



Inhaltsverzeichnis

Jürgen Blechschmidt

Taschenbuch der Papiertechnik

ISBN: 978-3-446-41967-4

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser.de/978-3-446-41967-4>

sowie im Buchhandel.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung – Historischer Abriss	19
2	Begriffe und Papiersorten	30
2.1	Begriffe	30
2.2	Papiersorten	35
2.3	Lexikon der Papiersorten	36
3	Rohstoffe der Papiererzeugung	45
3.1	Übersicht	45
3.2	Aufbau und Zusammensetzung des Holzes	46
3.3	Holzqualität	53
4	Holzvorbereitung für die Faserstoffherzeugung	55
4.1	Rundholzlagerung	56
4.2	Entrindung	57
4.3	Hacken	60
4.3.1	Einflussgrößen der Hackschnitzel auf die Qualität des Faserstoffes	61
4.3.2	Einflussfaktoren auf die Qualität der Hackschnitzel	62
4.3.3	Hacker	62
4.4	Lagerung der Hackschnitzel	64
4.5	Sortieren/Sichten des Hackgutes	65
4.6	Rindenverwertung	65
5	Mechanische Zerkleinerung von Holz (Holzstoff)	67
5.1	Einführung – Historischer Abriss	67
5.2	Rohstoff Holz	68
5.3	Verfahren zur mechanischen Zerkleinerung von Holz zu Holzstoff	69
5.3.1	Stein-Verfahren	69
5.3.1.1	Wirkprinzip	69
5.3.1.2	Mechanische und thermische Vorgänge beim Stein-Verfahren	70
5.3.1.3	Einfluss verschiedener Parameter auf die Eigenschaften des Stein-Holzschliffes	71
5.3.1.4	Maschinen und Anlagen für die Holzstoff- herzeugung nach dem Stein-Verfahren	74
5.3.2	Refiner-Verfahren	81
5.3.2.1	Wirkprinzip	81

5.3.2.2	Mechanische, thermische und chemische Prozesse im Refiner-Verfahren	83
5.3.2.3	Maschinen und Anlagen für das Refiner-Verfahren	86
5.4	Aufbereitung des Holzstoffes – Sortierung und Rejektbehandlung	89
5.4.1	Grundprinzipien und Parameter	89
5.4.2	Maschinen und Anlagen für die Sortierung und Reinigung von Holzstoff	91
5.4.3	Rejektstoffbehandlung und Wärmerückgewinnung	95
5.5	Bleiche von Holzstoff	95
5.6	Latenz und Eigenschaften von Holzstoff	96
5.6.1	Latenz von Holzstoff	96
5.6.2	Eigenschaften von Holzstoff	97
6	Chemischer Aufschluss von Holz	102
6.1	Sulfitverfahren	102
6.1.1	Einführung und Überblick	102
6.1.2	Technologie der Sulfitzellstoffherstellung	104
6.1.2.1	Sorption von Schwefeldioxid	105
6.1.2.2	Praktische Durchführung der Kochsäureherstellung	106
6.1.2.3	Kochprozess	107
6.1.3	Chemie des Sulfitaufschlusses	110
6.1.3.1	Kinetik des Sulfitaufschlusses	110
6.1.3.2	Reaktionen am Lignin	111
6.1.3.3	Reaktionen an den Kohlenhydraten	113
6.1.4	Verwertung der Sulfitablauge	113
6.1.5	Regenerierung der Kochchemikalien	115
6.1.5.1	Zellstoffwäsche	115
6.1.5.2	Eindampfung der Abblauge	118
6.1.5.3	Ablaugenverbrennung	122
6.2	Sulfatverfahren	123
6.2.1	Einführung und Überblick	123
6.2.2	Technologie der Sulfatzellstoffherstellung	123
6.2.2.1	Kochlauge	124
6.2.2.2	Aufschlussprozess	125
6.2.3	Chemie des Sulfataufschlusses	131
6.2.3.1	Reaktionen am Lignin	131
6.2.3.2	Ligninkondensation im Alkalischen	133
6.2.3.3	Reaktionen an den Kohlenhydraten	133
6.2.4	Nebenprodukte beim Sulfataufschluss	135
6.2.5	Regenerierung der Kochchemikalien	136

