oder zwei Brüche, Weiterverarbeitung als halbe Bogen (DIN A5-Format);

DIN A2-Bogen: zwei Brüche, Weiterverarbeitung als halbe Bogen (DIN A4-Format) oder drei Brüche, Weiterverarbeitung als ganze Bogen (DIN A5-Format).

Daneben bietet sich die Ausführung von Parallelbrüchen an, wenn auf Bahnen gedruckt und aufgrund der eingeschränkten Rollenbreite größere Abschnittslängen genutzt werden. Den Parallelbrüchen folgt mindestens ein Kreuzbruch, was für die weitere Verarbeitung im Fadenheften unabdingbar ist. /88, 89/

32seitige Falzbogen im Format von annähernd DIN A5 erhält man beispielsweise bei einer Bahnbreite von 44 cm und einer Abschnittslänge von 120 cm, wenn ein Dreibruch-Zickzackfalz, kombiniert mit zwei folgenden Kreuzbrüchen ausgeführt wird. Die beiden Kreuzbrüche werden durch Perforation vorbereitet, wobei die Bundstegperforation als Stanzperforation möglich ist (Perforationsklebebindung). Zu berücksichtigen ist hierbei, daß das Endprodukt in falscher Laufrichtung vorliegt. /75 bei Océ, 89/

Entstehen beim Falzen Restbogen geringerer Seitenzahl, wird so ausgeschossen, daß diese Bogen in der Blockmitte liegen.

Bei Inline-Verarbeitung wird jeder Bogen einzeln vom Einzelblattendrucker bzw. dem Schneidaggregat hinter der Rollendruckeinheit dem Falzwerk zugeführt. Hinter Rollendruckmaschinen ist ein langer Ausrichtetisch erforderlich (mindestens 100 cm Ausrichtelänge /90/). Der derzeit größte Ausrichtetisch kann Bogen bis zu einer Länge von 132 cm aufnehmen, es können Bogen von 8 bis 32 Seiten gefertigt werden /89, 90, 91, 92/.

Eine andere Möglichkeit zur Bogenaufnahme bietet ein Doppelausrichtetisch mit einem linken und rechten Ausrichtelinal, um bei Doppelnutzenproduktion zwei Bogen gleichzeitig dem Falzwerk zuzuführen /89, 90, 91, 92/.

Offline-Verarbeitung erfordert einen separaten Bogenanleger an der Falzmaschine. Frik-tionsanleger erweisen sich hierbei als nachteilig. Durch die Reibung zwischen Vereinze-

lungselement und Planobogen können bei den verwendeten Bedruckstoffen Markierungen oder Scheuererscheinungen auftreten; Vereinzlungsprobleme sind häufig. Vorteilhaft sind die Bogenvereinzlung mittels Saugluft und eine seitliche Auffächerung des Stapels durch Blasluft, die gleichzeitig eine Kühlung des in der Druckeinheit erwärmten Papiers verursacht /18/.

Für die Übergabe an ein zweites Falzwerk im 90°-Winkel wird anstelle des üblichen Schrägrollentisches zur Richtungsumkehr eine Drehstation eingesetzt, um den Bogen platzsparend während des Transports um 90° zu drehen /91/.

An die Auslagesysteme werden keine speziellen Anforderungen gestellt. Eine einfache Schuppenauslage erfüllt diese Aufgabe, da der Falzbogenausstoß der Maschine durch manuelles Abnehmen, Aufstoßen und Absetzen bewältigt werden kann. Als vorteilhaft erweist sich eine Zähl- und Markiereinrichtung. Die Steuerung sollte dabei erlauben, die Markierung auch nach jeweils unterschiedlicher Falzbogenanzahl vorzunehmen. Damit kann gewährleistet werden, daß jeweils nach dem letzten Falzbogen eines Produktes eine Markierung erfolgt und somit eine produktentsprechende Abnahme möglich ist, auch wenn die Bogenanzahl je Produkt unterschiedlich ist.

Bei Inline-Fertigung ist eine Station zum Sammeln der in der richtigen Reihenfolge gefalzten Bogen notwendig, die als Rohblock zum Fügeaggregat weitertransportiert werden.

Als Besonderheit wird auf das selektive Falzen verwiesen für die Herstellung von Produkten mit gefalzten und ungefalzten Blättern bzw. unterschiedlichen Falzarten (Tabellen, Grafiken in Geschäftsberichten, Bedienungsanleitungen u. a.). Die Digitaldruckmaschinen erlauben das Verarbeiten von Bogen unterschiedlichen Formates in der richtigen Reihenfolge. Darauf abgestimmt ist eine spezielle Steuerung der Falzmaschine mit integrierter Bogenlängenmessung. In Abhängigkeit von der Bogenlänge jedes einlaufenden Bogens werden Falztaschen in beliebiger Folge geöffnet oder geschlossen. /90, 91/

Zweckmäßig sind weiterhin Rill- bzw. Perforiereinrichtungen zur Vorbereitung der Falzstellen sowie eine Preßstation, die durch Ausstreichen der Luft die Falzsteigung der Falzbogen, die ohne Zwischenlagerung weiterverarbeitet werden, verringert /93/. Durch die Rillung kann gleichzeitig die Gefahr des Abplatzens des Toners an der Falzlinie bei überlaufendem Druckbild reduziert werden /18/.

Die geringe im Papier enthaltene Feuchtigkeit führt zu elektrostatischer Aufladung mit Vereinzlungsproblemen (Doppelbogen) und Transportproblemen (Winkelfalzabweichungen als Folge schiefen Einlaufs in Falztaschen). Abhilfe bringen Maßnahmen wie das Anbringen von Ionisationsstäben und das Aufbringen von Falzhilfekonzentraten. Für zuverlässigen und markierungsfreien Bogentransport sorgt auch der Einsatz von Spiralfalzwalzen sowie ein Unterdrucksystem parallel zur Ausrichtestrecke, um dem Falzwerk auch wellige und statisch aufgeladene Bogen vollkommen glatt zuzuführen und Knittern und Papierstau zu vermeiden. /18, 93, 94/

#### **4.1.2.2 Falzaggregat bzw. einzelnes Falzwerk**

Neben den konventionellen Falzmaschinen werden einzelne Falzaggregate eingesetzt, die in der Regel Bestandteil der Weiterverarbeitungsstrecke sind und unterschiedliche Falzprinzi-

prien realisieren. Häufig erfolgt nur ein Falz. Dabei können zu Bogen geschnittene Bahnen bzw. Einzelblätter verarbeitet werden, teilweise werden aber bis zu 8 übereinandergelegte Blätter gemeinsam gefalzt (Lagenfalz).

Das Falzen erfolgt mittels

- Taschenfalz, wobei eine einzelne Falztasche hinter der digitalen Druckeinheit installiert oder als erste Station in die Bindestrecke integriert ist
- Messerfalz, wobei eine dem traditionellen Messerfalzwerk ähnelnde Station in eine Fadenheftmaschine integriert ist

Die ausgerichteten Blätter werden über einem Falzmesser positioniert. Zwei Formschultern, die gegen das Falzmesser abwälzen, stellen den Falz her. Falzwalzen sind in diesem Falzwerk nicht enthalten. Die Lage bleibt im aufgeschlagenen Zustand und kann ohne erneute Bogenöffnung auf den Heftsattel übergeben werden.

- Bänder-/Riemenfalz, wobei sich die Falzstation (ähnlich Umschlagfalzanleger im Sammelhefter) vor einer Drahrückstichhefteinrichtung befindet

Es werden einzelne Blätter gefalzt und im Anschluß gesammelt. Der Falz wird mit Hilfe von Falzrollen in Transportrichtung abgepreßt.

Da im Unterschied zur konventionellen Buchherstellung aufeinanderfolgende Druckbogen unterschiedliche Produktseiten enthalten können, ergeben die hintereinander ausgelegten Falzbogen bzw. die gemeinsam gefalzten Blätter die fortlaufende Seitenreihenfolge des Endproduktes.

Abweichend von der üblichen technologischen Reihenfolge wird bei Nutzung von Sammel-Drahtheft-Falz-Schneidemaschinen erst nach dem Fügen (Drahrückstichheften) gefalzt. Diese Falzeinrichtungen sind fester Bestandteil der Bookletmaker und werden deshalb hier nicht separat aufgeführt.

### **4.1.2.3 Falzkleben**

Durch Integration von Klebstoffauftragsaggregaten kann in der Falzeinrichtung das Falzkleben als Zusatzoperation ausgeführt werden.

#### **4.1.2.3.1 Traditionelles Falzkleben**

Es besteht zum einen die Möglichkeit, das Falzkleben im traditionellen Sinne für Falzbogen im Kreuzbruch oder Zickzackfalz anzuwenden, indem vor dem Falzen ein Klebstoffstreifen aufgebracht wird. Die Auftragsdüsen werden vor dem ersten Falzwerk plaziert. Über einen Reflextaster und ein Steuergerät wird das Aggregat aktiviert, das einen in seiner Länge und Breite genau positionierten Klebstoffstreifen auf den Bogen aufträgt. Für die Verklebung zickzackgefalzter Bogen ist das Auftragen der Klebstoffspur von oben und unten erforderlich.

#### **4.1.2.3.2 Falzkleben und Lagenfalz**

Eine weitere Variante ist das Falzkleben von Blättern mit anschließendem Lagenfalz. Die Druckbogen, die die Druckeinheit verlassen und unter der Auftragsdüse entlang geführt werden, erhalten mittig einen Klebstoffstreifen, der die Verklebung im späteren Bundsteg verwirklicht. Die Druckbogen werden ausgerichtet übereinander abgelegt, dabei verklebt und abschließend entlang der Verklebungslinie gefalzt (Bundstegfalz). Für diesen Falz ist ein Falzwerk, vorzugsweise Messerfalzwerk, ausreichend.

Für diese Art des Falzklebens zur Herstellung in sich verbundener Falzbogen ist noch keine Anwendung bekannt.

#### **4.1.3 Prozeßabschnitt Sammeln / Zusammentragen**

Aufgrund des Druckens in erforderlicher Bogenreihenfolge sind im allgemeinen keine Zusammentragmaschinen erforderlich.

Bei einer Inline-Fertigung ergibt sich jedoch die Notwendigkeit, die Bogen bzw. Blätter eines Blocks zusammenzuführen, ehe sie zu einer Weiterverarbeitung weitergeleitet werden. Als Schnittstelle dient ein Transfermodul, das die Blocks einem Auslageband oder einer Weiterverarbeitungslinie übergibt. Die Druckbogen werden beispielsweise in einem Schacht gesammelt und von einem Überführungsaggregat weitertransportiert. Diese Überführungsstation wird als separates Aggregat angeboten oder ist Bestandteil z. B. einer Sammel-Drahtheft-Falz-Schneidemaschine /96/.

Eine weitere Möglichkeit der Erfassung und gleichzeitigen Pufferung komplett gedruckter Exemplare besteht im Einsatz eines aus Fächern bestehenden Sorters, in denen jeweils die Blätter für einen vollständigen Block abgelegt werden /30/.

Erfolgt keine direkte Übergabe jedes fertigen Exemplars an die Bindestrecke, sind die Blocks z. B. durch versetzte Auslage voneinander zu trennen.

Die Investition in eine Einzelblattzusammentragmaschine, die für das bogenweise Drucken bei kleinen Auflagenhöhen erforderlich wäre /18/, kann durch den exemplarweisen Druck und die Nutzung einer entsprechenden Versatzauslage hinter der Druckeinheit umgangen werden.

#### **4.1.4 Prozeßabschnitt Fügen des Blocks**

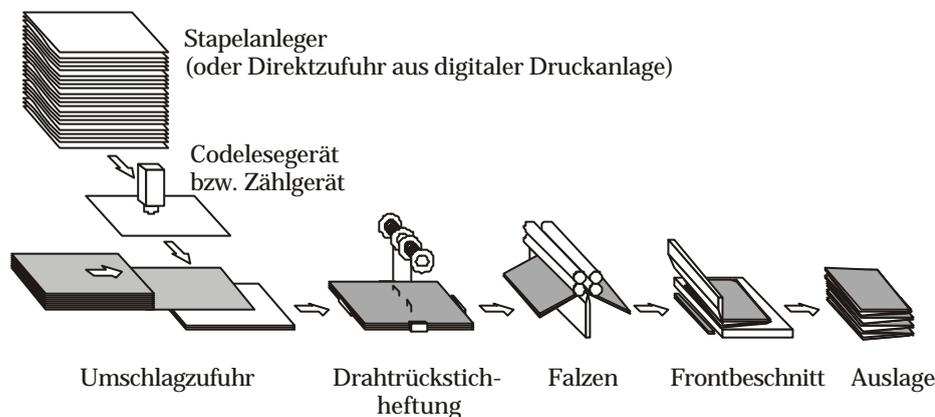
##### **4.1.4.1 Drahtheften**

###### **4.1.4.1.1 Sammel-Drahtheft-Falz-Schneidemaschine (Bookletmaker)**

Für Produkte bis etwa 80 Seiten Umfang (20 vierseitige Bogen) werden Bookletmaker (kombinierte Sammel-Drahtheft-Falz-Schneidemaschinen) eingesetzt (Bild 31). Diese Aggregate werden für eine Inline-Fertigung direkt an die digitale Druckeinheit angeschlossen und arbeiten damit auflagenunabhängig. Das maximale Format liegt in der Regel bei DIN A3. /4, 6/

Die Druckbogen werden in geforderter Reihenfolge an die Bindestrecke übergeben, wobei das innenliegende Blatt zuerst, das äußere bzw. ein separater Umschlag zuletzt übergeben werden. In der Heftstation werden die Bogen ausgerichtet und drahtgeheftet, danach gefalzt. Erfolgen Heften und Falzen hintereinander, ohne daß das Produkt dazwischen transportiert wird, kann von einer exakten Übereinstimmung der Heft- und Falzlinie ausgegangen werden /18, 101/. Für den Lagenfalz wird meist das Messerfalzprinzip genutzt. Der abschließende Frontbeschnitt garantiert gleichmäßige Kanten am Vordersteg. /4, 6, 102/ Vorteil des Lagenfalzes ist eine weniger scharfe Ausbildung des Falzes im Vergleich zum Einzelblatt, was bei trockenen Papieren oder über den Bundsteg gedruckten Bildern ein Brechen im Falz und Abplatzen von Toner verhindert /18/.

Für die Herstellung von Broschüren mit einem vorgedruckten Umschlag aus einem anderen Material ist eine spezielle Umschlagzufuhrstation notwendig. Über eine optische Abtastung der gedruckten Bogen wird der letzte Bogen ermittelt, nach dem ein Signal die Umschlagzufuhr auslöst. /4, 6, 102/



**Bild 31 Drahtrückstichheften (Bookletmaker)**

#### 4.1.4.1.2 Sattelheftung

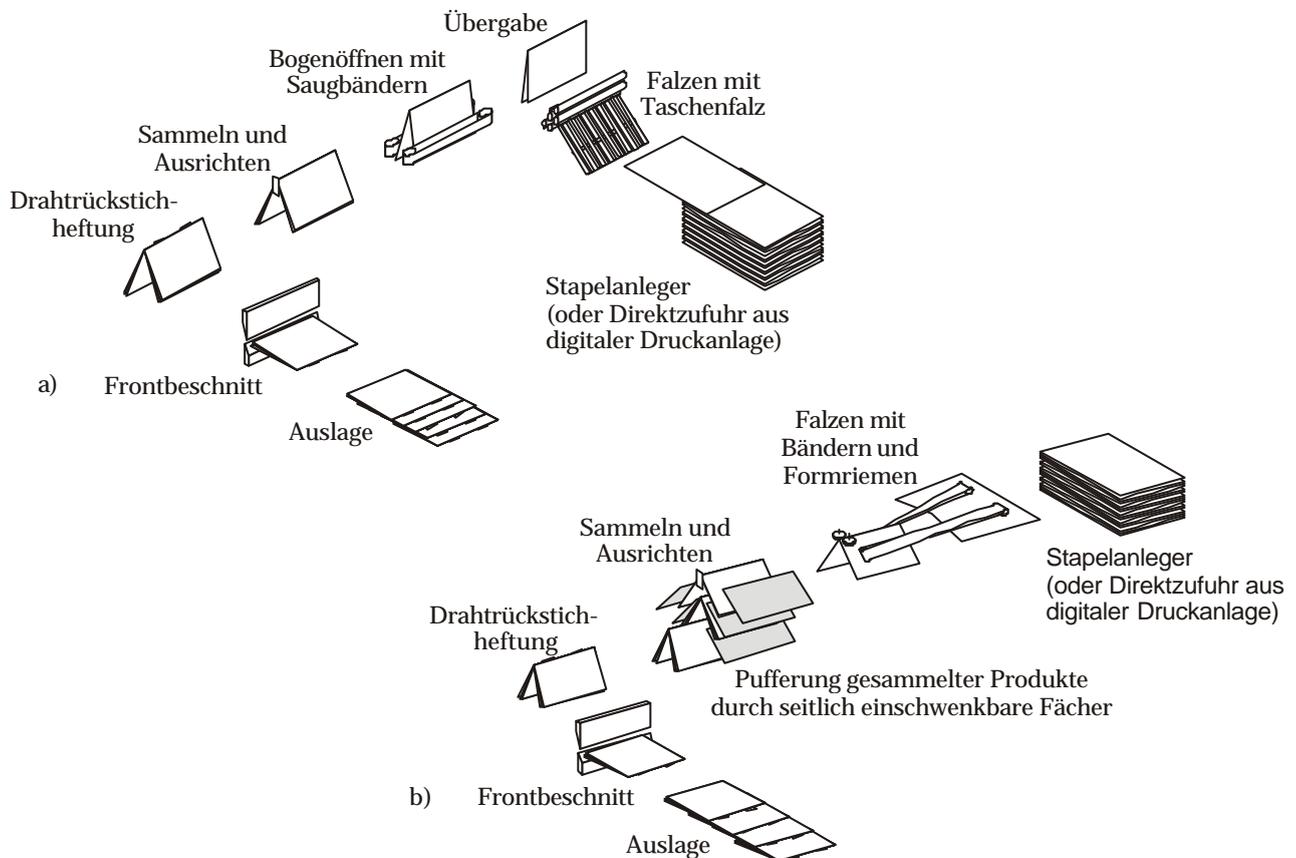
Das zweite Verarbeitungsprinzip, das dem Sammelheften nachempfunden ist /104, 26, 105/, erlaubt eine Erhöhung der Produktdicke. Es werden 200 Seiten als Maximum angegeben, was bei den üblicherweise verwendeten Papieren einer Produktdicke von etwa 8...10 mm entspricht. Die technologische Reihenfolge entspricht hier der traditionellen Buchbinderei; das Fügen folgt nach dem Falzen. Die Entscheidung über den Einsatz von Sattelheftung oder Bookletmaker liegt in erster Linie bei der zu verarbeitenden Produktdicke. Bei direkter Übergabe der Bogen von der Druckmaschine spielt auch hier die Auflagenhöhe keine Rolle.

Nach dem Druck werden die gedruckten Bogen inline in die Bindestrecke /105, 106/ überführt. Sie gelangen zunächst in eine Falztasche, in der jedes Blatt zu einem Viertelbogen gefalzt wird. Vor dem Falzen werden die Bogen gerillt /107/. Der Viertelbogen verläßt die Falztasche mit dem geschlossenen Bruch voran, wird aufgerichtet und einer Öffnungssta-

tion zugeführt. Zwei Saugbänder öffnen den Bogen und übergeben ihn an einen Sattel, auf dem er gegen einen schwenkbaren Anschlag am Kopf ausgerichtet wird. Da jeder einzeln ankommende Bogen ausgerichtet wird und nicht der komplette Satz, verringert sich die Gefahr des Aneinanderhängens der Bogen durch elektrostatische Aufladung /19/.

Auf dem Sattel werden sämtliche Bogen eines Exemplars gesammelt. Nach Komplettierung des Produktes schwenkt der Anschlag zur Seite und gibt das Exemplar frei, das von einem Mitnehmer, der in einer Aussparung des Sattels läuft, der Heftstation übergeben wird. Nach dem Drahrückstichheften im Stillstand, wie vom Sammelhefter bekannt, wird das Produkt von einem Schwert ausgehoben und einer Schneidstation übergeben, wo der Frontschnitt erfolgt bei gleichzeitiger Abpressung des Falzes, womit die Planlage des Endproduktes verbessert wird. Bei exakter Ausrichtung der formatgleichen Ausgangsbogen ist ein Kopf-/Fußschnitt nicht erforderlich. Eine Prinzipdarstellung ist in Bild 32a wiedergegeben.

In einer anderen Maschinenversion /26/, dargestellt in Bild 32b, erfolgt die Realisierung des Falzes mittels Formriemen und Abpreßrollen. Die Viertelbogen werden geöffnet auf einer sattelähnlichen Einrichtung abgelegt und ausgerichtet. In dieser Station ist eine Pufferung von etwa fünf Exemplaren möglich. Dazu werden von beiden Seiten fächerähnliche Bleche über das komplette Exemplar eingeschwenkt. Diese Fächer bilden einen weiteren Sattel, auf dem das folgende Produkt gesammelt und abgelegt wird. Wenn von der Heftstation ein Exemplar abgefordert wird, schwenken die Bleche nach unten und geben das Produkt frei, das von Greifern unter die Heftköpfe transportiert wird. Nach der Heftung erfolgt auch hier ein Vorderschnitt.



**Bild 32** Zwei Varianten des Drahrückstichheftens als Sattelheftung

Nach Abtasten der Produktdicke wird der Drahtvorschub automatisch auf die erforderliche Drahtlänge eingestellt, so daß die Exemplare unabhängig vom Produktumfang eine gleichmäßige Heftung erhalten. /108/

Ein häufiges Fehlerbild, das bei der Drahrückstichheftung auftritt und zu Reklamationen führt, ist das Brechen im Falz, dessen Ursache vor allem in einer starken Austrocknung des Papiers zu suchen ist. Das Einbringen der Drahtklammer im Falz stellt eine hohe Beanspruchung dar, der die spröde Papierfaser nicht standhalten kann. Das Aufbrechen des Falzes partiell an der Klammer oder über die gesamte Falzlänge, insbesondere am innersten und äußersten Bogen, ist die Folge. Zur Vermeidung dienen Rückbefeuchtungsanlagen, die nicht nur in Rollenrotationsdruckmaschinen, sondern nunmehr auch in Digitaldruckmaschinen zum Einsatz kommen. Außerdem kann mit einem Falzhilfekonzentrat der Beschädigung des Produktes entgegengewirkt werden.

