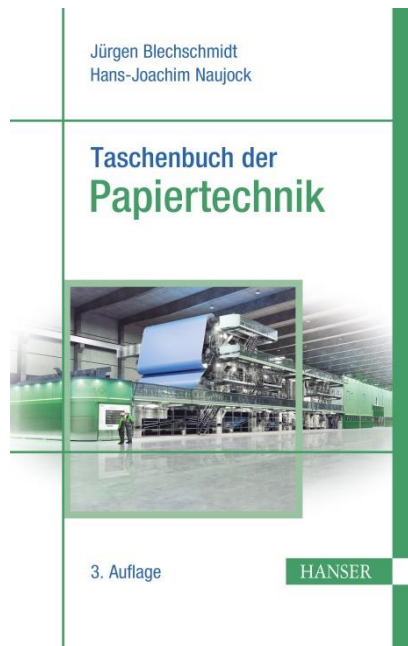


# HANSER



## Leseprobe

zu

## Taschenbuch der Papiertechnik

von Hans-Joachim Naujock (Hrsg.) und Jürgen  
Blechschmidt (Hrsg.)

Print-ISBN: 978-3-446-46285-4  
E-Book-ISBN: 978-3-446-46562-6

Weitere Informationen und Bestellungen unter

<https://www.hanser-kundencenter.de/fachbuch/artikel/9783446462854>

sowie im Buchhandel

© Carl Hanser Verlag, München

# Vorwort

Die Erfindung des Papiers wurde im Jahre 105 zuverlässig dokumentiert. Die wichtigste Funktion war lange Zeit die des Informationsträgers. Heute kommen weitere hinzu wie die der umweltfreundlichen Verpackung und des universellen Werkstoffs. In den vergangenen rund 1900 Jahren hat die Erzeugung von Papier eine rasante Entwicklung genommen. Weltweit werden jährlich 419 Millionen Tonnen Papier hergestellt. Wir empfinden es als selbstverständlich, dass gewünschte Papierqualitäten stets in ausreichender Menge zu erschwinglichen Preisen verfügbar sind. Papier fällt in der gesellschaftlichen Wahrnehmung also nicht durch sein Vorhandensein, sondern erst durch sein Fehlen auf.

Der Prokopfverbrauch pro Jahr beträgt derzeit 219 kg in Deutschland. Moderne Papiermaschinen produzieren mit Geschwindigkeiten von über 2000 m/min bei einer Arbeitsbreite von 10 m und darüber.

Holz ist der wichtigste Rohstoff zur Papiererzeugung. Der Prozess der Verarbeitung von Holz zu den Primärfaserstoffen Zellstoff und Holzstoff ist ein Ausgangspunkt der Halbstoffbereitstellung. Diese werden nach Gebrauch zu Sekundärrohstoff, zu Altpapier. Dieses ist mit 78 % der mengenmäßig wichtigste Faserstoff für die Herstellung von neuem Papier in Deutschland.

Die Faserstoffe werden für die Herstellung des Papiers auf der Papiermaschine zu Ganzstoff unter Zusatz von Additiven entsprechend der zu erzeugenden Papiersorte aufbereitet. Moderne Papiermaschinen führen über die Prozessstufen Blattbildung, Pressen und Trocknung zum fertigen Papier. Die Qualität der Papieroberfläche kann durch Streichvorgänge und Glättung beidseitig verbessert werden. In der Ausrüstung erfährt das Papier die endgültige Fertigstellung zur Auslieferung als Rollen- oder Formatware. Das Taschenbuch befasst sich mit diesen Vorgängen und behandelt abschließend die moderne Prozess- und Qualitätskontrolle. Die Papierverarbeitung ist als besonderer Abschnitt aufgenommen.