6.2.5.1	Eindampfung der Ablauge	136
6.2.5.2	Ausführung der Ablaugeneindampfung	137
6.2.5.3	Ablaugenverbrennung	139
6.3	Bleiche	142
6.3.1	Einführung	142
6.3.2	Chemie und Technologie der Bleiche	143
6.3.2.1	Sauerstoffbleiche	143
6.3.2.2	Chlordioxidbleiche	145
6.3.2.3	Ozonbleiche	146
6.3.2.4	Peroxidbleiche	148
6.3.2.5	Bleiche mit Peressigsäure (PES)	149
6.4	Eigenschaften von Sulfit- und Sulfatzellstoffen	151
7	Altpapieraufbereitung	159
7.1	Begriffe und Definitionen	159
7.1.1	Kenngößen	159
7.1.2	Altpapiersortenliste	161
7.2	Vor- und Nachteile des Altpapiereinsatzes	162
7.3	Physikalisch-chemische Besonderheiten von Altpapierfasern	163
7.4	Reaktivierbarkeit der Eigenschaftskennwerte von Altpapierstoff	166
7.5	Reaktivierung von Altpapierstoffen für Produkte mit geringen Anforderungen an Helligkeit und optische Homogenität („Braune Linie“)	169
7.5.1	Lieferformen des Altpapiers	169
7.5.2	Reaktivierung der Festigkeitskennwerte	169
7.5.3	Probleme und Potenziale der Mahlung von recycelten Fasern	172
7.6	Reaktivierung von Altpapierstoffen für Produkte mit hohen Anforderungen an Helligkeit und optische Homogenität („Weiße Linie“)	174
7.6.1	Wechselwirkung zwischen Druckfarbe und Papier	175
7.6.2	Chemikalien des Deinking-Flotations- verfahrens und ihre Wirkung	177
7.6.3	Überblick über die Verfahrenstechnik der Druckfarbenflotation	178
7.6.3.1	Elementarschritte des Flotationsprozesses ...	179
7.6.3.2	Selektivität der Flotation bezüglich der Partikelgröße	182
7.6.4	Anlagentechnische Realisierung des Deinking-Flotationverfahrens	184
7.7	Klebende Bestandteile im Altpapier (Stickies)	186

8	Additive der Papiererzeugung	189
8.1	Mineralische Additive	190
8.1.1	Charakterisierung von Füllstoffen und Pigmenten	193
8.1.1.1	Weißgrad	193
8.1.1.2	Brechungsindex (Brechzahl)	193
8.1.1.3	Streuungskoeffizient	194
8.1.1.4	Partikelmorphologie	195
8.1.1.5	Partikelgröße und Partikelgrößenverteilung	195
8.1.1.6	Spezifische Oberfläche	196
8.1.1.7	Partikelladung	197
8.1.1.8	Härte und Abrasivität	198
8.1.2	Mineralische Füllstoffe und Pigmente	198
8.1.2.1	Calciumcarbonat – GCC (Ground Calcium Carbonate)	198
8.1.2.2	Calciumcarbonat – PCC (Precipitated Calcium Carbonate)	200
8.1.2.3	Kaolin/Clay	202
8.1.2.4	Talkum	205
8.1.2.5	Spezialmineralien	206
8.1.3	Dispergiermittel	211
8.1.4	Anwendungsbeispiele	213
8.1.4.1	Anwendungen im Wet End	213
8.1.4.2	Anwendungen im Bereich der Oberflächenbehandlung (Coating)	215
8.2	Chemische Additive	216
8.2.1	Retentionsmittel und Entwässerungs- beschleuniger	217
8.2.1.1	Aluminiumverbindungen	219
8.2.1.2	Polyaluminiumchloride PAC	220
8.2.1.3	Polyacrylamide (PAM)	221
8.2.1.4	Polyethylenimin	222
8.2.1.5	Polyvinylamine	222
8.2.1.6	Polyamidoamine (PAAm)	222
8.2.1.7	Polydiallyldimethylammoniumchlorid (PolyDADMAC)	223
8.2.1.8	Mikropartikelsysteme	223
8.2.1.9	Netzwerkretentionsmittel – Polyethylenoxid (PEO)	224
8.2.1.10	Modifizierte Stärke	225
8.2.1.11	Wirkungsmechanismen	225
8.2.2	Fixiermittel	227
8.2.3	Leimungsmittel	228
8.2.3.1	Harzleimung	229