#### **4.1.4.2 Fadenheften**

Die Problematik beim maschinellen Fadenheften besteht in der Abhängigkeit der Leistung in Exemplaren pro Zeiteinheit von der Anzahl der Falzbogen je Block, da jeder Bogen einzeln geheftet wird. Der Zeitaufwand zur Herstellung eines Blocks ist abhängig von der zu heftenden Bogenanzahl, was bei Fertigung im industriellen Rahmen eine Eingliederung in Fließstrecken nur mit erheblichem Aufwand gestattet (Leistungsdiskrepanz mit Zusammentragmaschine und Klebebinder, die je Takt einen Block ausstoßen) und an Solomaschinen aufgrund logistischer Schritte einen beträchtlichen Kostenfaktor darstellt.

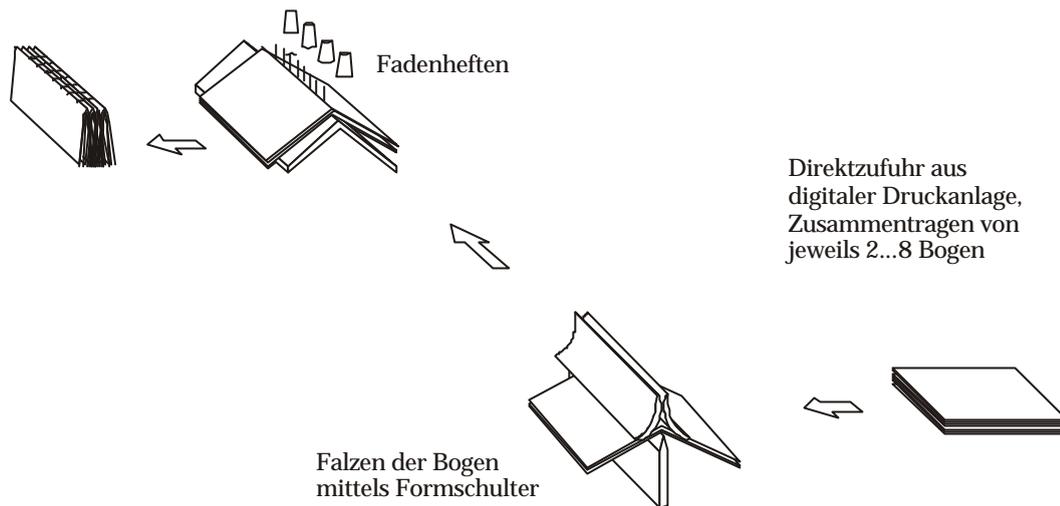
Für die Verarbeitung digitaler Drucke ergibt sich eine andere Situation, die sich begründen läßt mit der geringeren Leistung der Druckeinheit. Damit ermöglicht auch die direkte Kopplung mit der Fadenheftmaschine ein kontinuierliches Arbeiten.

Für das Fadenheften von Digitaldrucken existieren zwei Inline-Varianten, deren Einsatz die Auflagenhöhe entscheidet.

##### **4.1.4.2.1 Fadenheftmaschine mit integrierter Lagenfalzstation**

Diese Fadenheftmaschine wurde speziell für die Verarbeitung von digital bedruckten Blättern entwickelt. Eine Kopplung zum Drucksystem ist möglich, der Anleger kann aber auch manuell beschickt werden.

Die von der Druckmaschine ausgestoßenen Blätter im Format zwischen DIN A4 und DIN A3 werden direkt einem Anleger zugeführt, in dem jeweils 2...8 Blätter übereinander gelegt, ausgerichtet und an eine Falzeinheit weitergegeben werden. Dort werden die Blätter ausgerichtet über einem Falzmesser positioniert. Zwei Formschultern, die gegen das Falzmesser abwälzen, stellen dessen Falz her. Da die an Kopf-, Fuß- und Vorderschnitt offene Bogenlage während des Falzens im aufgeschlagenen Zustand verbleibt, ist ein erneutes Bogenöffnen nicht erforderlich; eine Öffnungsstation in der Fadenheftmaschine entfällt. Die Lagenhälften werden von Bändern erfaßt und auf den Transportsattel der Fadenheftmaschine übergeben, von dem die gefalzten Lagen auf herkömmliche Weise zum Heftsattel gebracht und zum Buch- oder Broschurenblock geheftet werden (Bild 33). /111, 112, 113, 114/.



**Bild 33 Fadenheften mit integrierter Lagenfalzstation**

Das Sammeln der Blätter kann über Programmierung oder über die Abtastung einer Druckmarke bzw. eines Barcodes erfolgen.

Der Fadenheftmaschine schließt sich ein Klebebinder an, der vorgedruckte Umschläge oder Gaze und Vorsätze zuführt. Das Einhängen von Buchblocks in Buchdecken erfolgt separat. /111/

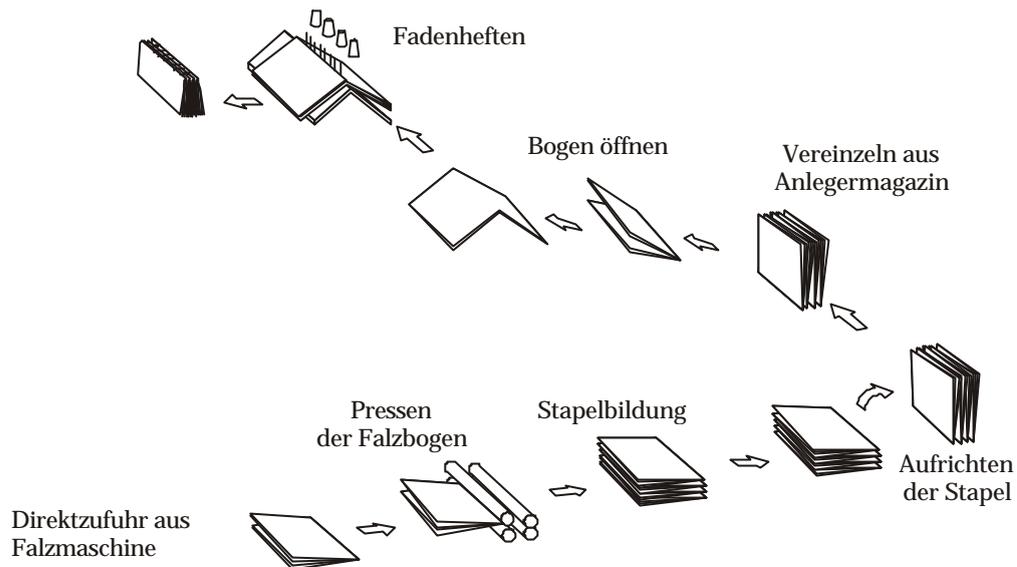
Die Heftung erfolgt mit einer maximalen mechanischen Leistung von 100 T/min. Bei Lagen aus durchschnittlich 4 Blättern (16 Seiten) können theoretisch 96.000 Seiten je Stunde geheftet werden, was bei durchschnittlich 300 Seiten je Exemplar 320 Blocks entspricht. Der Ausstoß einer digitalen Druckmaschine kann somit problemlos bearbeitet werden.

#### 4.1.4.2.2 Traditionelle Fadenheftmaschine

Die zweite Maschinenkonfiguration, bestehend aus einer Preß- und Stapelstation und der Fadenheftmaschine, ist für die Verarbeitung von Falzbogen vorgesehen (Bild 34).

Von der Falzmaschine werden die Falzbogen in eine Bogenfalzpresse überführt, in der sie zwei Walzenpaare durchlaufen. Im ersten Walzenpaar wird mit geringem Druck die Luft aus den Bogen entfernt, um bei der anschließenden Pressung im zweiten Walzenpaar Quetschfalten zu vermeiden.

Durch das Abpressen des Falzes des in der Druckmaschine stark ausgetrockneten Papiers wird die Rückensteigung spürbar verringert. Der abgepreßte, flach liegende Falzbogen ist nicht nur für den weiteren Transport bzw. die Handhabung von Vorteil, sondern wirkt sich vor allem auf die folgende Verarbeitung und das Endprodukt aus. Der abgepreßte Falz bewirkt, daß sich die Bogen exakt mit dem Falz auf das Dach des Heftsattels aufliegen lassen und die Heftlinie mit der Falzlinie übereinstimmt. Satzspiegellageabweichungen werden somit verhindert. Zum anderen werden Klebstoffeinläufe zwischen zwei Bogen bei der anschließenden Rückenbeimung vermieden.



**Bild 34 Fadenheften mit traditioneller Fadenheftmaschine und vorgeschalteter Preß- und Stapelstation**

Hinter der Preßstation werden aus den Falzbogen Stapel, bestehend aus einer vorprogrammierten Blockanzahl, gebildet, die von einem sich kontinuierlich senkenden Stapelfach einem schwenkbaren Rechen übergeben werden. Der Rechen neigt sich aus der Waagerechten in eine schräge Position, so daß ein Greifer den Stapel erfassen und in den Anleger der Fadenheftmaschine ziehen kann, von dem aus die herkömmliche Verarbeitung beginnt.

Im Anleger der Heftmaschine wird über ein optisches Kontrollsystem ein im Vorderschnittbereich mitgedruckter Barcode erfaßt, der u. a. Informationen über den Auftrag, die Anzahl der Bogen pro Block und die aktuelle Bogensignatur enthält. Über den Barcode wird der letzte Bogen eines Blocks erkannt und der Leertakt für die Fadentrennung ausgelöst; eine Programmierung im herkömmlichen Sinne entfällt für das Heften von Digitaldrucken.

Vorgesehen ist die Einbindung eines Klebebinders in die Fließstrecke für die anschließende Rückenbeimung, was bei der Zufuhr einheitlicher Umschläge (kein wechselndes Druckbild auf dem Titel) oder eines Fälzelstreifens kein Problem darstellt. Das Einhängen von Buchblocks in Buchdecken erfolgt dann separat.

Als Grenzauflagenhöhe für eine Entscheidung zwischen beiden Systemen für das Fadenheften werden etwa 200 Exemplare angegeben /114, 115, 116/. Das System mit integrierter Lagenfalzstation kommt im Auflagenbereich bis zu 200 Exemplaren zur Anwendung. Über die Abtastung eines Barcodes zum Erfassen des letzten Bogens eines Produktes und bei Steuerung der Heftmaschine über die Druckmaschine sind Auflagenhöhen ab einem Exemplar realisierbar. Die Herstellung von Einzelexemplaren setzt jedoch voraus, daß die aufeinanderfolgenden Aufträge von einheitlichem Format sind. Schwankungen in Blockhöhe und -breite können beim dreiseitigen Beschnitt ausgeglichen werden. Es muß jedoch beachtet

werden, daß sich die Anzahl und Position der Fadenklammern nach dem kleinsten Format richtet, um beim Dreiseitenbeschnitt keine Klammern anzuschneiden.

Bei Auflagenhöhen zwischen 100...2.000 Exemplaren wird das zweite Fadenheftsyst $\ddot{u}$ m eingesetzt.

#### **4.1.4.3 Klebebinden**

Bei der Entscheidung f $\ddot{u}$ r das Bindeverfahren Klebebindung sollten folgende Faktoren ber $\ddot{u}$ cksichtigt werden:

- Verzicht auf gemischte Verarbeitung von Einzelblättern und Falzbogen bzw. Falzbogen unterschiedlicher Seitenanzahl (4-, 8- und 16seitigen Bogen) aufgrund unterschiedlicher Laufrichtung im Produkt (negative Auswirkung auf Aufschlagbarkeit und Haltbarkeit);
- Erhöhung der Festigkeit und Gebrauchsbeständigkeit bei Perforations- und Viertelbogen-Klebebindetechnik gegen $\ddot{u}$ ber der Blattverarbeitung, insbesondere unter Ber $\ddot{u}$ cksichtigung der einfachen Ausstattung der Klebebinder (eingeschränkte Bearbeitungsvarianten, da nur eine R $\ddot{u}$ ckenbearbeitungsstation, ein Leimwerk mit z. T. einer Auftragswalze);
- weitere Erhöhung der Festigkeit, verbunden jedoch mit verschlechterter Aufschlagbarkeit bei Verarbeitung falzgeklebter Bogen. Bei Verwendung von Dispersionsklebstoff tritt beim Klebstoffauftrag ein Effekt ähnlich einer R $\ddot{u}$ ckbefeuchtung auf, der Falz wird exakt und flach ausgebildet, die Papieroberfl $\ddot{a}$ che reißt nicht auf.
- Einsatz von Heißschmelzklebstoff sichert rasche Fertigstellung, jedoch auf Kosten der Handhabung des Produktes (erhöhte Klammerwirkung) und der Festigkeit;
- Wie bei Rollenoffsetpapieren besteht auch bei intensivem Farbauftrag im Digitaldruck eine Wechselwirkung zwischen Klebstoff und Druckfarbe. Dies betrifft sogar Dispersionsbindungen mit seitlicher Blattkantenbeimung (Fächerbindung). Es wird daher empfohlen, im Bundbereich den Farbauftrag auszusparen. /117/
- Verarbeitung von Dispersionsklebstoff ist verbunden mit langen Fertigungszeiten aufgrund notwendiger Trocknungsvorgänge und der Gefahr von Wellenbildung und Spannungen im Bundstegbereich, wenn Wasser in stark ausgetrocknetes Papier eindringt (Verringerung der Aufschlagbarkeit, Brechen des R $\ddot{u}$ ckens);
- Klimatisierung des Papiers vor der Verarbeitung mit Dispersionsklebstoff zur Vermeidung von Wellenbildung im Bundsteg;
- problematische Verarbeitung von Polyurethanklebstoff aufgrund seiner spezifischen Eigenschaften.

##### **4.1.4.3.1 Kleinklebebinder**

Die Ausstattung der Klebebinder ist einfach. In der Regel steht nur eine R $\ddot{u}$ ckenbearbeitungsstation zur Verf $\ddot{u}$ gung. Der Klebstoffauftrag erfolgt einschichtig  $\ddot{u}$ ber ein Leimwerk, das teilweise nur eine Auftragswalze enth $\ddot{a}$ lt. Der Einsatz von Kleinklebeb $\ddot{u}$ ndern erfolgt auch f $\ddot{u}$ r das R $\ddot{u}$ ckenbeim $\ddot{u}$ nen fadengehefteter und fadengesiegelter Blocks.

Für die Klebebinder bestehen folgende Einsatzmöglichkeiten:

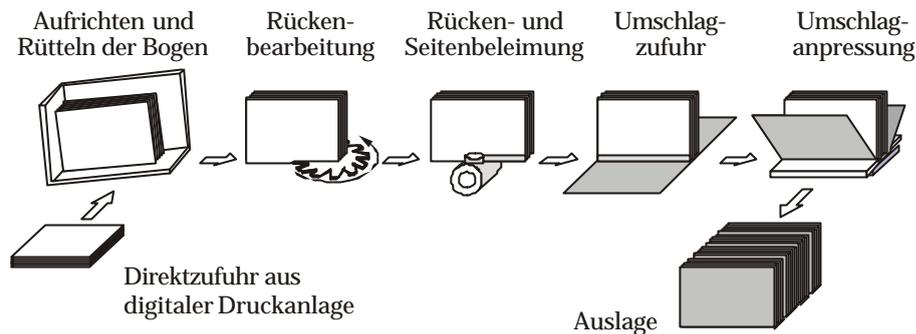
- Offline-Fertigung mit manueller Blockanlage (Rohblock aus Einzelblättern, fadengehefteter Block),
- Offline-Fertigung mit manueller Blockanlage bei Nutzung einer Falzmaschine nach der Druckeinheit (Rohblock aus Falzbogen, falzgeklebten oder fadengesiegelten Bogen),
- Inline-Fertigung mit direkter Kopplung an das Drucksystem und automatischer Blockübergabe (Rohblock aus Einzelblättern),
- Inline-Fertigung mit direkter Kopplung an das Drucksystem und Zwischenschaltung eines fest installierten Falzaggregates und automatischer Blockübergabe (Rohblock aus Falzbogen),
- Inline-Fertigung mit direkter Kopplung an das Drucksystem und Zwischenschaltung einer Falzmaschine und automatischer Blockübergabe (Rohblock aus Falzbogen, falzgeklebten oder fadengesiegelten Bogen),
- Inline-Fertigung mit direkter Kopplung an eine Fadenheftmaschine (fadengehefteter Block).

Bei direkter Übergabe der Druckbogen von der Digitaldruckmaschine an den Klebebinder werden Einzelblätter verarbeitet, die in einer Übergabestation hinter der Druckeinheit zum vollständigen Block übereinandergelegt werden. Es ist jedoch auch möglich, zwischen Druckeinheit und Klebebinder eine Falzmaschine (inline oder offline) einzusetzen bzw. ein Falzaggregat für die Ausführung nur eines Bruches fest zu installieren, wie bereits praktizierte Beispiele zeigen. Hinter einer digitalen Rollendruckmaschine wird die Bahn querschnitts, die Bogen werden z. B. längs perforiert, um 90° gedreht und in einer Falztasche zum Viertelbogen gefalzt. Die Viertelbogen werden zum Block übereinandergelegt, von einer Zange erfaßt und senkrecht aufgerichtet. Je nach Wunsch kann im Klebebinder der Bundsteg abgetrennt oder eine Perforationsbindung ausgeführt werden. /104/

Im Klebebinder (Bild 35) wird der Block in einer Rüttelstation ausgerichtet, ehe er von der Transportzange erfaßt wird. Es erfolgt der Weitertransport über eine Frässtation und das Leimwerk bis zur Umschlagstation. Für die Rückenbearbeitung werden fest installierte Schlitzfräser (Abtrennung des Bundstegs und Einbringen flacher Kerben /118, 119/) oder auswechselbare und in der Höhe regulierbare Bearbeitungsköpfe (Fräs-, Schneid-, Aufrauhköpfe) verwendet. Bei der Rückenbeleimung fadengehefteter und fadengesiegelter Blocks, falzgeklebter Bogen sowie für die Realisierung von Perforations- und Viertelbogen-Klebebindetechnik ist die Rückenbearbeitungsstation auszuschalten.

Je nach gewünschter Produktart wird ein Umschlag (Broschur) oder ein Fälzelstreifen (Buchblock) um den beleimten Rücken gefügt. Bei wechselnden Produkten erfolgt vor der Vereinigung von Block und Umschlag eine optische Kontrolle, um ein korrektes Produkt zu erhalten /104/. Die Umschläge werden mit einem Saugarm aus einem Magazin entnommen und ausgerichtet und durch Rücken- und seitliche Pressung mit dem Block verbunden.

Für Inline-Kopplung mit dem Drucksystem sind Kleinklebebinder mit automatischer Umschlagzuführung einzusetzen; das manuelle Anlegen, das an einigen Klebebindern notwendig ist, kann hierbei nicht realisiert werden.



**Bild 35 Klebebinden**

Das fertige Produkt wird ausgelegt bzw. direkt weiteren Bearbeitungsstationen zugeführt. /119/

Unter Eingabe des verwendeten Papiers und der zu verarbeitenden Anzahl von Blättern wird bereits bei der Vorbereitung des Druckauftrags die Blockdicke ermittelt. Es besteht die Möglichkeit, die einzelnen Stationen des Klebebinders (z. B. Pressung über Frässtation, mittige Ausrichtung des Umschlags im Umschlaganleger) unter Verwendung dieser Angaben automatisch auf den jeweiligen Auftrag einzustellen und Einzelexemplare zu fertigen. /104/

Der Formatbereich der eingesetzten Klebebinden reicht von DIN A6 bis DIN A3 bei einer Blockdicke von maximal 6 cm. Es werden Klebebinden mit Stundenleistungen zwischen 250...1.350 Exemplaren angeboten. Bei manueller Anlage des Umschlags verringert sich die Leistung auf 150 Exemplare je Stunde /121/. /4, 102, 106, 119, 120/

Erfolgt der Dreiseitenbeschnitt inline, ist nach dem Klebebinden eine gewisse Abkühlzeit zu absolvieren. Die Blocks werden dazu in Fächer eines Liftes abgelegt, der als Abkühl- und Beruhigungsstrecke dient, und von dort an die Maschine für den Dreiseitenbeschnitt übergeben. /104, 122, 123/.

#### 4.1.4.3.2 Klebebinden durch Heißsiegeln

Anstelle eines viskosen Klebstoffs wird für eine Variante der Klebebindung von Einzelblättern die Heißsiegeltechnik praktiziert /75/. In diesem System wird ein Fälzelstreifen benutzt, der mit einem reaktivierbaren Klebstoff versehen ist. Der aus Blättern bestehende Block wird manuell ausgerichtet und einer Einspannvorrichtung übergeben. Nach automatischer Zufuhr des Materialstreifens, der in unterschiedlichen Breiten für verschiedene Blockdickenbereiche zur Verfügung steht, erfolgt unter Wärme- und Druckeinwirkung die Verbindung der Blätter mit dem Fälzelstreifen.

Das Verfahren wurde für die Herstellung von Fälzelsbroschüren entwickelt, ist jedoch auch für die Fertigung von Buchblocks denkbar. Ob Ausreißfestigkeit und Gebrauchsbeständig-

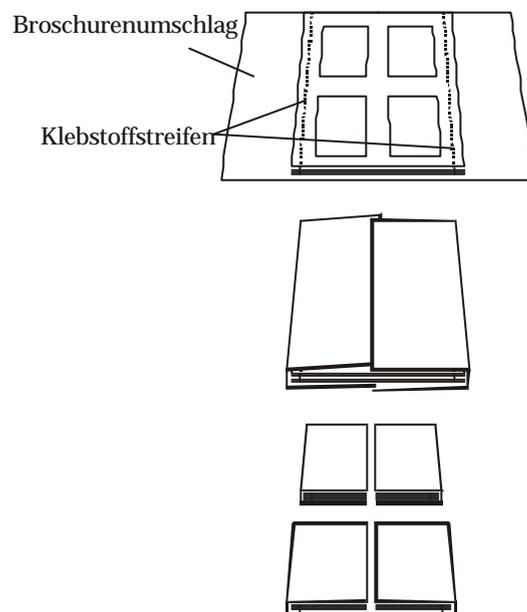
keit den Erfordernissen eines langlebigen Buches entsprechen, erfordert jedoch genauere Untersuchungen.

