

## **Einleitung**

1. Was ist Papier ? 17
  2. Die Geschichte des Papiers, der Weg nach Europa 19
  3. Die Entwicklung der Papierindustrie in Deutschland 22
- 

## **Teil 1 Rohstoffe und Rohstoffherzeugung**

### **1 Faserstoffe für Papier und Karton 27**

- 1.1 Holz 27
  - 1.1.1 Aufbau von Holz 27
  - 1.1.2 Aufbau der Fasern 28
  - 1.1.3 Chemischer Aufbau der Faser 30
  - 1.1.4 Schädigung des Holzes 31
- 1.2 Faserstoffe für die Papierindustrie 32
  - 1.2.1 Nadelholz 32
    - Fichte 32
    - Kiefer 33
  - 1.2.2 Laubholz 33
    - Birke 33
    - Buche 34
    - Pappel 34
    - Aspe 34
    - Eukalyptus 34
- 1.3 Einjahrespflanzen 34
  - 1.3.1 Stroh 35
  - 1.3.2 Esparto 36
  - 1.3.3 Bagasse aus Zuckerrohr 36
  - 1.3.4 Bambus 36
- 1.4 Textile Faserstoffe 36
  - 1.4.1 Baumwolle und Linters 36
  - 1.4.2 Flachs 37

1.4.3 Hanf (Kenaf) 37

1.4.4 Wolle 37

## **2 Die verfahrenstechnischen Prozesse 38**

2.1 Aufbau eines Prozeßschemas 40

2.2 Prozeßbeschreibung 41

2.3 Berechnung der Prozeßbilanz 43

2.4 Steuern, Messen und Regeln in der Papier- und Kartonindustrie 43

2.4.1 Prozeßsteuerung 43

2.4.2 Prozeßregelung 45

2.4.3 Stoffdichteregelung 47

2.4.4 Weiße-Regelung 48

2.5 Inline Messungen an der Papiermaschine 49

## **3 Holzaufbereitung 50**

3.1 Rundholzbearbeitung für Holzschliff 50

3.1.1 Anlieferung und Lagerung 50

3.1.2 Sägen der Rundholzstämmen 52

3.1.3 Das Entrinden 52

3.2 Erzeugung von Hackschnitzeln für TMP und Zellstoff 53

3.2.1 Rundholzaufbereitung 53

3.2.2 Das Hacken 54

3.2.3 Hackschnitzel aus Sägewerksabfällen 56

3.2.4 Transport und Lagerung von Hackschnitzeln 58

3.2.5 Hackschnitzel-Sortierung 58

3.2.6 Rindenverwertung 58

## **4 Holzstofferzeugung 60**

4.1 Aufschluß von Faserrohstoff 60

4.2 Holzstoff 61

4.3	Der Holzschliff	61
4.3.1	Das Prinzip des Holzschleifens	61
4.3.2	Holzschliff	63
4.3.3	Braunschliff	68
4.3.4	Druckschliff (PGW)	68
4.3.5	Thermoschliff	69
4.3.6	Grobschliff mit Nachmahlung	70
4.4	Refinerholzstoffe	70
4.4.1	Prinzip des Holzaufschlusses mit Refinern	70
4.4.2	Refinerholzstoff, RMP	71
4.4.3	CRMP (Chemi Refiner Mechanical Pulp)	72
4.5	TMP, Thermo Mechanical Pulp	72
4.5.1	Hackschnitzelbehandlung	72
4.5.2	TMP-Refiner	73
	Refinerplatten	74
	Refinerkonstruktionen	75
	Das RTS Verfahren	77
	Das Thermopulp Verfahren	78
4.5.3	TMP-Anlagen	78
4.5.4	Wärmerückgewinnung	81
4.5.5	Sortierung	83
4.5.6	Rejektmahlung	90
4.5.7	Wasserkreislaufschließung in der TMP Anlage	93
4.5.8	Eigenschaften des TMP	94
4.6	CTMP	95
4.7	Die Bleiche von Holzstoff	96
4.7.1	Ligninmodifizierende Bleiche	96
4.7.2	Oxydative Bleiche, Bleiche mit Peroxid	97
4.7.3	Reduzierende Bleiche, Hydrosulfitbleiche (Dithionitbleiche)	102
<b>5</b>	<b>Chemischer Aufschluß der Fasern</b>	<b>104</b>
5.1	Der Zellstoff	104
5.2	Das Sulfitzellstoffverfahren	104
5.2.1	Der technische Verfahrensablauf der Produktion von Sulfitzellstoff	106
5.2.2	Zusammenhang zwischen den Parametern des Sulfitverfahrens und den Zellstoffeigenschaften	107
5.3	Das Sulfatverfahren	109
5.3.1	Der Verfahrensablauf einer Sulfatzellstofffabrik	111
5.3.2	Zusammenhang zwischen den Parametern des Sulfatverfahrens und den Zellstoffeigenschaften	112

