

Diplomarbeit

Bestandsaufnahme der vier Altpapieraufbereitungslinien der
Papierfabrik Rieger Trostberg, Bilanzierung und Optimierung
der Rejektströme

Michael Jarolim

Betreuer: Em. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Helmut Stark

Inhaltsverzeichnis:	Seite
Danksagung	7
1. Einführung:	8
1.1 Gliederung	8
1.1.1 Teil 1	8
1.1.2 Teil 2	8
1.1.3 Teil 3	8
1.2 Vorstellung der Papierfabrik Rieger	9
1.3 Bedeutung von Altpapier	10
1.4 Besondere Eigenschaften von Altpapierfasern	11
1.5 Aufgaben der Altpapieraufbereitung	11
1.5.1 Suspendieren	11
1.5.1.1 Prinzip der Suspendierung	12
1.5.2 Reinigen	13
1.5.2.1 Prinzip der Reinigung	13
1.5.2.2 Definition der mechanischen Trennverfahren	13
1.5.3 Sortieren	15
1.5.3.1 Theorie der Sortierung:	15
1.5.3.1.1 Trennungswahrscheinlichkeit	15
1.5.3.1.2 Anlagensysteme	16
1.5.3.1.2.1 Kaskadenschaltung	16
1.5.3.1.2.2 Vorwärtsschaltung	17
1.5.3.1.2.3 Rückwärtsschaltung	17
1.5.3.1.2.4 Kombinierte Schaltung	18
1.5.3.2 Sortierkennlinie	18
1.5.3.3 Trennapparate	20
1.5.3.4 Arbeitsweise eines Drucksortierers	21
1.5.4 Zentrifugieren	22
1.6 Verbessern	22
1.7 Nicht verwertbare Stoffe aus dem Altpapier	23
1.7.1 Definition Störstoffe	23
1.7.2 Definition Fremdstoffe	23
1.7.3 Definition Verunreinigungen	24
1.7.4 Definition Sticky	24

1.7.5 Definition Stippen	24
1.7.6 Definition Rejekte	24
1.8 Stickybekämpfung	25
1.8 Faserfraktionsuntersuchung	25
1.8.1 Faserfraktioniergerät nach Brecht und Holl	25
1.8.1.1 Normsiebe	26
1.8.1.2 Fraktionen	26
1.8.1.3 Faserstoffgruppen	26
1.8.2 Gerätedaten Faserfraktioniergerät	27
1.9 Ascheuntersuchung	27
1.9.1 Gerätedaten Muffelofen	28
1.10 Beschreibung der Anlage	28
1.10.1 Produktions- und Maschinendaten	28
1.10.1.1 Kartonmaschine 1	28
1.10.1.2 Papiermaschine 2	28
1.10.1.3 Stoffaufbereitung	29
1.11 Rohstoffe	29
1.11.1 Decke	29
1.11.2 Schonschicht	29
1.11.3 Einlage	30
1.11.4 Rücken	30
2. Teil 1	30
2.1 Stoffaufbereitung Schema	30
2.1.1 PM2 Decke	31
2.1.2 PM2 Schonschicht	33
2.1.3 PM2 Einlage	35
2.1.4 PM2 Rücken	37
2.1.5 KM1 Decke weiß	38
2.1.6 KM1 Decke grau	39
2.1.7 KM1 Schonschicht	40
2.1.8 KM1 Einlage	41
2.1.9 KM1 Rücken	42
3. Teil 2	43
3.1 Allgemeines zur Bilanzierung des Rejekt- und Materialflusses	43

3.1.1 Ziel der Bilanz	43
3.1.2 Vorgaben zur Bilanz	43
3.1.3 Zeitraum	43
3.1.4 Probenahme Datum	44
3.1.5 Measurex-System	44
3.1.6 Betriebsdatenerfassungs-System (BDE-System)	44
3.1.7 Wasserkreislauf Verluste	45
3.1.8 Probeblätter	45
3.1.9 Messvorgaben	45
3.1.9.1 Vorgaben PM2	45
3.1.9.2 Vorgaben KM1	46
3.1.10 Bezeichnungen der Rejekte	47
3.1.11 Solleinträge /Solllagengewichte	47
3.1.11.1 PM2	47
3.1.11.2 KM1	48
3.1.12 Lagengewichte bei Probennahme	48
3.1.12.1 PM2: (Riegerliner 2/2, 140 g/m ²)	48
3.1.12.2 PM2: (Riegerliner 2/1, 140 g/m ²)	49
3.1.12.3 KM1: (Riegerboard 700 g/m ²)	49
3.1.13 Zuordnung der Probennummern zu den Probenahmezeiten	50
3.2 Rejekt und Materialfluss Bilanz	50
3.2.1 Allgemein	50
3.2.1.1 Lagengewicht und Nettogewicht	50
3.2.1.2 Randverluste	50
3.2.1.3 Trimmverluste und Ausschuss	51
3.2.1.4 Abriss	51
3.2.1.5 Rejektmengen	51
3.2.2 Ergebnisse der Rejekt – und Materialflussbilanz	52
3.2.2.1 PM2	52
3.2.2.1.1 Decke	52
3.2.2.1.2 Schonschicht	52
3.2.2.1.3 Einlage / Rücken	52
3.2.2.2 KM1	53
3.2.3 Sankey-Diagramm der Stoff- und Rejektströme	54

3.2.4	Verlustdiagramme	55
3.2.4.1	Verluste Papiermaschine	55
3.2.4.1.1	Verluste Decke	55
3.2.4.1.2	Verluste Schonschicht	55
3.2.4.1.3	Verluste Einlage / Rücken	56
3.2.4.2	Verluste Kartonmaschine	56
3.3	Untersuchung der Sortierereffizienz	57
3.3.1	Brecht-Holl Daten	57
3.3.2	Allgemeines	57
3.3.2.1	Aschegehalt	57
3.3.3	Auswahl der Sortierapparate	58
3.3.4	Probennahme	58
3.3.5	Ergebnisse der Brecht-Holl Analyse und der Veraschung	59
3.4	Untersuchung der Sortiereffizienz	59
3.4.1	Formeln zur Berechnung	59
3.4.1.1	Massenstrom otro	60
3.4.1.2	Stippengewicht des Überlaufes / Einlaufes	60
3.4.1.3	Stippengewicht des Einlaufes	60
3.4.1.4	Faserlangstoffgewicht des Überlaufes / Einlaufes	60
3.4.1.5	Faserlangstoffgewicht des Einlaufes	61
3.4.1.6	Rel. Überlaufstoffgewicht	62
3.4.1.7	Stippenzurückhaltung	62
3.4.2	Ergebnisse der Sortiereffizienzuntersuchung	62
3.4.2.1	Erläuterungen zu den Tabellenwerten	62
3.4.2.1.1	Sortierer 1 Schonschicht	62
3.4.2.1.2	Sortierer 2 Schonschicht	62
4. Teil 3		63
4.1	Optimierungsmöglichkeiten	63
4.2	Allgemeine Vorschläge	63
4.2.1	Stoffaufbereitung Schonschicht, Decke	63
4.2.2	Abwasserreinigung, Großer Trichter	64
4.2.3	Leckstellen	64
4.2.4	Rejekt-Sammelbehälter	65
4.3	PM2 Einlage	65

4.3.1 Leichtrejekte Spectroscreen, OS 8, OS 4	65
4.3.2 Gutstoffe Spectroscreen, OS 8, OS 4	67
4.3.3 Leichtrejekt CS3-T	69
4.3.4 Junkscreen	70
4.3.5 Rejekt R25	71
4.3.6 OS 2 Einlage, Leichtrejekt	72
4.3.7 OS 2 Einlage, Rejekt	73
4.4 PM2 Schonschicht	73
4.4.1 Leichtrejekte CS3-T, LPS 31	73
4.4.2 Gutstoff Sortex	75
4.5 PM2 Rücken	77
4.5.1 Gutstoffzusammensetzung für den Rücken	77
4.5.2 Gutstoff des OS 2	79
4.6 KM1 Decke	80
4.6.1 Frischwasserverbrauch	80
4.7 KM1 Rücken	81
4.7.1 Rejekt R50	81
4.8 KM1 Einlage	83
4.8.1 Rejekt R41	83
5. Schlussworte	85
6. Abbildungsverzeichnis	86
7. Quellenverzeichnis	88
8. Anhang	89

Danksagung:

Danksagen möchte ich an dieser Stelle Em. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Helmut Stark für die fachliche und freundliche Unterstützung, ohne der diese Arbeit nicht möglich gewesen wäre.

Der Dank gehört ebenso der Fa. Rieger, die mir fachlich große Freiräume gewährt hat, und mich so stark unterstützt hat. Im Speziellen möchte ich der Geschäftsführung danken, die mir jede Freiheit bei der Umsetzung dieser Arbeit ermöglicht hat, sowie den Angestellten und Arbeitern, die mir so bereitwillig geholfen haben und mich freundlich als Kollege in einer sehr angenehmen Arbeitsatmosphäre aufgenommen haben. Auch den Auszubildenden für die Fabrik Stremberg möchte ich danken, da ohne Ihrer Hilfe die aufwendigen Probenahmen nicht möglich gewesen wären.

Bedanken möchte ich mich auch beim Institut für Papier-, Zellstoff- und Fasertechnik, im Speziellen bei der Laborleitung und den Laborangestellten, die mir bei der Brecht-Holl Untersuchung mit Rat und Tat zur Seite gestanden sind.

Meinen Eltern möchte ich ganz herzlich Danken, da sie mich immer unterstützt und mir das Studium ermöglicht haben.

Einführung:

1.1 Gliederung:

1.1.1 Teil 1:

Der erste Teil dieser Diplomarbeit ist die Erfassung der Stoffaufbereitung der Papierfabrik Rieger in Trostberg. Es werden die Altpapieraufbereitungslinien für den Deckenstoff, Schonschichtstoff, Einlagenstoff und dem Rückenstoff jeweils in einem Verfahrensschaubild dargestellt.

1.1.2 Teil 2:

Der zweite Teil ist eine Bilanz über die Rejektströme. Diese Bilanz ist angelehnt an eine Bilanz aus dem Jahre 1996, die jedoch vor dem großen Umbau der PM2 gemacht wurde.

1.1.3 Teil 3:

Der dritte Teil behandelt eine Optimierung der Stoffaufbereitung. Im Speziellen soll die Rejekt-Gesamtmenge reduziert werden. Es wird auf die speziellen Erfordernisse an den Altpapierstoff in Bezug auf seinen Einsatz in den verschiedenen Schichten eingegangen.

1.2 Vorstellung der Papierfabrik Rieger:



Papierfabrik Rieger GmbH & Co. KG

Riegerstraße 4

D – 83308 Trostberg

Tel: 0049 / (0) 8621 / 804-0

Fax: 0049 / (0) 8621 804-185

Die Papierfabrik Rieger ist ein Unternehmen der W. Hamburger Gruppe.

Sie ist Hersteller von weißen gedeckten Wellpapperohrpapieren mit 125 g/m² bis 200 g/m² und weißen und grauen Kartonsorten von 400 g/m² bis 900 g/m².

Ca. 170 Mitarbeiter stellen auf den beiden Maschinen 140 000 Tonnen Papier und Karton pro Jahr her.

Bei einem Verbrauch von 600 kWh/t Strom, 2 t/t Dampf sowie 7 m³/t Wasser wird ein Umsatz von rund 75 Mio. Euro pro Jahr erzielt.

Die Fabrik wurde 1912 von Johann Rieger als Pappefabrik in Trostberg gegründet. Die noch heute in Betrieb stehende Kartonmaschine 1 (KM1) wurde 1925 gebaut. Die KM1 wurde 1965 in mehreren Schritten um- und ausgebaut. Im Jahr 1970 wurde eine zweite Rundsieb - Kartonmaschine (KM2) in Betrieb genommen. Im Jahre 1989 wurde die Fabrik von der W. Hamburger Gruppe übernommen. Die KM2 wurde im Jahr 1992 zur PM2 umgebaut und in Betrieb genommen. Der nächste Schritt war die Inbetriebnahme der aeroben und anaeroben Abwasser-Reinigungsanlage im Jahre 1997. Das Jahr 1998 brachte eine Verbesserung der PM2 und Stoffaufbereitung hinsichtlich der Qualität. Im Jahre 2001 wurde das Bürogebäude neu gebaut und die

Logistik neu gestaltet sowie der Kessel 5 in Betrieb genommen. Die PM2 wurde im Jahr 2002 mit einer Schuhpresse mit Transferbelt ausgestattet.

1.3 Bedeutung von Altpapier:

Nach DIN 6730 ist Altpapier folgend definiert:

„Altpapier ist der Oberbegriff für Papier, Karton und Pappe, die außerhalb ihres Fabrikationsprozesses nach Verarbeitung oder Gebrauch erfassbar anfallen.“

Dank der umweltfreundlichen Abfallwirtschaft stellt Altpapier in Europa inzwischen die wichtigste Rohstoffquelle für die Papier- und Pappeherstellung dar. Am Beispiel von Deutschland (Daten aus dem Jahr 2000) sieht man, dass der Altpapiereinsatz inzwischen über 50 % ist. Altpapier wird in den fünf Hauptproduktgruppen⁽¹⁴⁾ (graphische Papiere, Büro und Administrationspapiere, Karton und Verpackungspapiere, Hygienepapiere, Spezialpapiere) eingesetzt. Im Recyclingkreislauf wird nicht nur das Altpapier gesammelt, es wird nach Sorten getrennt und entsprechend seiner Eigenschaften eingesetzt. So werden zum Beispiel unbedruckte Druckereiabfälle getrennt gesammelt, da es einen wertvolleren Rohstoff als z.B. Haushaltssammelware darstellt. Das Haupteinsatzgebiet des Altpapiers liegt allerdings im Einsatz bei Verpackungspapieren und Karton.