Eine zweite Variante ist die Nutzung von vorgefertigten Umschlägen, deren Rückenbereich (Innenseite) mit reaktivierbarem Klebstoff versehen ist. /130/

#### 4.1.4.3.3 Alternatives Klebebindeverfahren (Doubleback)

Eine alternative Methode für eine Klebebindung wurde in /75, 132/ vorgestellt. Auf einen Druckbogen werden jeweils die Seiten für zwei Exemplare derart gedruckt, daß sich der spätere Bundsteg an den Außenkanten befindet. Die Blätter werden über zwei Düsen transportiert und erhalten im Bundsteg etwa 7 mm entfernt von der Papierkante eine schmale Klebstoffspur. Sie werden auf zwei vorgerillte und an Anschlägen ausgerichtete Umschläge abgelegt. Beim Ablegen der Blätter übereinander verkleben sie im Bundstegbereich. Nach Ablegen des letzten Blattes werden die Umschläge um die Außenkanten des Produktes umgelegt. Durch einen Trennschnitt und anschließenden Kopf-/Fußschnitt erfolgt die Fertigstellung der zwei Produkte. Das Ausschießen als Doppelnutzen erlaubt die Herstellung von vier Exemplaren (Bild 36).

Als problematisch wird bei diesem Verfahren die mangelnde Ausrichtung der Blätter angesehen, was zu einem tanzenden Satzspiegel führt. Außerdem ist die Aufschlagbarkeit beeinträchtigt. Die erreichbare Festigkeit ist jedoch sehr gut, und ein Welligwerden im Bundsteg beim Klebstoffauftrag aufgrund der Papieraustrocknung auch bei falscher Laufrichtung wird vermieden.



**Bild 36 Alternatives Verfahren der Klebebindung (Doubleback)**

#### **4.1.4.4 Fadensiegeln**

##### **4.1.4.4.1 Rotatives Fadensiegeln**

Relativ neu ist die Integration des Verfahrens Fadensiegeln in den Rahmen des Binding on demand /104/, das im Zusammenhang mit einer Inline-Kopplung einer Falzmaschine mit der digitalen Druckmaschine demonstriert wurde. Die Bogen, die die Maschine verlassen, werden durch die beiden ersten Taschenfalzwerke geführt, in denen ein Zweibruch-Kreuzfalz realisiert wird. Vor dem dritten Falzwerk befindet sich ein rotatives Fadensiegelaggregat.

Abhängig vom Ausgangsformat des Bogens erfolgt die Anordnung der Falzwerke und des Fadensiegelaggregates und die Nutzung der Falztaschen. Im demonstrierten Beispiel erfolgte nach dem zweiten Bruch eine Richtungsumlenkung des Bogens um 90° für den Einlauf in das Fadensiegelaggregat. Damit werden die Siegellinie und der dritte Bruch parallel zum zweiten Bruch ausgeführt. Eine veränderte Anordnung der Falzwerke und der Siegelstation erfordert eine Veränderung des Ausschießschemas.

Der direkte Anschluß eines Klebebinders für die Rückenbeileimung zur Blockbildung ist denkbar.

##### **4.1.4.4.2 Fadensiegeln mittels Fadenstern**

Denkbar ist weiterhin der Einsatz des Fadensterns, der das Fadensiegeln der ersten Generation repräsentiert und inline in eine Strecke zwischen digitalem Drucksystem und Klebebinder integriert werden könnte /126/. Je nach Papierbeschaffenheit werden 2...4 bedruckte Bogen übereinander geführt und ausgerichtet, und entlang des späteren Bundstegs werden die Fadenklammern eingebracht. Durch Anordnung von zwei Fadensternen und gesteuertem Bogenvorschub werden die Lagen zwei- bis viermal gesiegelt (4 bis 8 Fadenklammern). Bei durchschnittlich drei Siegelungen (6 Klammern) pro Bogen können 50 Lagen je Minute gesiegelt werden. Für den anschließenden Lagenfalz bietet sich ein Messerfalzwerk an.

Außerdem können die Klammern von Bogen zu Bogen versetzt eingestochen werden zur Reduzierung der Rückensteigung. Als Voraussetzung für kontinuierliches Arbeiten wird die Verarbeitung von annähernd gleich dicken Lagen angesehen.

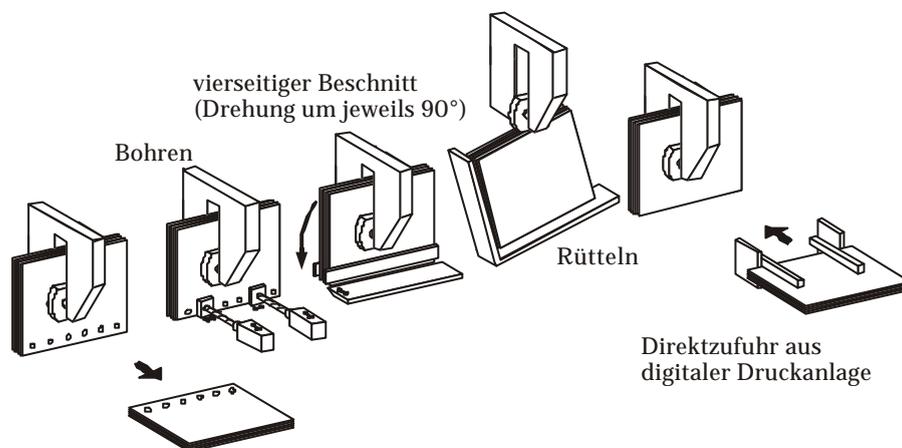
##### **4.1.4.5 Einzelblattbindesysteme**

Obwohl es sich bei Einzelblattbroschuren nicht um hochwertige Erzeugnisse im Sinne dieser Arbeit handelt, haben sie im Rahmen des Binding on demand eine Stellung erlangt, die eine Erwähnung ihrer Realisierung rechtfertigt. Die Beschreibung der Einzelblattbindesysteme erfolgt im Rahmen dieses Kapitels „4.1.4 Prozeßabschnitt Fügen des Blocks“, auch wenn das Verfahren auf eine ausschließliche Fertigung von Broschuren und nicht von Büchern zielt.

#### 4.1.4.5.1 Kombination von Schneiden und Bohren inline

Die Anlage mit integrierter Schneideinrichtung und Papierbohrmaschine für die Herstellung von Abheftlochungen oder Lochreihen für Einzelblattbindesysteme /104, 133, 134, 135, 136/ kann manuell beschickt oder inline an eine Digitaldruckmaschine gekoppelt werden, von der in einem zwischengeschalteten Einzelblattsammler gebildete Blockstapel übernommen werden (Bild 37).

Der liegende Stapel wird von einem gabelähnlichen Greifer erfaßt, um 90° geschwenkt und dabei senkrecht in die Verarbeitungsstrecke übergeben. Dort wird er mittig von einem Greifarm erfaßt, wobei gleichzeitig die Blockdicke abgetastet wird. Von der Blockdicken-erfassung erfolgt eine Steuerung der übrigen Aggregate, die sich auf die Produktdicke einstellen (z. B. Pressung in Schneidstation).



**Bild 37 Kombination von Schneiden und Bohren inline**

Der Stapel wird um 45° gekippt, im rechten Winkel gerüttelt und ausgerichtet und erneut in der Formatmitte erfaßt. In dieser Fixierung durchläuft er sämtliche Stationen. Die Schneidstation ist mit einem Messer ausgestattet. Wahlweise können ein bis vier Schnitte realisiert werden. Nach jedem Schnitt wird der Block um 90° gedreht und durch den Greifer in die jeweils notwendige Position zum Messer gebracht. Im Schnittbereich erfolgt eine Pressung.

Die Bohrstation ist mit zwei Bohrköpfen (Bohrdurchmesser 3...14 mm) ausgestattet. Über die Programmierung des Abstandes der Bohrer und eventuell notwendiger Mehrfachbohrungen sind ohne Umrüstaufwand beliebige Lochbilder realisierbar. Der Abstand der Lochreihe zur Papierkante wird über die Position des Greifers bestimmt.

Das bearbeitete Produkt wird auf einem Band ausgelegt und kann einer Banderolierstation oder einer Einrichtung zum Einbringen von Drahtkämmen zugeführt werden.

#### **4.1.4.5.2 Kombination von Schneiden und Bohren am Planschneider**

Schneiden und Bohren können in einem Planschneider (Cut-O-Drill /104, 139, 140/), der speziell für die Herstellung von Drahtkammbindungen und Loseblattwerken aus Digitaldrucken entwickelt wurde, in einem Arbeitsgang ausgeführt werden. Im Vergleich zur oben beschriebenen Maschine sind hierbei jedoch manuelle Eingriffe erforderlich, da das Verarbeitungsgut nach jedem Schnitt manuell gedreht werden muß.

Parallel zum Messer sind im Bereich des Hintertisches Bohrköpfe angeordnet. Die Bohrung erfolgt, während das Schneidgut vom Preßbalken fixiert wird. Während des Schneidens befinden sich die Bohrköpfe in der oberen Position, so daß der Sattel auch kleine Schneidmaße anfahren kann. Der Abstand der Bohrungen zur Blattkante wird über den Sattel eingestellt.

Zum Bohren einer Lochreihe sind Mehrfachbohrungen möglich. Der Abstand der Löcher zueinander, realisiert durch den seitlichen Versatz der Bohrköpfe, ist programmierbar. Angaben zu Schneidmaßen und Bohrpositionen werden im Schneidprogramm zusammengefaßt und können online der Schneidmaschine zugeführt werden.

#### **4.1.4.5.3 Drahtkammbindegerät für variable Blockdicken**

Um den Wechsel der Bindeelemente bei variierenden Blockdicken zu vermeiden, wurden Bohraggregat und Bindemaschine mit einer Drahtformmaschine gekoppelt. Ein Wechsel von Drahtkammdurchmesser und Teilung wird nun auch ohne Umrüstaufwand möglich, so daß exemplarweise wechselnde Produkte zwischen 2...200 DIN A4-Seiten verarbeitet werden können. Per Knopfdruck stellt sich das Gerät auf das jeweilige automatisch abgetastete Format und die Exemplardicke ein. Bei Einsatz mit einer Digitaldruckmaschine können die erforderlichen Daten direkt zur Bindemaschine geleitet werden. Aufgrund der realisierbaren Leistung lassen sich mehrere Digitaldruckmaschinen koppeln. /141, 142, 143/

#### **4.1.4.5.4 Manuell bediente Kleingeräte**

Es stehen Kleingeräte zur Verfügung, die über Handhebel oder Fußpedal den Stanz- und Bindevorgang auslösen. Wechselnde Formate erfordern minimales Umrüsten. In Abhängigkeit von der Blockdicke ist lediglich der Durchmesser des Bindeelementes auszuwählen.

#### **4.1.5 Prozeßabschnitt Dreiseitenbeschnitt, Vierseitenbeschnitt**

Selbst bei eingeschränkter Anzahl von Standardformaten sind die in der industriellen Buchbinderei üblichen Dreimesserschneidemaschinen mit ihrem hohen Umrüstaufwand und nicht auszuschließender Makulatur beim Produktionsanlauf nicht oder nur bedingt geeignet. Besonders problematisch stellt sich die Notwendigkeit einer individuellen Matrize dar, die zum Ausgleich von Rückensteigungen dient und dafür sorgen muß, daß eine vollflächige gleichmäßige Blockpressung garantiert wird. Hinzu kommt aufgrund des Konstruktionsprinzips (Realisierung der Schnitte in einer Station) eine schwere und damit kostenintensive Bauweise.

Die vorgeschlagene Variation der Vorderschnittbreite in Abhängigkeit von der Blockdicke, die sich bei Verwendung der dreiteiligen modifizierten Buchdecke notwendig macht, ist bei Programmierung der Schneideinrichtung zu berücksichtigen.

Um das Auswechseln von Preßstempel und Schneidtisch zu vermeiden, werden neben der Nutzung von kleinen Planschneidemaschinen (bis 52 cm Schneidbreite) mit manueller Schneidgutbewegung mehrere verschiedene Varianten von Schneideinrichtungen eingesetzt.

Neben dem Dreiseitenbeschnitt von Buchblocks bzw. Broschuren werden auch Vierseiten-schnitte ausgeführt (z. B. für Einzelblattbindeverfahren).

#### **4.1.5.1 Dreimesserschneidemaschine**

Trotz oben genannter Nachteile der Dreimesserautomaten ist die Anwendung von speziell für das Binding on demand ausgelegten Maschinen mit automatischer Umrüstung bekannt. Sie werden manuell bedient, können aber auch inline mit einem Klebebinder gekoppelt werden. Anwendung ist nur für den Kleinauflagenbereich sinnvoll. /98, 141/

#### **4.1.5.2 Einmesserschneideinrichtung**

Bei Nutzung von kleinen Planschneidemaschinen, Stapelschneidern oder speziellen Varianten von Schneideinrichtungen für das Binding on demand entfällt ein manueller Umrüstaufwand, der sich beim Auswechseln von Preßstempel und Schneidtisch im Dreimesserautomaten notwendig macht. Problematisch kann sich jedoch eine nicht auf die Blockbeschaffenheit ausgerichtete Pressung auswirken, die z. B. Rückensteigungen vernachlässigt und damit zum Ausplatzen von Broschurenumschlägen führt.

Die Nutzung von Planschneidern bedeutet ein manuelles Anlegen und Drehen des Produktes um jeweils 90°, was eine Inline-Kopplung mit vorgelagerten Aggregaten ausschließt.

Planschneider können mit einer Digitalschnittstelle ausgestattet sein und die erforderlichen Schneiddaten direkt von der Auftragsvorbereitung übernehmen. Der Programmieraufwand ist unerheblich, da nur wenige Schnitte zu absolvieren sind. Über eine grafische Darstellung auf einem Bildschirm zur Schnittkontrolle kann das richtige Anlegen kontrolliert werden.

Als Weiterentwicklung können Schneideinrichtungen mit automatischer Blockanlage und Blockdrehung betrachtet werden. Durch entsprechende Programmierung, verbunden mit einer automatischen Blockpositionierung, wird der Block für jeden Schnitt so unter dem Messer positioniert, daß ein formatgerechter, winkliger Schnitt realisiert werden kann. Im Abschnitt „4.1.4.5.1 Kombination von Schneiden und Bohren inline“ wird ein Anwendungsbeispiel aufgeführt. /119/

Nachteilig ist ein mögliches Ausplatzen von Broschurenumschlägen, da bei einem Schrägschnitt die Messerbewegung beim Kopf- oder Fußschnitt zum Rücken hin erfolgt.

### 4.1.5.3 Schneidemaschine mit zwei Stationen

Eine weitere Möglichkeit ist die Ausführung des Dreiseitenbeschnitts in zwei Stationen (vergleichbar mit Trimmer) /122, 123, 148/. Der Block wird an Kopf-/Fußposition ausgerichtet und in dieser Lage von einer Greiferzange erfaßt, die ihn ohne Veränderung der Position mit dem Vorderschnitt voran durch die Schneidemaschine transportiert. Zunächst werden Kopf-/Fußschnitt ausgeführt, danach erfolgt der Vorderschnitt. Dies ermöglicht eine automatische Formatumrüstung ohne Wechselteile wie Preßstempel und Schneidtisch.

Ein weiteres neuartiges Dreischneiderkonzept beinhaltet ebenfalls eine Schneidemaschine, die aus zwei Stationen aufgebaut ist /148, 149, 150/ und damit den Wegfall von Formatwechselteilen erlaubt. Sie enthält drei nahezu identische Schneideinheiten, die auf einem Grundgestell beweglich angeordnet sind. Für die Kopf-/Fußschnittstation ist eine Pressung erforderlich, die auf Blockhöhe angepaßt werden kann. Die Lösung besteht im Einsatz einer ausziehbaren Jalousie, die je nach Format eine vollflächige Pressung gewährleistet. In gleicher Weise wie von oben simuliert eine derartige Jalousie den Schneidtisch, der damit variabel auf jedes Format angepaßt wird. In der zweiten Schneidstation für den Vorderschnitt gibt es einen ganzflächigen Tisch und eine Preßplatte.

Die Umstellung auf ein anderes Format erfordert die Verstellung von fünf Achsen mit digitaler Anzeige (unbeschnittene Breite, Kopfabschnitt, Fußabschnitt, beschnittene Höhe, beschnittene Breite). Automatische motorische Verstellung ist optional nachrüstbar.

Die Blocks werden mittels Schieber oder Zangentransporteur in die Verarbeitungsstationen eingefahren.

Eine weitere, aus zwei Stationen bestehende Schneidemaschine arbeitet in Kopplung mit einer automatischen Buchfertigungsanlage (siehe 4.3.6.1 Automatische Buchlinie Bookmaster 360). In jeder Schneidstation arbeitet nur ein Messer. Die exakte Positionierung des Produktes erfolgt über eine gesteuerte Zange. In der ersten Station wird der Fußschnitt und nach einer 90°-Drehung der Vorderschnitt ausgeführt, ehe der Block weitertransportiert wird. /35/

### 4.1.5.4 Zweimesserschneidemaschine

Die Zweimesserschneidemaschine als Abwandlung eines Dreimesserautomaten enthält zwei im rechten Winkel angeordnete Messer (das Vordermesser und ein Seitenmesser) und arbeitet vollautomatisch /104, 140, 151, 152/.

Der Block wird gegen Rücken- und Seitenanschlag angelegt, die sich automatisch auf das programmierte Format einstellen. Das Schneidgut wird von zwei Drehtellern fixiert, während zunächst ein Winkelschnitt erfolgt, und anschließend durch die Drehteller ausgehoben, um 90° gedreht und für den dritten Schnitt neu positioniert. Wird eine 180°-Drehung ausgeführt, ist mit dieser Maschine auch ein Vierseitenbeschnitt realisierbar. Die Position der Schneidmesser bleibt unverändert, was das Auswechseln von Preßelement und Schneidtisch vermeidet.

Für die Pressung des Blocks wird eine Universalpreßmatrize verwendet, die unabhängig vom zu schneidenden Format ist, Rückensteigungen ausgleichen kann und eine gleichmäßi-

ge Pressung bis in den Rückenbereich erlaubt. Ein feststehendes Preßelement deckt im wesentlichen das minimale Format ab. Ihm schließen sich Preßvarioren aus Hartgewebe an mit längs zum Rücken orientierten Konturen. Durch Verschiebung dieser Variatoren um eine geringe Strecke (maximal 8 mm) kann die Preßmatrize an jedes beliebige Buchformat und jede beliebige Rückensteigung angeglichen werden. Der in jedem Fall vorhandene Überstand der Preßmatrize verhindert ein Ausreißen des Blockrückens bei der Aufwärtsbewegung des Messers. /152, 153/

## **4.2 Besonderheiten bei der Herstellung von Broschuren**

Im Rahmen dieser Arbeit gilt die Broschur als untergeordnete Produktkonstruktion. Sie stellt jedoch bei den ausgewählten Konstruktionen mit buchähnlichen Eigenschaften eine wirtschaftliche Alternative gegenüber dem Buch dar.

### **4.2.1 Herstellung des Broschurenumschlags**

Als Besonderheit gegenüber der traditionellen Buchbinderei ist eine Deponierung und Lagerung der verarbeitungsfähigen, z. T. bedruckten Umschläge z. B. in Buchhandlungen anzusehen /111/. Eine Bereitstellung von Broschurenumschlägen erweist sich als einfacher als die exemplarunabhängige Buchdeckenproduktion. Unterschiedliche Produktdicken spielen eine untergeordnete Rolle, da überschüssiges Material am Vordersteg durch den Frontschnitt entfernt wird. Es werden bereitgestellt:

- unbedruckte Umschläge aus Karton, auf die der Originaltitel digital gedruckt oder kopiert wird. Die Umschläge können zur Erhöhung der mechanischen Festigkeit mit einer Folie kaschiert werden. /88, 154/
- unbedruckte oder neutral (im konventionellen Druck) bedruckte Umschläge aus Karton ohne Angaben zum Inhalt, die digital mit Angaben zum Inhalt bedruckt werden /88/;
- unbedruckte oder neutral (im konventionellen Druck) bedruckte Umschläge aus Karton ohne Angaben zum Inhalt, die mit einem Etikett mit Angaben zum Inhalt versehen werden;
- unbedruckte oder neutral (im konventionellen Druck) bedruckte Umschläge aus Karton ohne Angaben zum Inhalt, die nicht mit Angaben zum Inhalt versehen werden /88/;
- Umschläge, deren Vorderseite aus transparenter Folie, der Rücken und die Rückseite aus Karton bestehen. Das gedruckte Titelblatt als erste Seite des Blocks ist sichtbar. /118/

Bei der Auswahl des Umschlagkartons sollten die flächenbezogene Masse in Abhängigkeit von der Blockdicke berücksichtigt werden und zumindest zwei unterschiedliche Kartonsorten zur Auswahl stehen (für Blockdicken bis 15 mm: 220...300 g/m<sup>2</sup> flächenbezogene Masse; Blockdicke über 15 mm: 300...350 g/m<sup>2</sup> flächenbezogene Masse).

Für die Herstellung von Tubebind-Broschuren werden Broschurenumschläge vorbereitet, die mit einer Hülse versehen sind.