- 5.4 Nebenprodukte der Zellstoffherstellung 113
- 5.5 Halbzellstoff (Semi Chemical) 113
- 5.6 Lieferformen 114
- 5.7 Die Bleiche von Zellstoff 114
  - 5.7.1 Chlor (C-Stufe) 116
  - 5.7.2 Hypochlorit (H-Stufe) 116
  - 5.7.3 Chlordioxid (D-Stufe) 116
  - 5.7.4 Wasserstoffperoxid (P-Stufe) 117
  - 5.7.5 Sauerstoff (O-Stufe) 117
  - 5.7.6 Ozon (Z-Stufe) 117
  - 5.7.7 Formamidinsulfinsäure (FAS-Stufe) 118
  - 5.7.8 Alkaliextraktion (E-Stufe) 118
- 6 Aufbereitung von Altpapier 119**
  - 6.1 Allgemeines über Altpapier 119
    - 6.1.1 Altpapier als Rohstoff 119
    - 6.1.2 Abfallgesetz, Duales System und die Selbstverpflichtung der deutschen Papierindustrie 121
  - 6.2 Altpapieraufbereitung 122
    - 6.2.1 Vorbehandlung des Altpapiers 122
    - 6.2.2 Auflösung des Altpapiers 123
      - Zuführsysteme 124
      - Auflösung und Grobsortierung 125
    - 6.2.3 Dickstoffreinigung 129
  - 6.3 Altpapieraufbereitung mit Deinking 135
    - 6.3.1 Auflösung 136
    - 6.3.2 Das Deinkingverfahren 136
      - Flotationsdeinking 136
      - Waschdeinking 139
    - 6.3.3 Chemikaliendosierung 140
    - 6.3.4 Deinken 142
      - Vorbehandlung 142
      - Das Flotationsverfahren 143
      - Verarbeitung des Flotations-schaums 145
    - 6.3.5 Dünnstoffsartierung 147
      - Gegenstromcleaner 147
      - Gleichstromcleaner 148
      - Drucksortierer 150
      - Endstufensortierer 154
    - 6.3.6 Eindicken 156
      - Zielsetzung 156
      - Scheibenfilter 156
      - Weitere Eindickung 158
    - 6.3.7 Dispergieren 160

- 6.4 Bleiche von Deinking-  
Altpapierstoff 163
- 6.5 Wasserkreislauf in Deinking An-  
lagen 163
- 6.6 Gesamtanlagen der Altpapieraufbe-  
reitung 164
  
- 7 Aufbereitung von Halbstoffen 167**
  
- 7.1 Auflösen von Halbstoffen 167
- 7.2 Die Mahlung 172
- 7.2.1 Allgemeines zur Mahlung 172
- 7.2.2 Mahltheorie 172
- 7.2.3 Mahlmaschinen 175
- 7.2.4 Der Mahlvorgang 178
- 7.2.5 Das Mahlergebnis 180
- 7.3 Lagerung der Halbstoffe 182
  
- 8 Füll- und Hilfsstoffe 184**
  
- 8.1 Füllstoffe und Pigmente 184
- 8.1.1 Kaolin, China Clay 185  
Gewinnung und Aufbereitung des  
Kaolins 185  
Lieferform und Transport 185  
Lagerung 187  
Clayauflösung 187  
Qualität verschiedener Clay-  
sorten 188
- 8.1.2 Talkum 189
- 8.1.3 Bentonit 190
- 8.1.4 Calciumkarbonat 190
- 8.1.5 Satinweiß 193
- 8.1.6 Gips,  $\text{CaSO}_4$  193
- 8.1.7 Bariumsulfat 193
- 8.1.8 Titandioxid 194
- 8.2 Hilfsstoffe für die Papier und Kar-  
tonherstellung 194
- 8.2.1 Tierleim 194
- 8.2.2 Harzleim 195  
Vollverseifter Harzleim 195  
Teilverseifter Harzleim, Bewoid-  
leim 195  
Verstärkter Harzleim 195
- 8.2.3 Stärke 195
- 8.2.3.1 Chemische Grundlagen zur  
Stärke 195
- 8.2.3.2 Modifizierte Stärken 197  
Physikalisch modifizierte Stärke,  
kaltwasserlösliche Stärke 197

Chemisch modifizierte Stärke 197  
Kationische Stärke 197  
Stärkeäther 197  
Abgebaute Stärken 197  
Enzymatischer Abbau von  
Stärke 197  
Oxidierter Stärke 199