Abb. 1: Rohstoffverbrauch der deutschen Papierindustrie 2000 (VDP)

Manuskript Pea 30 231, Grundprozesse der Papiererzeugung I

Seit dem die Papierfabrik Arlesheim 1970 das erste aus Altpapier erzeugte Produkt auf den Markt brachte („Umweltschutzpapier“), ist auch der Ökologiebegriff ein wichtiges Marketinginstrument in der Papierindustrie⁽¹¹⁾.

1.4 Besondere Eigenschaften von Altpapierfasern:

Altpapier stellt eine bedeutende Quelle für Faserstoff für die Papier- und Pappeherstellung dar. Es ist aber bei der Altpapieraufbereitung zu beachten, dass sich die Eigenschaften der Faser mit der Anzahl der Recycling-Zyklen verändern.

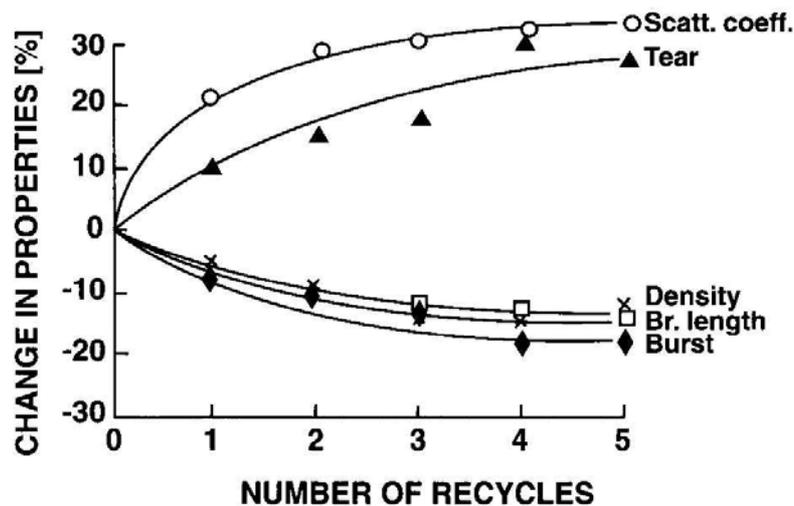


Abb. 2: Prozentuelle Änderung der Fasereigenschaften in Abhängigkeit zu den Recycling-Zyklen (gebleichter Kraft – Zellstoff)

Recycled Fiber and Deinking

Generell gilt, dass mit der Anzahl der Zyklen, die eine Zellstofffaser durchläuft, die Opazität des Blattes ansteigt, dagegen nehmen die Festigkeitswerte aufgrund der fortschreitenden Verhornung der Fasern je Zyklus ab.

Genauso ist zu beobachten, dass durch die teilweise monatelange Lagerung des Altpapiers im Freien die Festigkeitseigenschaften und die Färbung stark negativ beeinflusst werden.

1.5 Aufgaben einer Altpapieraufbereitung:

1.5.1 Suspendieren:

Der angelieferte Altpapierballen muss als erstes in Wasser suspendiert werden. Das geschieht in der Regel mit einem Stofflöser (Pulper: kontinuierlich oder diskontinuierlich) oder mit einer Auflösetrommel. Dabei soll das Altpapier im wässrigen Medium in Einzelfasern zerlegt werden. Es soll eine homogene Suspension hergestellt werden, die genau der erforderlichen Altpapierrezeptur (Anteile der

Altpapiersorten) entspricht. Bereits im Pulper können Trennprozesse ablaufen. Üblich sind in der Altpapieraufbereitung ein Draht- und Schnurfang. Damit können spinnende Verunreinigungen mit Hilfe des Zopfes aus dem Pulper ausgetragen werden. Eine weitere Möglichkeit ist es einen Teilstrom aus dem Pulper zu leiten um schwere oder leichte Verunreinigungen auszusortieren (Metallstücke, Steine, Glas, Styropor, Holz etc.). Im Pulper können auch Zusatzstoffe zugemengt werden.

1.5.1.1 Prinzip der Suspendierung:

Zu der Herauslösung der einzelnen Fasern aus dem Papierverbund kommt es im Pulper durch die Einlagerung von Wassermolekülen zwischen den Fasern und durch die Einbringung von mechanischer Energie (Scherkräfte). Durch die Einlagerung von Wassermolekülen werden bestehende Wasserstoffbrückenbindungen gelöst. Die Festigkeit des Faserverbundes geht mit der Befeuchtung größtenteils verloren⁽²⁾ Die Zerfaserungseffektivität in Bezug zum Stippengehalt im Pulper ist stark abhängig von der Art des zu zerfasernden Stoffes und der eingebrachten Energie.

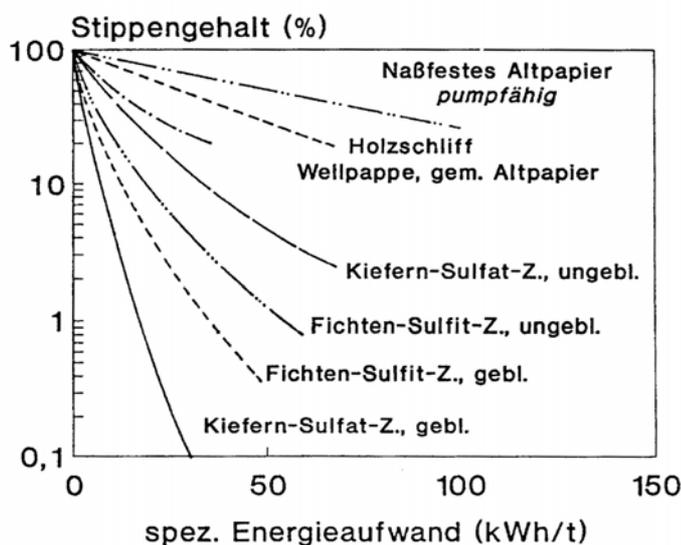


Abb. 3: Stippengehalt beim Auflösen verschiedener Halbstoffe und Papiere in Abhängigkeit vom spez. Energieaufwand

Manuskript Pea 30 231, Grundprozesse der Papiererzeugung I

1.5.2 Reinigen:

Als nächster Schritt kommt das Reinigen dieser Fasersuspension durch sortieren, abscheiden und deinking. Die dafür eingesetzten Apparate sind Sortierer, Cleaner und Flotationsanlagen. Bei den auszusortierenden Störstoffen handelt es sich hier um Stippen, Knoten, und nassfeste Bestandteile wie Bitumen, Wachse und Folienteilchen und klebende Verunreinigungen. In den Sortierern erfolgt die Abtrennung von Fremdstoffen oder Stippen nach deren Form und Größe. In den Cleanern erfolgt die Reinigung durch Unterschiede in der Dichte. Bei der Flotation werden hauptsächlich Druckfarbepartikel mittels Luftblasen aus der Suspension ausgetragen und als Schaum abgeschöpft. Das Verfahren beruht auf den unterschiedlichen Oberflächenenergien von Cellulosefasern, Feinstoffen, mineralischen Füllstoffen und Druckfarbepartikeln. Dadurch haben sie jeweils verschiedene Affinitäten zu den aufsteigenden Luftblasen.

1.5.2.1 Prinzip der Reinigung:

Bei der Reinigung einer Faserstoffsuspension handelt es sich grundsätzlich um Trennverfahren, die einen Stoffstrom in eine oder mehrere Komponenten teilt.⁽²⁾ In Bezug auf die nachfolgenden Kapitel werden die mechanischen Trennverfahren genauer dargestellt.

1.5.2.2 Definition der mechanischen Trennverfahren:⁽²⁾

Sortieren:

Zerlegen von Gemischen, die aus Teilchen unterschiedlicher physikalischer Eigenschaften bestehen, in Produkte mit unterschiedlicher chemischer Zusammensetzung, wobei die physikalische Eigenschaft als Merkmal für das Einordnen in die Produkte dient (Stoffart).

Klassieren:

Trennen eines dispersen Stoffsystems nach dem Merkmal Teilchen- (Korn-) -größe. Das Ziel eines Klassierungsprozesses ist die Aufteilung disperser Stoffsysteme in zwei oder mehrere Fraktionen unterschiedlicher Teilchengröße.

Filtrieren:

Abscheiden von Teilchen aus einem Fluid (Gas oder Flüssigkeit) mit Hilfe eines porösen Trennmittels, das die Teilchen weitgehend zurückhält und von dem Fluid durchströmt wird.

Flotieren:

Trennprozess, bei dem sich Teilchen in wässriger Suspension an eine zu Blasen oder Tropfen zerteilte fluide Trägerphase (z.B.: Luft) anlagern und von dieser in bestimmter Richtung transportiert werden.

Sedimentieren:

Bewegung von Teilchen in einem Fluid unter Wirkung von Schwer- oder Zentrifugalkräften.

Zentrifugieren:

Trennen eines heterogenen fest-flüssig- oder flüssig-flüssig- Systems in seine Komponenten infolge der in einem Rotor auf das Gut wirkenden Zentrifugalkraft.

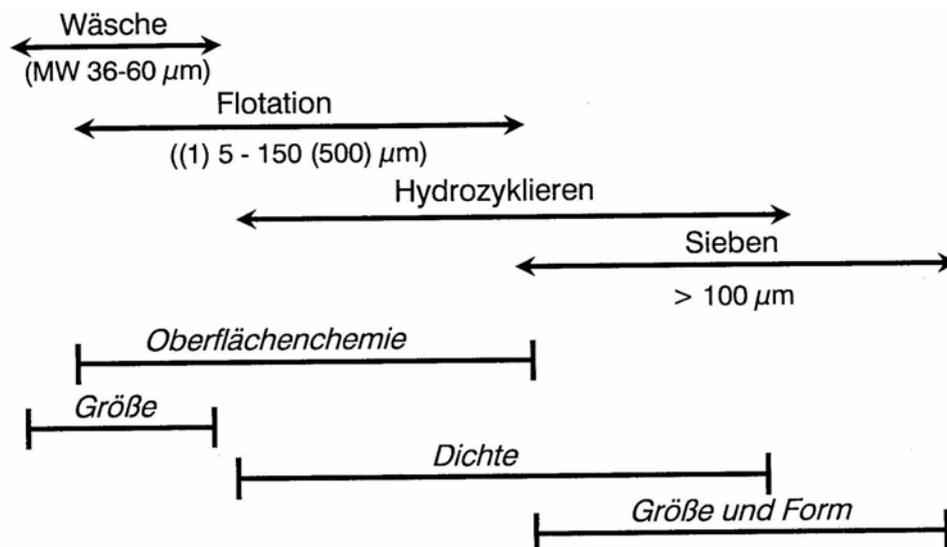


Abb. 4: Arbeitsbereiche verschiedener Verfahren in Abhängigkeit von der Teilchengrößenverteilung.

Manuskript Pea 30 231, Grundprozesse der Papiererzeugung I

Genauer betrachtet werden die mechanischen Trennverfahren, die in Kapitel 3 bei der Brecht-Holl Analyse und bei der Sortiereffizienz Untersuchung von Bedeutung sind.

1.5.3 Sortieren:

1.5.3.1 Theorie der Sortierung:

1.5.3.1.1 Trennungswahrscheinlichkeit:

Partikel werden im Trennapparat gemäß ihrer Größe, Form und Deformierbarkeit sortiert.

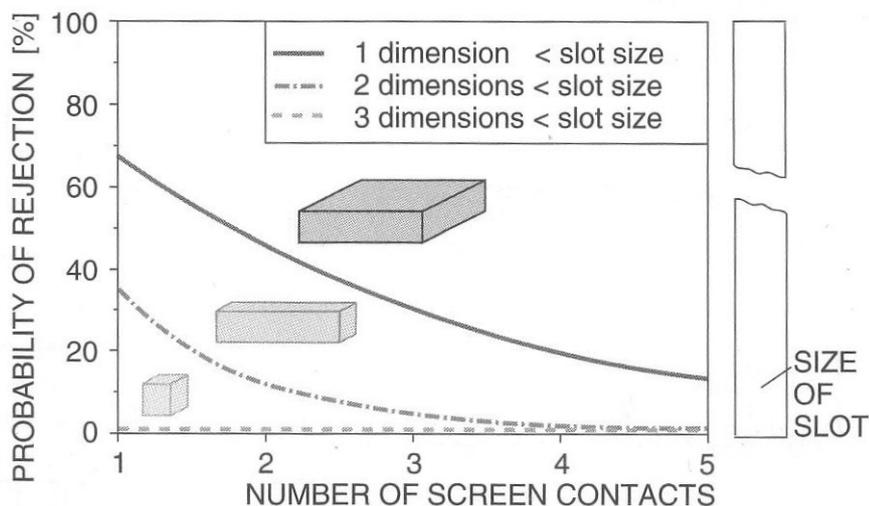


Abb. 5: Sortierwahrscheinlichkeit in Abhängigkeit der Anzahl der Sortiervorgänge

Recycled Fiber and Deinking

Eine vollständige Sortierung in nur einem Arbeitsgang ist im Normalfall nicht möglich.

Je mehr Sortierer von den Partikeln durchlaufen werden, desto wahrscheinlicher wird es, dass die unerwünschten Partikel aussortiert werden.

Daher ist es allgemein üblich, mehrere Sortierer für die Reinigung der Suspension zu verwenden.