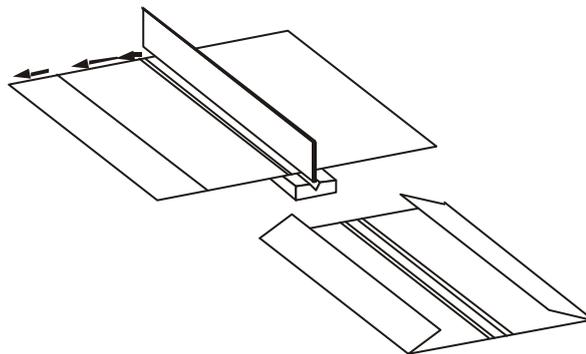
#### 4.2.1.1 Rill- und Perforiermaschine

Wenn einfache Kleinklebebinder genutzt werden, deren Umschlaganleger keine Rilleinrichtung zur Vorbereitung der Biegestellen am Umschlag aufweist, sind – abhängig vom Material – separate Rillgeräte zu nutzen. Werden dabei linienförmige, oszillierende Rillwerkzeuge bevorzugt, können qualitativ bessere Ergebnisse erzielt werden als beim rotativen Rillen. Aufgrund der Austrocknung und Versprödung von Digitaldrucken neigt das Material zum Aufplatzen an der Rillstelle. Verläuft die Rillung über das Druckbild, platzt der Toner ab. /19, 100/

Rillmaschinen (meist Kombination aus Rill- und Perforiermaschine) sind als separate Geräte aufgestellt und erfordern eine manuelle Anlage des Materials.

#### 4.2.1.2 Programmierbare Rillmaschine

In programmierbaren Rillmaschinen wird der Bedruckstoff automatisch aus einem Magazin mittels Saugrad vereinzelt und über einen gesteuerten Materialvorschub etappenweise unter dem Rillmesser positioniert (Bild 38). Der Materialvorschub wird programmiert, womit wechselnde Rillabstände realisiert werden, die für unterschiedliche Blockdicken erforderlich sind. /19, 101, 155/



**Bild 38 Oszillierendes Rillen mit automatischem Materialvorschub**

Eine neue, für die Verarbeitung von Digitaldrucken ausgerichtete programmierbare Maschine vereint die Arbeitsgänge Schneiden und Rillen /160/. Mit dieser Maschine kann an jeweils einzeln zugeführten Bogen ein Rundumbeschnitt erledigt, können Mehrfachnutzen getrennt und das Produkt quer zur Transportrichtung gerillt werden. Der Broschürenumschlag erhält somit in einem Arbeitsgang sein Endformat und eine oder mehrere Rillen. Doppelnutzen können durch Trenn- oder Streifenausschnitt voneinander getrennt werden.

Wird eine Programmnummer als Strichcode auf den Bogen mitgedruckt, liest ein integrierter Scanner die Nummer und aktiviert die Einstellung der Maschine, was die Verarbeitung von Einzelstücken erlaubt. Der Scanner erkennt ebenfalls, wenn die Position des Druckbildes auf dem Papier schwankt, und korrigiert die Maschineneinstellung.

#### **4.2.1.3 Broschurenumschläge mit Hülsen (Tubebind)**

Die Herstellung der Hülsen kann industriell auf Hülsenfertigungsmaschinen erfolgen, in denen sie auch in den Broschurenumschlag eingeklebt werden.

Das Hülsenpapier wird von der Rolle abgezogen und auf die erforderliche Breite geschnitten. In einer Falzeinheit wird der Hüslenschlauch geformt, auf das der Blocklänge entsprechende Maß geschnitten und mit der sich überlappenden Seite in die Umschlagmitte geklebt und angedrückt. Erreichbare Leistungen liegen bei 40 T/min.

Die Hülsen werden in Abstufungen von 10mm Breite gefertigt. Bei der Rillung des Broschurenumschlags sollte beachtet werden, daß die Zierrillen mit der Hülsenaußenkante abschließen und die Seitenbeleimung des Blocks derart aufgetragen wird, daß beim Öffnen des Umschlags die Hülse nicht sichtbar ist. Die Rückenrillen werden entsprechend der Blockbreite positioniert, der Übergriff variiert damit in Abhängigkeit von der Blockdicke.

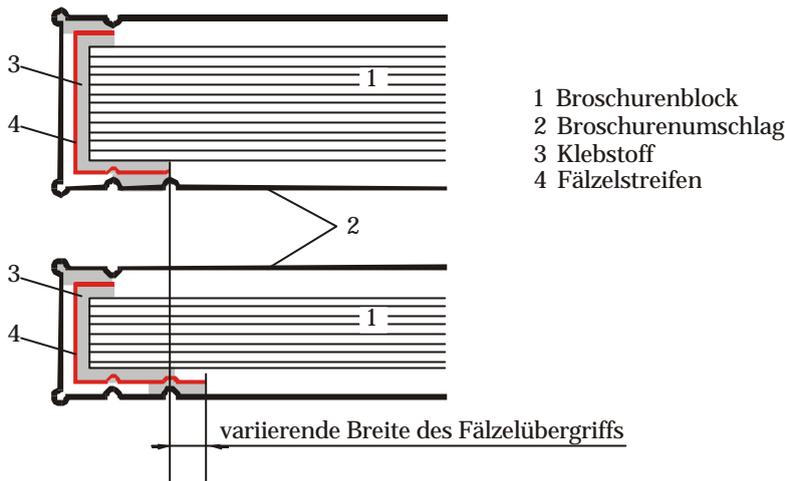
Für die Realisierung des im Gegensatz zur üblichen Umschlagrillung variablen Abstandes zwischen Rücken- und Zierrille sind z. B. programmierbare Rillmaschinen einsetzbar.

#### **4.2.1.4 Broschurenumschläge mit Fälzelstreifen (Eurobind)**

In der industriellen Buchbinderei bei Nutzung von Klebebindeanlagen, die neben dem Umschlaganleger auch über eine Fälzelstation verfügen, können Eurobind-Broschuren in einem Durchlauf mit Fälzelstreifen und Umschlag versehen werden. Die im Rahmen des Publishing on demand genutzten Kleinklebebindeanlagen verfügen nur über eine Station zum alternativen Anlegen von Fälzelstreifen oder Broschurenumschlag, weshalb die Eurobind-Umschläge durch Einkleben eines Fälzelstreifens separat vorzubereiten sind.

Als Übergriff werden vorn 10mm, hinten 15 mm vorgesehen. Ausgehend von der im betrachteten Bereich größten Blockdicke von 45 mm bedeutet dies, daß die Breite des Fälzelstreifens 70 mm beträgt. In einer Breite von jeweils 10 mm an den Außenkanten wird der Fälzelstreifen auf die Umschlaginnenseite geklebt. Gerillt wird der Materialverbund so, daß Rücken- und Zierrille des vorderen Umschlagblattes die Verklebungsstelle einschließen. Die hintere Rückenrille und die zweite Zierrille werden in Abhängigkeit von der Blockdicke positioniert, wie in Bild 39 dargestellt. Die Breite des Übergriffs an der Blockrückseite ist damit variabel; überschüssiges, am Vorderschnitt überstehendes Umschlagmaterial wird mit dem Dreiseitenbeschnitt entfernt.

Bei dünneren Blocks ergibt sich, daß der auf der inneren Umschlagrückseite klebende Fälzelstreifen sichtbar ist, was auf der letzten Broschurenseite, die selten aufgeschlagen wird, akzeptiert werden kann. Es kann auch eine Verbreiterung der Seitenbeleimung vorgenommen werden, um die sichtbare Stelle des Fälzelübergriffs abzudecken. Hierbei verringert sich jedoch die Aufschlagbarkeit des hinteren Umschlagblattes.



**Bild 39 Fälzelübergriff bei Eurobind-Broschuren mit variabler Blockdicke**

#### 4.2.2 Veredeln des Broschurenumschlags

Die Veredlungsmöglichkeiten für Buchdecken, die gleichfalls auf Broschurenumschläge angewendet werden können, sind in Anlage 5 beschrieben.

### 4.3 Besonderheiten bei der Herstellung von Büchern

In dieses Kapitel fließen Prozeßabschnitte aus den drei Teilprozessen Blockherstellung, Deckenherstellung und Endverarbeitung ein.

#### 4.3.1 Prozeßabschnitte zur Blockausstattung

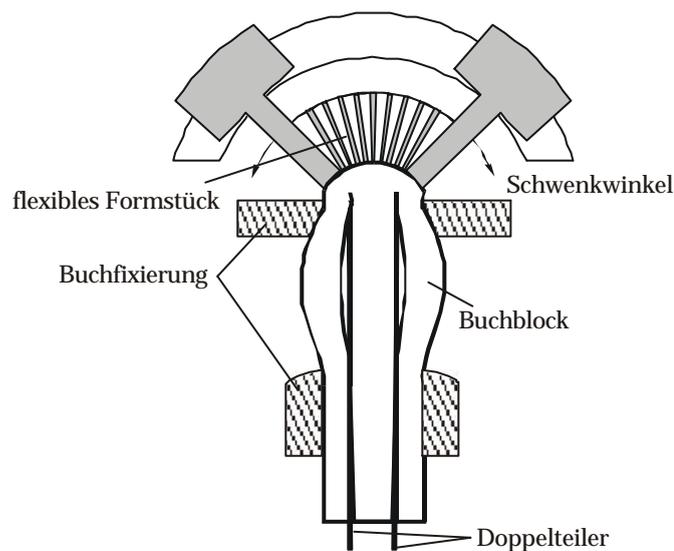
Schnittfärben, Runden und Fügen von Zusatzteilen (Zeichenband einlegen, Kapitalband und Hinterklebematerial abringen, Hülsen) sind die Prozeßabschnitte zur Ausstattung eines Buchblocks und dem Teilprozeß Blockherstellung zuzuordnen. Da sie sich aber fast ausschließlich auf die Buchproduktion beziehen, werden sie nicht im Kapitel „4.1 Maschinentechnische Realisierungsvarianten in den Teilprozessen Bogen-/Bahnverarbeitung und Blockherstellung“ behandelt.

Das Anbringen von Ausstattungsmerkmalen hat vorrangig eine ästhetische Wirkung, ist aber teilweise auch technologisch notwendig. Insbesondere auf das Runden darf ab einer Blockdicke von 15 mm nicht verzichtet werden. Bei Verwendung der modifizierten dreiteiligen Buchdecke sollten auch Blocks von 10...15 mm Dicke gerundet werden.

Eine maschinelle Lösung für das Schnittfärben und Zeichenbandeinlegen im Rahmen des Publishing on demand ist nicht bekannt und wird aufgrund der Geringfügigkeit in der Anwendung nicht vorgeschlagen. Ebenso wird der Einsatz von bisher bekannten Buchfertigungsstraßen für Kleinauflagen und Einzelstücke als unannehmbar betrachtet.

Damit bleibt, sofern keine der neuentwickelten automatischen Anlagen zur Buchherstellung im Publishing on demand („4.3.6 Sonderformen zur Herstellung von Büchern“) genutzt wird, für die Mehrzahl der Arbeitsschritte nur die manuelle Realisierung. Lediglich für das Runden stehen Kleingeräte, die nach dem Hammerbalkenprinzip arbeiten, zur Verfügung. Der Buchblock muß manuell auf den federnden Tisch des Gerätes angelegt und gewendet werden. Je nach Blockdicke und Beschaffenheit des Blocks ist eine unterschiedliche Anzahl Schläge für eine qualitätsgerechte Rundung notwendig, was die Leistung bestimmt. Es sind etwa 500 T/h möglich. Vorteilhaft ist, daß während der Verformung gleichzeitig ein Pressen zur Fixierung und Stabilisierung stattfindet.

Das Runden wird außerdem innerhalb einer für Kleinauflagen neu konzipierten Buchfertigungsstraße nach einem neu entwickelten Prinzip durchgeführt /161/, das bei veränderten Blockdicken keinen Austausch von Wechselteilen mehr erfordert. Statt dessen wird ein flexibles Formstück eingesetzt, dessen Radius sich auf die eingestellte Blockdicke automatisch anpaßt (Bild 40). Durch symmetrische Schwenkbewegungen der äußeren Teile des Formstücks verändert sich der Radius stufenlos. Durch den Schwenkwinkel des gesamten Formstücks, das auf dem Blockrücken hin- und herbewegt wird, kann die Intensität der Rundung beeinflußt werden. Der Block wird dabei durch einen Doppelteiler und eine seitliche Fixierung gehalten.



**Bild 40** Rundprinzip mittels schwenkbarem Formelement

### 4.3.2 Herstellen der modifizierten dreiteiligen Buchdecke

Die Möglichkeiten der Herstellung der modifizierten dreiteiligen Buchdecke in Abhängigkeit von ihrer Ausführungsvariante sind im Abschnitt „3.2.2 Herstellung der modifizierten dreiteiligen Buchdecke“ dargestellt. Die favorisierte Konstruktionsvariante A1 (Verstärkungstreifen auf Bezugsmaterial geklebt, Länge des Verstärkungstreifens = Höhe des

Bezugsmaterials) erlaubt es, Buchdecken auf herkömmliche Weise mit den bekannten industriellen Buchdeckenmaschinen herzustellen und an der Stelle zu deponieren, wo der Druck und die Verarbeitung der Druckbogen zum Buchblock erfolgen.

### **4.3.3 Veredeln der modifizierten dreiteiligen Buchdecke**

Die Veredlungsmöglichkeiten für Buchdecken sind in Anlage 5 beschrieben.

### **4.3.4 Prozeßabschnitt Erzeugnis montieren (Buchmontage, Abpressen und Falzeinbrennen)**

Für die Prozeßabschnitte im Teilprozeß Endverarbeitung stehen formatunabhängige Kleingeräte zur Verfügung, sofern nicht automatische Anlagen zur Buchfertigung genutzt werden („4.3.6 Sonderformen zur Herstellung von Büchern“).

Für die Buchmontage können einflügelige Einhängemaschinen mit vertikaler Transportbewegung eingesetzt werden. Ein Buchblock wird geöffnet auf den Flügel aufgelegt, der sich nach unten senkt. In dieser Zeit wird eine Buchdecke in die Deckenaufnahme gestellt und automatisch ausgerichtet. Die Leimwerke passen sich selbsttätig der aktuellen Blockdicke an und übertragen den Klebstoff auf die Vorsätze, wenn sich der Flügel mit dem Block nach oben bewegt. Das Schwert führt den Block in die Buchdecke, das Buch wird manuell abgenommen und eingepreßt.

Für das Pressen und Falzeinbrennen stehen ebenfalls Kleingeräte zur Verfügung, mit denen das Buch flächig gepreßt wird, wobei gleichzeitig der Falz mittels beheizter Einbrennschienen eingebrannt wird. Anlegen des Produktes und Auslösen des Arbeitsvorgangs erfolgen manuell.

### **4.3.5 Prozeßabschnitt Erzeugnis komplettieren**

Nach Buchmontage und Falzeinbrennen ist es teilweise erforderlich, das Erzeugnis mit verschiedenen Zusatzeilen, u. a. Schutzumschlag, Beilagen, CDs, zu komplettieren. Diese Vorgänge erfolgen ausschließlich manuell.

Der Schutzumschlag kann wie der Buchinhalt mit einer Digitaldruckmaschine gedruckt werden, wobei hier vorteilhaft ein farbiges Bedrucken ist. Bei Verwendung eines Schutzumschlages ergibt sich die Möglichkeit, auf das Veredeln der Buchdecke, auch bei einfarbigem Bucheinbandmaterial, zu verzichten. Der farbige, auf den jeweiligen Buchinhalt abgestimmte Druck verleiht dem Buch Individualität und wirkt bei der eingeschränkten Materialauswahl für den Deckenbezug einer Vereinheitlichung des äußeren Erscheinungsbildes entgegen.

### 4.3.6 Sonderformen zur Herstellung von Büchern

Das seit einigen Jahren bekannte und z. B. von der Firma Schmidkonz praktizierte L.O.S.-Fertigungssystem, das einen computergesteuerten Produktdurchlauf erlaubt und die Technologie des Heißsiegelns nutzt, wird als in sich geschlossenes Produktionssystem betrachtet und ist in Anlage 1 erläutert.

Dem Trend nach der Herstellung von hochwertigen Erzeugnissen folgend, wurden neben dem aus separaten Einzelarbeitsplätzen bestehenden L.O.S.-System auch für die Buchproduktion automatische Lösungen entwickelt.

#### 4.3.6.1 Automatische Buchlinie Bookmaster 360

In bezug auf die Technologien (Art des Klebstoffauftrags, Nutzung heißsiegelfähiger Materialien) stellt das System eine Weiterentwicklung des L.O.S.-Systems dar. Der aus Einzelblättern bestehende Buchblock wird automatisch durch die Stationen der Anlage transportiert, in denen das Fügen, Anbringen minimaler Ausstattungsmerkmale und die Verbindung mit der Buchdecke erfolgen. Eine vollautomatische Herstellung von Einzel-exemplaren ist möglich. /34, 35, 104, 165, 166/

Grundlage der automatischen Fertigung ist die Übernahme von Daten, das Endprodukt betreffend, aus der Vorstufe und dem Druck. Die Maße für Blockformat und Blockdicke werden den einzelnen Stationen zugeführt, die sich entsprechend einstellen und die Materialien formatgerecht zuschneiden.

Der Block wird mit den Vorsätzen versehen, die an den Außenseiten heißsiegelfähig beschichtet sind und dem Block nur lose beigelegt werden. Die Verbindung erfolgt bei der anschließenden Klebebindung (Fächerklebebindung). Das Zulegen erfolgt manuell, denkbar ist aber eine automatische Zuführung aus verschiedenen Magazinen.

Der vorbereitete Block wird in eine Ausrichtestrecke gefördert, auf einem Rütteltisch schräg ausgerichtet (Kopf und Rücken) und mittels Transportzange in das Schneidaggregat, den aus zwei Stationen bestehenden Cutmaster, für den drei- oder vierseitigen Beschnitt übergeben /35/. Danach, ebenfalls vollautomatisch, erfolgt die Übergabe an die eigentliche Binde-strecke.

Die Fixierung des Blocks nach dem Schnitt wird durch Greiferelemente während des gesamten Produktionsdurchlaufs aufrecht erhalten, so daß Verschiebungen unmöglich sind. In den einzelnen Stationen erfolgt eine mittige Ausrichtung des Blocks.

Im Klebebindemodul wird der Block nach beiden Seiten aufgefächert und mittels Walze mit Dispersionsklebstoff versehen. Die seitliche Blattkantenbeileimung macht eine zusätzliche Rückenbearbeitung (Aufrauen oder Kerben) überflüssig. /35/

Das Fälzmaterial von einer Querrolle, entsprechend der programmierten Blocklänge und Blockdicke zugeschnitten, wird dem Block zugeführt und angepreßt, wobei die während der Klebebindung entstandene Rückensteigung reduziert wird. Das Fälzelgewebe ist beidseitig heißsiegelfähig beschichtet.

Das Kapitalband wird an ein einseitig heißsiegelfähiges Hinterklebematerial angebracht. Der Streifen wird in der Mitte zerschnitten und entsprechend der Blockhöhe überlappend aufgeklebt.

Die Buchdecken werden separat gefertigt. Eine speziell für die Inline-Fertigung mit der Bookmaster vorgesehene Buchdeckenmaschine Casemaster befindet sich noch in der Erprobungsphase /35/. Über den Vergleich eines Codes, der auf Block und Decke aufgebracht ist, wird gewährleistet, daß die richtige Buchdecke mit dem Block zusammengeführt wird.

In der Einhängestation werden die Vorsatzblätter (Spiegel) durch Vakuumrollen senkrecht vom Block abgesogen. Der Block wird in das Einhängemodul gefahren und dort mit der von unten zugeführten Decke vereinigt. Block und Decke werden durch eine Heizplatte unter Druck gebracht und miteinander verbunden.

Ohne Umrüstaufwand lassen sich mit dieser Bindelinie auch Broschüren fertigen, wenn anstelle der Buchdecke ein Umschlag zugeführt wird.

Entgegen der traditionellen Reihenfolge bei der Buchherstellung wird das Buch erst nach der Montage gerundet. Als Schutz vor Verlagerung vor der endgültigen Austrocknung wird das Buch durch eine Banderolierung fixiert. Dazu wird parallel zum Blockrücken eine Papier- oder Folienbanderolierung angelegt, die vor der endgültigen Trocknung des Klebstoffs (10...24 Stunden) nicht entfernt werden sollte.

Dieses Bindsystem erlaubt die Herstellung von klebegebundenen Produkten. Werden fadengesiegelte oder fadengeheftete Blocks verarbeitet, wird das Schneid- und Klebebinde-modul so programmiert, daß nicht geschnitten wird und der Block nicht aufgefächert wird.

Zwar entsteht keine Rüstzeit bei wechselndem Format, dies ist jedoch eine theoretische Annahme. Wird Kapitalband anderer Farbe benötigt, muß die Rolle mit dem Kapitalband ausgetauscht werden. Durch Sortierung der Aufträge kann die Anzahl der Rollenwechsel aber entsprechend beeinflußt werden. /35/

#### **4.3.6.2 Buchstraße KÖBU 1**

Die Buchstraße KÖBU 1 /161, 168/ vereint die gleichen Arbeitsstationen wie eine traditionelle Buchfertigungsstraße, es werden jedoch neue Prinzipien realisiert, die den Umrüstaufwand minimieren und den Einsatz der Anlage zur wirtschaftlichen Herstellung von Kleinauflagen zwischen 500...2.000 Exemplaren erlauben.

Das Runden und Abpressen wird nach einem neu entwickelten Prinzip mittels flexiblem Formstück durchgeführt, dessen Radius sich auf die eingestellte Blockdicke automatisch anpaßt. Das Prinzip wurde im Abschnitt „4.3.1 Prozeßabschnitte zur Blockausstattung“ beschrieben.

Das Abpressen wird mit dem gleichen Werkzeug realisiert durch Verkleinerung des Radius und Erhöhung des Anpreßdrucks an den Block.

Für das Begazen bzw. Kapitalen und Hinterkleben wird nicht mehr der Blockrücken beleimt, wofür entsprechend der Blockrückenrundung Formwalzen notwendig wären. Es wird nunmehr das aufzuklebende Material mit Klebstoff versehen, wozu nur eine Leimstation benötigt wird.

Als für die Buchfertigungsstraße untypische Blockbearbeitung gilt das Fälzeln des gerundeten und nur provisorisch geleimten Blocks, das als zusätzliche Variante in der neuen Buchstraße integriert ist. Als positiv wird eine verbesserte Formstabilität hervorgehoben. Auch fadengeheftete Blocks ohne Rückenbeimung sind verarbeitbar, was den Durchlauf durch einen Klebebinder erspart /169, 169/.