Das Taschenbuch versteht sich als Kompendium der komplexen Problematik der Papiertechnologie und versucht den neuesten Stand der Tech-

nik unter Nutzung von umfangreichem Bildmaterial und Tabellen wiederzugeben. Die erste Auflage erschien im Jahre 2010. Das Buch wurde vor allem an den Universitäten, Hochschulen und dem Papierzentrum im deutschsprachigen Raum als Standardwerk eingeführt. In der zweiten, aktualisierten Auflage wurde der Unterabschnitt „Energienutzung“ zu einem eigenständigen Abschnitt „Energieeinsatz bei der Papiererzeugung“ erweitert. Die dritte Auflage enthält den Abschnitt „Biogene Faserstoffe“ neu.

Zur Bearbeitung der Breite des Fachgebietes und der Gewährleistung der erforderlichen Kompetenz konnten ausgewiesene Fachexpertinnen und -Experten aus dem In- und Ausland als Autorinnen und Autoren gewonnen werden. Ihnen sei für ihr aktives Mitwirken recht herzlich gedankt.

Als Leser möchten wir alle am komplexen Prozess der Fertigung des Kulturgutes Papier Interessierten, vorwiegend natürlich das technisch-technologische Personal von Papierfabriken und Papierverarbeitungsbetrieben sowie Lehrende, Forschende und Lernende an Universitäten, Fachhochschulen, Ingenieurschulen, Papiermacher-Ausbildungszentren und an Forschungsinstituten gewinnen.

Dresden und Haag an der Amper  
im August 2021

Jürgen Blechschmidt,  
Hans-Joachim Naujock

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	<b>V</b>
<b>1 Einführung – Historischer Abriss</b> .....	<b>1</b>
1.1 Älteste Beschreibstoffe .....	1
1.2 Erfindung des Papiers .....	3
1.3 Steigender Papierbedarf durch folgende Erfindungen .....	7
1.4 Schnell steigende Produktivität .....	8
<b>2 Begriffe und Papiersorten</b> .....	<b>13</b>
2.1 Begriffsklärung .....	13
2.2 Papiersorten .....	21
2.3 Lexikon der Papiersorten .....	22
<b>3 Rohstoffe der Papiererzeugung</b> .....	<b>37</b>
3.1 Übersicht .....	37
3.2 Aufbau und Zusammensetzung des Holzes .....	39
3.3 Holzqualität .....	46
<b>4 Holzvorbereitung für die Faserstoffherzeugung</b> ...	<b>49</b>
4.1 Rundholzlagerung .....	50
4.2 Entrindung .....	51
4.3 Hacken .....	54
4.3.1 Einflussgrößen der Hackschnitzel auf die Qualität des Faserstoffes .....	55
4.3.2 Einflussfaktoren auf die Qualität der Hackschnitzel .....	56
4.3.3 Hacker .....	57

4.4	Lagerung der Hackschnitzel .....	58
4.5	Sortieren/Sichten des Hackgutes .....	60
4.6	Rindenverwertung .....	63
<b>5</b>	<b>Mechanische Zerfaserung von Holz (Holzstoff) ..</b>	<b>65</b>
5.1	Einführung - historischer Abriss .....	65
5.2	Rohstoff Holz .....	66
5.3	Verfahren .....	67
5.3.1	Stein-Verfahren .....	67
5.3.2	Refiner-Verfahren .....	81
5.4	Aufbereitung des Holzstoffes - Sortierung und Rejektbehandlung .....	91
5.4.1	Grundprinzipien und Parameter .....	91
5.4.2	Maschinen und Anlagen für Klassierung und Reinigung von Holzstoff .....	93
5.4.3	Rejektstoffbehandlung und Wärmerückgewinnung .....	98
5.5	Bleiche von Holzstoff .....	98
5.6	Latenz und Eigenschaften von Holzstoff .....	99
5.6.1	Latenz von Holzstoff .....	99
5.6.2	Eigenschaften von Holzstoff .....	100
<b>6</b>	<b>Chemischer Aufschluss von Holz .....</b>	<b>107</b>
6.1	Sulfitverfahren .....	107
6.1.1	Einführung und Überblick .....	107
6.1.2	Technologie der Sulfitzellstoffherstellung .....	109
6.1.3	Chemie des Sulfitaufschlusses .....	116
6.1.4	Verwertung der Sulfitablauge .....	120
6.1.5	Regenerierung der Kochchemikalien .....	122
6.2	Sulfatverfahren .....	132
6.2.1	Einführung und Überblick .....	132
6.2.2	Technologie der Sulfatzellstoffherstellung .....	132
6.2.3	Chemie des Sulfataufschlusses .....	141
6.2.4	Nebenprodukte beim Sulfataufschluss .....	146
6.2.5	Regenerierung der Kochchemikalien .....	146