## **Teil 2 Papier- und Kartonmaschinen**

### **1 Einführung 203**

### **2 Technologie der Papier- und Kartonherstellung 204**

#### 2.1 Wasser und die Oberflächenstruktur von Papierfasern 204

##### 2.1.1 Entwässerungs- und Retentionsmittel 205

#### 2.2 Leimung von Papier 207

##### 2.2.1 Tierische Leimung 208

##### 2.2.2 Harzleimung 208

##### 2.2.3 Synthetische Leimungsmittel 210

#### 2.3 Naßfeste Papiere 210

#### 2.4 Farbstoffe 211

##### 2.4.1 Färben von Papier 211

##### Färben in der Masse 211

##### Oberflächenfärbung 212

##### 2.4.2 Einwirkung von Farbstoffen auf die Fasermasse 212

##### Basische Farbstoffe 212

##### Saure Farbstoffe 212

##### Substantive Farbstoffe 213

##### Pigmentfarben 213

##### 2.4.3 Optische Aufheller 214

#### 2.5 Füllstoffe 214

### **3 Konstantteil 216**

#### 3.1 Die Funktion des Konstantteils 216

#### 3.2 Mischen der Rohstoffe 216

##### 3.2.1 Mischung im Chargenbetrieb 216

##### 3.2.2 Kontinuierliche Mischung 218

##### 3.2.3 Mischen der verschiedenen Fasersuspensionen 218

#### 3.3 Maschinenbütte, Niveaubehälter 219

#### 3.4 Konstanthaltung der Strömungsgeschwindigkeiten 219

- 3.5 Siebwasser 220
- 3.6 Faserrückgewinnung 221
- 3.7 Mischen der Stoffströme mit der Mischpumpe 222
  - System mit Einfachverdünnung 224
  - System mit doppelter Verdünnung 224
- 3.8 Sortierung im Konstantteil 224
  - 3.8.1 Cleaneranlagen 225
  - 3.8.2 Dekulatoranlagen 226
    - Vakuumentgasung 227
  - 3.8.3 Drucksortierung 228
- 3.9 Rohrleitungen 229
- 3.10 Berechnung des Konstantteils 230

## **4 Stoffauflauf 232**

- 4.1 Allgemein 232
- 4.2 Das Verteilsystem 233
- 4.3 Methoden der Turbulenzerzeugung 234
- 4.4 Funktion der Ausströmlippe oder Blende 236
- 4.5 Anwendungsgebiete verschiedener Stoffauflaufkonstruktionen 238
- 4.6 Korrektur der Faserorientierung 239
- 4.7 Sieb-Strahlverhältnis 242

## **5 Blattbildung 244**

- 5.1 Theorie der Blattbildung 244
- 5.2 Steuerung der Entwässerung 245
  - 5.2.1 Allgemein 245
  - 5.2.2 Entwässerungselemente 246
  - 5.2.3 Mechanische Steuerung der Entwässerung 247
  - 5.2.4 Hydrodynamische Steuerung der Entwässerung 248
  - 5.2.5 Hydrostatische Entwässerung, Naßsaugkästen 249
- 5.3 Blattbildungssysteme 250
  - 5.3.1 Langsieb 252
    - Aufbau der Siebpartie 252
    - Siebrücklauf und Reinigung 253
  - 5.3.2 Entwässerungselemente der Langsiebpartie 254
    - Brustwalze und Siebtisch 255
    - Siebsaugwalze und Siebumkehrwalze 255

- 5.3.3 Der Verlauf der Entwässerung 256
- 5.3.4 Der Egoutteur 257
- 5.3.5 Wasserzeichen 257
- 5.3.6 Obersiebentwässerung 260
  - Entwässerung durch Vakuum 260
  - Entwässerung durch Radialkräfte 261
  - Entwässerung durch Anpressung 262
- 5.3.7 Gapformer 262
- 5.4 Mehrlagenblattbildung 267
  - 5.4.1 Allgemein 267
  - 5.4.2 Blattbildung auf Rundsieben 268
  - 5.4.3 Wickelpappe, Handpappe 268
  - 5.4.4 Rundsiebformer 269
  - 5.4.5 Aufbau der Rundsiebmaschinen 270
  - 5.4.6 Rundsieb-Wasserzeichen 270
  - 5.4.7 Mehrlängsiebmaschinen 271
- 5.5 Gautschen von Papier und Kartonbahnen 271
- 5.6 Mehrkanalstoffaufläufe 272