8.2.3.2	Alkylketendimer (AKD)	231
8.2.3.3	Alkenylbernsteinsäureanhydrid (ASA)	232
8.2.3.4	Polymerleimungsmittel	233
8.2.4	Trockenverfestiger	234
8.2.5	Nassfestmittel	235
8.2.5.1	Melaminharz-Nassfestmittel	236
8.2.5.2	Epichlorhydrin-Harze	237
8.2.5.3	Glyoxal-Harze	238
8.2.6	Entschäumer/Entlüfter	238
8.2.7	Optische Aufheller	239
8.2.8	Farbstoffe	240
8.2.8.1	Basische Farbstoffe	241
8.2.8.2	Saure Farbstoffe	242
8.2.8.3	Substantive Farbstoffe	242
8.2.8.4	Nuancierfarbstoffe	242
8.2.9	Biozide	243
9	Aufbereitung der Faserstoffe (Halbstoffe)	245
9.1	Dispergieren/Suspendieren	246
9.1.1	Kennzeichnung eines suspendierten Halbstoffsystems	247
9.1.2	Suspendieren von Halbstoffen im LC-Bereich	248
9.1.3	Suspendieren von Halbstoffen im MC-Bereich	251
9.1.4	Suspendieren von Halbstoffen im HC-Bereich	252
9.1.5	Vergleich der Konzepte	254
9.1.6	Kennzeichnung des Zerfaserungserfolges	254
9.1.7	Entstipper und Sekundärpulver	256
9.2	Trennprozesse	258
9.2.1	Ideale Trennung – Technische Trennung	259
9.2.2	Klassierprozesse	261
9.2.3	Sortieren	264
9.2.4	Schaltungsvarianten und Berechnungs- grundlagen für Trennprozesse	266
9.2.5	Abscheiden	268
9.3	Mischen, Stapeln, Lagern	270
9.4	Faserstoffmahlung	270
9.4.1	Physikalisch-chemische Aspekte der Mahlung	271
9.4.2	Mechanische Aspekte der Mahlung	272
9.4.3	Bauarten von Mahlmaschinen	274
9.4.4	Wirkpaarung in messergarnierten Mahlmaschinen	277
9.4.5	Einflussgrößen auf den Mahlprozess	278
9.4.5.1	Einflüsse des Mahlgutes	278

9.4.5.2	Einflüsse der Mahlmaschine	279
9.4.5.3	Einflüsse der Prozessführung	286
10	Erzeugung von Papier	288
10.1	Überblick	288
10.1.1	Aufgabe der Papiermaschine und prinzipielle Lösung	288
10.1.2	Papiermaschinenarten	289
10.1.2.1	Papiermaschinen für grafische Papiere	290
10.1.2.2	Papiermaschinen für Verpackungspapiere ...	292
10.1.2.3	Kartonmaschinen	293
10.1.2.4	Maschinen für Hygienepapiere	295
10.1.2.5	Maschinen für Spezialpapiere	297
10.1.3	Beispiele für Einsparungen und Verbesserungen bei der Papiererzeugung	299
10.2	Stoffzufuhrsystem	301
10.2.1	Aufgabe und prinzipielle Lösung	301
10.2.2	Ausführung	301
10.3	Stoffauflauf	306
10.3.1	Aufgabe und prinzipielle Lösung	306
10.3.2	Bauformen und Betrieb	307
10.4	Siebpartie	313
10.4.1	Aufgabe und prinzipielle Lösung	313
10.4.2	Ausführungsformen	316
10.4.3	Siebe	319
10.5	Pressenpartie	321
10.5.1	Aufgabe und prinzipielle Lösung	321
10.5.2	Ausführungsformen	323
10.5.3	Presswalzen	324
10.5.4	Filze	327
10.6	Trockenpartie	329
10.6.1	Aufgabe und prinzipielle Lösungen	329
10.6.1.1	Kontakttrocknung	329
10.6.1.2	Konvektionstrocknung	332
10.6.1.3	Infrarottrocknung	332
10.6.1.4	Trocknungskurve	333
10.6.2	Ausführungsformen	334
10.6.2.1	Mehrzylindertrockenpartien	334
10.6.2.2	Tissuetrocknung	336
10.7	Leimpresse	340
10.7.1	Aufgabe und prinzipielle Lösung	340
10.7.2	Ausführungsformen	340
10.8	Glätten	341
10.8.1	Aufgabe und prinzipielle Lösung	341