In der Einhängemaschine, die in Kopplung mit der Buchfertigungsstraße arbeitet, wird die Buchdecke im Rückenbereich durch ein flexibel auf Rückenrundung einstellbares Formstück gerundet. Saugschienen nehmen die positionsgenau bereitgestellte, gerundete Decke auf und klappen sie an den Buchblock an. Anschließend wird in nur einer Station der Block gepreßt und der Falz eingebrannt, was aufgrund der geringen Taktzeiten zu hoher Qualität führt.

Eine automatische Formatumstellung ist gegenwärtig noch nicht realisierbar (Einstellung über Spindeln mit Digitalanzeige), so daß die Anlage für Kleinauflagen, nicht aber für Einzelexemplare einsetzbar ist. Formatwechselteile entfallen.

Inzwischen ist die KÖBU 1 zur Buchstraße ShortRunBOOK weiterentwickelt worden und erreicht eine Leistung von 20 T/min. Die Erhöhung der Leistung ist durch Optimierung der Bewegungsabläufe erreicht worden. /164/

Für die nachfolgende Tabelle 30 gilt: Beim Druck auf eine Papierbahn wird diese zunächst durch ein Querschneidemodul in Bogen aufgeteilt. Entstehen dabei Bogen im Format DIN A3 oder A4, werden diese entsprechend der beiden jeweiligen Übersichten weiterverarbeitet. Bei abweichenden Formaten gilt die Übersicht für Rollendruck. Die Angaben für das Endformat geben die maximal mögliche Produktgröße an; bei Realisierung eines Dreiseitenbeschnitts liegt das Format darunter. Für die vorgeschlagenen Standardformate ist das nächst größere relevant.

Die Festlegung von Standardformaten ist insbesondere für das Finalprodukt Buch relevant, damit eine Lagerung von entsprechenden Buchdecken erfolgen kann. Für Broschüren dagegen spielt ein standardisiertes Format eine untergeordnete Rolle, da mit dem Dreiseitenbeschnitt das gewünschte Format des Endproduktes erzielt wird.

**Tabelle 30 Übersicht über technologische Wirkprinzipien für ausgewählte Produktkonstruktionen im Binding on demand**

<b>Ausgangsformat: Druckbogen A4</b>			
<b>Technologische Arbeitsschritte</b>	<b>Beschreibung in Kapitel</b>	<b>Endprodukt, Endformat</b>	
Bohren, Schneiden + Drahtkammbindung	4.1.4.5.1 + 4.1.4.5.3 4.1.4.5.2 + 4.1.4.5.3	Einzelblattbroschur	A4
Stanzen, Drahtkammbindung	4.1.4.5.3	Einzelblattbroschur	A4
Drahrückstichheften, Vorderschnitt	4.1.4.1.1 4.1.4.1.2	Einlagenbroschur	A5
Klebebinden (Blattverarbeitung) + Dreiseitenbeschnitt	4.1.4.3.1 + (4.2.1.1/2) + 4.1.5	Mehrlagenbroschur	A4
	4.1.4.3.1 + 4.2.1.3/4 + 4.1.5	Tubebind-/Eurobind-Broschur	A4
Dreiseitenbeschnitt + Klebebinden (Blattverarbeitung)	4.3.2 + (4.3.3) + 4.3.6.1 + (4.3.5)	Buch	A4
Falzen + Klebebinden (Viertelbogen-Klebebinden) + Dreiseitenbeschnitt	4.1.2.1/2 + 4.1.4.3.1 + (4.2.1.1/2) + 4.1.5	Mehrlagenbroschur	A5
	4.1.2.1/2 + 4.1.4.3.1 + 4.2.1.3/4 + 4.1.5	Tubebind-/Eurobind-Broschur	A5
	4.1.2.1/2 + 4.1.4.3.1 + 4.1.5 + 4.3.1 + 4.3.2 + (4.3.3) + 4.3.4 + (4.3.5)	Buch	A5
	4.1.2.1/2 + 4.1.4.3.1 + 4.1.5 + 4.3.2 + (4.3.3) + 4.3.6.2 + (4.3.5)	Buch	A5
Falzkleben, Lagenfalzen + Rückenbeleimen + Dreiseitenbeschnitt	4.1.2.3.2 + 4.1.4.3.1+ (4.2.1.1/2) + 4.1.5	Mehrlagenbroschur	A5
	4.1.2.3.2 + 4.1.4.3.1+ 4.2.1.3/4 + 4.1.5	Tubebind-/Eurobind-Broschur	A5
	4.1.2.3.2 + 4.1.4.3.1+ 4.1.5 + 4.3.1 + 4.3.2 + (4.3.3) + 4.3.4 + (4.3.5)	Buch	A5
	4.1.4.4.2 + 4.1.4.3.1 + 4.1.5 + 4.3.2 + (4.3.3) + 4.3.6.2 + (4.3.5)	Buch	A5

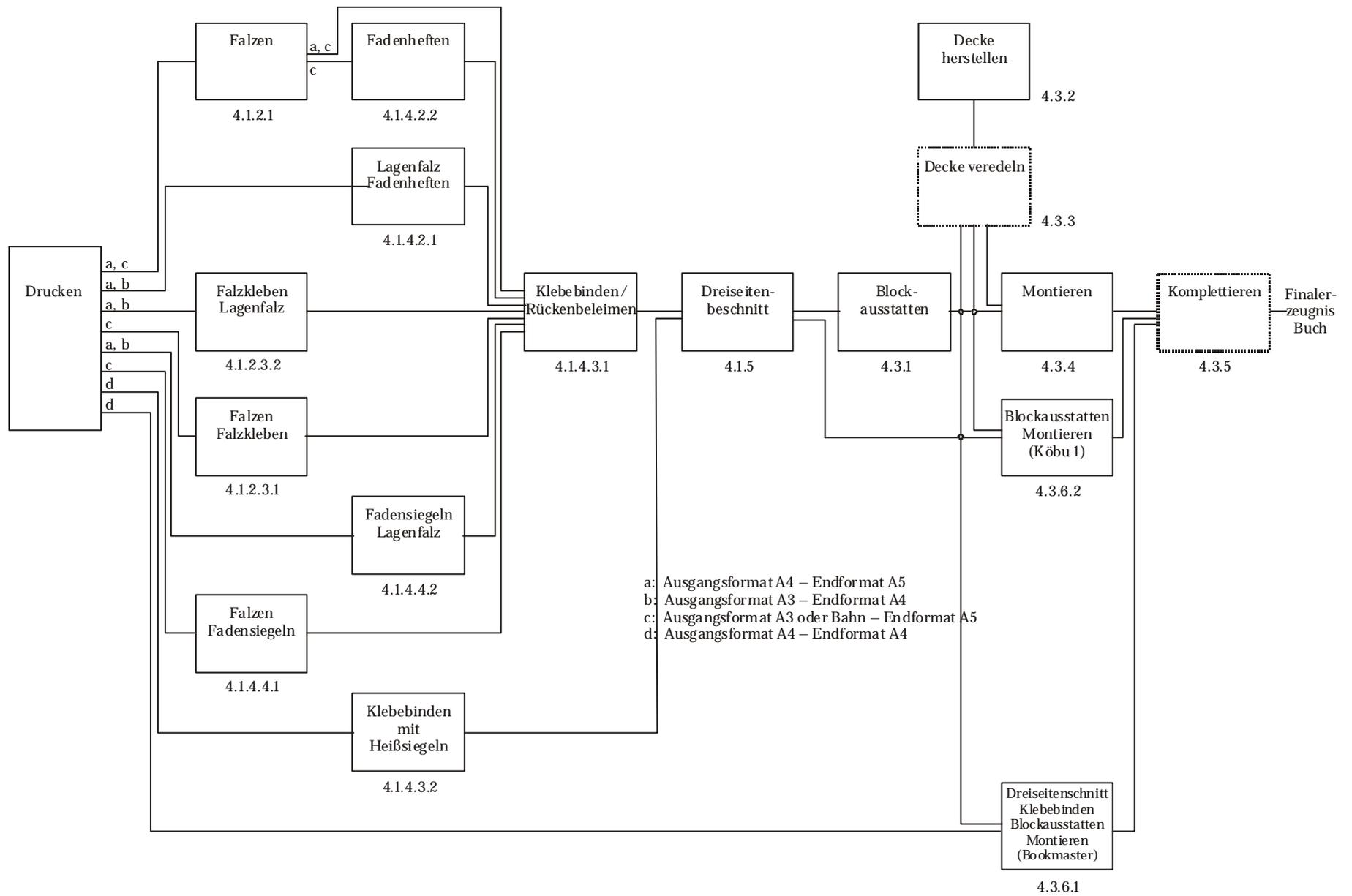
Technologische Arbeitsschritte	Beschreibung in Kapitel	Endprodukt, Endformat	
Klebebinden (Blattverarbeitung) durch Heißsiegeln	4.1.4.3.2 + 4.1.5 + 4.3.1 + 4.3.2 + (4.3.3) + 4.3.4 + (4.3.5)	Buch	A4
	4.1.4.3.2+ 4.1.5 + 4.3.2 + (4.3.3) + 4.3.6.2 + (4.3.5)	Buch	A4
alternatives Klebebinden (Doubleback) + Dreiseitenbeschnitt	4.1.4.3.3 + 4.1.5.2	Mehrlagenbroschur	A5
Fadensiegeln, Lagenfalzen + Rückenbeleimen + Dreiseitenbeschnitt	4.1.4.4.2 + 4.1.4.3.1+ (4.2.1.1/2) + 4.1.5	Mehrlagenbroschur	A5
	4.1.4.4.2 + 4.1.4.3.1+ 4.2.1.3/4 + 4.1.5	Tubebind-/Eurobind-Broschur	A5
	4.1.4.4.2 + 4.1.4.3.1 + 4.1.5 + 4.3.1 + 4.3.2 + (4.3.3) + 4.3.4 + (4.3.5)	Buch	A5
	4.1.4.4.2 + 4.1.4.3.1 + 4.1.5 + 4.3.2 + (4.3.3) + 4.3.6.2 + (4.3.5)	Buch	A5
Lagenfalzen, Fadenheften + Rückenbeleimen + Dreiseitenbeschnitt	4.1.4.2.1 + 4.1.4.3.1 + (4.2.1.1/2) + 4.1.5	Mehrlagenbroschur	A5
	4.1.4.2.1 + 4.1.4.3.1+ 4.2.1.3/4 + 4.1.5	Tubebind-/Eurobind-Broschur	A5
	4.1.4.2.1 + 4.1.4.3.1 + 4.1.5 + 4.3.1 + 4.3.2 + (4.3.3) + 4.3.4 + (4.3.5)	Buch	A5
	4.1.4.2.1 + 4.1.4.3.1 + 4.1.5 + 4.3.2 + (4.3.3) + 4.3.6.2 + (4.3.5)	Buch	A5

<b>Ausgangsformat: Druckbogen A3</b>			
<b>Technologische Arbeitsschritte</b>	<b>Beschreibung in Kapitel</b>	<b>Endprodukt, Endformat</b>	
Drahtrückstichheften, Vorderschnitt	4.1.4.1.1 4.1.4.1.2	Einlagenbroschur	A4
Falzen + Klebebinden (Viertelbogen-Klebebinden) + Dreiseitenbeschnitt	4.1.2.1/2 + 4.1.4.3.1 + (4.2.1.1/2) + 4.1.5	Mehrlagenbroschur	A4
	4.1.2.1/2 + 4.1.4.3.1 + 4.2.1.3/4 + 4.1.5	Tubebind-/Eurobind-Broschur	A4
	4.1.2.1/2 + 4.1.4.3.1 + 4.1.5 + 4.3.1 + 4.3.2 + (4.3.3) + 4.3.4 + (4.3.5)	Buch	A4
	4.1.2.1/2 + 4.1.4.3.1 + 4.1.5 + 4.3.2 + (4.3.3) + 4.3.6.2 + (4.3.5)	Buch	A4
Falzen + Klebebinden + Dreiseitenbeschnitt	4.1.2.1 + 4.1.4.3.1 + (4.2.1.1/2) + 4.1.5	Mehrlagenbroschur	A5
	4.1.2.1 + 4.1.4.3.1 + 4.2.1.3/4 + 4.1.5	Tubebind-/Eurobind-Broschur	A5
	4.1.2.1 + 4.1.4.3.1 + 4.1.5 + 4.3.1 + 4.3.2 + (4.3.3) + 4.3.4 + (4.3.5)	Buch	A5
	4.1.2.1 + 4.1.4.3.1 + 4.1.5 + 4.3.2 + (4.3.3) + 4.3.6.2 + (4.3.5)	Buch	A5
Falzkleben, Lagenfalzen + Rückenbeleimen + Dreiseitenbeschnitt	4.1.2.3.2 + 4.1.4.3.1+ (4.2.1.1/2) + 4.1.5	Mehrlagenbroschur	A4
	4.1.2.3.2 + 4.1.4.3.1+ 4.2.1.3/4 + 4.1.5	Tubebind-/Eurobind-Broschur	A4
	4.1.2.3.2 + 4.1.4.3.1+ 4.1.5 + 4.3.1 + 4.3.2 + (4.3.3) + 4.3.4 + (4.3.5)	Buch	A4
	4.1.2.3.2 + 4.1.4.3.1+4.1.5 + 4.3.2 + (4.3.3) + 4.3.6.2 + (4.3.5)	Buch	A4
Falzen, Falzkleben + Rückenbeleimen + Dreiseitenbeschnitt	4.1.2.3.1 + 4.1.4.3.1+ (4.2.1.1/2) + 4.1.5	Mehrlagenbroschur	A5
	4.1.2.3.1 + 4.1.4.3.1+ 4.2.1.3/4 + 4.1.5	Tubebind-/Eurobind-Broschur	A5
	4.1.2.3.1 + 4.1.4.3.1+ 4.1.5 + 4.3.1 + 4.3.2 + (4.3.3) + 4.3.4 + (4.3.5)	Buch	A5
	4.1.2.3.1 + 4.1.4.3.1+ 4.1.5 + 4.3.2 + (4.3.3) + 4.3.6.2 + (4.3.5)	Buch	A5

Technologische Arbeitsschritte	Beschreibung in Kapitel	Endprodukt, Endformat	
alternatives Klebebinden (Doubleback) + Dreiseitenbeschnitt	4.1.4.3.3 + 4.1.5.2	Mehrlagenbroschur	A4 /5
Fadensiegeln, Lagenfalzen + Rückenbeleimen + Dreiseitenbeschnitt  Falzen, Fadensiegeln + Rückenbeleimen + Dreiseitenbeschnitt	4.1.4.4.2 + 4.1.4.3.1+ (4.2.1.1/2) + 4.1.5	Mehrlagenbroschur	A4
	4.1.4.4.2 + 4.1.4.3.1+ 4.2.1.3/4 + 4.1.5	Tubebind-/Eurobind-Broschur	A4
	4.1.4.4.2 + 4.1.4.3.1 + 4.1.5 + 4.3.1 + 4.3.2 + (4.3.3) + 4.3.4 + (4.3.5)	Buch	A4
	4.1.4.4.2 + 4.1.4.3.1 + 4.1.5 + 4.3.2 + (4.3.3) + 4.3.6.2 + (4.3.5)	Buch	A4
	4.1.4.4.1 + 4.1.4.3.1+ (4.2.1.1/2) + 4.1.5	Mehrlagenbroschur	A5
	4.1.4.4.1 + 4.1.4.3.1+ 4.2.1.3/4 + 4.1.5	Tubebind-/Eurobind-Broschur	A5
	4.1.4.4.1 + 4.1.4.3.1 + 4.1.5 + 4.3.1 + 4.3.2 + (4.3.3) + 4.3.4 + (4.3.5)	Buch	A5
	4.1.4.4.1 + 4.1.4.3.1 + 4.1.5 + 4.3.2 + (4.3.3) + 4.3.6.2 + (4.3.5)	Buch	A5
Lagenfalzen, Fadenheften + Rückenbeleimen + Dreiseitenbeschnitt  Falzen + Fadenheften + Rückenbeleimen + Dreiseitenbeschnitt	4.1.4.2.1 + 4.1.4.3.1 + (4.2.1.1/2) + 4.1.5	Mehrlagenbroschur	A4
	4.1.4.2.1 + 4.1.4.3.1+ 4.2.1.3/4 + 4.1.5	Tubebind-/Eurobind Broschur	A4
	4.1.4.2.1 + 4.1.4.3.1 + 4.1.5 + 4.3.1 + 4.3.2 + (4.3.3) + 4.3.4 + (4.3.5)	Buch	A4
	4.1.4.2.1 + 4.1.4.3.1 + 4.1.5 + 4.3.2 + (4.3.3) + 4.3.6.2 + (4.3.5)	Buch	A4
	4.1.2.1 + 4.1.4.2.2 + 4.1.4.3.1 + (4.2.1.1/2) + 4.1.5	Mehrlagenbroschur	A5
	4.1.2.1 + 4.1.4.2.2 + 4.1.4.3.1+ 4.2.1.3/4 + 4.1.5	Tubebind-/Eurobind-Broschur	A5
	4.1.2.1 + 4.1.4.2.2 + 4.1.4.3.1 + 4.1.5 + 4.3.1 + 4.3.2 + (4.3.3) + 4.3.4 + (4.3.5)	Buch	A5
	4.1.2.1 + 4.1.4.2.2 + 4.1.4.3.1 + 4.1.5 + 4.3.2 + (4.3.3) + 4.3.6.2 + (4.3.5)	Buch	A5

<b>Ausgangsformat: Papierbahn, quergeschnitten</b>			
<b>Technologische Arbeitsschritte</b>	<b>Beschreibung in Kapitel</b>	<b>Endprodukt, Endformat</b>	
Falzen + Klebebinden + Dreiseitenbeschnitt	4.1.2.1 + 4.1.4.3.1 + (4.2.1.1/2) + 4.1.5	Mehrlagenbroschur	A5
	4.1.2.1 + 4.1.4.3.1 + 4.2.1.3/4 + 4.1.5	Tubebind-/Eurobind-Broschur	A5
	4.1.2.1 + 4.1.4.3.1 + 4.1.5 + 4.3.1 + 4.3.2 + (4.3.3) + 4.3.4 + (4.3.5)	Buch	A5
	4.1.2.1 + 4.1.4.3.1 + 4.1.5 + 4.3.2 + (4.3.3) + 4.3.6.2 + (4.3.5)	Buch	A5
Falzen, Falzkleben + Rückenbeleimen + Dreiseitenbeschnitt	4.1.2.3.1 + 4.1.4.3.1+ (4.2.1.1/2) + 4.1.5	Mehrlagenbroschur	A5
	4.1.2.3.1 + 4.1.4.3.1+ 4.2.1.3/4 + 4.1.5	Tubebind-/Eurobind-Broschur	A5
	4.1.2.3.1 + 4.1.4.3.1+ 4.1.5 + 4.3.1 + 4.3.2 + (4.3.3) + 4.3.4 + (4.3.5)	Buch	A5
	4.1.2.3.1 + 4.1.4.3.1+ 4.1.5 + 4.3.2 + (4.3.3) + 4.3.6.2 + (4.3.5)	Buch	A5
Falzen, Fadensiegeln + Rückenbeleimen + Dreiseitenbeschnitt	4.1.4.4.1 + 4.1.4.3.1 + (4.2.1.1/2) + 4.1.5	Mehrlagenbroschur	A5
	4.1.4.4.1 + 4.1.4.3.1 + 4.2.1.3/4 + 4.1.5	Tubebind-/Eurobind-Broschur	A5
	4.1.4.4.1 + 4.1.4.3.1 + 4.1.5 + 4.3.1 + 4.3.2 + (4.3.3) + 4.3.4 + (4.3.5)	Buch	A5
	4.1.4.4.1 + 4.1.4.3.1 + 4.1.5 + 4.3.2 + (4.3.3) + 4.3.6.2 + (4.3.5)	Buch	A5
Falzen + Fadenheften + Rückenbeleimen + Dreiseitenbeschnitt	4.1.2.1 + 4.1.4.2.2 + 4.1.4.3.1 + (4.2.1.1/2) + 4.1.5	Mehrlagenbroschur	A5
	4.1.2.1 + 4.1.4.2.2 + 4.1.4.3.1 + 4.2.1.3/4 + 4.1.5	Tubebind-/Eurobind-Broschur	A5
	4.1.2.1 + 4.1.4.2.2 + (4.1.4.3.1) + 4.1.5 + 4.3.1 + 4.3.2 + (4.3.3) + 4.3.4 + (4.3.5)	Buch	A5
	4.1.2.1 + 4.1.4.2.2 + (4.1.4.3.1) + 4.1.5 + 4.3.2 + (4.3.3) + 4.3.6.2 + (4.3.5)	Buch	A5

Angaben in Klammer – nicht zwingend notwendige Arbeitsschritte



**Bild 41** Übersicht über technologische Wirkprinzipien zur Herstellung von Büchern im Rahmen des Binding on demand

**Tabelle 31 Übersicht über technologische Wirkprinzipien in Abhängigkeit von der Auflagenhöhe im Rahmen des Binding on demand**