## **6 Pressen 273**

- 6.1 Einführung 273
- 6.2 Theorie des Pressens 273
  - Preßimpuls 275
  - Wasserrückhaltevermögen der Fasern 275
  - Das Verhalten eines Papierblatts unter Druck 276
- 6.3 Aufbau eines Preßnips 277
- 6.4 Einfluß des Pressens auf die Blatteigenschaften 278
- 6.5 Aufbau einer Pressenpartie 278
- 6.6 Pressenkonzepte 280
- 6.7 Preßwalzenkonstruktionen 282
  - 6.7.1 Allgemein 282
  - 6.7.2 Bombieren von Walzen 282
  - 6.7.3 Walzen mit variabler Bombage 283
  - 6.7.4 Walzenoberfläche 284
- 6.8 Schuhpressen 287
- 6.9 Andere Wege, die Wirkung der Presse zu verbessern, Dampfblaskasten 289



- 7 Trocknung von Papier und Karton 291**
  - 7.1 Einführung 291
  - 7.2 Wärme und Wassertransport im Papier 291
  - 7.3 Kontakttrocknung 293
  - 7.4 Konvektionstrocknung, Lufttrocknung 297
  - 7.5 Infrarot Trocknung 297
  - 7.6 Aufbau einer Trockenpartie 298
    - 7.6.1 Allgemein 298
    - 7.6.2 Zylinderkonstruktion 298
    - 7.6.3 Zylindertrocknung 298
    - 7.6.4 Dampf und Kondensat 300
    - 7.6.5 Trockensiebe 300
    - 7.6.6 Problemlösungen moderner Trockenpartien 302
      - Grundsätzliche Überlegungen 303
      - Moderne Trockenpartien 305
    - 7.6.7 Trockenhaube 308
    - 7.6.8 Einfluß der Trocknung mit Wärme auf die Papiereigenschaften 309
  - 7.7 Spezielle Trocknungssysteme 310
  - 7.8 Durchführen der Papier- und Kartonbahn durch die Maschine 311
  - 7.9 Die Schlußgruppe der Papier- und Kartonmaschine 313
    - 7.9.1 Das Glättwerk 313
    - 7.9.2 Feuchten in der Papiermaschine 314
    - 7.9.3 Meßrahmen 314
    - 7.9.4 Die Aufrollung 314
- 8 Pumpen 316**
  - 8.1 Pumpen für Papierstoff und Wasser 316
    - 8.1.1 Pumpencharakteristik 316
    - 8.1.2 Mischpumpe 318
    - 8.1.3 MC-Pumpen 318
  - 8.2 Transport von ausgepreßtem Faserstoff und Schlamm 319
  - 8.3 Pumpen für Hilfsstoffe und Streichfarbe 320
  - 8.4 Vakuumpumpen 321
    - 8.4.1 Wasserringpumpe 321
    - 8.4.2 Vakuumgebläse, Turbair Gebläse 323
    - 8.4.3 Vakuumkompressor (Roots-

## **9 Bespannung 326**

- 9.1 Siebe 326
  - 9.1.1 Langsiebe, Formiersiebe 326
    - Anforderungen an die Langsiebe 326
    - Siebherstellung 327
    - Aufbau der Siebe, Webarten 329
    - Bewertungsmerkmale 330
    - Umgang mit Sieben 331
    - Siebfehler 332
  - 9.1.2 Rundsiebe, Formierwalzen und Egoutteure 333
- 9.2 Naßfilze Preßfilze 334
  - 9.2.1 Funktion der Naßfilze 334
  - 9.2.2 Aufbau eines Naßfilzes 335
  - 9.2.3 Behandlung der Filze in der Papiermaschine 337
- 9.3 Trockensiebe 337
  - 9.3.1 Funktion der Trockensiebe 337
  - 9.3.2 Aufbau eines Trockensiebes 338
  - 9.3.3 Verhalten von Trockensieben 341

## **10 Papiermaschinen und Kartonmaschinen 342**

- 10.1 Langsiebpapiermaschine 342
- 10.2 Zeitungspapiermaschine 343
- 10.3 Wellpappenroh papiermaschine 343
- 10.4 Tissuemaschine 344
- 10.5 Kartonmaschine 345
- 10.6 Anlage für holzfreie gestrichene Papiere 347

## **Teil 3 Oberflächenveredlung von Papier**

### **1 Einführung 351**

- 1.1 Oberflächenbehandlung 354
  - 1.1.1 Leimpresse 354
  - 1.1.2 Walzenauftragssysteme 356
  - 1.1.3 Filmpressen 356
  - 1.1.4 Sprühauftrag 357
- 1.2 Trocknung des oberflächenbehandelten Papiers 358

- 1.3 Leimküche 359
- 1.3.1 Enzymatischer Abbau der Stärke im diskontinuierlichen Batch-Verfahren 361
- 1.3.2 Das kontinuierliche Verfahren des enzymatischen Abbaus der Stärke 361