10.8.2	Ausführungsformen	341
10.9	Streichen	345
10.9.1	Aufgabe und prinzipielle Lösung	345
10.9.2	Ausführungsformen	345
10.10	Rollapparat	347
10.10.1	Aufgabe und prinzipielle Lösung	347
10.10.2	Ausführungsformen	348
10.11	Lauf der Bahn durch die Papiermaschine	349
10.11.1	Aufgabe und prinzipielle Lösung	349
10.11.2	Auf die Bahn wirkende Kräfte	350
10.11.3	Bahnverhalten und Veränderungen der Bahneigenschaften im Herstellprozess	351
10.11.4	Aufführen der Bahn durch die Papiermaschine	353
10.11.5	Ausführungsformen der Bahnführung in den Sektionen	354
10.12	Längs- und Querprofile von Papierbahnen	356
10.12.1	Längsprofile Otro-Bahngewicht	357
10.12.2	Querprofile	358
10.12.2.1	Otro-Querprofil	359
10.12.2.2	Faserorientierungs-Querprofil	362
10.12.2.3	Feuchte-Querprofil	364
10.12.2.4	Dicke-Querprofil	367
10.12.2.5	Glätte-/Glanz-Querprofil	370
11	Glätten und Ausrüsten von Papier	372
11.1	Einleitung zum Glätten von Papier	372
11.2	Grundlagen der Glättung	372
11.2.1	Glättungsparameter	373
11.2.2	Harter/Weicher Nip	374
11.3	Ausführungsformen der Glättungsanlagen	375
11.3.1	Glättwerke	375
11.3.2	Softnip-Kalander	376
11.3.3	Superkalander	377
11.3.4	Multinip-Kalander	379
11.3.5	Schuhkalander	381
11.3.6	Metallband-Kalander	384
11.3.7	Prägekalander	385
11.3.8	Friktionskalander	386
11.4	Walzen in Glättwerken und Kalandern	386
11.4.1	Durchbiegungseinstellwalzen	386
11.4.2	Beheizte Walzen	388
11.4.2.1	Aufgabe und prinzipielle Lösung	388
11.4.2.2	Walzen aus Schalenhartguss	389

11.4.2.3	Walzen aus Schmiedestahl	390
11.4.2.4	Walzen aus Sphäroguss	390
11.4.2.5	Oberflächenbeschichtungen für die beheizten Walzen	391
11.4.2.6	Ausführungsformen	391
11.5	Externe induktive Zusatzheizung	393
11.6	Dampfblaskästen	393
11.7	Düsenfeuchter	394
11.8	Rollenschneiden	395
11.8.1	Wirkprinzip	395
11.8.2	Aufbau einer Rollenschneidmaschine	398
11.8.3	Nebeneinrichtungen	401
11.9	Formatausrüstung	401
11.9.1	Prinzip	401
11.9.2	Aufbau und Arbeitsweise des Simplex-Querschneiders	402
11.9.3	Sonderbauarten von Querschneidern	404
11.10	Verpacken von Papier	404
11.10.1	Verpacken von Rollenpapieren	404
11.10.2	Verpacken von Formatpapier	406
12	Streichen von Papier und Karton	409
12.1	Einführung	409
12.1.1	Zweck und Bedeutung	409
12.1.2	Entwicklung	411
12.1.3	Anforderungen beim Streichen von Papier und Karton	413
12.1.3.1	Anforderungen an die Streichfarbe	413
12.1.3.2	Anforderungen an das gestrichene Papier	414
12.2	Materialien	415
12.2.1	Streichroh papier	415
12.2.2	Pigmente	416
12.2.2.1	Anforderungen an Pigmente	416
12.2.2.2	Teilchengröße und Teilchengrößenverteilung	417
12.2.3	Bindemittel	419
12.2.3.1	Anforderungen	420
12.2.3.2	Bindemittelkonzepte	421
12.2.3.3	Eigenschaften von Bindemitteln	422
12.2.3.4	Stärke im Strich	422
12.2.3.5	Latex	424
12.2.3.6	Steuerung der Eigenschaften von synthetischen Bindemitteln	426
12.2.4	Strichadditive	427
12.2.4.1	Dispergiermittel	428