1.5.3.1.2 Anlagensysteme:

In der Papierfabrik Rieger werden folgende Schaltungsmöglichkeiten der Sortierer verwendet⁽¹⁰⁾:

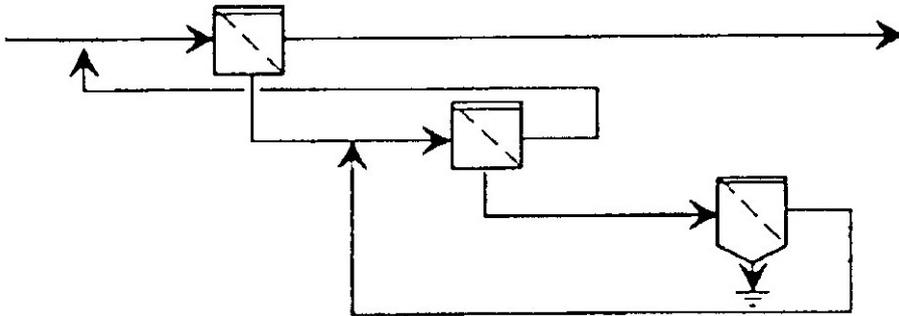


Abb. 6: Kaskadenschaltung

Manuskript Pea 30 231, Grundprozesse der Papiererzeugung I

1.5.3.1.2.1 Kaskadenschaltung:

Bei der konventionellen Kaskadenschaltung wird der Gutstoff der nächsten Sortierstufe vor die vorhergehende Sortierstufe geleitet und noch einmal sortiert. Der Vorteil dieses Schaltungssystems ist, dass der Faserverlust bei der Sortierung gering gehalten werden kann. Nachteilig ist, dass die Möglichkeit besteht, dass Schmutzteilchen mehrmals durch die Sortierer geführt werden. Das hat zu Folge, dass die Schmutzpartikel entweder aussortiert werden oder durch die hohen Scherkräfte in Pumpen und Sichern zerkleinert und mit dem Gutstoff abgeführt werden und damit im System bleiben.⁽¹²⁾

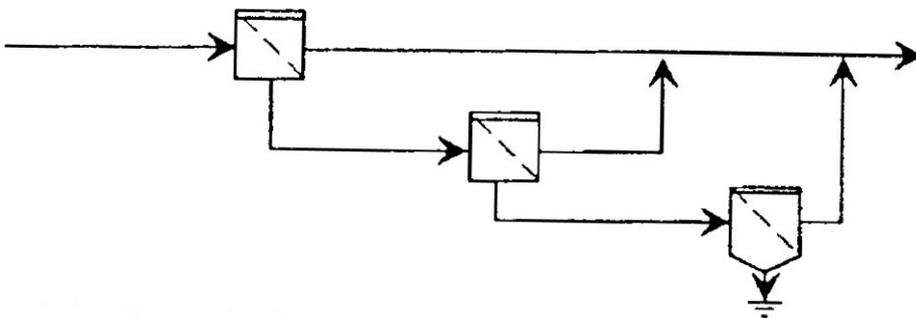


Abb. 7: Vorwärtsschaltung

Manuskript Pea 30 231, Grundprozesse der Papiererzeugung I

1.5.3.1.2.2 Vorwärtsschaltung:

Bei der reinen Vorwärtsschaltung werden alle Gutstoffe der einzelnen Sortierstufen zusammengefasst und nicht mehr weiter sortiert. Das ergibt den höchsten Stoffdurchsatz durch die Sortierapparate bei dem geringsten Energieverbrauch.

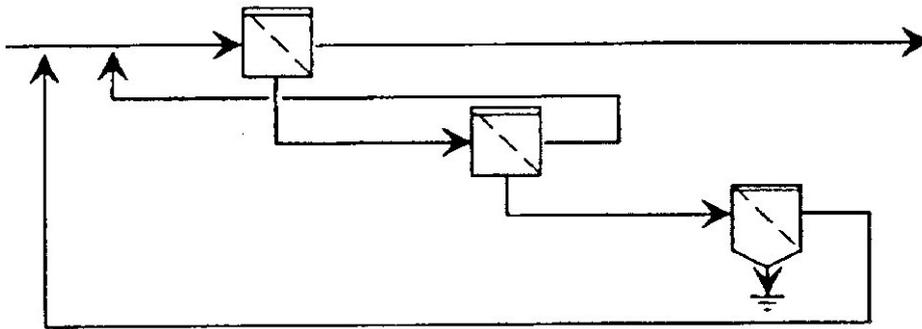


Abb. 8: Rückwärtsschaltung

Manuskript Pea 30 231, Grundprozesse der Papiererzeugung I

1.5.3.1.2.3 Rückwärtsschaltung:

Bei der Rückwärtsschaltung werden alle Gutstoffe der nachfolgenden Sortierstufen vor dem ersten Sortierapparat eingeleitet. Der Vorteil dieses Systems ist die beste Sortierung. Aber sie hat den schlechtesten Stoffdurchsatz bei hohem Energieverbrauch. Auch werden wie bei der reinen Kaskade die Schmutzpartikel vermehrt durch Scherkräfte zerkleinert.

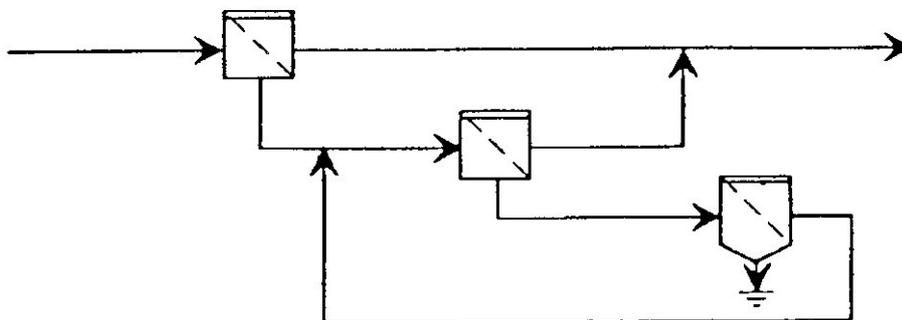


Abb. 9: Kombinierte Vorwärtsschaltung

Manuskript Pea 30 231, Grundprozesse der Papiererzeugung I

1.5.3.1.2.4 Kombinierte Schaltungen:

Kombiniert man die Systeme, kann man die Sortierschaltungen den jeweiligen Anforderungen anpassen. (Erhöhung des Stoffdurchsatzes bei einer Produktionssteigerung, Reduzierung des Rejektanfalls, Qualitätssteigerung des Produktes etc.)

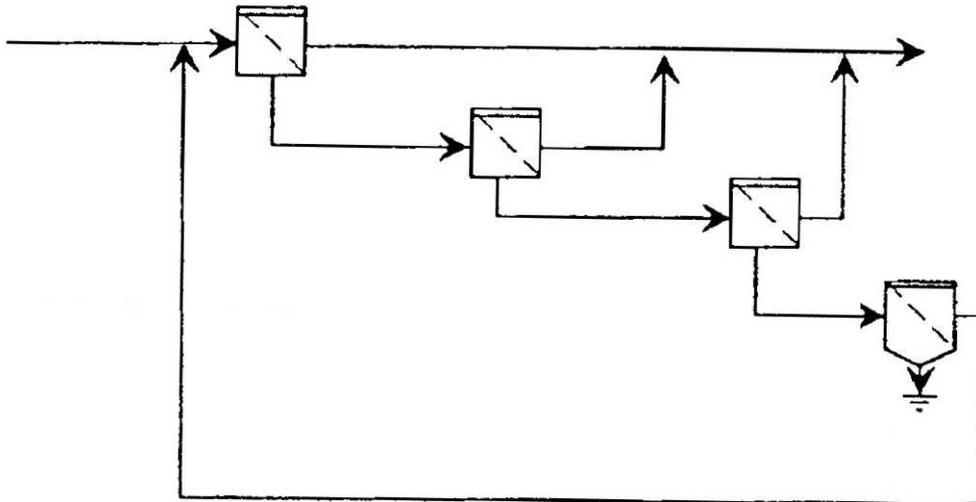


Abb. 10: Kombinierte vierstufige Vorwärtssortierung

Abgeändert aus Manuskript Pea 30 231, Grundprozesse der Papiererzeugung 1

Das Ziel ist eine konzentrierte Ausscheidung der Störstoffe bei möglichst geringem Energieaufwand und Investitionsaufwand. Üblich sind zwei oder drei Sortierstufen. Bei dem Einlagenstoff der PM 2 kommt auch eine vierstufige kombinierte Vorwärtssortierung zum Einsatz. Alle Schaltungssysteme haben gemeinsam, dass das Rejekt nachsortiert wird.

1.5.3.2 Sortierkennlinie:

Es ist nicht möglich, aus einer Fasersuspension, die aus Langfaser- und Kurzfasern besteht, Schmutz und andere unerwünschte Bestandteile mittels Sortierapparaten auszusortieren ohne gleichzeitig auch eine Faserfraktionierung durchzuführen.⁽⁹⁾

Die Aussortierung von Splintern bedingt immer einen Verlust an Langfasern. Die entscheidende Bezugsgröße für die Beurteilung von Sortierern hinsichtlich der Splitterzurückhaltung und der Ausbeuten an Faserstoff und Feinstoff stellt das relative

Überlaufstoffgewicht dar. Es ist in Hinblick auf die Effizienz des Sortierers ein möglichst geringes relatives Überlaufstoffgewicht anzustreben.⁽²⁾

Für die Beurteilung der Sortierwirkung des Sortierers sind die Beurteilung der Splitterzurückhaltung und der Faserlangstoffzurückhaltung von Bedeutung.

Ein großer Abstand zwischen dem Splitterzurückhaltungswert ξ_{Spl} und dem Faserlangstoffzurückhaltungswert ξ_{Fl} zeichnet ein Sortieraggregat mit hoher Trenngüte aus.

Rel. Überlaufstoffgewicht $\xi_G = G_{\ddot{U}} / G_E * 100$ („Spuckstoffabzug“)

Splitterzurückhaltung $\xi_{Spl} = G_{Spl\ddot{U}} / G_{SplE} * 100$

Faserlangstoffzurückhaltung $\xi_{Fl} = G_{Fl\ddot{U}} / G_{FlE} * 100$

$G_{Spl\ddot{U}}$: Splittergewicht des Überlaufes (Rejekt)

G_{SplE} : Splittergewicht des Einlaufes

$G_{Fl\ddot{U}}$: Faserlangstoffgewicht des Überlaufes (Rejekt)

G_{FlE} : Faserlangstoffgewicht des Einlaufes

$G_{\ddot{U}}$: Überlauf, Spuckstoff (Rejekt)

G_D : Durchlauf, Gutstoff (Accept)

G_E : Einlauf, (Inlet)

(Alle Gewichtsangaben sind otro – Angaben in t/d)

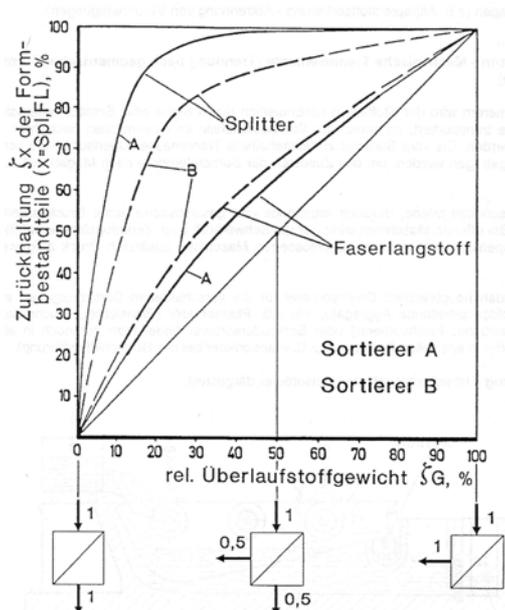


Abb. 11: Kennlinien für Sortierer mit unterschiedlichen Wirkungsgrad

Bei diesem Diagramm wird auf der Abszisse das relative Überlaufstoffgewicht aufgetragen und die Ordinate stellt Splitterzurückhaltung und die Faserlangstoffzurückhaltung dar. Die Diagonale (45° - Linie) stellt die einfache Stoffteilung ohne Sortiereffekt dar. Die Kurven A stellen einen Sortierer hoher Effizienz dar und die Linien B (strichlierte Linien) einen Sortierer mit geringerer Sortiereffizienz.

In diesem Diagramm ist ersichtlich, dass eine hohe Splitterzurückhaltung bei einem geringen relativen Überlaufstoffgewicht (geringe Überlaufmengen) und einer geringen Faserlangstoffzurückhaltung für ein optimales Sortierergebnis erwünscht ist.

(Dieses Diagramm und die obigen Formeln wurden für die Holzstoffsartierung erstellt, sie lassen sich aber direkt auf die Altpapieraufbereitung umlegen. Bei der Altpapieraufbereitung werden nicht Splitter sondern Stippen aussortiert).

Bei der Altpapieraufbereitung sind relative Überlaufstoffgewichte von ca. 20 % üblich.⁽¹¹⁾

Eine gewisse Anreicherung des Kurzfaserteiles in der Gutstofffraktion und eine Anreicherung des Langfaserteiles im Rejekt ist nicht vermeidbar.⁽²⁾

1.5.3.3 Trennapparate:

Es werden bei der Sortierung von Stoffsuspensionen verschiedene Trennapparate eingesetzt.

Bei den Sortierern wird in offene, drucklos arbeitende und geschlossene, unter Druck arbeitende Apparate unterschieden. Bei den offenen Geräten wirken nur Schwerkraft bzw. Zentrifugalkräfte. Bei den geschlossenen Apparaten wird zusätzlich Druck angewendet.⁽²⁾

In der Papierfabrik Rieger werden offene Geräte (Wuchtschüttler, Hett – Sortierer, Sortex) sowie Druckbeaufschlagte Geräte (Spectroscreen, Omnisorter (OS), Vertikalsichter (VS, CS3-T, LPS,), Horizontalsichter (HF, ATS), Combisorter) eingesetzt.