## **2 Streichen von Papier 362**

- 2.1 Allgemein 362
- 2.2 Walzenstreichverfahren 363
- 2.3 Raketstreichverfahren 363
- 2.3.1 Das Rakelverfahren, Stiff Blade 365
- 2.3.2 Bent Blade 366
- 2.3.3 Rollrakel 367
- 2.3.4 Andere Auftragssysteme 367
- 2.3.5 STDA, Short Dwell Time Applicator 368
- 2.3.6 Streichen mit der Filmpresse 368
- 2.3.7 Luftbürsten und Luftmesser 369
- 2.4 Die Trocknung des Strichs 370
- 2.4.1 Infrarottrocknung 370
- 2.4.2 Lufttrocknung 371
- 2.5 Aufbau einer Streichmaschine 372
- 2.6 Streichfarbenaufbereitung, Streichküche 375
- 2.6.1 Anlieferung der Streichrohstoffe 375
- 2.6.2 Streichfarbenaufbereitung 376
- 2.6.2.1 Streichfarbenaufbereitung nach dem Batch System 376
- 2.6.2.2 Vollkontinuierliche Streichfarbenaufbereitung 377
- 2.6.2.3 Streichfarbenaufbereitung im Kneeter 377
- 2.6.3 Arbeitsstation der Streichmaschine 378
- 2.7 Aufbau der Streichfarben 378
- Technologie der Streichfarben 378
- 2.7.1 Streichpigmente 378
- 2.7.1.1 China Clay 378
- 2.7.1.2 Kreide, Calciumkarbonat 379
- 2.7.1.3 Talkum 379
- 2.7.1.4 Satinweiß 379
- 2.7.1.5 Titandioxid 379
- 2.7.1.6 Blancfixe, BaSO<sub>4</sub> 379
- 2.7.1.7 Synthetische Pigmente 380
- 2.7.2 Bindemittel 380
- 2.7.2.1 Natürliche Bindemittel 380
- Casein 380

- Stärke 380
- Alginat 381
- 2.7.2.2 Modifizierte natürliche Bindemittel 381
  - Modifizierte Stärke 381
  - Carboxymethylcellulose, CMC 382
  - Hydroxyäthylcellulose, HEC 382
- 2.7.2.3 Synthetische Bindemittel 382
  - 2.7.2.3.1 Kunststoffdispersionen 382
    - Butadien/Styrol 383
    - Butadien-Acrylnitril-Mischpolymerisate 383
    - Butadien/Methylmethacrylat Dispersion 383
  - 2.7.2.3.2 Andere synthetische Binder 383
    - Acrylsäureester 383
    - Polyvinylalkohol (PVA) 383
    - Polyvinylazetat, PVAc 383
- 2.7.3 Hilfsstoffe 384
  - 2.7.3.1 Naßfestigkeitsmittel 384
  - 2.7.3.2 Farbstoffe 384
  - 2.7.3.3 Optische Aufheller 384
  - 2.7.3.4 Zusätze zur pH Steuerung 384
  - 2.7.3.5 Konservierungsmittel 384
  - 2.7.3.6 Entschäumer 385
  - 2.7.3.7 Gleitmittel 385
  - 2.7.3.8 Dispergiermittel 385
  - 2.7.3.9 Mittel zur Viskositätssteuerung 385
  - 2.7.3.10 Leitfähigkeitsmittel 386
- 2.8 Eigenschaften von Streichfarben 386
  - 2.8.1 Viskosität 386
  - 2.8.2 Konzentration, Feststoffgehalt 387
  - 2.8.3 Aschegehalt 387
  - 2.8.4 PH Wert 388
  - 2.8.5 Wasserretention 388

## **Teil 4 Ausrüstung von Papier und Karton**

- Übersicht 391**
- 1 Bahnführung 392**
  - 1.1 Einleitung 392
  - 1.2 Schmalere werden der Bahn durch Bahnspannung 392
  - 1.3 Gleicher Walzenabstand 392
  - 1.4 Die Leitwalze 393

- 1.5 Abhängigkeit zwischen Leitwalzen-  
durchmesser und  
Produktdicke 393
- 1.6 Die Breitstreckwalze 394
- 1.7 Dualstreckwalzen 395
- 1.8 Die Streichstange 396
- 1.9 Bombierte Leitwalze 396
- 1.10 Seitenkantensteuerung 396
- 1.11 Die Anfertigung von  
Klebstellen 397
- 1.12 Bahnführungsprobleme bei höheren  
Geschwindigkeiten 399
  - 1.12.1 Luftabführung 399
  - 1.12.2 Zug in der Bahnführung 400
  