	<b>Einzel- exemplar</b>	<b>Kleinst- auflage</b>	<b>Klein- auflage</b>
Anzahl Exemplare	1	bis 20	bis 500
4.1.1 Prozeßabschnitt Schneiden Planschneider, Stapelschneider Schneidanlage	x x	x x	x x
4.1.2 Prozeßabschnitt Falzen			
4.1.2.1 Falzmaschine, offline			x
Falzmaschine, inline	x	x	x
4.1.2.2 Falzaggregat bzw. einzelnes Falzwerk (inline)	x	x	x
4.1.2.3 Falzkleben			
4.1.2.3.1 Traditionelles Falzkleben mit Falzmaschine inline	x	x	x
4.1.2.3.2 Falzkleben und Lagenfalz	x	x	x
4.1.3 Prozeßabschnitt Sammeln / Zusammentragen (Einzelblattzusammentragmaschine)			x)
4.1.4 Prozeßabschnitt Fügen des Blocks			
4.1.4.1 Drahtheften			
4.1.4.1.1 Sammel-Drahtheft-Falz-Schneidemaschine	x	x	x
4.1.4.1.2 Sattelheftung	x	x	x
4.1.4.2 Fadenheften			
4.1.4.2.1 Fadenheftmaschine mit integrierter Lagenfalzstation	x	x	x
4.1.4.2.2 Traditionelle Fadenheftmaschine			x
4.1.4.3 Klebebinden			
4.1.4.3.1 Kleinklebebinder	x	x	x
4.1.4.3.2 Klebebinden durch Heißsiegeln	x	x	
4.1.4.3.3 Alternatives Klebebindeverfahren (Doubleback)			
4.1.4.4 Fadensiegeln			
4.1.4.4.1 Rotatives Fadensiegeln (Falzmaschine inline)	x	x	x
4.1.4.4.2 Fadensiegeln mittels Fadenstern	x	x	x
4.1.4.5 Einzelblattbindesysteme			
4.1.4.5.1 Kombination Schneiden / Bohren inline	x	x	x
4.1.4.5.2 Kombination Schneiden / Bohren (Planschneider)			x
4.1.4.5.3 Manuell bediente Kleingeräte	x	x	x
4.1.5 Prozeßabschnitt Dreiseiten-, Vierseitenbeschnitt			
4.1.5.1 Dreimesserschneidemaschine			x
4.1.5.2 Einmesserschneideinrichtung	x	x	x
4.1.5.3 Schneidemaschine mit zwei Stationen		x	x
4.1.5.4 Zweimesserschneidemaschine		(x)	x
4.2 Besonderheiten bei der Herstellung von Broschuren			
4.2.1 Herstellung des Broschurenumschlags			
4.2.1.1 Rill- und Perforiermaschine	x	x	x
4.2.1.2 Programmierbare Rillmaschine	x	x	x
4.2.1.3 Broschurenumschläge mit Hülsen (Tubebind)			x
4.2.1.4 Broschurenumschläge mit Fälzelstreifen (Eurobind)			x

	<b>Einzel- exemplar</b>	<b>Kleinst- auflage</b>	<b>Klein- auflage</b>
Anzahl Exemplare	1	bis 20	bis 500
4.3 Besonderheiten bei der Herstellung von Büchern			
4.3.1 Prozeßabschnitte zur Blockausstattung manuell Hammerbalken neues Rundprinzip	x	x x	x x x
4.3.2 Herstellen der modifizierten dreiteiligen Buchdecke			x
4.2.2 Veredeln des Broschürenumschlags 4.3.3 Veredeln der modifizierten dreiteiligen Buchdecke Prägepresse Titelprägepresse (computergesteuert) Heißfolienthermodruck Digitaldruck (Inkjet, Elektrofotografie, Nadeldrucker)	x x x	(x) x x x	x x x x
4.3.4 Prozeßabschnitt Erzeugnis montieren Kleingeräte	x	x	x
4.3.5 Prozeßabschnitt Erzeugnis komplettieren	x	x	x
4.3.6 Sonderformen zur Herstellung von Büchern 4.3.6.1 Automatische Buchlinie Bookmaster 360 4.3.6.2 Buchstraße KÖBU 1	x	x	x x



## **5 Zusammenfassung**

Die vorliegende Arbeit setzt sich mit den Möglichkeiten der Herstellung von Finalerzeugnissen im Rahmen des Publishing on demand mit dem Schwerpunkt Binding on demand und Produktion von Büchern als den hochwertigsten buchbinderischen Erzeugnissen auseinander.

Einleitend wird eine Begriffsbestimmung des Publishing on demand vorgenommen, werden Besonderheiten hervorgehoben und Auswirkungen auf die buchbinderische Verarbeitung digital gedruckter Erzeugnisse diskutiert, deren Weiterverarbeitung im traditionellen industriellen Sinne nicht möglich ist. Gegen die Nutzung herkömmlicher Buchbindereimaschinen spricht vor allem die Produktion von Einzelstücken und Kleinstauflagen in Höhen von bis zu 20 Exemplaren und die Notwendigkeit einer kurzfristigen Herstellung, um die durch das digitale Drucken gewährleistete Aktualität beizubehalten.

Kapitel 2 befaßt sich mit Produktkonstruktionen buchbinderischer Finalerzeugnisse und ihren spezifischen Merkmalen. Zur Kategorie Broschur wird lediglich ein kurzer, zusammenfassender Überblick gegeben, in dessen Ergebnis für das Binding on demand die draht-rückstichgeheftete Einlagenbroschur, die konventionelle Broschur mit vierfach gerilltem Umschlag, Tubebind und Eurobind (Broschuren mit buchähnlichem Aufschlagverhalten) favorisiert werden. Die gegenwärtigen technischen Möglichkeiten beschränken sich hauptsächlich auf die Produktion von Drahtrückstichbroschuren und klebegebundenen Mehrlagenbroschuren, womit sich für bestimmte Produktgruppen preiswerte praktikable Lösungen ergeben. Dem Liebhaber des guten Buches können diese Produktkonstruktionen auf Dauer jedoch nicht genügen.

Der Schwerpunkt wird demzufolge auf das Finalprodukt Buch gelegt. Die Produktkonstruktion der Bücher wird hauptsächlich durch die Konstruktion der Buchdecke bestimmt, so daß ausführlich unterschiedliche Buchdeckenvarianten diskutiert werden. Es werden Anforderungen formuliert, die sich aus den Forderungen an ein Druckerzeugnis im allgemeinen und den Spezifika des Publishing on demand im besonderen ergeben. Darunter fallen Anforderungen an das Produkt wie z. B. Schutz des Buchblocks, Stabilität der Buchdecke, Handhabbarkeit (leichte Aufschlagbarkeit bzw. Gewährleistung der Scharnierfunktion), Haltbarkeit des Materialverbundes der Buchdecke, ästhetisches Erscheinungsbild. Neben diesen Eigenschaften spielt außerdem der technologische Herstellungsaufwand eine Rolle wie die Anzahl der Füge-teile und der erforderliche maschinentechnische Aufwand.

Anhand dieser Kriterien wird ein Bewertungsschema aufgestellt, das eine quantitative Gegenüberstellung der Buchdeckenkonstruktionen und eine gezielte Auswahl erlaubt. Die zunächst herausgestellte vierteilige Ganzbandbuchdecke, die industriell hauptsächlich zur Anwendung kommt, erfüllt die Kriterien hinsichtlich der Produkteigenschaften. Ihre Formatabhängigkeit von den Buchblockmaßen schränkt ihre Anwendung für das Binding on demand jedoch ein, so daß für die Herstellung von ausgestatteten Büchern in Kleinstauflage und als Einzelstück eine neue Lösung erforderlich ist.

Aus den vorhandenen Buchdeckenkonstruktionen und den bestehenden Notwendigkeiten wurde eine modifizierte dreiteilige Buchdecke entwickelt und als Gebrauchsmuster hinterlegt. Die Modifizierung besteht in einer Verstärkung des Rückenbereiches als Äquivalent zur

Rückeneinlage (Schrenz) bei vierteiligen Ganzbanddecken durch Kaschierung mit einem Verstärkungsmaterial. In Abhängigkeit von den Maßen und der Art der Verklebung des Verstärkungstreifens mit der Buchdecke werden die möglichen Ausführungsvarianten der modifizierten dreiteiligen Buchdecke vergleichend gegenübergestellt. Als Vorzugsvariante wird eine flächige Kaschierung des Verstärkungstreifens mit dem Deckenbezugsmaterial bei Überlappung auf die Deckelpappen angesehen.

Für den Verstärkungstreifen wird ein geeignetes Material benötigt. Für dessen Auswahl wurden verschiedene Fälzel- und Hinterklebematerialien unter Einbeziehung einer Expertenbefragung umfangreichen Versuchen und meßtechnischen Untersuchungen unterzogen. Die Versuche, die auf Anforderungen während der Verarbeitung als auch während der Benutzung des Buches ausgerichtet sind, beziehen sich sowohl auf das Einzelmaterial als auch auf den Kaschierverbund mit zwei ausgewählten Bucheinbandmaterialien.

Im Ergebnis der Untersuchung der Festigkeits-, Dehnbarkeits- und ästhetischen Eigenschaften wurden die geprüften Scharnierstoffe sowie ein Schirting als geeignete Materialien eingestuft, wobei ihre Eignung nicht generell, sondern in Abhängigkeit von der Verarbeitungsrichtung (Materiallauf- oder -querrichtung), der Buchblockdicke und dem Bucheinbandmaterial besteht.

Mit der modifizierten dreiteiligen Buchdecke wird in Stufen eine Unabhängigkeit von der Buchblockdicke möglich. Bei der Auftragsbearbeitung können über eine entsprechende Software bereits vor dem Druck bestimmte Produktinformationen für die Weiterverarbeitung gewonnen werden. Unter Kenntnis der Seitenzahl und der verwendeten Papierart wird die zu erwartende Blockdicke bestimmt, woraus das benötigte Buchdeckenformat ausgewählt wird und Vorschläge für die Blockanpassung abgeleitet werden (Kantenverbreiterung oder Variation der Blockbreite). Diese Informationen können dazu führen, daß der Satzspiegel angepaßt wird (z. B. Verlagerung des Bundstegs) und die Maße für den Dreiseitenbeschnitt aufgestellt werden.

Für den Kunden kann sich die Individualität, die der digitale Druck u. a. durch Personalisierung erlaubt, auch auf die Weiterverarbeitung fortsetzen. Wenn er vor Ort sein Buch bestellt, kann er über die Wahl eines Bucheinbandmaterials bzw. seiner Farbe und die Mitgestaltung des Titel- und Rückenbildes (z. B. Schriftwahl) sein persönliches Exemplar erhalten und das Gefühl vermittelt bekommen, daß dieses Exemplar ausschließlich und allein für ihn gefertigt wurde. Möglicherweise zeigt sich an dieser Stelle die Einschränkung auf wenige Standardformate als positiv, wenn das Bücherregal eine Serie gleich großer Bücher mit gleichartigem Rückentitel aufweist. Durch diesen Wiedererkennungseffekt kann eine Kundenbindung gesichert werden, der Buchliebhaber wird sich auch das nächste mal an diese Buchhandlung oder Digitaldruckerei wenden, um seine Reihe zu vervollständigen.

Für das Binding on demand stellt die modifizierte dreiteilige Buchdecke eine nützliche und praktikable Lösung dar, unter den gegebenen Bedingungen und notwendigen Kompromissen hochwertige Produkte zu fertigen. Eine industrielle Herstellung und anschließende Lagerung in akzeptabler Größenordnung ist realisierbar. Damit kann neben dem Drucken auch das Binden anspruchsvoller Finalerzeugnisse vor Ort umgesetzt werden.

In einem abschließenden Kapitel werden technologische Varianten zur Herstellung der ausgewählten Produktkonstruktionen im Rahmen des Binding on demand dargestellt. Neben

den technologischen Wirkprinzipien wird auf die erforderliche Maschinen- und Gerätetechnik eingegangen, die für die Realisierung der Verfahren eingesetzt wird. Die Auswahl der Technik wird durch die Besonderheiten des Binding on demand gegenüber der industriellen Buchbinderei wie beispielsweise die Forderung nach Herstellung von Einzelstücken und Kleinstauflagen bestimmt und zeichnet sich aus durch geringen Investitionsaufwand, geringe Rüstzeiten bzw. formatunabhängiges Arbeiten, einfache Bedienung und teilweise die Kopplung mit der Druckmaschine. Abschließend wird zusammenfassend dargestellt, für welche Produktkonstruktionen und in welchem Auflagenbereich die Maschinenteknik zum Einsatz kommt.



## **6 Literatur**

- /1/ Weber, A.  
Digitale Drucksysteme  
Reihe Technik + Forschung  
Bundesverband Druck e. V.  
Wiesbaden, 1994
- /2/ Liebau, D.  
Plädoyer für das Buch  
Vortrag bei Open House Kolbus  
1996
- /3/ Bücher in Kleinauflagen im Digital- oder  
Offsetdruck?  
Deutscher Drucker Nr. 10 / 08.03.01  
Stuttgart  
S. 66-69
- /4/ Print und Finishing on demand  
Schlagwort oder Technologie  
Druckwelt 1/1997  
Hannover  
S. 54-55
- /5/ Liebau, D.; Heinze, I.  
Lexikon buchbinderische Verarbeitung  
Verlag Beruf + Schule  
Itzehoe, 2000
- /6/ Stielow  
Print on demand  
Bindereport 2/1996  
S. 64-66
- /7/ Hafner, R.  
Printing-on-demand wird den Bücher-  
druck verändern  
Deutscher Drucker Nr. 14-15 / 15.04.99  
Stuttgart  
S. 42-44
- /8/ Kurtz, H. A.  
Printing on demand  
Günstige Klebebindeserien  
Deutscher Drucker Nr. 34 / 22.08.2002  
Stuttgart  
S. 5
- /9/ Analog kontra digital  
Druck & Medien-Magazin 8-9/2002  
Waiblingen  
S. 16
- /10/ Digitaldruck für alle Fälle  
Druck & Medien-Magazin 13-14/2002  
Waiblingen  
S. 26-31
- /11/ Liebau, D., Weschke, H.  
Polygraph Fachlexikon der Druckindu-  
strie und Kommunikationstechnik  
Polygraph Verlag Frankfurt/Main,  
Bielefeld  
1997
- /12/ Koch, S.  
Untersuchung von digitalen Drucksystemen  
als Alternative zur Herstellung von  
Kleinstauflagen im mehrfarbigen Offset-  
druck  
Diplomarbeit  
Hochschule für Technik, Wirtschaft und  
Kultur Leipzig  
1996
- /13/ Agfa  
Chromapress – Das digitale Vierfarb-  
drucksystem von Agfa  
Firmenprospekt  
1996
- /14/ Hanke, G.  
Marketing und Buchbinderhandwerk  
Bindereport 8/1996  
S. 402-404
- /15/ Papier für den Digitaldruck  
Bindereport 2/2000  
Hannover  
S. 34-35
- /16/ Kirmeier, M.; Stadler, P.; Wimmer, M.  
Beurteilung der  
Verarbeitungseigenschaften von Digi-  
taldrukken  
Bundesverband Druck und Medien  
Wiesbaden, 2001
- /17/ Schmidkonz, P.  
Weiterverarbeitung von Digitalprint-Pro-  
dukten zum Buch  
Bindereport 2/2000  
Hannover  
S. 32-33
- /18/ Ernst Nagel GmbH  
Weiterverarbeitung von Digitaldrukken  
Bindereport 2/1998  
Hannover  
S. 30-32

- /19/ Rückstichheftung im Digitaldruck  
Bindereport 2/2000  
Hannover  
S. 40-41
- /20/ Océ im Strukturwandel  
Bindereport 9/2002  
Hannover  
S. 62-64
- /21/ Digitaldrucke im Fokus der Weiter-  
verarbeitung  
Bindereport 11/2002  
Hannover  
S. 39-43
- /22/ Papierkriterien für den Einsatz bei digita-  
len Druckverfahren  
Deutscher Drucker Nr. 23-24/25.06.98  
Stuttgart  
S. 40-41
- /23/ www.xeikon.de  
(Anlage 17)
- /24/ Digitale Druckverfahren gewinnen zu-  
sehens an Bedeutung  
Bindereport 2/2000  
Hannover  
S. 42-43
- /25/ Jedem Leser ein eigenes Taschenbuch  
Druckwelt 10/1998  
Hannover  
S. 58-59
- /26/ Océ  
Firmenprospekt  
Poing  
2002
- /27/ www.de.ibm.com  
(Anlage 17)
- /29/ www.xerox.de  
(Anlage 17)
- /30/ Nestler, R.  
Digitaler Druck von Kleinstauflagen und  
dann?  
Bindereport 2/1998  
Hannover  
S. 20-25
- /31/ Stielow  
Weiterverarbeitung von digital  
gedruckten Materialien  
Bindereport 2/1998  
Hannover  
S. 36-37
- /32/ Weiterverarbeitung digitaler Drucke  
Broschurenherstellung: C. P. Bourg  
Bindereport 1/2003  
Hannover  
S. 31
- /33/ "Was nach dem Druck kommt, wurde  
glatt vergessen"  
Deutscher Drucker Nr. 40/04.10.2002  
Stuttgart  
S. 10
- /34/ Weiterverarbeitung von Digitaldrucken  
bielomatik Leuze GmbH + Co  
Bindereport 1/2002  
Hannover  
S. 24-25
- /35/ Weiterverarbeitung digitaler Drucke  
Hardcover: Bielomatik Leuze  
Bindereport 1/2003  
Hannover  
S. 28-30
- /36/ Furler, A.  
Einzelbuch- und Kleinauflagenfertigung  
mit Computer Aided Binding ist heute  
Realität  
Deutscher Drucker Nr. 45/07.12.95  
Stuttgart  
S. 22-24
- /37/ Besuch Buchbinderei Schmidkonz,  
Regensburg  
März 1997
- /38/ Schmidkonz  
Buchbinderei Schmidkonz Regensburg  
Der Blick in die Zukunft  
Druckwelt 9/1997  
Hannover  
S. 72-73
- /39/ Schmidkonz, P.  
Moderne Herstellung von Bibliotheks-  
einbänden  
Bindereport 8/1998  
Hannover  
S. 24-29
- /40/ Technik für die BOD-Hardcoverfertigung  
Druckspiegel 2/1999  
Heusenstamm  
S. 43
- /41/ Hardcoverfertigung nach dem L.O.S. -  
System  
Bindereport 2/1999  
Hannover  
S. 40-41

- /42/ Schmidkonz, P.  
Handwerksgerechte Lösungen  
Bindereport 11/2001  
Hannover  
S. 24-25
- /43/ Unterschätzte Schwierigkeiten  
Druck & Medien-Magazin 3-4/2002  
Waiblingen  
S. 42-46
- /44/ Heinze, I.  
Produktkonstruktionen – Konstruk-  
tionssystematische Problemanalyse zu  
buchbinderischen Finalprodukten unter  
Berücksichtigung der Bedingungen des  
Publishing on demand  
Forschungsbericht  
Hochschule für Technik, Wirtschaft und  
Kultur Leipzig, Fachbereich Polygrafische  
Technik  
1998
- /45/ Heinze, I.; Liebau, D.  
Klebebinden  
Verlag Beruf + Schule  
Itzehoe, 1994
- /46/ Spezialsysteme der Klebebindung  
Bindereport 11/1991, Sonderdruck  
Hannover
- /47/ Alternative Klebebindung mit Eurobind  
Bindereport 11/1991  
Hannover  
S. 594-596
- /48/ Ehlermann, H. -D.  
Alternative Bindesysteme im Aufwind  
Druckwelt 2/1993  
Hannover  
S. 48-50
- /49/ Ehlermann, H. -D.  
Verfahren und Systeme auf dem Prüf-  
stand – Alternative Bindesysteme im  
Aufwind  
XVIII. Woche der Druckindustrie  
Saarbrücken, 27.-30. Oktober 1992
- /51/ Heinze, I., Liebau, D.  
Industrielle Buchbinderei  
Verlag Beruf + Schule  
Itzehoe, 1996 (1. Auflage) und 2001 (2.  
Auflage)
- /52/ Autorenkollektiv  
Technologie der Bucheinbände und  
Broschuren  
2., verbesserte Auflage  
VEB Fachbuchverlag Leipzig  
1984
- /53/ Bendig, E.; Wagenbrett, G.  
Buchdeckenherstellung  
Berufsbildung Polygrafie  
2., verbesserte Auflage  
VEB Fachbuchverlag Leipzig  
1981
- /54/ Besonderes Kennzeichen: Bereit zu  
Innovationen  
Bindereport 11/1997  
Hannover  
S. 706-709
- /55/ Hartmann, H.  
Herstellung von modifizierten Buch-  
decken für Fotoalben  
Diplomarbeit  
Technische Hochschule Leipzig, Sektion  
Polygrafie  
1989
- /56/ Drupa 95  
Düsseldorf, 5/1995
- /58/ Patentschrift DE 33 30 847 C2  
1990
- /59/ Langer, K.  
Industriebeleg  
Hochschule für Technik, Wirtschaft und  
Kultur Leipzig, Fachbereich Polygrafische  
Technik  
1994
- /60/ Rathert, H.  
Verfahrenstechnik der maschinellen  
Buchdeckenherstellung  
PTS-Seminar Technologie der Buch-  
herstellung  
München, 13.-15.05.96
- /61/ Meußling, O.  
Bucheinbände: Material- und Verarbei-  
tungsmängel  
Bindereport 4/1987  
Hannover  
S. 156-164
- /62/ Autorenteam  
Ausbildungsleitfaden für Buchbinder  
2., überarbeitete und erweiterte Auflage  
Bundesverband Druck e. V.  
Wiesbaden, 1990