1.5.3.4 Arbeitsweise eines Drucksortierers:

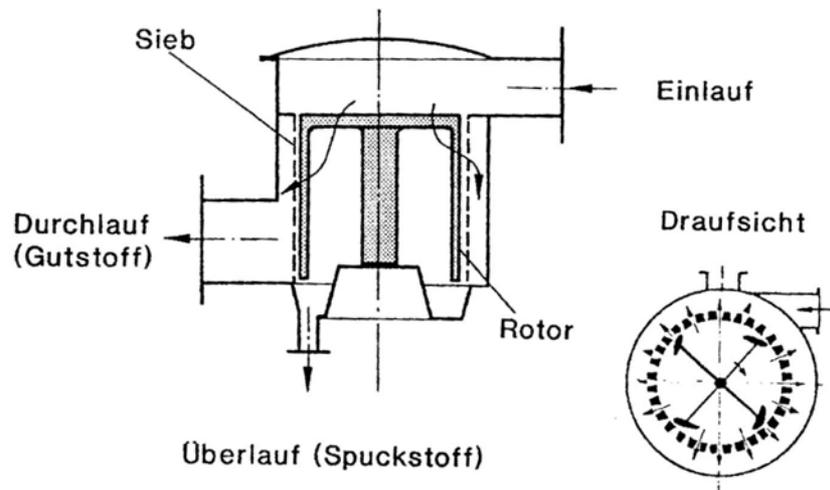


Abb. 12: Schema eines Drucksortierers

Manuskript Pea 30 231, Grundprozesse der Papiererzeugung 1

Das Trennelement ist der Siebkorb. Dieser kann entweder als Schlitzsieb oder Lochsieb ausgeführt werden. Die Suspension kann je nach Bauweise des Sortierers den Siebkorb von innen nach außen oder von außen nach innen durchströmen. Der Rotor kann ebenfalls je nach Bauart außerhalb oder innerhalb des Siebkorbes sein. Die Aufgabe des Rotors ist es, die Fließgeschwindigkeit an der Siebkorboberfläche zu erzeugen und aufrechtzuerhalten. Er erzeugt Druckpulse, die eine Verstopfung der Sieböffnungen zu verhindern. Ebenfalls ist es eine Aufgabe des Rotors, die Suspension zu entlocken und zu mischen.

Die Sortierung in einem Drucksortierer wird maßgeblich durch folgende Parameter beeinflusst:⁽²⁾

Maschinenparameter:

Siebkorbausführung (Schlitz / Loch, Dimension der Durchgangsöffnungen)

Rotor (Rotorform)

Betriebsparameter:

Stoffdichte

Stoffdurchtrittsgeschwindigkeit

Sortierschaltung

1.5.4 Zentrifugieren:

Bei Partikeln, die sich von der Faserstoffsuspension durch ihre Dichte unterscheiden, bietet sich die Abscheidung durch Zentrifugalkräfte an.

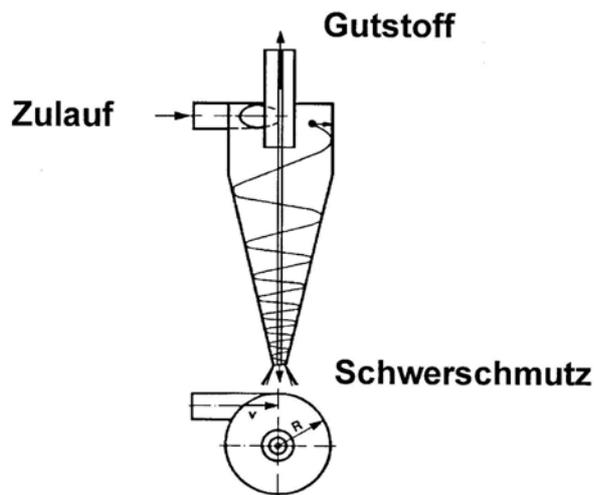


Abb. 13: Schematische Darstellung eines Hydrozyklons

Manuskript Pea 30 231, Grundprozesse der Papiererzeugung I

Die Faserstoffsuspension strömt in den zylindrischen Teil des Zyklons ein und wird dabei in eine schnelle Rotation versetzt. Durch die Massenkräfte werden die schwereren Bestandteile an der Außenwand angereichert und mit der Schwerkraft nach unten transportiert. Im inneren des Zyklons wird der Schwerstoffanteil verringert und die gereinigte Suspension mittels eines Rohres aus der Fluidtrombe ausgetragen. Die mit schweren Bestandteilen angereicherte Suspension wird am Boden des Zyklons ausgeschleust.

1.6 Verbessern:

Bei der Stoffverbesserung wird der Stoff fraktioniert, gemahlen, dispergiert und gebleicht. Bei der Fraktionierung wird eine Faserstoffsuspension in eine Langfaser- und eine Kurzfaserfraktion getrennt. Dadurch können die einzelnen Fraktionen ihren Eigenschaften entsprechend behandelt werden. Die Mahlung hat zum Ziel, die Fasern bindungsaktiver und quellfreudiger zu machen. Auch ist eine Faserkürzung sinnvoll um eine gleichmäßigere Struktur des Produktes zu erhalten.

Das Dispergieren hat zum Ziel mittels Scherkräfte die verbliebenen Druckfarben, Lacke und Strichteile so zu zerkleinern und in der Suspension zu verteilen, dass sie optisch nicht mehr als Einzelteilchen wahrnehmbar sind. Es werden auch verbliebene Faserbündel aufgelöst. Die Bleiche dient zur Aufhellung des Altpapierstoffes. Der Verfahrensschritt Verbessern ist nicht zwingend erforderlich, er dient aber der weiteren Optimierung des Produktes. Diese Abfolge an Prozessstufen beginnt immer mit dem Suspendieren, gefolgt von der Reinigung und dann dem Verbessern. Um eine bessere Wirkung zu erzielen, laufen diese Prozesse oft auch mehrstufig ab. Erst dann hat man einen für die Papier- oder Kartonmaschine verwertbaren Faserstoff.

1.7 Nicht verwertbare Stoffe aus dem Altpapier:

In der Literatur werden die verschiedensten Bezeichnungen für die nicht verwertbaren und störenden Stoffe verwendet:

Störstoffe, Fremdstoffe und Verunreinigungen.^(3,4)

Diese Stoffe sollen als Rejekte aus dem Prozess ausgeschleust werden.

1.7.1 Definition Störstoffe:

Störstoffe sind aus Papierverbundstoffen oder schwerauflösbaren Papieren (bzw. auch Füllgutresten) hervorgehende bzw. bestehende Stoffe, die sich teilweise schwer ausscheiden lassen und deshalb den Altpapierstoff in der Qualität beeinträchtigen⁽⁴⁾ (Bitumen, Wachse, Folienteilchen, Nassfestteilchen etc.)

1.7.2 Definition Fremdstoffe:

Fremdstoffe sind Stoffe und Materialien, die von ihren Eigenschaften und vom Bestimmungszweck her nicht ins Altpapier gehören und nicht in ihm enthalten sein dürfen⁽⁴⁾. (Metalle, Steine, Sand, Glas, Holzwolle, Holz, Gummi, Leder, Textilien, Dachpappe, Folien, Plaste, Bindfäden etc.)

1.7.3 Definition Verunreinigungen⁽⁵⁾:

Verunreinigungen ist ein Sammelbegriff für:

Schwerschmutz sehr grob: z.B.: Eisen und Blechteile, Verpackungsdrähte, große Steine, Schrauben, Glas usw.

Schwerschmutz grob: z.B.: Steine, Büro- und Heftklammern.

Schwerschmutz fein: z.B.: Sand.

Schwimmende Verunreinigungen: z.B.: Schnüre, Bindfäden, Splitter, Styropor usw.

1.7.4 Definition Sticky:

In der Papierindustrie wird bei klebenden Verunreinigungen unterschieden, woher die klebenden Verunreinigungen stammen:

Wenn sie aus dem gestrichenen Ausschuss stammen, nennt man sie „White Pitch“.

Stammen sie aus der Primärfaserherstellung nennt man sie „Pitch“ und stammen sie aus dem Altpapier, werden sie „Sticky“ genannt.

Typische Stickies aus dem Altpapier stammen von Klebeetiketten, Selbstklebekuverts, Klebebänder, Zeitschriften- und Katalogrücken.

1.7.5 Definition Stippen:

Stippen sind nicht gelöste Faserbündel (kleine Faserverbundstücke) in der Faserstoffsuspension

1.7.6 Definition Rejekte⁽²⁾:

Bei der Altpapieraufbereitung entstehen Reststoffe, die je nach Reinigungsstufe und Reinigungsaggregat unterschieden werden können:

Rejekte (Sortierverluste), Deinkingreststoffe und Feinsortierverluste.

Rejekte sind die Stoffe, die bei der Zerfaserung und der Grobreinigung des Altpapiers ausgeschleust werden.

Deinkingreststoffe sind Stoffe, die bei der Flotation und dem Waschen ausgetragen werden. Das sind Druckfarben, Füllstoffe, Faserfeinstoffe und Pigmente.

Feinsortierverluste sind hauptsächlich Faserfeinstoffe, Füllstoffe und Kleberbestandteile.

Da es in dieser Arbeit um die noch verwertbaren Fasern in allen ausgeschleusten Stoffen geht, werden die obigen Unterscheidungen nicht getroffen, sondern alle aus dem Prozess der Altpapieraufbereitung ausgeschleusten Stoffe als Rejekt bezeichnet. Es werden auch Stoffströme als Rejekte bezeichnet, wenn sie aus einer höherwertigen Altpapieraufbereitungslinie ausgeschleust werden und einer anderer Stofflinie zugeführt werden. Diese Bezeichnung ist notwendig, da diesen Stoffströmen im dritten Teil besondere Aufmerksamkeit zukommt, da sie ein großes Einsparungspotential an Faserstoffen beinhalten.

1.8 Stickybekämpfung:

Gerade bei Einsatz von Haushaltsammelware und Altpapier aus Kaufhausabfällen ist eine Stickybekämpfung notwendig. Bei Rieger wird dazu bereits beim Pulper präzipitiertes Calciumcarbonat zugegeben. Es soll die klebenden Verunreinigungen ummanteln und somit unschädlich machen. Die Stickies, die klein genug sind, um die Suspensionsreinigung bis zur Papiermaschine zu passieren, würden ohne Ummantelung an Sieben, Walzen etc. kleben bleiben oder die Papieroberfläche stellenweise unbedruckbar machen.

1.9 Faserfraktionsuntersuchung:

1.8.1 Faserfraktioniergerät nach Brecht und Holl:

Mit dem Brecht-Holl Gerät wird eine Nasssiebung mit den Normsieben DN 16, DN 50 und einer Lochplatte 0,7 mm durchgeführt.

Es wird jeweils 2 g Stoff pro Siebung untersucht, sowie jeweils zwei Untersuchungen pro Sieb durchgeführt.

Ziel der Faserfraktionierung ist es, ein angenähertes Bild der Faserlängenverteilung zu erhalten, um daraus Rückschlüsse auf die Sortierqualität zu ziehen.

1.8.1.1 Normsiebe:

Das Normsieb Nummer 16 hat eine lichte Maschenweite von 0,4 mm.

Das Sieb Nr. 50 hat eine lichte Maschenweite von 0,125 mm.

Lochplattengröße für Nadelholzzellstoff, Sulfitzellstoff, Altpapier: 0,7 mm

Die Lochplatte hat 870 Löcher mit einem Lochdurchmesser von 0,7 mm und einem Lochabstand von 5 mm. Die Dicke der Platte beträgt 1,5 mm.⁽⁶⁾

1.8.1.2 Fraktionen:

Es lassen sich mit diesen Sieben folgende Faserstoffgruppen ermitteln:

Siebrückstand auf Sieb 50 = Frakt. 50

Siebrückstand auf Sieb 16 = Frakt. 16

Siebrückstand auf Lochplatte 0,7 mm = Frakt. 0,7

1.8.1.3 Faserstoffgruppen:

Damit ergeben sich folgende Faserstoffgruppen:

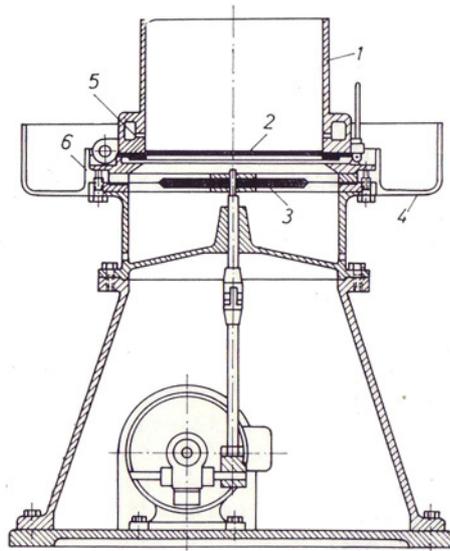
Faserlangstoff: = Frakt. 16 – Frakt. 0,7

Faserkurzstoff: = Frakt. 50 – Frakt. 16

Feinstoff: = Einwaage (2g) – Frakt. 50

Stippen: = Frakt. 0,7

Gesamtfaserstoff: = Frakt. 50 – Frakt. 0,7



*Bild 5.13 Faserfraktioniergerät
nach Brecht und Holl
1 zylindrischer Aufsatz,
2 Schlitzplatte, 3 Gummimembran,
4 Wasserfang, 5 Ringkanal,
6 Stauring*

Abb. 14: Faserfraktioniergerät nach Brecht und Holl

Papiertechnisches Manuskript TUD-PTM 01/96 Papiertechnik

1.8.2 Gerätedaten Faserfraktioniergerät:

Hersteller: Heinrich Baumüller, Nürnberg

Type: N 411

Serien Nr.: 188938

Standort: Nasslabor, Institut für Papier-, Zellstoff- und Fasertechnik

Norm: ZM VI/1.4/86 Faserfraktionierung Brecht-Holl

Einstellungen:

Membranhub: 6 mm

Eintragsdauer: 0,5 min

Wasserdruck: 0,5 bar

Waschzeit: 2 min

1.9 Ascheuntersuchung:

Es wurde zusätzlich noch der Aschegehalt untersucht.