6.3	Bleiche .....	153
	6.3.1 Einführung .....	153
	6.3.2 Chemie und Technologie der Bleiche .....	155
6.4	Eigenschaften von Sulfit- und Sulfatzellstoffen .....	163
<b>7</b>	<b>Altpapieraufbereitung .....</b>	<b>173</b>
7.1	Begriffe und Definitionen .....	173
	7.1.1 Kenngrößen .....	173
	7.1.2 Altpapiersortenliste .....	175
7.2	Vor- und Nachteile des Altpapiereinsatzes .....	177
7.3	Physikalisch-chemische Besonderheiten von Altpapierfasern .....	178
7.4	Reaktivierbarkeit der Eigenschaftskennwerte von Altpapierstoffen .....	181
7.5	Reaktivierung von Altpapierstoffen für Produkte mit geringen Anforderungen an Helligkeit und optische Homogenität („Braune Linie“) .....	184
	7.5.1 Lieferformen des Altpapiers .....	185
	7.5.2 Reaktivierung der Festigkeitskennwerte .....	185
	7.5.3 Probleme und Potenziale der Mahlung von recyclten Fasern .....	187
7.6	Reaktivierung von Altpapierstoffen für Produkte mit hohen Anforderungen an Helligkeit und optische Homogenität („Weiße Linie“) .....	190
	7.6.1 Wechselwirkung zwischen Druckfarbe und Papier .....	191
	7.6.2 Chemikalien des Deinking-Flotationsverfahrens und ihre Wirkung .....	193
	7.6.3 Überblick über die Verfahrenstechnik der Druckfarbenflotation .....	195
	7.6.4 Anlagentechnische Realisierung des Deinking-Flotationverfahrens .....	201
7.7	Klebende Bestandteile im Altpapier (Stickies) .....	203

<b>8</b>	<b>Biogene Faserstoffe</b> .....	<b>207</b>
8.1	Einführung und Überblick .....	207
8.2	Allgemeine Fasereigenschaften .....	208
8.3	Papiertechnologische Anforderungen .....	210
8.4	Agrarreststoffe .....	211
8.4.1	Zuckerrohr und Bagasse .....	211
8.4.2	Stroh .....	213
8.4.3	Hopfen .....	215
8.4.4	Spargel .....	216
8.5	Bastfasern (Hanf) .....	216
8.6	Blattfasern (Abaca) .....	219
8.7	Gräser .....	220
8.7.1	Bambus .....	220
8.7.2	Miscanthus .....	222
8.7.3	Gras .....	224
<b>9</b>	<b>Additive der Papiererzeugung</b> .....	<b>229</b>
9.1	Mineralische Additive .....	231
9.1.1	Charakterisierung von Füllstoffen und Pigmenten .....	233
9.1.2	Mineralische Füllstoffe und Pigmente .....	239
9.1.3	Dispergiermittel .....	253
9.1.4	Anwendungsbeispiele .....	256
9.2	Chemische Additive .....	259
9.2.1	Retentionsmittel und Entwässerungs- beschleuniger .....	261
9.2.2	Fixiermittel .....	272
9.2.3	Leimungsmittel .....	273
9.2.4	Trockenverfestiger .....	279
9.2.5	Nassfestmittel .....	280
9.2.6	Entschäumer/Entlüfter .....	284
9.2.7	Optische Aufheller .....	285
9.2.8	Farbstoffe .....	286
9.2.9	Biozide .....	289