- 2. Kalanders und Glättwerk 401**
  - 2.1 Einfluß der Rohstoffe auf Glätte und  
Glanz 403
  - 2.2 Theorie der Satinage im  
Kalanders 404
    - 2.2.1 Bestimmung der  
Druckspannungen 404
  - 2.3 Das Glättwerk 405
  - 2.4 Elastische Walzen 407
    - 2.4.1 Papierwalzen 407
    - 2.4.2 Kunststoffbezogene Walzen 410
  - 2.5 Stahlwalzen 410
    - Stahlwalzenoberflächen 410
      - 2.5.1 Beheizte Walzen 412
  - 2.6 Superkalanders 412
  - 2.7 Softkalanders und Softkompakt  
Kalanders 417
    - 2.7.1 Softkompaktkalanders nach dem  
Januskonzept 419
  - 2.8 Prägekalanders 420
  - 2.9 Durchbiegungskompensierte  
Walzen 423
  
- 3 Abrollungen 430**
  - 3.1 Verschiedene Arten der Abrollun-  
gen 430
  - 3.2 Brechinstallationen (De-Curl) 432
  - 3.3 Statische Elektrizität 433
    - Passive Ionisation 434
    - Aktive Ionisation 435
  - 3.4 Die Entstehung von Ausschuß 435
  - 3.5 Zulässige Drehzahlen für  
Hülsen 436

- 4 Wickeltechnik 439**
- 4.1 Allgemein 439
- 4.2 Theorie der Wickeltechnik 441  
Was ist Lagenverschiebung in einer Rolle? 441  
Einfluß der Druckwalze auf die Wickelhärte der Rolle 442  
Empfehlungen für die Wicklung 443  
Reiner Zentrumsantrieb 444
- 4.3 Ausführungsformen von Wickel-  
techniken 444
- 4.3.1 Umroller 444
- 4.3.2 Rollenschneidmaschinen 445  
Zentrumswickler 445  
Doppeltragwalzenroller 445  
Doppeltragwalzenroller mit Luftkissenentlastung der Rollen 447  
Stützwalzenroller 447  
Stützriemenroller 448  
Duo Roller 448  
Zusatzeinrichtungen zur Rollenschneidmaschine 449
- 4.4 Tissuewickeltechnik 450
- 4.5 Bestimmung der Wickelhärte 451
- 4.6 Wickelfehler 452  
Jahresringe 452  
Unrundheit 452  
Bauchige Rollen 454  
Kreppfalten 455  
Platzstellen 455
- 4.7 Kapazitätsberechnungen 456
- 4.8 Automatisierung der Rollenschneidmaschine 457
- 4.9 Antriebe 458  
Doppeltragwalzenroller Antrieb 459
- 5 Schneiden der Papierbahn 462**
- 5.1 Theorie des Längsschneidens 462
- 5.2 Theorie des Querschneidens 464
- 5.3 Neue Messermaterialien 466
- 5.4 Die Entstehung von Schnittstaub 467
- 5.5 Staubabsaugungen 469
- 6 Formatausrüstung 470**
- 6.1 Querschneider 470

- 6.2 Quermesser 471
- 6.3 Sortierquerschneider 473
- 6.4 Bogentransport und Überlappung von Bogen 475  
Überlappung 475
- 6.5 Herstellung eines Stapels und Zählen der Bogen 476
- 6.6 Automatisierung der Querschneider 477
- 6.7 Kapazitätsberechnungen 478

## **7 Verpacken von Bogen und Rollen 481**

- 7.1 Paletten 481
- 7.2 Rollenverpackungsmaschinen 481
- 7.3 Riesverpackungsmaschinen 484  
Kartonverpackung 486
- 7.4 Palettenverpackungsmaschinen 487

## **Teil 5 Eigenschaften von Rohstoffen, Fasersuspensionen und Papier**

### **1 Eigenschaften von Rohstoffen 491**

- 1.1 Spezifikation von Frischfasern 491
  - 1.1.1 Holzstoff 491
  - 1.1.2 Zellstoff 492
- 1.2 Spezifikation von Altpapier 494

### **2 Stoffzusammensetzung von Papier 496**

- 2.1 Die Rezeptur 496
  - 2.1.1 Holzhaltig und holzfrei 498

### **3 Eigenschaften des nassen Papierstoffs 500**

- 3.1 Mahlungszustand 500
  - 3.1.1 Einfluß des Mahlungszustands auf die Papiereigenschaften 502
- 3.2 Entwässerungszeit 502
- 3.3 Faserlänge 504  
Faserlängenverteilung in Klassen durch Messung über Siebe 505  
STFI Gerät 506  
Kajani-Gerät 506

- 3.4 Quellung 507
- 3.5 Stoffdichte, Konsistenz 508
- 3.5.1 Begriff und Messung 508
- Online-Messung 508
- 3.5.2 Konzentration gelöster Stoffe 509
- 3.6 pH Wert und Azidität 509
- 3.7 Luftgehalt 510
- 3.7.1 Allgemein 510
- 3.7.2 Luftgehaltsmessung 511
- 3.8 Retention 511
- 3.8.1 Der Retentionsvorgang 511
- 3.8.2 Die Berechnung der Retention 512
- 3.8.3 Messung und Berechnung 514
- 3.8.4 Fixierung und Fixiermittel 515