Verascht wurde 4 Stunden in einem Muffelofen bei 575°C. (Kalziumcarbonat)

1.9.1 Gerätedaten Muffelofen:

Hersteller: Heraeus
Type: MR 170 E
Serien Nr.: 8100656
Standort: Nasslabor, Institut für Papier-, Zellstoff- und Fasertechnik

Norm: ÖNORM-ISO 2144 Bestimmung des Glührückstandes

1.10 Beschreibung der Anlage

1.10.1 Produktions- und Maschinendaten

1.10.1.1 Kartonmaschine 1:

9-Lagen Rundsiebmaschine
Arbeitsbreite: 2,30 m
Betriebsgeschwindigkeit: 80 m/min
Flächengewicht: 400 – 900 g/m²
Tagesproduktion: 75 Tonnen
Besondere Merkmale:
Glättzylinder mit deutscher Presse
In-line-Streichwerk
In-line-Querschneider
Automatische Palettenverpackung
Produkte: Weiße und graue Kartonsorten (Faltschachtel- und Maschinenkarton)

1.10.1.2 Papiermaschine 2:

4-Lagen-Langsiebmaschine
Arbeitsbreite: 2,51 m
Betriebsgeschwindigkeit: 850 m/min
Flächengewicht: 125 – 250 g/m²

Tagesproduktion: 300 Tonnen

Besondere Merkmale:

4-lagiger Blattaufbau

Geschlossene Pressenpartie mit Schuhpresse und Transfer-Belt

Glättzylinder mit deutscher Presse

In-line-Strechanlage

Produkte: Weißer Testliner (Wellpapperrohapiere) – gestrichen und ungestrichen

1.10.1.3 Stoffaufbereitung:

4 Stoffstränge mit Pulper-Entsorgung, Grob- und Feinsortierung, Deckenstrang mit Mahlung, Schonschichtstrang mit Flotation.

1.11 Rohstoffe:⁽¹⁾

1.11.1 Decke:

CTMP, Altpapier 3.8.01 (R12)

3.8.01: Weiße ungestrichene Späne, holzfrei, Späne und Abrisse von unbedrucktem Papier, holzfrei, weiß, frei von gestrichenen Papieren, ohne Kleberücken.

1.11.2 Schonschicht:

Altpapier 2.12 (F12), Altpapier 2.03.01 (O14)

2.12: Endlosformulare, holzhaltig nach Farben sortiert, darf rezyklierte Fasern enthalten.

2.03.01: Weiße Späne mit leichtem Andruck, ohne Kleberücken, überwiegend aus holzhaltigem Papier.

1.11.3 Einlage:

Altpapier 1.02 (B12), Altpapier 1.04 (B19), lose Ware, eigener Ausschuss

1.02: Sortiertes gemischtes Altpapier. Eine Mischung verschiedener Papier- und Pappequalitäten, die maximal 40 % an Zeitungen und Illustrierten enthält.

1.04: Kaufhausaltpapier. Gebrauchte Papier- und Kartonverpackungen, die mindestens 70 % Wellpappe enthalten, Rest Vollpappe und Packpapier.

1.11.4 Rückseite:

Maschinenausschuss

2. Teil 1

2.1 Stoffaufbereitung Schema:

Die Auflösung des Deckenstoffes erfolgt mittels einem zweistufigen Systems in einem horizontalen Pulper und einem Fiberizer (Loch $\phi 7,5$ mm). Der Pulper hat eine Lochplatte ($\phi 12$ mm) mit einem Bypass. Dort wird präzipitiertes Calciumcarbonat (Säcke) zur Bekämpfung von klebenden Verunreinigungen (Stickies) zugegeben. Das Rejekt wird in einer Entwässerungstrommel nachgereinigt und wieder dem Pulper zugeführt.

Im Anschluss daran erfolgt eine Dickstoffreinigung durch einen einzelnen Dickstoff - Cleaner. Danach wird der Gutstoff, der eine Stoffdichte von ca. 5 % hat, entstippt und mittels drei Mahlgarnituren auf eine Schopper-Riegler (SR) Wert von 50 Grad gemahlen. Nun wird Fixiermittel, Massestärke, Calciumcarbonat (slurry) als Füllstoff, Farbe und optischer Aufheller zugegeben. Der Stoff mit einer Stoffdichte von ca. 4,3 % wird mit Siebwasser 1 auf eine Stoffdichte von ca. 1,9 % verdünnt und in einer zweistufigen Kaskade von Cleanern behandelt. Der Stoff wird nun wieder mit Siebwasser 1 auf eine Stoffdichte von 1,4 % verdünnt. Danach erfolgt die Zugabe eines Retentionsmittels (Polymer). Der Gutstoff kommt nun in eine zweistufige kaskaden Drucksortierung mit einem LPS 31 (Schlitzweite 0,25 mm) und einem CS3-T (Schlitzweite 0,2 mm), danach wird vor dem Stoffauflauf ein Retentionsmittel (Mikropartikel) zugegeben.

Der Schonschichtstoff wird in einem zweistufigen Auflösesystem mit einem horizontalen Pulper (Lochplatte, $\phi 10$ mm) und einem Pump-Contaminex sowie einer Entwässerungstrommel aufgelöst. Danach werden in einem Dickstoff-Cleaner die schweren Verunreinigungen entfernt. Der Stoff wird nun in einer Vorwärtsschaltung mit einem Fibersorter (Loch, $\phi 2,0$ mm) und dessen Rejekt mit einem Sortex (Siebscheibe, Lochdurchmesser 4 mm, Siebkorb, Lochdurchmesser 2,5 mm) gereinigt. Im Anschluss durchläuft der Gutstoff mit einer Stoffdichte von ca. 2,5 % eine zweistufige Kaskade aus Drucksortieren bestehend aus einem OS 4 (Schlitzweite 0,2 mm) und einem CS3-T (Schlitzweite 0,25 mm). Die Dünnstoffsortierung erfolgt in einer fünfstufigen Kaskade von Dünnstoff-Cleanern mit der Besonderheit, dass der Gutstoff der fünften Stufe nicht vor die vierte Stufe geführt wird, sondern vor die dritte Stufe. Die Leichtteile der ersten Stufe werden in einer zweistufigen Kaskade sortiert, deren Gutstoff wieder vor die erste Stufe eingeleitet. Nun wird der Stoff ohne Zugabe von Flotationschemikalien durch vier Flotationszellen geleitet. Allein durch das Einblasen von Luft wird eine Weissgradsteigerung um ein Prozent erreicht, was für die Schonschichtaufbereitung ausreichend ist. Der Gutstoff wird nun auf eine Stoffdichte von ca. 3,6 % eingedickt und in die Stapelbütte SS geleitet. Danach wird Massestärke zugegeben. Der Stoff durchläuft nach einer Verdünnung mit Siebwasser 1 Schonschicht auf eine Stoffdichte von 0,89 % eine zweistufige Kaskade aus Drucksortierern (LPS 31, Schlitzweite 0,3 mm und CS3-T, Schlitzweite 0,3 mm). Nun wird Retentionsmittel (Mikropartikel) zudosiert und der Stoff in den Stoffauflauf gepumpt.

2.1.3 PM2 Einlage:

Einlage PM2

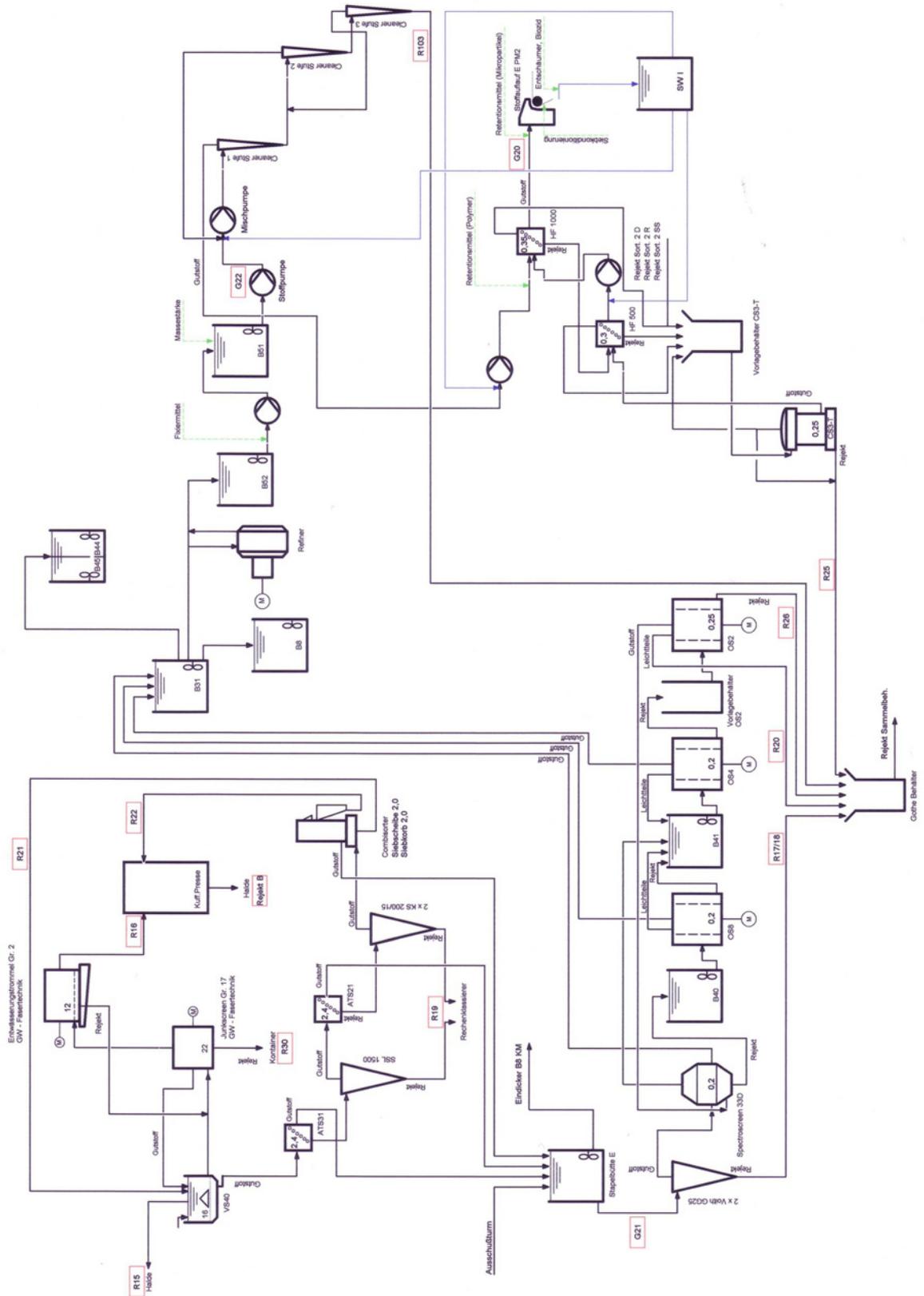


Abb. 17: Verfahrensschaubild der Stoffaufbereitung PM2 Einlage

Die Einlagestoffballen werden in einem zweistufigen System mit einem kontinuierlichen horizontalen Pulper und einem Junkscreen aufgelöst. Der Pulper hat eine Lochplatte mit 16 mm Durchmesser, der Junkscreen einen Lochdurchmesser von 22 mm. Das Leichtrejekt des Junkscreen wird in einer Entwässerungstrommel noch einmal gereinigt und wieder dem Junkscreen zugeführt. Die Dickstoffreinigung besteht aus einer Vorwärtsschaltung: Ein ATS 31 (Lochdurchmesser 2,4 mm) mit einem Dickstoff-Cleaner und einem ATS 21 (Lochdurchmesser 2,4 mm) mit einem Dickstoff-Cleaner und einem Combisorter (Siebscheibe: Lochdurchmesser 2 mm, Siebkorb: Lochdurchmesser 2 mm). Der Gutstoff mit einer Stoffdichte von ca. 4,1 % wird in die Stapelbütte E gepumpt. Nach einem weiteren Dickstoff-Cleaner erfolgt eine dreistufige Vorwärtssortierung mit einem Spektroscreen (Schlitzweite 0,2 mm), OS 8 (Schlitzweite 0,2 mm), OS 4 (Schlitzweite 0,2 mm). Das Rejekt aus dem OS 4 wird in einem OS 2 (Schlitzweite 0,25 mm) nachsortiert und vor den Spectroscreen geführt. Der Stoff kann bei Bedarf gemahlen werden. Nun wird Fixiermittel und Massestärke zudosiert. Der Stoff mit einer Stoffdichte von ca. 2,8 % wird nun mit Siebwasser 1 Einlage auf eine Stoffdichte von ca. 1,3 % verdünnt und in einer dreistufigen Kaskade aus Cleanern weiter gereinigt. Es folgt eine Zudosierung von einem polymeren Retentionsmittel. Als nächstes geht der Gutstoff durch eine dreistufige Kaskade aus einem HF 1000 (Schlitzweite 0,35 mm) und einem HF 500 (Schlitzweite 0,3 mm) und einem CS3-T (Schlitzweite 0,25 mm). Vor dem Einlage - Stoffauflauf wird dem Stoff mit einer Stoffdichte von 1,24 % noch ein Retentionsmittel (Mikropartikel) zudosiert.