---

<b>10</b>	<b>Aufbereitung der Faserstoffe (Halbstoffe)</b>	<b>291</b>
10.1	Dispergieren/Suspendieren	292
10.1.1	Kennzeichnung eines suspendierten Halbstoffsystems	293
10.1.2	Suspendieren von Halbstoffen im LC-Bereich	295
10.1.3	Suspendieren von Halbstoffen im MC-Bereich	297
10.1.4	Suspendieren von Halbstoffen im HC-Bereich	299
10.1.5	Vergleich der Konzepte	300
10.1.6	Kennzeichnung des Zerfaserungserfolges	301
10.1.7	Entstipper und Sekundärpulper	303
10.2	Trennprozesse	305
10.2.1	Ideale Trennung – Technische Trennung	306
10.2.2	Klassierprozesse	309
10.2.3	Sortieren	312
10.2.4	Schaltungsvarianten und Berechnungsgrundlagen für Trennprozesse	315
10.2.5	Abscheiden	317
10.3	Mischen, Stapeln, Lagern	319
10.4	Faserstoffmahlung	320
10.4.1	Physikalisch-chemische Aspekte der Mahlung	320
10.4.2	Mechanische Aspekte der Mahlung	322
10.4.3	Bauarten von Mahlmaschinen	324
10.4.4	Wirkpaarung in messergarnierten Mahlmaschinen	326
10.4.5	Einflussgrößen auf den Mahlprozess	328
<b>11</b>	<b>Erzeugung von Papier</b>	<b>339</b>
11.1	Überblick	339
11.1.1	Aufgabe der Papiermaschine und prinzipielle Lösung	339
11.1.2	Papiermaschinenarten	340
11.1.3	Beispiele für Einsparungen und Verbesserungen bei der Papiererzeugung	352
11.2	Stoffzufuhrsystem	353
11.2.1	Aufgabe und prinzipielle Lösung	353
11.2.2	Ausführung	354

11.3	Stoffauflauf .....	359
11.3.1	Aufgabe und prinzipielle Lösung .....	359
11.3.2	Bauformen und Betrieb .....	360
11.4	Siebpartie .....	367
11.4.1	Aufgabe und prinzipielle Lösung .....	367
11.4.2	Ausführungsformen .....	370
11.4.3	Siebe .....	374
11.5	Pressenpartie .....	376
11.5.1	Aufgabe und prinzipielle Lösung .....	376
11.5.2	Ausführungsformen .....	378
11.5.3	Presswalzen .....	379
11.5.4	Filze .....	382
11.6	Trockenpartie .....	383
11.6.1	Aufgabe und prinzipielle Lösungen .....	383
11.6.2	Ausführungsformen .....	389
11.7	Leimpresse .....	396
11.7.1	Aufgabe und prinzipielle Lösung .....	396
11.7.2	Ausführungsformen .....	396
11.8	Glätten .....	398
11.8.1	Aufgabe und prinzipielle Lösung .....	398
11.8.2	Ausführungsformen .....	398
11.9	Streichen .....	401
11.9.1	Aufgabe und prinzipielle Lösung .....	401
11.9.2	Ausführungsformen .....	402
11.10	Rollapparat .....	403
11.10.1	Aufgabe und prinzipielle Lösung .....	403
11.10.2	Ausführungsformen .....	405
11.11	Lauf der Bahn durch die Papiermaschine .....	406
11.11.1	Aufgabe und prinzipielle Lösung .....	406
11.11.2	Auf die Bahn wirkende Kräfte .....	406
11.11.3	Bahnverhalten und Veränderungen der Bahneigenschaften im Herstellprozess .....	408
11.11.4	Aufführen der Bahn durch die Papiermaschine ....	410
11.11.5	Ausführungsformen der Bahnführung in den Sektionen .....	411
11.12	Gleichförmigkeit der Papierbahn .....	412
11.12.1	Längs- und Querprofile von Papierbahnen .....	413
11.12.2	Längsprofile .....	413