#### **4 Papierprüfung, Papiereigenschaften 517**

- 4.1.2 Mikroskopische Untersuchung 517
- 4.2 Aschegehalt 518
- 4.2.1 Definition 518
- 4.2.2 Messung 519
- 4.2.3 Einfluß der Füllstoffe auf die Papiereigenschaften 519
- 4.3 Feuchtigkeit von Papier 519
- 4.3.1 Definition 519
- 4.3.2 Bestimmungsmethoden 520
- 4.3.3 Einfluß der Feuchte auf die Papiereigenschaften 520
- 4.4 Hilfsstoffe 520
- 4.5 Säuregrad oder pH-Wert 521
- 4.6 Allgemeine  
Papierprüfung 521
- 4.7 Flächengewicht, Flächenmasse 522
- 4.7.1 Bestimmung des Flächengewichts 522
- 4.7.2 Kontinuierliche Flächengewichtsmessung und die kontinuierliche Messung anderer Eigenschaften 523
- Prozeßbleitsysteme für Flächengewicht u.a. 523
- Einfache Beurteilungsmethoden 523
- 4.7.3 Variation des Flächengewichts 524
- 4.8 Dicke und Volumen 524
- 4.8.1 Definition und Bestimmung 524
- Die Auswahl der Rohstoffe 526
- Bearbeitung von Rohstoffen 526
- Hilfsmittel 526



- Bedingungen an der Papiermaschine 526
- Nachbehandlung/Veredelung von Papier 526
- Dickeschwankungen 527
- 4.8.2 Die Bedeutung der Dicke 525
- 4.8.3 Beeinflussung 525
- 4.9 Maschinenlaufrichtung und Querrichtung 527
- 4.9.1 Definition 527
- 4.9.2 Bestimmung der Laufrichtung 527
- 4.9.3 Beeinflussung 528
- 4.9.4 Fortbewegungsrichtung 529
- 4.10 Sieb und Oberseite 529
- 4.10.1 Bestimmungsmethoden 529
- 4.10.2 Unterschiede der Eigenschaften zwischen Sieb und Oberseite 530
- 4.10.3 Beeinflussung der Zweiseitigkeit 531
- 4.11 Feuchtigkeit, Klima und Papier 531
- 4.11.1 Klimabedingungen 531
- 4.11.2 Relative Luftfeuchtigkeit von Papier, Hysterese 533
- Temperatureinfluß 534
- 4.11.3 Bestimmungsmethoden 535
- 4.11.4 Einflußgrößen 535
- 4.11.5 Flachlage und Rollneigung 535
- Randwelligkeit 535
- Tellern von Formatpapier 536
- Schlechte Stapellage 536
- Rollneigung von Papier 536
- 4.11.6 Bestimmungsmethode 536
- 4.11.7 Beeinflussung 536
- 4.11.8 Dimensionsstabilität 537
- 4.11.9 Bestimmungsmethode 538
- 4.11.10 Beeinflussung 538
- 4.12 Statische Elektrizität 539
- 4.13 Rechtwinkligkeit und Abmessungen 539
- 4.14 Mehrlagiges Papier 540
- 5 Festigkeiten 541**
- 5.1 Allgemein 541
- 5.2 Zugfestigkeit und Reißlänge 541
- 5.2.1 Definition und Begriff 541
- 5.2.2 Meßmethode 541
- 5.2.3 Beeinflussung 542
- Faserstoffzusammensetzung 542

Hilfstoffe 543  
Mahlung 543  
Papiermaschinenbedingungen 543

- 5.3 Dehnung 544
  - 5.3.1 Begriff und Bestimmung 544
  - 5.3.2 Beeinflussung 544
  - 5.3.3 Die Bedeutung der Dehnung 544
- 5.4 Kraft Dehnungsdiagramm 545
- 5.5 Durchreißwiderstand, Weiterreißarbeit 546
  - 5.5.1 Definition und Begriff 546
  - 5.5.2 Bestimmungsmethode 547
  - 5.5.3 Weiterreißarbeit nach Brecht Imset WAr 547
  - 5.5.4 Beeinflussung 548
    - Faseranzahl 548
    - Länge der Fasern 549
    - Faserbindungen 549
- 5.6 Berstdruck 549
  - 5.6.1 Definition und Begriff 549
  - 5.6.2 Bestimmungsmethode 549
  - 5.6.3 Beeinflussung 550
- 5.7 Falzzahl 551
  - 5.7.1 Definition und Begriff 551
  - 5.7.2 Bestimmungsmethode 552
  - 5.7.3 Beeinflussung 552
  - 5.7.4 Rillen und Falzen von Faltschachtelkarton 552
- 5.8 Naßfestigkeit 553
  - 5.8.1 Definition und Begriff 553
  - 5.8.2 Bestimmungsmethode 553
  - 5.8.3 Beeinflussung 554
- 5.9 Steifigkeit 554
  - 5.9.1 Definition und Begriff 554
  - 5.9.2 Bestimmungsmethode 555
  - 5.9.3 Einflußgrößen 555
- 5.10 Festigkeitseigenschaften von Wellpappenroh papier 556
  - 5.10.1 Flachstauchwiderstand: Concora Medium Test (CMT) 556
  - 5.10.2 Kantenstauchwiderstand, Corrugated Crush Test (CCT) 557
  - 5.10.3 Ringstauchwiderstand, Ring Crush Test (RCT) 557
  - 5.10.4 Durchstoßwiderstand 557
- 5.11 Klang und Härte 558