2.1.4 PM2 Rücken:

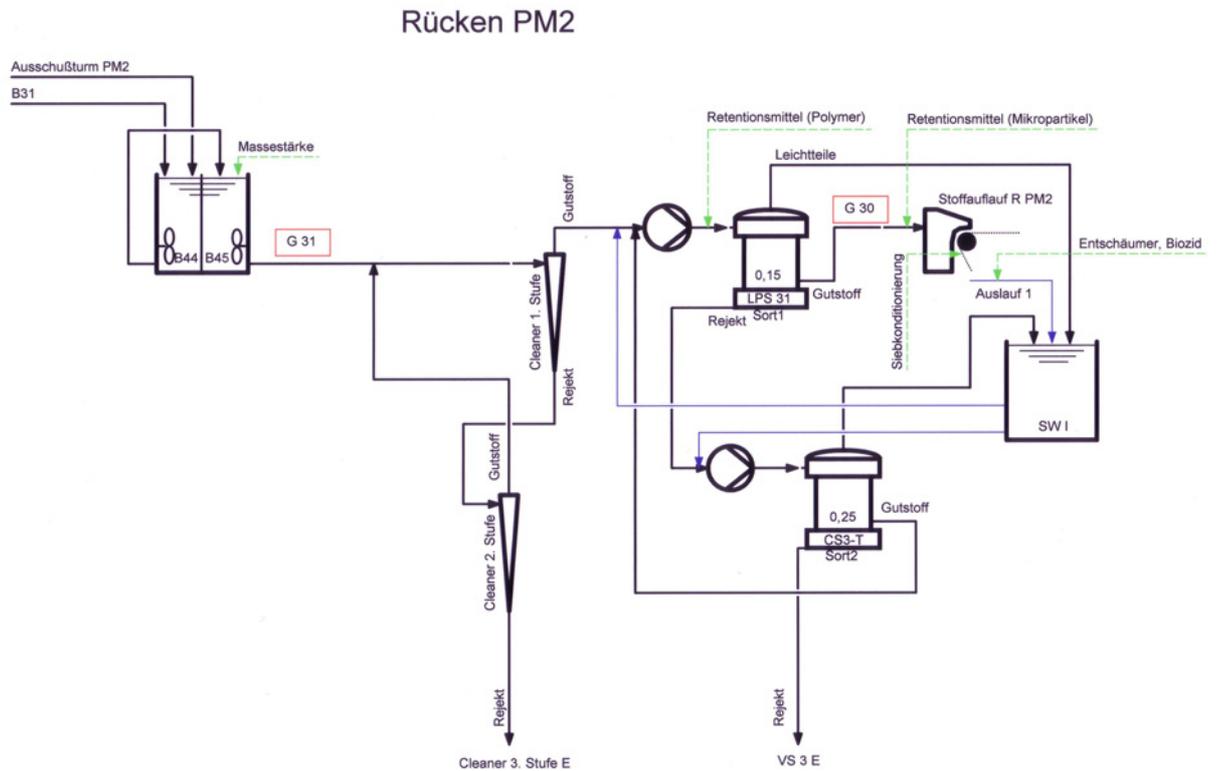


Abb. 18: Verfahrensschaubild der Stoffaufbereitung PM2 Rücken

Der Rückenstoff besteht aus Stoff aus der B31 (Einlage) und aus Ausschuss der PM2. Dem Stoff mit einer Stoffdichte von ca. 3 % wird Massestärke zugesetzt. Nach einer zweistufigen Cleaner-Kaskade wird ein Retentionsmittel (Polymer) zudosiert, der Stoff mit Siebwasser 1 Rücken verdünnt auf eine Stoffdichte von 0,5 % und in einer zweistufigen Kaskade aus einem LPS 31 (Schlitzweite 0,15 mm) und einem CS3-T (Schlitzweite 0,25 mm) weiter sortiert. Der Gutstoff wird nun dem Stoffauflauf Rücken zugeführt.

2.1.5 KM1 Decke weiß:

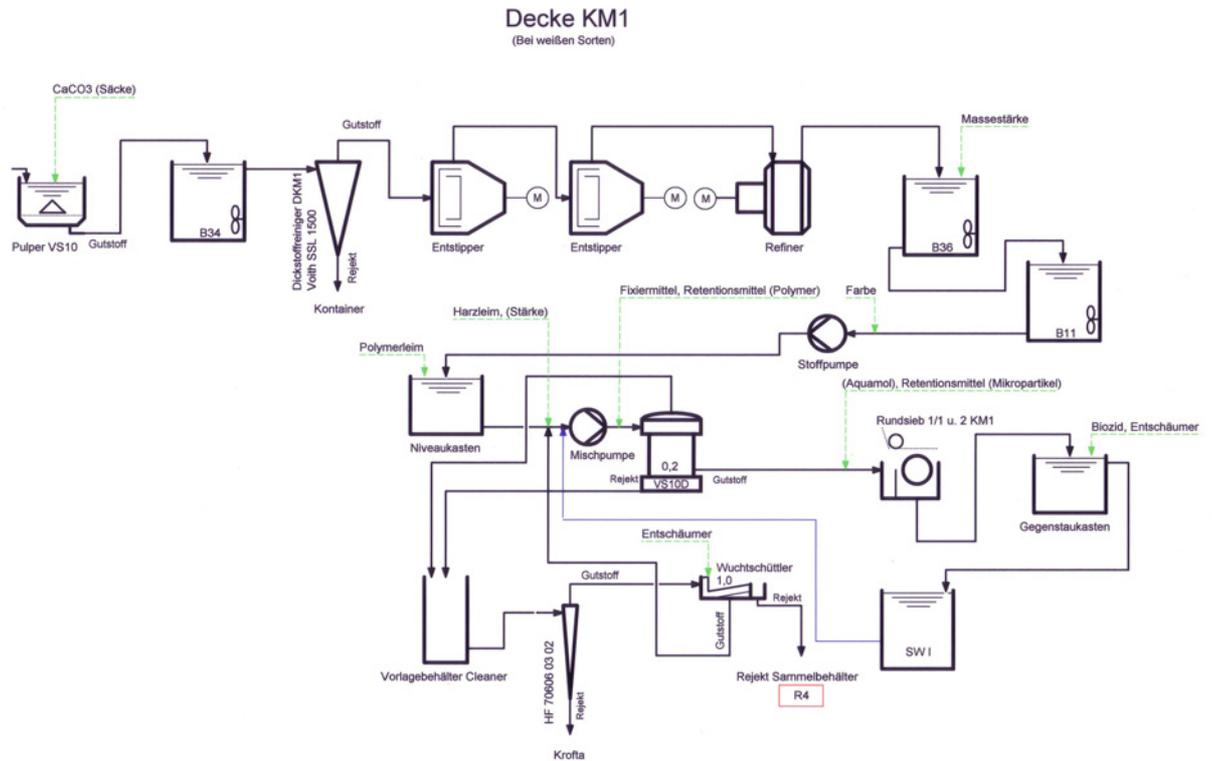


Abb. 19: Verfahrensschaubild der Stoffaufbereitung KM1 Decke weiß

Die Ballen werden im Pulper VS 10 aufgelöst. Es wird Calciumkarbonat (Säcke) zur Stickybekämpfung zugegeben. Nach einem Dickstoff-Cleaner wird der Stoff entstippt und gemahlen. Nun wird dem Stoff Massestärke, Farbe, Polymerleim und/oder Harzleim zur Masseleimung (bei Bedarf Stärke) zudosiert. Es wird mit Siebwasser 1 Decke verdünnt. Nun wird in einer zweistufigen Kaskade bestehend aus einem VS 10 D (Schlitzweite 0,2 mm) und einem Cleaner mit nachgeschaltetem Wuchtschüttler (Lochblech mit Lochdurchmesser 1 mm) weiter sortiert. Danach wird dem Stoff ein Retentionsmittel (Mikropartikel) zudosiert und der Stoff dem Rundsieb zugeführt.

2.1.6 KM1 Decke grau:

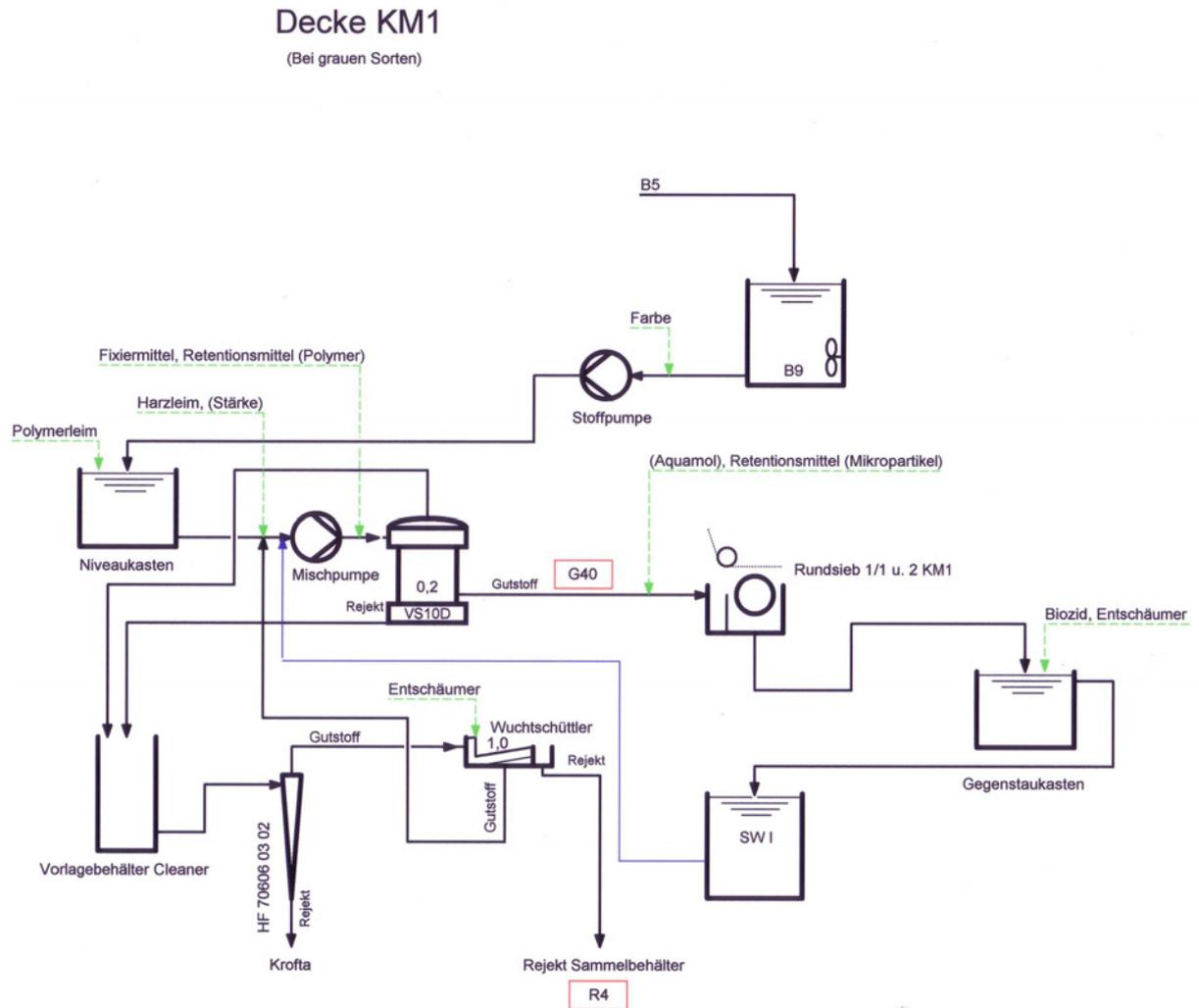


Abb. 20: Verfahrensschaubild der Stoffaufbereitung KM1 Decke grau

Im Normalfall wird für die Decke grau ausschließlich Ausschuss verwendet. Sollte der Ausschuss nicht ausreichend zur Verfügung stehen, kann zusätzlich gelagerter Ausschuss oder Einlagestoff zugeführt werden. Dem Stoff wird Farbe, Polymerleim (Harzleim, Stärke) zugegeben und danach mit Siebwasser 1 verdünnt. Nach der Mischpumpe wird ein Retentionsmittel (Polymer) und ein Fixiermittel zudosiert. Der Stoff wird nun in einem VS 10 (Schlitzweite 0,2 mm) sortiert und dem Gutstoff ein Retentionsmittel (Mikropartikel) zugegeben. Nun wird der Stoff den Decken – Rundsieben zugeführt. Die Rejekte werden erst in einer Cleanerstufe und danach in einem Wuchtschüttler (Lochdurchmesser 1 mm) gereinigt und vor die Mischpumpe geführt.