- /63/ Zahn, G.  
Grundwissen für Buchbinder  
Verlag Beruf + Schule  
Itzehoe, 1990
- /64/ Brade, L.; Winkler, E.  
Das illustrierte Buchbinderbuch  
Reprint der Originalausgabe von 1860  
Reprintverlag Leipzig, Ausgabe für den  
Verlag Beruf + Schule Itzehoe  
1990
- /65/ Riethausen, R.; Skorna, F.  
Verfahrensrichtlinie für die Qualitätsprü-  
fung von Büchern und Broschüren  
Institut für Rationalisierung in der  
Druckindustrie e. V.  
Frankfurt / Main  
1991
- /66/ Heinze, I.  
Modifizierte dreiteilige Buchdecke  
Gebrauchsmuster  
Aktenzeichen 299 00 097.4  
1999
- /67/ www.bod.de  
(Anlage 17)
- /68/ Stanger, G.  
Moderne Bucheinbandfertigung: Welche  
Bucheinbandstoffe sind zum Binden ge-  
eignet? - Teil I  
Deutscher Drucker Nr. 36 / 8-11-84  
Stuttgart  
S. 2-8
- /69/ telefonische Konsultation mit Herrn  
Stadler, FOGRA  
08.12.98
- /70/ Stadler, P.  
Hinterklebematerialien für die Buch-  
blockherstellung  
Technik und Forschung  
Bundesverband Druck  
Wiesbaden 1989
- /71/ Proksch, A.  
Berstdruckprüfung nach Mullen  
Allgemeine Papierrundschau 7/1968  
S. 7-9
- /72/ Proksch, A.  
Berstdruckprüfung nach Schopper-Dalén  
Allgemeine Papierrundschau 7/1969  
S. 11-12
- /73/ Schmedt  
Titelprägepresse Präzimarck  
Firmenprospekt  
Hamburg  
2000
- /74/ Rationelle Heißfolienprägung von Einzel-  
stücken  
Bindereport 4/1998  
Hannover
- /75/ IPEX 98  
Birmingham (GB), 9/1998
- /76/ General Scanning  
Decorator 2000  
Firmenprospekt  
Planegg-Martinsried  
1998
- /77/ Spine Printer  
IPEX 98, Messestand Duplo  
Birmingham 1998
- /78/ Schöning, H. J.  
Werkstoffe zum Hinterkleben  
Bindereport 4/1989  
Hannover  
S. 182-183
- /79/ Krickler, G.  
Die Werkstoffe des Buchbinders  
Schlütersche Verlagsanstalt und  
Druckerei GmbH  
Hannover, 1982
- /80/ Kögler, H.; Kruschwitz, R.  
Buchendfertigung  
Berufsausbildung Polygrafie  
2., verbesserte Auflage  
VEB Fachbuchverlag Leipzig  
1979
- /81/ Stanger, G.  
Moderne Bucheinbandfertigung: Welche  
Bucheinbandstoffe sind zum Binden  
geeignet? - Teil II  
Deutscher Drucker Nr.40/13-12-84  
Stuttgart  
S. 8-13
- /82/ Thalmann-Graf, W. R.  
Ugra-Untersuchungen im Buchbinderei-  
sektor - Teil I  
Der Polygraph 6/1976  
Frankfurt / Main  
S. 384-390

- /83/ Thalmann-Graf, W. R.  
Ugra-Untersuchungen im Buchbinderei-  
sektor - Teil II  
Der Polygraph 7/1976  
Frankfurt / Main  
S. 480-483
- /84/ Finishing mit System  
Druckspiegel 2/1999  
Heusenstamm  
S. 52-53
- /86/ Book on demand in Frankfurt  
Offsetpraxis 9/1999  
Stuttgart/Fellbach  
S.70-72
- /87/ Ideal  
Stapelschneider im Keinformathbereich  
Bindereport 1/1998  
Hannover  
S. 45
- /88/ Entwicklung neuer Medienkonzepte für  
PoD-Dienstleister  
Deutscher Drucker Nr. 35 / 17.09.98  
Stuttgart  
S. 40-44
- /89/ Siegel, O.  
Automatisierte Falztechnik für Book on  
Demand  
Deutscher Drucker Nr. 14/11.04.2002  
Stuttgart  
S. 53
- /90/ Siegel, O.  
Book on demand = Folding on demand  
Bindereport 4/2002  
Hannover  
S. 39-40
- /91/ Weiterverarbeitung digitaler Drucke  
Falzen und Zusammentragen: Mathias  
Bauerle  
Bindereport 1/2003  
Hannover  
S. 24-26
- /92/ Siegel, O.  
Technische Lösungen für das Falzen  
digitaler Drucke  
Druck & Medien-Magazin 3-4/2003  
Waiblingen  
S. 52-53
- /93/ Siegel, O.  
Mittelformatintelligenz nun auch für  
Kleinformat-Falzmaschinen  
Druckspiegel 9/1997  
Heusenstamm  
S. 54-58
- /94/ Haug  
Elektrostatik in Falzmaschinen  
Firmeninformatio  
1996
- /95/ FKS  
Grafipli 3800  
Firmenprospekt  
Hamburg  
1998
- /96/ Innovations 2001  
Bindereport 4/2001  
Hannover  
S. 40-43
- /98/ Hunkeler Wikon – Spezialist für  
PRINTING und BINDING ON DEMAND  
Bindereport 6/2000  
Hannover  
S. 44-46
- /99/ Digit@ale Book-Factory  
Bindereport 1/2001  
Hannover  
S. 32
- /100/ Weiterverarbeitung von Digitaldrucken  
Ernst Nagel GmbH  
Bindereport 1/2002  
Hannover  
S. 30-31
- /101/ Rillen und Broschürenfertigung nach  
dem Digitaldruck  
Bindereport 1/2001  
Hannover  
S. 41
- /102/ Branser, H.-D.  
Print und Finishing on demand  
Schlagworte?  
Bindereport 3/1997  
Hannover  
S. 134-137
- /103/ Gewinn durch On-demand-Fähigkeit  
Druckspiegel 2/1999  
Heusenstamm
- /104/ Drupa 2000  
Düsseldorf, Mai 2000

- /105/ Stielow  
Firmenprospekt  
Norderstedt  
2000
- /106/ Unterschiedlichste Lösungen auf höchstem technischen Niveau  
Bindereport 2/2000  
Hannover  
S. 50-51
- /107/ Hightech, Highspeed, Highquality  
Stielow: neuer StitchLiner 5500  
Bindereport 4/2003  
Hannover  
S. 39
- /108/ Broschüren und Bücher per Mausclick  
Bindereport 2/2000  
Hannover  
S. 38-39
- /110/ Weiterverarbeitung digitaler Drucke  
Broschurenherstellung: Stielow  
Bindereport 1/2003  
Hannover  
S. 48-49
- /111/ Printing-on-Demand und Pay-Print haben Zukunft  
Druckspiegel 9/1996  
Heusenstamm  
S. 58-61
- /112/ meccanotecnica SpA  
Von In-line- bis On-demand-Fadenheftung  
Bindereport 7/1997  
Hannover  
S. 432-436
- /113/ Starke Impulse für die Branche von der Chicagoer Messe  
Bindereport 10/1997  
Hannover
- /114/ Fadenheftung veredelt Digitaldruck  
Bindereport 1/2001  
Hannover  
S. 40
- /115/ Grafitalia 2001, Fachmesse  
Mailand (I), 15.06.2001
- /116/ Digitaldruckprodukte durch Fadenheftung veredelt  
Deutscher Drucker Nr. 39 / 18.10.2001  
Stuttgart  
S. 36-39
- /117/ Es ist nicht alles Gold, was glänzt  
Druck & Medien-Magazin 21-22/2002  
Waiblingen  
S. 32-33
- /118/ Lösungen für Digitaldruck mit integrierter Weiterverarbeitung  
Deutscher Drucker Nr. 22-23 / 19-06-97  
Stuttgart  
S. 20-27
- /119/ C. P. Bourg  
Bücher aus dem PC  
Bindereport 2/1996  
S. 67
- /120/ Weiterverarbeitung digitaler Drucke  
Broschurenherstellung: Planatol  
Klebetchnik  
Bindereport 1/2003  
Hannover  
S. 42
- /121/ Weiterverarbeitung von Digitaldrucken  
Heidelberger Druckmaschinen AG  
Bindereport 1/2002  
Hannover  
S. 26-27
- /122/ Grafitalia 98, Fachmesse  
Mailand (I), 08.05.98
- /123/ Zechini  
Dreimesserautomat Fiorino  
Firmenprospekt  
Mailand (I)  
1998
- /124/ Innovative Weiterverarbeitung  
Lösungen von C. P. Bourg  
Bindereport 2/1999  
Hannover  
S. 38
- /125/ Book on demand in zwei Leistungsklassen  
Bindereport 3/2001  
Hannover  
S. 72-73
- /126/ Nestler, R.  
Der Digitaldruck ist nur stark mit starker Druckverarbeitung  
Deutscher Drucker Nr. 8 / 24.02.2000  
Stuttgart  
S. 138-142

- /127/ Weiterverarbeitung von Digitaldrucken  
Stielow GmbH  
Bindereport 1/2002  
Hannover  
S. 32-33
- /128/ Planatol  
Buchbinderische Lösung für digital  
Gedrucktes  
Bindereport 2/1996  
S. 68-69
- /129/ Weiterverarbeitung digitaler Drucke  
Broschurenherstellung: Ribler GmbH  
Bindereport 1/2003  
Hannover  
S. 43
- /130/ Thermo-Bindeggerät für Dokumente  
Druck & Medien-Magazin 11/2003  
Waiblingen  
S. 40
- /131/ Hightech-Finish für Dokumente  
Bindereport 10/2002  
Hannover  
S. 70
- /132/ Neue Technik aus England für das  
Klebebinden  
Bindereport 11/1999  
Hannover  
S. 69
- /133/ Dürselen  
Flexibles Verarbeitungszentrum Corta  
PB 11  
Firmenprospekt  
2000
- /134/ Workflow beim Finishing nach dem  
Digitaldruck  
Deutscher Drucker Nr. 32 / 31.08.2000  
Stuttgart  
S. 42
- /135/ Integrierter Workflow beim Finishing  
nach dem Digitaldruck  
Bindereport 10/2000  
Hannover  
S. 54
- /136/ Finishing nach dem Digitaldruck  
Bindereport 1/2001  
Hannover  
S. 36-37
- /137/ Weiterverarbeitung digitaler Drucke  
Bohren: Dürselen GmbH  
Bindereport 1/2003  
Hannover  
S. 34
- /138/ Weiterverarbeitung von Digitaldrucken  
Dürselen  
Bindereport 1/2002  
Hannover  
S. 37-38
- /139/ Schneiden und Bohren mit Cut-O-Drill  
Bindereport 5/1999  
Hannover  
S. 68
- /140/ Perfecta DIGIBIND - DIGITALDRUCK  
und wie weiter?  
Bindereport 2/2000  
Hannover  
S. 44-47
- /141/ Heidelberg: Probinder ermöglicht  
erstmal variable Drahtkammbindung  
Bindereport 11/2002  
Hannover  
S. 76
- /142/ Probinder – Lösung für die Book-on-  
Demand-Produktion  
Deutscher Drucker Nr. 48 / 28.11.2002  
Stuttgart  
S. 55
- /143/ Weiterverarbeitung digitaler Drucke  
Broschurenherstellung: Heidelberger  
Druckmaschinen AG  
Bindereport 1/2003  
Hannover  
S. 32-33
- /144/ Dreiseitenbeschnitt  
Stielow GmbH  
Bindereport 10/2002  
Hannover  
S. 33
- /145/ Dreiseitenbeschnitt  
Michael Hörauf Maschinenfabrik GmbH  
Bindereport 10/2002  
Hannover  
S. 18
- /146/ Digitaldruck-Weiterverarbeitung mit  
neuen Schneidsystemen  
Deutscher Drucker Nr. 32 / 28-08-97  
Stuttgart  
S. 17

- /147/ Schneidsysteme für die Digitaldruck-  
Verarbeitung  
Deutscher Drucker Nr. 7 / 19-02-98  
Stuttgart  
S. 27
- /148/ Dreiseitenbeschnitt  
SRS Short Run Solution  
Bindereport 10/2002  
Hannover  
S. 32
- /149/ Dreischneider für Kleinauflagen  
Bindereport 10/2001  
Hannover  
S. 30-31
- /150/ Rathert, H.  
Kostengünstiger Dreischneider auch für  
Kleinauflagen  
Deutscher Drucker Nr. 39 / 18.10.2001  
Stuttgart  
S. 18
- /151/ Perfectomat Circut 40 – ein neues Kon-  
zept wird vorgestellt  
Bindereport 1/2001  
Hannover  
S. 44-45
- /152/ Dreiseitenbeschnitt  
Perfecta Schneidesysteme GmbH  
Bindereport 10/2002  
Hannover  
S. 28-29
- /153/ Papyrus vertreibt Circut BOD  
Bindereport 3/2002  
Hannover  
58-59
- /154/ Bücher auf Knopfdruck: Neues System  
für Books-on-Demand  
Deutscher Drucker Nr. 32 / 26.08.1999  
Stuttgart  
S. 24-25
- /155/ Petratto Maccine  
Firmenprospekt  
Caseletto To (I)  
2002
- /156/ Automatisches Rillen mit Auto-Rillnak  
von Nagel  
Deutscher Drucker Nr. 14 / 11.04 2002  
Stuttgart  
S. 27
- /157/ Ernst Nagel GmbH – erleichterte  
Weiterverarbeitung nach dem  
Digitaldruck  
Bindereport 10/2002  
Hannover  
S. 68
- /158/ Mehrwert durch zusätzliche Bearbeitung  
Ernst Nagel GmbH  
Bindereport 10/2002  
Hannover  
S. 50-51
- /159/ Open Hous Richter pro-book  
23.-25.10.2002  
Hochschule für Technik, Wirtschaft und  
Kultur Leipzig  
Fachbereich Polygrafische Technik
- /160/ Mehrwert durch zusätzliche Bearbeitung  
FKS-Hamburg Ing. Fritz Schroeder  
GmbH & Co. KG  
Bindereport 10/2002  
Hannover  
S. 48
- /161/ Wirtschaftliche Herstellung von  
Hardcover-Kleinauflagen  
Bindereport 1/2001  
Hannover  
S. 33-34
- /162/ Schmedt  
Firmenprospekt  
Hamburg  
2000
- /163/ PRÄ-Maschinen für den Bucheinband  
nach dem Digitaldruck  
Bindereport 1/2001  
Hannover  
S. 46-47
- /164/ Hardcover – wirtschaftliche Fertigung  
DRG-Graphic GmbH  
Bindereport 12/2002  
Hannover  
S. 22-23
- /165/ bielomatik Leuze GmbH & Co präsentiert  
Bookmaster 360  
Bindereport 5/2000  
Hannover  
S. 3435
- /166/ Einzelbuchfertigung und Kleinauflagen  
Bindereport 1/2001  
Hannover  
S. 30-31

- 
- /168/ Rationelle Hardcoverfertigung  
DGR-Graphic GmbH  
Bindereport 12/2001  
Hannover  
S. 22-24
- /169/ Buchstraße der DGR-Graphic GmbH  
Hardcover-Kleinauflagen – wirtschaftlich  
produziert  
Deutscher Drucker Nr. 39 / 18.10.2001  
Stuttgart  
S. 46-47
- /170/ Weiterverarbeitung digitaler Drucke  
Hardcover: SRS Short Run Solutions, CH  
Bindereport 1/2003  
Hannover  
S. 46-47



---

## **Verzeichnis der verwendeten Formelzeichen und Abkürzungen**

$b_R$	Umfang der Rückenrundung (mm)
$d_B$	Blockdicke (mm)
$r$	Radius
$F_B$	Bruchkraft (N)
DFZ	Doppelfalzzahl, Anzahl Doppelfalzen
$F_{\text{Ein}}$	Einreißfestigkeit (N)
$B$	Berstfestigkeit (mPa)
$\varepsilon_B$	Bruchdehnung (%)
$\varepsilon_{\text{max}}$	Dehnung bei Maximalkraft (%)
$D$	Dicke (mm)
$m_A$	flächenbezogene Masse ( $\text{g}/\text{m}^2$ )
$F_{\text{BDFZ}}$	Bruchkraft nach 1.000 Doppelfalzen (N)
$\Delta l$	Längenänderung (mm)
LR	Materialaufrichtung (Faserlaufrichtung bzw. Kettrichtung)
QR	Materialquerrichtung (Faserquerrichtung bzw. Schußrichtung)

## **Verzeichnis der Bilder**

Bild 1	Ausführungsvarianten der modifizierten dreiteiligen Buchdecke .....	44
Bild 2	Funktionsprinzip zur Herstellung der Verbundteile Deckelpappen – Verstärkungsstreifen .....	46
Bild 3	Bereich der Materialdehnung beim Falzeinbrennen a) vierteilige Buchdecke, b) modifizierte dreiteilige Buchdecke .....	62
Bild 4	Probenzuschnitt für ausgewählte Meßverfahren.....	70
Bild 5	Bruchkraft $F_B$ in Materialaufrichtung und Materialquerrichtung (Verstärkungsmaterial) .....	73
Bild 6	Doppelfalzzahl DFZ in Materialaufrichtung und Materialquerrichtung (Verstärkungsmaterial) .....	75
Bild 7	a) Bruchkraft $F_B$ in Materialaufrichtung, Doppelfalzzahl DFZ in Materialquerrichtung b) Bruchkraft $F_B$ in Materialquerrichtung, Doppelfalzzahl DFZ in Materialaufrichtung (Verstärkungsmaterial) .....	76
Bild 8	Bruchkraft ohne $F_B$ und nach Biegebelastung $F_{BDFZ}$ in Materialaufrichtung und Materialquerrichtung (Verstärkungsmaterial).....	78
Bild 9	Einreißfestigkeit $F_{Ein}$ in Materialaufrichtung und Materialquerrichtung (Verstärkungsmaterial) .....	79
Bild 10	Bruchdehnung $\epsilon_B$ in Materialaufrichtung und Materialquerrichtung (Verstärkungsmaterial) .....	82
Bild 11	Kraft-Weg-Diagramm in Materialaufrichtung und Materialquerrichtung (Verstärkungsmaterial) .....	83/84
Bild 12	Bruchkraft $F_B$ und Bruchdehnung $\epsilon_B$ in Materialaufrichtung und Materialquerrichtung (Verstärkungsmaterial) .....	85
Bild 13	Bewertungsnote für Kantenbildung in Abhängigkeit von der Farbe des Bucheinbandmaterials in Materialaufrichtung und Materialquerrichtung.....	88/89
Bild 14	Bewertungsnote für Kantenbildung in Abhängigkeit von der Oberflächenstruktur des Bucheinbandmaterials in Materialaufrichtung und Materialquerrichtung .....	91/92
Bild 15	Bewertungsnote für Kantenbildung in Abhängigkeit von der Dicke $d$ des Verstärkungsmaterials, Verstärkungsmaterial in Materialaufrichtung (Regressionsgeraden).....	95
Bild 16	Bewertungsnote für Kantenbildung in Abhängigkeit von der Dicke $d$ des Bucheinbandmaterials, Verstärkungsmaterial in Materialaufrichtung.....	96
Bild 17	Bruchkraft $F_B$ in Materialaufrichtung und Materialquerrichtung (Bucheinbandmaterial) .....	100
Bild 18	Bruchdehnung $\epsilon_B$ in Materialaufrichtung und Materialquerrichtung (Bucheinbandmaterial).....	100

Bild 19	Doppelfalzzahl DFZ in Materiallaufrichtung und Materialquerrichtung (Bucheinbandmaterial) .....	101
Bild 20	Einreißfestigkeit $F_{Ein}$ in Materiallaufrichtung und Materialquerrichtung (Bucheinbandmaterial) .....	102
Bild 21	Kraft-Weg-Diagramm (Kaschierverbund Brillanta, orange / Scharnierstoff GP 2 R) ..	104
Bild 22	Bruchkraft $F_B$ und Maximalkraft $F_{max}$ (Kaschierverbund Brillanta orange / Verstärkungsmaterial; Verstärkungsmaterial) in Materiallaufrichtung und Materialquerrichtung.....	107
Bild 23	Dehnung bei Maximalkraft $\epsilon_{max}$ bzw. Bruchdehnung $\epsilon_B$ (Kaschierverbund Brillanta orange / Verstärkungsmaterial; Verstärkungsmaterial) in Materiallaufrichtung und Materialquerrichtung.....	109
Bild 24	Kraft-Weg-Diagramm (Kaschierverbund EfaIn Neuleinen, rot / Scharnierstoff GP 2 R) .....	110
Bild 25	Bruchkraft $F_B$ und Maximalkraft $F_{max}$ (Kaschierverbund EfaIn Neuleinen, rot / Verstärkungsmaterial; Verstärkungsmaterial) in Materiallaufrichtung und Materialquerrichtung.....	111
Bild 26	Dehnung bei Maximalkraft $\epsilon_{max}$ bzw. Bruchdehnung $\epsilon_B$ (Kaschierverbund EfaIn Neuleinen rot / Verstärkungsmaterial; Verstärkungsmaterial) in Materiallaufrichtung und Materialquerrichtung.....	112
Bild 27	Doppelfalzzahl DFZ (Kaschierverbund Brillanta, orange / Verstärkungsmaterial; Verstärkungsmaterial) in Materiallaufrichtung und Materialquerrichtung.....	114
Bild 28	Doppelfalzzahl DFZ (Kaschierverbund EfaIn Neuleinen, rot / Verstärkungsmaterial; Verstärkungsmaterial) in Materiallaufrichtung und Materialquerrichtung.....	116
Bild 29	Einreißfestigkeit $F_{Ein}$ (Kaschierverbund Brillanta, orange / Verstärkungsmaterial; Verstärkungsmaterial) in Materiallaufrichtung und Materialquerrichtung.....	118
Bild 30	Einreißfestigkeit $F_{Ein}$ (Kaschierverbund EfaIn Neuleinen, rot / Verstärkungsmaterial; Verstärkungsmaterial) in Materiallaufrichtung und Materialquerrichtung.....	119
Bild 31	Drahtrückstichheften (Bookletmaker).....	129
Bild 32	Zwei Varianten des Drahtrückstichheftens als Sattelheftung.....	130
Bild 33	Fadenheften mit integrierter Lagenfalzstation.....	132
Bild 34	Fadenheften mit traditioneller Fadenheftmaschine und vorgeschalteter Preß- und Stapelstation.....	133
Bild 35	Klebebinden.....	136
Bild 36	Alternatives Verfahren der Klebebindung (Doubleback).....	137
Bild 37	Kombination von Schneiden und Bohren inline.....	139
Bild 38	Oszillierendes Rillen mit automatischem Materialvorschub.....	144
Bild 39	Fälzelübergreif bei Eurobind-Broschuren mit variabler Blockdicke.....	146

---

Bild 40	Rundeprinzip mittels schwenkbarem Formelement.....	147
Bild 41	Übersicht über technologische Wirkprinzipien zur Herstellung von Büchern im Rahmen des Binding on demand .....	157