---

11.12.3	Querprofile .....	416
11.12.4	Formation .....	430
11.12.5	Planlage, Ebenheit des Papiers .....	431
11.12.6	Symmetrie der Bahnstruktur in z-Richtung .....	434
<b>12</b>	<b>Glätten und Ausrüsten von Papier .....</b>	<b>439</b>
12.1	Einleitung zum Glätten von Papier .....	439
12.2	Grundlagen der Glättung .....	439
12.2.1	Glättungsparameter .....	440
12.2.2	Harter/Weicher Nip .....	441
12.3	Ausführungsformen der Glättungsanlagen .....	442
12.3.1	Glättwerke .....	442
12.3.2	Softnip-Kalander .....	443
12.3.3	Superkalander .....	445
12.3.4	Multinip-Kalander .....	447
12.3.5	Schuhkalander .....	449
12.3.6	Metallband-Kalander .....	452
12.3.7	Prägekalander .....	454
12.3.8	Friktionskalander .....	454
12.4	Walzen in Glättwerken und Kalandern .....	454
12.4.1	Durchbiegungseinstellwalzen .....	454
12.4.2	Beheizte Walzen .....	457
12.5	Externe induktive Zusatzheizung .....	462
12.6	Dampfblaskästen .....	462
12.7	Düsenfeuchter .....	464
12.8	Rollenschneider .....	465
12.8.1	Wirkprinzip .....	465
12.8.2	Aufbau einer Rollenschneidmaschine .....	468
12.8.3	Nebeneinrichtungen .....	471
12.9	Formatausrüstung .....	472
12.9.1	Prinzip .....	472
12.9.2	Aufbau und Arbeitsweise des Simplex- Querschneiders .....	474
12.9.3	Sonderbauarten von Querschneidern .....	476
12.10	Verpacken von Papier .....	476
12.10.1	Verpacken von Rollenpapieren .....	476
12.10.2	Verpacken von Formatpapier .....	478

<b>13</b>	<b>Streichen von Papier und Karton</b>	<b>481</b>
13.1	Einführung	481
13.1.1	Zweck und Bedeutung	481
13.1.2	Entwicklung	483
13.1.3	Anforderungen beim Streichen von Papier und Karton	485
13.2	Materialien	488
13.2.1	Streichrohpapier	488
13.2.2	Pigmente	489
13.2.3	Bindemittel	493
13.2.4	Strichadditive	503
13.2.5	Streichfarben und ihre Eigenschaften	509
13.3	Prozesse beim Streichen	516
13.3.1	Streichfarbenaufbereitung	516
13.3.2	Auftragen von Streichfarbe	520
13.3.3	Dosieren von Streichfarben	523
13.3.4	Übertragung einer vordosierten Streichfarbe	530
13.3.5	Direktauftrag	533
13.3.6	Abstimmung von Streichfarbe und Rohpapier	536
13.3.7	Trocknen des gestrichenen Papiers	538
13.3.8	Satinage gestrichener Papiere	541
13.4	Gestrichene Produkte	541
13.5	Beispiele für Streichfarben für spezielle Einsatzzwecke	542
13.5.1	Streichfarbe für Papiere für den Tiefdruck	542
13.5.2	Streichfarbe für Papiere für den Offsetdruck	543
13.5.3	Streichfarbe zum Streichen von Karton	544
13.6	Alternative Streichverfahren	545
<b>14</b>	<b>Papierverarbeitungstechnik</b>	<b>547</b>
14.1	Einleitung	547
14.2	Die Verfahren der Papierverarbeitung	550
14.2.1	Gruppe 1: Umformende Verfahren	550
14.2.2	Gruppe 2: Trennende Verfahren	556
14.2.3	Gruppe 3: Verbindende Verfahren (Fügen)	570
14.2.4	Gruppe 4: Verfahren zur Kombination von Materialien	580