2.1.7 KM1 Schonschicht:

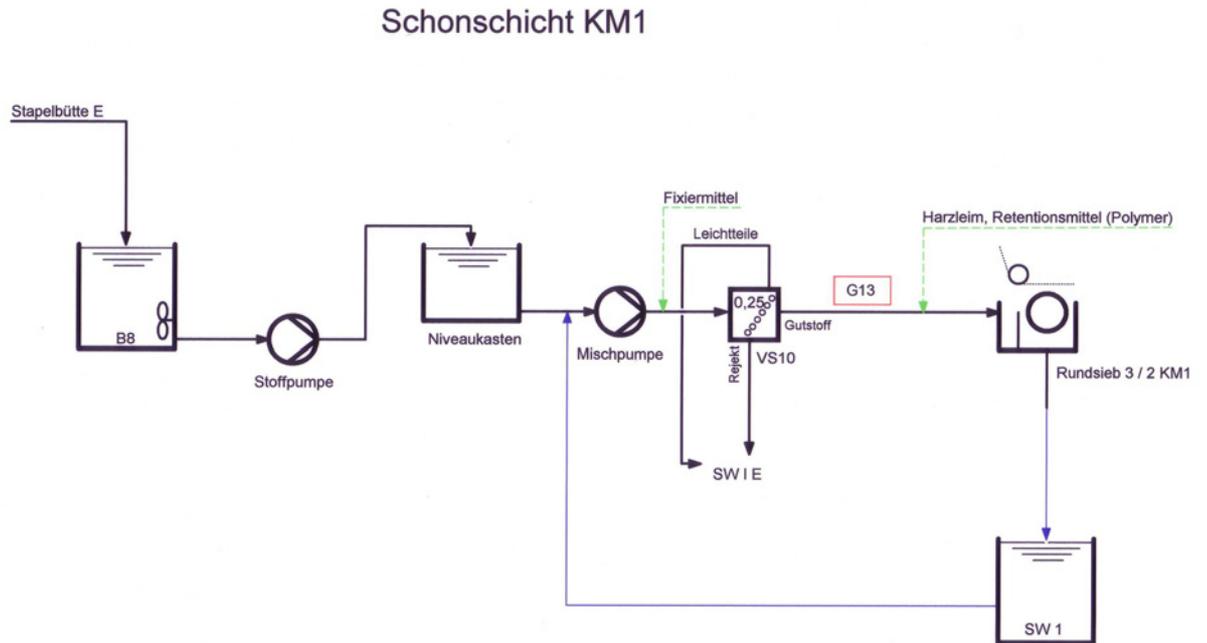


Abb. 21: Verfahrensschaubild der Stoffaufbereitung KM1 Schonschicht

Der Einlagestoff aus der Bütte E wird mit Siebwasser 1 Schonschicht verdünnt und ein Fixiermittel zugegeben. Danach wird der Stoff in einem VS 10 (Schlitzweite 0,25 mm) sortiert. Vor dem Rundsieb wird noch Harzleim und ein Retentionsmittel (Polymer) zudosiert.

2.1.8 KM1 Einlage:

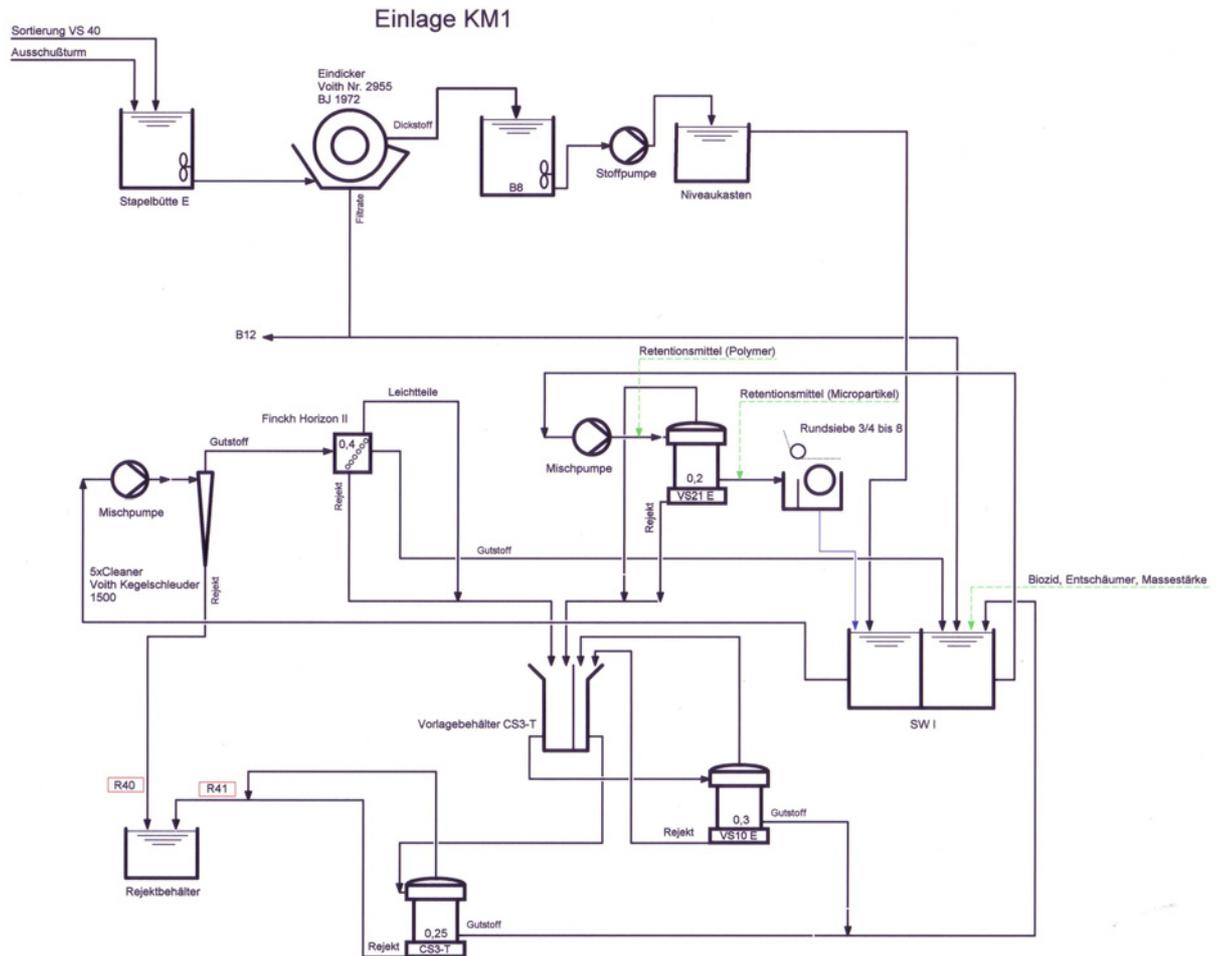


Abb. 22: Verfahrensschaubild der Stoffaufbereitung KM1 Einlage

Der Einlagenstoff wird der Stapelbütte E entnommen, eingedickt und in der Stapelbütte 8 zwischengelagert. Danach wird der Stoff im Siebwasserbehälter 1 mit Siebwasser 1 verdünnt. Nach einer Cleanerstufe wird der Stoff in einem Finckh Horizon II (Schlitzweite 0,4 mm) sortiert und in das Siebwasser 1 gepumpt. Dort wird Biozid und Entschäumer zudosiert. Danach wird in einem VS 21 (Schlitzweite 0,2 mm) weitersortiert und der Stoff den Einlage - Rundsieben zugeführt. Die Rejekte des Finckh Horizon II und des VS 21 werden erst in einem VS 10 (Schlitzweite 0,3 mm) und danach in einem CS3-T (Schlitzweite 0,25 mm) nachsortiert und dem Siebwasser 1 rückgeführt.

2.1.9 KM1 Rücken:

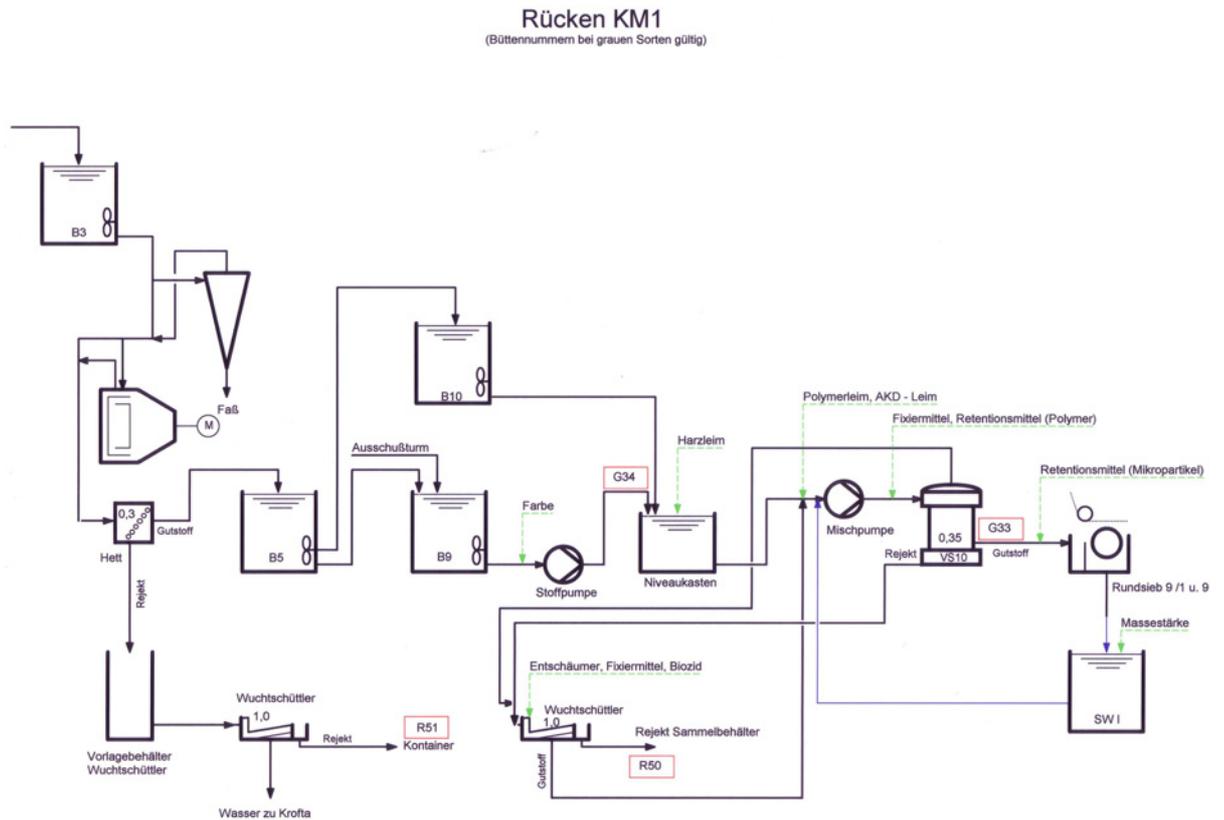


Abb. 23: Verfahrensschaubild der Stoffaufbereitung KM1 Rücken

Im Normalfall wird für den Rücken genauso wie für die Decke grau ausschließlich Ausschuss verwendet. Sollte der Ausschuss nicht ausreichend zur Verfügung stehen, kann zusätzlich gelagerter Ausschuss oder Einlagestoff zugeführt werden. Der Stoff kann nun entweder direkt, oder über einen Dickstoff-Cleaner oder über einen Entstipper zum Hett Sortierer (Schlitzweite 0,3 mm) geführt werden. Danach wird Farbe, Harzleim, (Polymerleim, AKD-Leim) zugegeben und mit Siebwasser 1 verdünnt. Nach der Zudosierung von Fixiermittel und Retentionsmittel (Polymer) wird der Stoff in einem VS 10 (Schlitzweite 0,35 mm) sortiert. Dem Gutstoff wird nun ein Retentionsmittel (Mikropartikel) zudosiert und danach wird der Stoff den Rücken-Rundsieben zugeführt.

3. Teil 2

3.1 Allgemeines zur Bilanzierung des Rejekt- und Materialflusses

3.1.1 Ziel der Bilanz:

Ziel der Bilanz ist die Erfassung der Rejektströme aller Stoffaufbereitungslinien zur PM2 und der KM1 um mögliche Schwachstellen in der Sortierung zu finden. Die Rejekt-Qualität (Menge und Faseranteil) soll bei allen Stoffaufbereitungssträngen optimiert werden. Um Vergleiche mit einer späteren Bilanz möglich zu machen, wurde ein definierter Betriebszustand der Anlage für alle Messungen festgelegt.

3.1.2 Vorgaben zur Bilanz:

Alle Probenahmen wurden durchgeführt, wenn auf der Papiermaschine ihre Referenzsorte Riegerliner 2, 140 g/m² und auf der Kartonmaschine Riegerboard 700 g/m² produziert wurde. Die Sorte Riegerboard 700 g/m² wurde gewählt, da auf dieser Kartonmaschine diese Sorte häufig produziert wird. Die Proben für einen gesamten Aufbereitungsstrang wurden jeweils an einem Tag in einem kurzen Zeitraum genommen. Die Werte Abriss, Rand, Ausschuss wurden über den Probenahmezeitraum gemittelt.

3.1.3 Zeitraum:

Alle Daten und Proben wurden im Zeitraum vom 1. August 2003 bis zum 15. August 2005 erfasst. Die Werte aus dem Betriebsdatenerfassungs-System (BDE-System) wurden über diesen Zeitraum erfasst und fließen in die Berechnung als Mittelwerte ein.

3.1.4 Probenahme Datum:

Decke PM2:	4. August 2003
Decke KM1:	9. August 2003
Einlage PM2:	9. August 2003
Einlage KM1:	9. August 2003
Rücken KM1:	9. August 2003
Schonschicht KM1:	9. August 2003
Rücken PM2:	9. August 2003
Bilanzierung Gothe Behälter:	9. August 2003
Schonschicht PM2:	12. August 2003
Überprüfung Decke PM2:	12. August 2003

3.1.5 Measurex-System:

Die Durchflussdaten aus den Aufbereitungssträngen stammen aus dem Measurex-System und sind mit einem durchschnittlichen Fehler von 0,2 % bis 0,5 % behaftet.