## **Verzeichnis der Tabellen**

Tabelle 1	Besonderheiten des Binding on demand.....	20
Tabelle 2	Bewertung von Buchdecken .....	36
Tabelle 3	Vergleich Ganzband- und Halbbanddecke.....	38
Tabelle 4	Matrix zur Ermittlung der erforderlichen Buchdeckenanzahl in Abhängigkeit vom Buchformat und von der Anzahl der Deckenbezugsmaterialien.....	40
Tabelle 5	Ausführungsvarianten der modifizierten dreiteiligen Buchdecke.....	48/49
Tabelle 6	Ermittlung der Buchdeckenmaße für eine vierteilige Buchdecke .....	50
Tabelle 7	Deckelpappenauswahl (Pappendicke) in Abhängigkeit von der Dicke und dem Format des Buchblocks.....	51
Tabelle 8	Ermittlung der Buchdeckenmaße für die modifizierte dreiteilige Buchdecke.....	54
Tabelle 9	Qualitative Einschätzung der Versuchsbücher .....	56
Tabelle 10	Abstimmung von Buchblocks unterschiedlicher Blockdicke auf eine nach einem Ausgangsmaß hergestellte Buchdecke .....	56
Tabelle 11	Matrix zur Ermittlung der erforderlichen Buchdeckenanzahl in Abhängigkeit vom Buchformat und der Anzahl Deckenbezugsmaterialien.....	57
Tabelle 12	Ermittlung der notwendigen Dehnbarkeit für die modifizierte dreiteilige Buchdecke .....	63
Tabelle 13	Materialien zum Hinterkleben und Fälzeln.....	67/68
Tabelle 14	Verstärkungsmaterialien.....	69/70
Tabelle 15	Messungen und Prüfungen.....	71
Tabelle 16	Festigkeit und Dehnung (Verstärkungsmaterial).....	72
Tabelle 17	Doppelfalzzahl in Materialaufrichtung und Materialquerrichtung (Verstärkungsmaterial) .....	74
Tabelle 18	Vergleich der Bruchkraft ohne und nach Biegebeanspruchung (Verstärkungsmaterial).....	77
Tabelle 19	Einreißfestigkeit und Berstfestigkeit (Verstärkungsmaterial).....	80
Tabelle 20	Korrelationskoeffizienten.....	81
Tabelle 21	Regressionsgleichung und Korrelationskoeffizient .....	93
Tabelle 22	Bucheinbandmaterialien.....	98
Tabelle 23	Festigkeit und Dehnung (Bucheinbandmaterial).....	99
Tabelle 24	Doppelfalzzahl in Materialaufrichtung und Material- querrichtung (Bucheinbandmaterial).....	101
Tabelle 25	Einreißfestigkeit in Materialaufrichtung und Material- querrichtung (Bucheinbandmaterial) .....	102

---

Tabelle 26	Festigkeit und Dehnung (Kaschierverbund).....	105
Tabelle 27	Doppelfalzzahl in Materialaufrichtung und Materialquerrichtung (Kaschierverbund) .....	113
Tabelle 28	Einreißfestigkeit in Materialaufrichtung und Materialquerrichtung (Kaschierverbund) .....	117
Tabelle 29	Einschätzung der Dehnung der Verstärkungsmaterialien separat und im Kaschierverbund.....	121
Tabelle 30	Übersicht über technologische Wirkprinzipien für ausgewählte Produktkonstruktionen im Binding on demand.....	152-156
Tabelle 31	Übersicht über technologische Wirkprinzipien in Abhängigkeit von der Auflagenhöhe im Rahmen des Binding on demand.....	158/159

## **Thesen**

1. Printing und Binding (auch Finishing) on demand umfassen die bedarfsgerechte Herstellung von Druckerzeugnissen von der Datenerfassung über den Druck bis zum fertigen buchbinderischen Erzeugnis unter Nutzung digitaler Daten und digitaler Druckverfahren. Mit der zusammenfassenden Bezeichnung Publishing on demand wird die Komplexität des Gesamtprozesses zum Ausdruck gebracht, die sich auf die gesamte Herstellung der Druckprodukte bezieht und die Autorenschaft, die Erstellung des Layouts und Druckspiegels, zum Teil die datenbankbezogene Verwaltung der Daten und entstandenen Dokumente und schließlich den eigentlichen Druck und die Weiterverarbeitung der gedruckten Seiten zu einem Finalprodukt beinhaltet.
2. Für das Printing on demand werden digitale Druckverfahren, insbesondere das elektrofotografische eingesetzt. Als gemeinsame Merkmale und Vorteile sind herauszustellen:
  - keine Druckformenherstellung (Kosten- und Zeitminimierung),
  - wechselndes Druckbild je Druckvorgang für Individualisierung und Personalisierung,
  - Druckunterbrechung (Einschub eines Auftrags),
  - kurze Rüstzeiten,
  - keine bzw. minimale Makulatur,
  - hohe Wirtschaftlichkeit,
  - hohe Aktualität.
3. Aus These 2 leiten sich Forderungen und Spezifika für die buchbinderische Verarbeitung digital bedruckter Bedruckstoffe ab, z. B.:
  - Kurzfristigkeit bei der Fertigstellung des buchbinderischen Finalerzeugnisses,
  - Herstellung von Einzelexemplaren, Kleinstauflagen (20 Exemplare) und Kleinauflagen (500 Exemplare),
  - Verarbeitung stark ausgetrockneter Papiere (Probleme der Qualität),
  - Bedruckstoffformate hauptsächlich DIN A4 und A3 bzw. Rollenbreite bis zu 500 mm,
  - Leistung bis zu 900 DIN A4-Seiten schwarz/weiß je Minute (bei 300 Seiten je Exemplar durchschnittlich 180 Produkte je Stunde).

Dem Einsatz traditioneller Technologien und Maschinen der industriellen Buchbinderei stehen damit verbundene lange Trockenzeiten, häufiger Formatwechsel (vor allem Blockdicke), mit Makulatur und Zeitaufwand verbundene Einrichtzeiten und Leistungsunterschieden zur digitalen Druckmaschine entgegen, was u. a. die Nutzung neuer Technologien (Heißsiegeln), die Lagerung vorgefertigter Buchdecken und Broschürenumschläge und den Einsatz einfacher Kleingeräte bedingt.

4. Die gegenwärtigen technischen Möglichkeiten beschränken sich hauptsächlich auf die Produktion von Drahrückstichbroschüren und klebegebundenen Mehrlagenbroschüren, wofür kompakte Anlagen in Kopplung mit der Digitaldruckmaschine im Einsatz sind und sich für bestimmte Produktgruppen preiswerte praktikable Lösungen ergeben.

Für hochwertige Produkte endet der kontinuierliche Arbeitsfluß jedoch nach dem Drucken oder eventuell nach dem Falzen. Für die Produktion von Büchern in Einzel-exemplaren oder Kleinstauflagen stehen gegenwärtig noch keine praxisrelevanten

Anlagen zur Verfügung. Ausnahme bildet hier das computergestützte Fertigungssystem L.O.S., das wegen der Nutzung einer Vielzahl von Arbeitsplätzen und manuell bedienten Spezialmaschinen für die vorliegende Aufgabenstellung nur als bedingt nutzbar eingeschätzt wird.

5. Aus der Variantenvielfalt buchbinderischer Finalerzeugnisse sind Produktkonstruktionen auszuwählen, die prinzipielle Forderungen an ein Druckerzeugnis (neben der Informationsfunktion die Gewährleistung einer dauerhaften Gebrauchsbeständigkeit, ästhetischer Ansprüche und optimaler Nutzungseigenschaften) sowie die sich aus den Spezifika des Publishing on demand ergebenden Forderungen (kurzfristige Herstellung, vertretbarer technologischer und wirtschaftlicher Aufwand bei Fertigung von Einzelexemplaren) erfüllen.
6. Ein Abschnitt zur Kategorie Broschur faßt lediglich die Ergebnisse eines im Vorfeld der vorliegenden Arbeit erbrachten Forschungsberichtes zusammen, in dem ausgewählt wurden die
  - konventionelle Broschur mit vierfach gerilltem Umschlag,
  - Tubebind-Broschur mit buchähnlichem Aufschlagverhalten,
  - Eurobind-Broschur mit buchähnlichem Aufschlagverhalten.
7. Schwerpunkt der Arbeit liegt auf dem Buch als dem hochwertigsten Finalerzeugnis industrieller buchbinderischer Fertigung, dessen Konstruktionsmerkmale durch die Beschaffenheit der Buchdeckenkonstruktion bestimmt werden. Typische Buchdeckenkonstruktionen, die für die Aufgabenstellung nach ihren Bestandteilen (Anzahl der Zuschnitteile) zu differenzieren sind, werden ausführlich beschrieben und anhand ausgewählter Merkmale bezüglich ihrer Eignung für das Binding on demand beurteilt. Für einen Vergleich unterschiedlicher Buchdeckenkonstruktionen werden folgende Auswahlkriterien aufgestellt:
  - 1 Ecken- und Kantenschutz, Schutz vor Delaminierung,
  - 2 Stabilität der Deckel (Standfestigkeit im Regal),
  - 3 Formbarkeit des Rückens (Eignung für gerade und runde Rücken),
  - 4 Formstabilität des Rückens,
  - 5 Scharnierfunktion,
  - 6 Erfüllung der ästhetischen Funktion (einem hochausgestatteten Buchblock angemessen).

Mindestens 75 % in der Summe der vergebenen Bewertungszahlen erreichen die

- zweiteilige Buchdecke, Pappe gefräst/genutet mit Bezug mit Einschlügen,
- vierteilige Buchdecke, Pappe gefräst/genutet mit Halbbandbezug,
- vierteilige Ganzbandbuchdecke, starre oder flexible Rückeneinlage,
- sechsteilige Halbbandbuchdecke, starre oder flexible Rückeneinlage.

Aus Gründen des Herstellungsaufwandes (Fräsen bzw. Nuten als zusätzliches Arbeitsverfahren) sind die zwei- und vierteilige Buchdecke aus einem Pappnutzen auszuschließen. Ein detaillierter Vergleich in bezug auf die Herstellung der Ganz- und Halbbanddecke schließt ebenfalls die sechsteilige Buchdecke für das Binding on demand aus aufgrund des Mehraufwandes beim Zuschneiden und Fügen der höheren Anzahl von Teilen.

8. Für die zunächst favorisierte vierteilige Ganzbandbuchdecke entstehen im Rahmen des Binding on demand Einschränkungen, die sich aus ihrer strengen Abhängigkeit von den Maßen des Buchblocks ergeben. Insbesondere die Breite der Rückeneinlage ist für die Gewährleistung der Funktionalität und Gebrauchsbeständigkeit des Buches sowie seines ästhetischen Äußeren genau auf die Buchblockdicke abzustimmen. Als Toleranzgrenze für die Rückeneinlagenbreite wird ein Maß von  $\pm 1,0$  mm festgelegt.

Damit kann die Buchdecke erst nach Fertigstellung des Buchblocks in maßhaltiger und qualitätsgerechter Form hergestellt werden, was bei Verwendung wasserhaltiger Klebstoffe Trockenzeiten und Zeitverzögerungen bei der Fertigstellung des Buches nach sich zieht. Eine Lagerung vorgefertigter Buchdecken wird als unrealistisch eingeschätzt, da im betrachteten Blockdickenbereich von 10...45 mm für ein Format und ein Bucheinbandmaterial bereits 18 Decken zu lagern sind.

9. Entsprechend den in These 3 festgehaltenen Spezifika des Binding on demand und der sich aus These 7 ableitenden Forderung nach einer neuen Buchdeckenvariante wird eine Modifizierung der dreiteiligen Buchdecke vorgeschlagen. Die Modifizierung besteht darin, daß der Rückenbereich des Bezugsmaterials mit einem zusätzlichen Materialstreifen kaschiert wird. Obwohl die Buchdecke nun ebenfalls vier Materialteile enthält, ist von einer modifizierten dreiteiligen Buchdecke zu sprechen, da sich kein deutlich abgegrenztes Rückenmaterial im Sinne einer Rückeneinlage abzeichnet und der Herstellungsaufwand dem für eine dreiteilige Decke ähnelt. Mit dieser Deckenkonstruktion wird eine weitgehende Unabhängigkeit von der Dicke des Buchblocks erzielt.

Für das Binding on demand stellt die modifizierte dreiteilige Buchdecke, die als Gebrauchsmuster geschützt ist, eine nützliche und praktikable Lösung dar. Eine industrielle Herstellung und anschließende Lagerung in akzeptabler Größenordnung ist realisierbar. Der Kunde, der vor Ort sein Buch bestellt, kann über die Wahl eines Bucheinbandmaterials bzw. seiner Farbe und die Mitgestaltung des Titel- und Rückenbildes (z. B. Schriftwahl) das Gefühl vermittelt bekommen, daß dieses Exemplar ausschließlich für ihn gefertigt wurde. Die im Digitaldruck erreichbare Individualität kann in der Weiterverarbeitung fortgesetzt werden.

10. Es existieren verschiedene Ausführungsvarianten der modifizierten dreiteiligen Buchdecke, je nach dem, ob
- die Länge des Verstärkungstreifens der Höhe des Bezugsmaterials oder der Deckelpappenhöhe entspricht,
  - der Verstärkungstreifen direkt auf das Deckenbezugsmaterial oder zunächst die Deckelpappen auf das Deckenbezugsmaterial und darauf der Verstärkungstreifen geklebt wird,
  - die Breite des Verstärkungstreifens eine Materialüberlappung mit den Deckelpappen bedingt oder nicht.

Favorisiert wird trotz einer möglichen visuell wahrnehmbaren Kantenbildung auf der Deckenvorderseite die Konstruktionsvariante, bei der die Länge des Verstärkungstreifens der Höhe des Bezugsmaterials entspricht und der Verstärkungstreifen direkt auf das Bezugsmaterial geklebt wird. Für diese Variante

- kann die Kaschierung des Bezugsmaterials mit dem Verstärkungsstreifen bereits vorgefertigt werden,
- muß der Verstärkungsstreifen nicht auf die Blockdicke abgestimmt werden (eine Breite für den betrachteten Blockdickenbereich),
- sind keine Probleme in bezug auf Verklebung und Ästhetik beim Kanteneinschlag zu erwarten,
- entstehen keine Probleme beim Falzeinbrennen (keine hohlen Stellen an Deckelkanten).

11. Bei der Festlegung der Maße einer modifizierten dreiteiligen Buchdecke gelten für die Deckelpappen und den Bezugsnutzen analoge Regeln wie für die Ganzbanddecke. Die freie Rückenbreite (Abstand zwischen den Deckelpappen) summiert sich aus der Blockdicke, der doppelten Deckelpappendicke, der doppelten Falzbreite und einem blockdickenabhängigen Zuschlag von 1...4 mm. Buchblocks ab einer Dicke von 10mm sind zu runden, um eine Anpassung des nicht rechtwinklig auszubildenden Rückens der Buchdecke zu gewährleisten.

Ausgehend von einer Buchblockdicke kann die dafür hergestellte Buchdecke im Blockdickenbereich von  $\pm 5$  mm eingesetzt werden, wenn die Kantenbreite am Vorderschnitt oder die Buchblockbreite variiert wird. Eine auf eine bestimmte Blockdicke (z. B. 20 mm) abgestimmte modifizierte dreiteilige Buchdecke ist somit für Buchblocks im Dickenbereich von  $\pm 5$  mm (15...25 mm) nutzbar, wenn bei dünneren Blocks die Kantenbreite am Vorderschnitt vergrößert oder die Blockbreite beim Dreiseitenbeschnitt vergrößert wird und wenn bei dickeren Blocks die Blockbreite beim Dreiseitenbeschnitt verkleinert wird.

Die Anzahl vorgefertigter, zu lagernder Buchdecken bei Anwendung der modifizierten dreiteiligen Buchdecke verringert sich bei einem Format und einem Bucheinbandmaterial auf vier Decken.

12. Für die Verstärkung im Rückenbereich ist ein geeignetes Material auszuwählen. An das Material ergeben sich
- Anforderungen im Gebrauch in bezug auf
    - Festigkeitseigenschaften (Bruchkraft, Doppelfalzzahl, Bruchkraft nach Biegebelaugung, Einreißfestigkeit),
    - Dehnbarkeit;
  - Anforderungen während der Verarbeitung in bezug auf
    - Klebstoffdurchlässigkeit,
    - vollflächige Verklebung;
  - ästhetische Merkmale in bezug auf
    - sichtbare Kantenbildung,
    - Veredlungsmöglichkeiten.

Die geforderten Eigenschaften wurden durch meßtechnische bzw. praktische Versuche sowie eine Expertenbefragung am Einzelmaterial sowie im Kaschierverbund mit zwei ausgewählten Bucheinbandmaterialien bei Unterscheidung nach Materialaufrichtung

(Faserlaufrichtung bzw. Kettrichtung) und Materialquerrichtung (Faserquerrichtung bzw. Schußrichtung) getestet.

13. Für die Verstärkung des Rückens der modifizierten dreiteiligen Buchdecke sind Materialien in Betracht zu ziehen, die zum Fälzeln und Hinterkleben von Buchblocks eingesetzt werden. Für die Versuche werden ausgewählt:

- Heftgaze (30/3LB-EH, BG IV),
- Scharnierstoff (GP 2 R, GP 2 G, GP 18, GP 5 W, GS 5 L),
- Schirting (D 35, F 110, F 110 G),
- Vlies (B 50 G, VP 80),
- Krepppapier (70/90, 70/90 G, 90/95),
- Fälzelpapier (weiß).

Als Bucheinbandmaterial wurden drei Zellwollgewebe (Saphir, Almoline und Brillanta) und als Bezugspapier EfaIn in drei verschiedenen Oberflächenstrukturen (glatt, linear und Neuleinen) ausgewählt.

14. Im Ergebnis der Untersuchung der Festigkeits-, Dehnbarkeits- und ästhetischen Eigenschaften der Verstärkungsmaterialien und für eine Eingrenzung der Materialmenge für die weiterführenden Untersuchungen sind

- Heftgaze (hohe Klebstoffdurchlässigkeit, geringe Formstabilität),
- Vliese (geringe Festigkeit, Klebstoffdurchlässigkeit),
- Krepppapier (zu geringe Festigkeit und Falzfestigkeit, zu hohe Dehnung in Materiallaufrichtung, zu geringe in Materialquerrichtung)

als ungeeignet einzustufen.

Für die Fortführung der Versuche wurden die Scharnierstoffe und Schirtings eingesetzt, was mit den hohen Festigkeitswerten, der hohen Falzfestigkeit und dem Kraft-Weg-Verhalten sowie ihrer geringen Materialdicke (geringe Ausprägung der Kantenbildung) zu begründen ist.

15. Als Ergebnisse der gesamten Versuchsreihe kann verzeichnet werden:

- Das Verstärkungsmaterial führt im Kaschierverbund zur erwarteten Erhöhung der Festigkeit des Bucheinbandmaterials.
- Bezüglich der Biegefestigkeit im Falzelenk werden die Mindestwerte an Doppelfalzungen erreicht.
- Die Einreißfestigkeit läßt auch für schwere Bücher keine Materialbeschädigung im Gebrauch erwarten.
- Hinsichtlich der Dehnung befindet sich unter den untersuchten Verstärkungsmaterialien keines, das einem universellen Einsatz (für sämtliche Blockdicken, in Verbindung mit beliebigem Einbandmaterial) gerecht wird. Es wird eine Beeinflussung durch das Bucheinbandmaterial festgestellt, was besonders in Materialquerrichtung (parallele Laufrichtung beider Materialien) deutlich wird. Für EfaIn besteht prinzipiell eine bessere Eignung.

– Die visuelle Wahrnehmung der Kantenbildung bei Überlappung des Verstärkungsmaterials zwischen Deckelpappen und Bezugsmaterial wird durch dunkle und dicke Einbandmaterialien sowie dünne Verstärkungsmaterialien reduziert. Bedrucken oder Prägen führen zu einer Verbesserung der Bewertung der Kantenbildung.

16. Im Ergebnis der in vorliegender Arbeit absolvierten Versuche wird konstatiert, daß unter Berücksichtigung der Dehnung und der Kantenbildung und im Sinne einer eingeschränkten Materialauswahl folgende Verstärkungsmaterialien für die modifizierte dreiteilige Buchdecke als geeignet einzustufen sind:

mit Brillanta für Blockdicke < 15 mm:	Verarbeitung in LR:	Scharnierstoff GP 5 W
	Verarbeitung in QR:	Scharnierstoff GS5 L

mit Brillanta für Blockdicke > 15 mm:	Verarbeitung in LR:	Scharnierstoff GS5 L
	Verarbeitung in QR:	Scharnierstoff GP 2 R
		Scharnierstoff GP 2 G
		Scharnierstoff GP 18
		Scharnierstoff GP 5 W
		Schirting F 110

mit Efallin für Blockdicke < 15 mm:	Verarbeitung in LR:	Scharnierstoff GP 2 R
-------------------------------------	---------------------	-----------------------

mit Efallin für Blockdicke > 15 mm:	Verarbeitung in LR:	Scharnierstoff GP 2 R
	Verarbeitung in QR:	Scharnierstoff GP 2 R
		Scharnierstoff GP 18
		Schirting F 110

17. Anhand der Besonderheit des Binding on demand wird für ausgewählte Produktkonstruktionen (die in These 5 genannten Broschurenkonstruktionen bzw. die mit der modifizierten dreiteiligen Buchdecke gebundenen Bücher) und Auflagenhöhen ein Weg zur Auswahl geeigneter technologischer Möglichkeiten bzw. einer Maschinenteknik gewiesen. Neben den technologischen Wirkprinzipien wird auf die erforderliche Maschinen- und Gerätetechnik eingegangen, die für die Realisierung der Verfahren eingesetzt wird.

**Erklärung**

Die vorliegende Arbeit mit dem Thema „Konstruktion von buchbinderischen Finalerzeugnissen unter Berücksichtigung der besonderen Anforderungen des Binding on demand“ wurde von mir selbständig verfaßt.

Bei der Anfertigung der Arbeit wurden ausschließlich die in der Arbeit aufgeführten Geräte und Hilfsmittel verwendet. Sämtliche inhaltlich aus anderen Veröffentlichungen übernommenen Angaben sind als solche gekennzeichnet, die Quellen im Literaturverzeichnis angegeben.

Dipl.-Ing. Inés Heinze  
Leipzig, 15. Dezember 2003