12.2.4.2	Schaumverhüter, Schaumzerstörer	429
12.2.4.3	Viskositäts- und WRV-Regler	429
12.2.4.4	Fließ- und Satinagehilfsmittel	431
12.2.4.5	Härter/Vernetzer	431
12.2.4.6	Optische Aufheller	432
12.2.5	Streichfarben und ihre Eigenschaften	433
12.2.5.1	Streichfarbenzusammensetzung	434
12.2.5.2	Scherviskosität	435
12.2.5.3	Wasserrückhaltevermögen	437
12.2.5.4	Dehnrheologie	439
12.2.5.5	Oberflächenspannung	439
12.3	Prozesse beim Streichen	439
12.3.1	Streichfarbenaufbereitung	439
12.3.1.1	Pumpen, Lagern und Bevorraten	440
12.3.1.2	Filtrieren und Sieben	441
12.3.1.3	Dispergier- und Mischvorgänge	441
12.3.1.4	Rohstoffaufschluss	441
12.3.1.5	Entgasung	442
12.3.1.6	Kontinuierliche und diskontinuierliche Streichfarbenaufbereitung	442
12.3.2	Auftragen von Streichfarbe	443
12.3.3	Dosieren von Streichfarben	446
12.3.3.1	Blade-Egalisierung	447
12.3.3.2	Zeitlicher Ablauf beim Blade-Streichen	448
12.3.3.3	Streichmesser (Blades)	449
12.3.3.4	Bartbildung	450
12.3.3.5	Rollschaber-Egalisierung	450
12.3.3.6	Vergleich verschiedener Egalisiererelemente ...	451
12.3.4	Übertragung einer vordosierten Streichfarbe .	452
12.3.5	Direktauftrag	454
12.3.6	Trocknen des gestrichenen Papiers	458
12.3.6.1	Penetration und Migration	459
12.3.6.2	Temperaturführung bei der Strichtrocknung .	460
12.3.7	Satinage gestrichener Papiere	460
12.4	Gestrichene Produkte	460
12.5	Beispiele für Streichfarben für spezielle Einsatzzwecke .	461
12.5.1	Streichfarbe für Papiere für den Tiefdruck ...	461
12.5.2	Streichfarbe für Papiere für den Offsetdruck .	462
12.5.3	Streichfarbe zum Streichen von Karton	463
12.6	Alternative Streichverfahren	464
13	Papierverarbeitungstechnik	465
13.1	Einleitung	465
13.2	Verfahren der Papierverarbeitung	468

13.2.1	Umformende Verfahren	468
13.2.1.1	Einführung	468
13.2.1.2	Druckumformung	470
13.2.1.3	Biegeumformung	471
13.2.1.4	Zug-/Druckumformung	472
13.2.1.5	Rillen und Falzen	472
13.2.2	Trennende Verfahren	473
13.2.2.1	Einführung	473
13.2.2.2	Druckschnitt	476
13.2.2.3	Scherschnitt	479
13.2.2.4	Abtragende Schneidverfahren	484
13.2.3	Verbindende Verfahren	485
13.2.3.1	Einführung	485
13.2.3.2	Kleben	485
13.2.3.3	Siegeln und Schweißen	491
13.2.3.4	Kraft- und formschlüssige Verfahren	492
13.2.4	Verfahren zur Kombination von Materialien	493
13.2.4.1	Einführung	493
13.2.4.2	Imprägnieren	495
13.2.4.3	Beschichten	496
13.2.4.4	Laminieren und Kaschieren	497
13.2.5	Verfahren zum Übertragen von Informationen (Drucken)	498
13.2.5.1	Einführung	498
13.2.5.2	Konventionelle Druckverfahren	499
13.2.5.3	Digitale Druckverfahren	507
13.2.6	Verfahren zum Transport in Maschinen	510
13.2.6.1	Einführung	510
13.2.6.2	Transport von Rolle zu Rolle	510
13.2.6.3	Transport von Bogen zu Bogen	513
13.3	Zusammenfassung und Ausblick	514
14	Wasserhaushalt und Energienutzung	516
14.1	Wasserhaushalt	516
14.1.1	Frischwasseraufbereitung	516
14.1.1.1	Frischwasserherkunft	516
14.1.1.2	Aufbereitungsverfahren	516
14.1.2	Wasserkreisläufe	517
14.1.2.1	Wassernutzung	517
14.1.2.2	Kreislaufwasserreinigung	525
14.1.2.3	Funktion und Dimensionierung von Bütten und Behältern	532
14.1.2.4	Aspekte eines gut gestalteten Wasserkreislaufs	534
14.1.2.5	Wasserkreislaufeinengung	534