## **6 Oberflächeneigenschaften 559**

- 6.1 Glätte 559

- 6.1.1 Definition und Begriff 559
- 6.1.2 Bestimmungsmethoden 559
- 6.1.3 Beeinflussung 561
- 6.2 Rupffestigkeit 561
- 6.2.1 Definition 561
- 6.2.2 Bestimmung 562
- 6.2.3 Einflußgrößen 562
- 6.3 Radierfähigkeit 563

## **7 Optische Eigenschaften 564**

- 7.1 Allgemein 564
- 7.2 Licht und Papier 565
- 7.3 Reflexion (diffus streuend) 565
- 7.4 Opazität 566
- 7.4.1 Begriff und Messung 566
- 7.4.2 Beeinflussung 566
- 7.5 Durchsicht 568
- 7.5.1 Begriff 568
- 7.5.2 Beeinflussung 568
- 7.5.3 Fehlerdetektor 569
- 7.6 Reflexion (spiegelnd) 569
- 7.6.1 Begriff 569
- 7.6.2 Glanz 569
- Beeinflussung 570
- 7.7 Absorbtion 571
- 7.7.1 Farbe und Farbmessung 571
- 7.7.2 Metamerie 575
- 7.7.3 Fluoreszenz 575

## **8 Absorbtionsvermögen und Durchlässigkeit 576**

- 8.1 Einleitung 576
- 8.2 Absorbtionsvermögen von Papier 577
- 8.2.1 Definition und Begriff 577
- 8.2.2 Bestimmungsmethoden für wässrige Flüssigkeiten 578
- 8.2.3 Beeinflussung 579
- 8.3 Porosität 580
- 8.3.1 Definition und Begriff 580
- 8.3.2 Bestimmungsmethoden 581
- 8.3.3 Beeinflussung 582

## **9 Der Einfluß von Papiereigenschaften auf die Bedruckbarkeit 584**

- 9.1 Einleitung 584

Bedruckbarkeit 584  
Drucktechnik und Papiereigenschaften 584

- 9.2 Anforderungen an eine gute Bedruckbarkeit 584
  - 9.2.1 Glätte 585
  - 9.2.2 Absorbtion und Porosität 585
    - Bestimmung 586
  - 9.2.3 Rupfen und Stauben 586
    - Bestimmung 586
  - 9.2.4 Kompressibilität und Elastizität 587
  - 9.2.5 Maßhaltigkeit 587
  - 9.2.6 Optische Eigenschaften 588
  - 9.2.7 Chemische Einflüsse auf den Druck und die Druckform 588
  - 9.2.8 Spezielle Druckprobleme 589
    - Tiefdruck 589
    - Offsetdruck 589
  - 9.2.9 Haltbarkeit, Alterungsbeständigkeit 589
  - 9.2.10 Festigkeiten 590
  - 9.2.11 Staub und lose Fasern 590
  - 9.2.12 Rechtwinklige und flachliegende Bogen 590
  - 9.2.13 Gleichmäßig gewickelte Rollen 590
  - 9.2.14 Statische Elektrizität 590
- 9.3 Zusammenfassung 591

## **10 Fehler im Papier 594**

- 10.1 Einleitung und Analysemethoden 594
- 10.2 Pin Holes 594
- 10.3 Löcher im Papier 595
- 10.4 Helle Flecken 595
- 10.5 Verdrücktes Papier 595
- 10.6 Schmutz im Papier 596
- 10.7 Falten 596
- 10.8 Dünne und dicke Bahnen 597
- 10.9 Dünne Stellen 597
- 10.10 Markierungen 598
  - Siebmarkierung 598
  - Egoutteurmarkierungen 598
  - Saugwalzenmarkierungen 599
  - Pressenmarkierung 599
  - Trockenzylindermarkierung 599
- 10.11 Blasenbildung 599