14.2	Abwasser	540
14.2.1	Abwasserbelastung	541
14.2.2	Verfahrensstufen einer Abwasserreinigungs- anlage	542
14.2.2.1	Übersicht	542
14.2.2.2	Vorklärung	543
14.2.2.3	Anaerobe Verfahren	543
14.2.2.4	Aerobe Verfahren	545
14.3	Energienutzung	546
15	Prozesskontrolle und Prüftechnik	550
15.1	Qualität und Prüfungen	550
15.1.1	Allgemeine Begriffe zu Prüfungen	551
15.1.2	Grundsätze und allgemeine Abläufe bei Prüfungen	551
15.1.3	Grundlagen von Prüfungen – Normen und Regelwerke	553
15.1.4	Dokumentation von Prüfergebnissen	553
15.2	Prüfungen in der Papiertechnik	554
15.2.1	Übersicht zu Prüfungen	554
15.2.2	Häufig verwendete Prüfnormen	558
15.2.3	Häufig verwendete Gütenormen	560
15.3	Laborprüfungen	561
15.3.1	Prüfungen von Faserstoffen	561
15.3.1.1	Übersicht	561
15.3.1.2	Mikroskopische Unterscheidung und Bewertung von Faserstoffen	562
15.3.1.3	Allgemeines Vorgehen bei Faserstoffprüfungen im Labor	565
15.3.1.4	Bestimmung des Trockengehaltes	566
15.3.1.5	Bestimmung der Stoffdichte	567
15.3.1.6	Nassaufschlagen von Halbstoffen im Labor	567
15.3.1.7	Bestimmung des Glührückstandes	568
15.3.1.8	Labormahlung	568
15.3.1.9	Entwässerungsverhalten	569
15.3.1.10	Formcharakter von Faserstoffen und Kennzeichnung des Mahlunzzustandes	570
15.3.1.11	Laborblattbildung und Prüfung	571
15.3.2	Prüfungen von Papier, Karton und Pappe	573
15.3.2.1	Allgemeine Grundeigenschaften von Papierwerkstoffen	573
15.3.2.2	Festigkeitseigenschaften	574
15.3.2.3	Oberflächeneigenschaften	578
15.3.2.4	Permeationseigenschaften	579

15.3.2.5	Penetrations- und Sorptionseigenschaften . . .	579
15.3.2.6	Optische Eigenschaften	580
15.3.2.7	Bedruckbarkeitseigenschaften	583
15.4	Online-Messungen	587
15.4.1	Beispiele für Online-Messungen	588
15.4.2	Zielsetzung der Online-Messungen und Regelungen	589
15.4.3	Online-Messungen für verschiedene Sortenbereiche	590
15.4.4	Messverfahren Qualitätsleitsystem	590
15.4.4.1	Messung der flächenbezogenen Masse	591
15.4.4.2	Infrarot-Feuchtemessung	592
15.4.4.3	Messung der Dicke	595
15.4.4.4	Messung des Füllstoffgehaltes	596
15.4.4.5	Filzzustandsmessungen	597
15.4.5	Messverfahren Kamerasysteme	597
15.4.6	Bahninspektionssystem (WIS)	598
15.4.7	Abrissanalysensysteme (WBA)	599
15.4.8	Bahnüberwachungssysteme (WMS)	599
15.4.9	Maschinendiagnose	600
15.4.10	Prozessleitsystem mit Feldgeräten	601
15.4.11	Virtuelle Sensoren	602
15.4.12	Regelungen	602
Register	605