Die Durchflussdaten aus den Rejektstellen sind großteils per Hand ausgelitert worden. Die Daten für den Aschegehalt und der Stoffdichte wurden im Labor ermittelt, da hier im Measurex-System ebenfalls ein Fehler von 0,2 % bis 0,5 % besteht. (Bei den geringen Stoffdichten wirkt sich dieser Fehler zu stark aus)

3.1.6 Betriebsdatenerfassungs-System (BDE-System):

Die Daten aus dem firmeninternen BDE-System (Betriebs Daten Erfassung) stammen zur Gänze vom 9. August 2003. (tägliches Ausschuss, Randverluste, Verlustzeiten, Abrisse, Stillstände, beschnittene Breite). Die Daten über Lagengewichte, Feuchte, tatsächliche Maschinengeschwindigkeit, Bioschlamm, Retention stammen aus dem Labordatenblatt des 9. August 2003. Zusatz: Der 9. August 2003 war ein überdurchschnittlicher Tag, da an diesem Tage kein Abriss stattfand. Es trat auch kein Lagengewichtsfehler bei der Decke auf, da zufällig der Durchschnitt der Lagengewichte der Decke genau den Sollwert ergaben. Es gab während der gesamten Messdauer keinen Trimmverlust, da der Trimm wegen eines Defektes nicht in Verwendung war und die Papiermaschine immer mit maximaler Breite produziert hat.

3.1.7 Wasserkreislauf Verluste:

Seit dem Umbau der Siebwasserpumpen (SW I und SW II) kommt es während des normalen Betriebes nur sehr selten zu Siebwasserüberläufen in den Kanal zum Krofta und somit zur Einlage. Laut der Maschinenführer ist es in den letzten zwei Monaten vor der Probenahme nicht vorgekommen. Lediglich bei der Produktion von geflammten Sorten kommt es gelegentlich zum Überlaufen der Siebwasserbehälter, da große Mengen an Frischwasser zugeführt wird. Diese Sorten werden aber sehr selten produziert, daher konnten die Wasserkreislaufverluste nicht erfasst werden und in die Bilanz berücksichtigt werden.

3.1.8 Probeblätter:

Es wurde zu jeder Messung ein Probeblatt am Rapid-Köhten Blattbildner hergestellt. Diese Blätter sind zur visuellen Vergleichen geeignet, da der Rapid-Köhten Blattbildner im Fabrikslabor nicht der Norm entspricht.

3.1.9 Messvorgaben:

Da die Stoffaufbereitung von PM2 und KM1 eng zusammenhängen, werden bestimmte Betriebsbedingungen der Stoffaufbereitung festgelegt:

Es wird nur eine Messserie durchgeführt, da beide Maschinen nur sehr selten und unter großem Aufwand die festgelegten Papier und Kartonsorten gleichzeitig produzieren.

3.1.9.1 Vorgaben PM2:

Referenzsorte ist der Riegerliner 2, 140 g/m². Diese Sorte wird mit 14 % der Gesamtproduktion auch am meisten produziert.

Sollwerte:	Fl. Gewicht:	140 g/m ²
	Geschwindigkeit:	837 m/min
	Decke:	26 g/m ²
	Schonschicht:	20 g/m ²

Einlage:	67 g/m ²
Rücken:	24 g/m ²
Stärke:	3 g/m ²

Bei 125, 130, 140 g/m² ist die PM-Geschwindigkeit immer um die 837 m/min, die Lagengewichte von Decke, Schonschicht und Rücken variieren nicht. Das Flächengewicht wird nur über die Einlage variiert.

Daher werden die Messungen der Stränge Rücken, Schonschicht und Decke bei 125, 130 und 140 g/m² Riegerliner 2 durchgeführt. Im Einlagestrang werden die Messungen ausschließlich bei Riegerliner 2, 140 g/m² durchgeführt.

3.1.9.2 Vorgaben KM1:

Da die Produktionsmenge viel geringer ist als auf der PM2, und die Betriebsbedingungen in der Stoffaufbereitung bei den Sorten Riegerboard -hellgrau, -hellbraun, -grau, -braun, -Schrenz im Bereich von 600 – 800 g/m² sehr ähnlich sind, werden die Messungen bei den oben genannten Sorten durchgeführt.

Die Sorten unterscheiden sich nur durch unterschiedliche Farbzugabe.

Die Stoffaufbereitung läuft konstant, nur die KM-Geschwindigkeit variiert bei diesen Sorten.

Es sind alle Messungen möglich, wenn folgende Sorten auf den beiden Maschinen laufen:

Decke PM2:	Riegerliner 2, 125, 130, 140 g/m ²
Decke KM1:	Riegerboard 600 – 800 g/m ²
Schonschicht PM2:	Riegerliner 2, 125, 130, 140g/m ²
Schonschicht KM1: (Einlagestoff!)	Riegerliner 2, 140 g/m ² und Riegerboard alle Farben, 600 – 800 g/m ²
Einlage PM2:	Riegerliner 2, 140 g/m ² und Riegerboard alle Farben, 600 – 800 g/m ²
Einlage KM1:	Riegerliner 2, 140 g/m ² und Riegerboard alle Farben, 600 – 800 g/m ²
Rücken PM2:	Riegerliner 2, 140 g/m ² und Riegerboard alle Farben, 600 – 800 g/m ²
Rücken KM1:	Riegerliner 2, 140 g/m ² und Riegerboard alle Farben, 600 – 800 g/m ²

3.1.10 Bezeichnungen der Rejekte

RK1	Cleaner 2. Stufe Decke PM2
RK2	Sort. 2 Decke PM2
RK12	Flotation Schonschicht PM2
RK13	Sort. 2 Schonschicht PM2
R5	Entwässerungstrommel Bi Pulper Decke PM2
R6/R7/R12	Dickst.reiniger, Rechen Pulper AP26, Entw.trommel Schonschicht PM2
R8/R11	CS3-T, Fibersorter Schonschicht PM2
R9	Sortex Schonschicht PM2
R13	Cleaner 5. Stufe Schonschicht PM2
R14	Leichtteilcleaner 2. Stufe Schonschicht PM2
R15	Zopf VS40 Einl./Rücken PM2
R16	Entwässerungstrommel VS40 Einl./Rücken PM2
R17/R18	Dickstoffreiniger Einl./Rücken PM2
R20	OS 2 Leichtteil Einl./Rücken PM2
R22	Combisorter Schwerschmutz Einl./Rücken PM2
R25	CS3-T Einl./Rücken PM2
R26	OS 2 Einl./Rücken PM2
R103	Cleaner 3. Stufe Einl./Rücken PM2
R110	Dickstoffschleuse Fiberizer Decke PM2
R4 D	Wuchtschüttler Decke KM1
R40 E	Cleaner Einlage KM1
R41 E	CS3-T Einlage KM1
R50 R	Wuchtschüttler Rücken KM1

3.1.11 Solleinträge /Solllagengewichte

3.1.11.1 PM2: (Riegerliner 2/2, 140 g/m²)

Solleintrag: Decke: 75 % R12, 25 % CTMP, 1 Sack je Pulper Precarb
SR >50, Asche >20
Schonschicht: 70 % Deinking Qualität F, 30 % O14

SR 30 – 45

Einlage: 50 % B12, 50 % B19, lose Ware, eigener Ausschuss
Rückseite: Maschinenausschuss vom Ausschussturm in die Masch.
Bütte R, Leimpresse einseitig

Lagengewichte soll: D: 23 g/m²
SS: 20 g/m²
E/R: 97 g/m²

Produktionsdaten:

v_{soll} : 760 m/min
 $t/h_{(2,25\text{m Breite})}$: 14,36

3.1.11.2 KM1: (Riegerboard 717 g/m²)

Solleintrag: Decke: 100 % Ausschuss (SR 30 – 37)
Einlage: 60 % B12, 40 % B19, lose Ware, eigener Ausschuss

Lagengewichte soll: D: 35 g/m²
R: 35 g/m²
E: 647 g/m²

Produktionsdaten:

v_{soll} : 50 m/min
 $t/h_{(2,14\text{m Breite})}$: 4,49

3.1.12 Lagengewichte bei Probennahme: (Sollwerte sind in Klammer angeführt)

3.1.12.1 PM2: (Riegerliner 2/2, 140 g/m²)

4.8.2003 (13:17): V_{pope} : 678 m/min (760)
Flächengewicht_{t_{utro}}: 142 g/m² (140)

Feuchte _{abs} :	6,7 % (7,5)
Decke _{atro} :	30 g/m ² (23)
SS _{atro} :	18 g/m ² (20)
E/R _{atro} :	85 g/m ² (86,5)

3.1.12.2 PM2: (Riegerliner 2/1, 140 g/m²)

9.8.2003 (12:23):	V _{pope} :	731 m/min (760)
	Flächengewicht _{t_{lutro}} :	143 g/m ² (140)
	Feuchte _{abs} :	6,6 % (7,5)
	Decke _{atro} :	26 g/m ² (26)
	SS _{atro} :	21 g/m ² (20)
	E/R _{atro} :	87 g/m ² (83,5)

12.8.2003 (12:45):	V _{pope} :	761 m/min (760)
	Flächengewicht _{t_{lutro}} :	141 g/m ² (140)
	Feuchte _{abs} :	6,7 % (7,5)
	Decke _{atro} :	29 g/m ² (26)
	SS _{atro} :	19 g/m ² (20)
	E/R _{atro} :	84 g/m ² (83,5)

3.1.12.3 KM1: (Riegerboard 700 g/m²)

9.8.2003 (12:00):	V _{pope} :	42 m/min (50)
	Flächengewicht _{t_{lutro}} :	688 g/m ² (700)
	Feuchte _{abs} :	6,8 % (8)
	Decke _{atro} :	39 g/m ² (35)
	RS _{atro} :	36 g/m ² (35)
	E _{atro} :	566 g/m ² (574)

3.1.13 Zuordnung der Probennummern zu den Probenahmezeiten:

PM2	4.8.2003:	R1, R5, R110, RK1, RK2, G1, G2, G3
PM2	9.8.2003:	R15, R16, R17/18, R20, R25, R26, R30, R40, R41, R50, R103, Rejekt B, G13, G20, G21, G22, G23, G24, G30, G31, G33, G34,
PM2	12.8.2003:	R6, R7, R11/8, R9, R12, R13, R14, RK12, RK13, G10, G11, G12
KM1	21.8.2003:	R4, G40

3.2 Rejekt und Materialfluss Bilanz

3.2.1 Allgemein:

3.2.1.1 Lagengewicht und Nettogewicht:

Die Berechnung des Lagengewicht – Fehlers erfolgt über die Multiplikation des vorgegebenen Lagengewichts $Lagengewicht_{soll}$ mit der Geschwindigkeit am Poperoller V_{pope} und der Bahnbreite am Poperoller $Breite_{pope}$. Dies ergibt das Soll - Nettogewicht.

$$\begin{aligned} \text{Nettogewicht}_{soll} [\text{kg} / \text{min}] &= \\ &= \text{Lagengewicht}_{soll} [\text{kg} / \text{m}^2] * V_{pope} [\text{m} / \text{min}] * \text{Breite}_{pope} [\text{m}] \end{aligned}$$

Das tatsächliche Nettogewicht ergibt sich aus dem Soll – Nettogewicht und dem prozentuellen Lagewicht – Fehler.

$$\text{Nettogewicht} [\text{kg} / \text{min}] = \text{Nettogewicht}_{soll} [\text{kg} / \text{min}] + \text{Lagengewicht Fehler} [\%]$$

3.2.1.2 Randverluste:

Die Randverluste werden aus dem Nettogewicht berechnet: Die prozentuellen Beträge der Randverluste in der Bilanz beziehen sich auf den Rohstoffverbrauch, die Angaben der Randverluste in Prozent aus dem BDE-System beziehen sich auf das fertige

Produkt. Dadurch ergibt sich als Verlustmenge bezogen auf den Materialeinsatz ein höherer Prozentsatz.

$$\text{Randverlust [kg / min]} = 100 * \text{Nettogewicht [kg / min]} / (100 - \text{Randverlust [\%]})$$

3.2.1.3 Trimmverluste und Ausschuss:

Dies gilt analog auch für die Trimmverluste und die Ausschussmenge.

$$\text{Trimm [kg / min]} = 100 * \text{Nettogewicht [kg / min]} / (100 - \text{Trimm [\%]})$$

$$\text{Ausschuss [kg / min]} = 100 * \text{Nettogewicht [kg / min]} / (100 - \text{Ausschuss [\%]})$$

3.2.1.4 Abriss:

Die Berechnung des Abrissverlustes erfolgt aus der Menge Papier, die während der aufsummierten Abrissdauer in die Pulper läuft. Diese Annahme ist gerechtfertigt, da die Abrisse nur sehr selten zur Abschaltung der Stoffaufläufe der Papiermaschine führt, und daher der Faserstoff aller Stoffstränge zur Gänze in die Ausschussbütte gelangt.

$$\begin{aligned} \text{Abriss [kg / min]} &= \\ &= \text{Abrisszeit [min / tag]} * \text{Nettogewicht [kg / min]} / (24 * 60 [\text{min}]) \end{aligned}$$

3.2.1.5 Rejktmengen:

Die prozentuelle Rejktmenge ergibt sich aus der gemessenen Rejktmenge und dem Nettogewicht.

$$\begin{aligned} \text{Rejktmenge [\%]} &= \\ &= 100 - 100 * \text{Nettogewicht [kg / min]} / \\ &/ (\text{Nettogewicht [kg / min]} + \text{Rejktmenge [kg / min]}) \end{aligned}$$

3.2.2 Ergebnisse der Rejekt – und Materialflussbilanz:

3.2.2.1 PM2:

3.2.2.1.1 Decke:

Verluste	[%]	[kg / min]
Nettogewicht		44,89
Randverluste	9,3	4,6
Trimm	0	0
Abriss	4,17	1,87
Ausschuss	3,8	1,77
R5	0,01	0,005
R110	0,67	0,3
RK1	0,4	0,18
RK2	0,21	0,094

Abb. 24: Bilanzergebnisse PM2 Decke

3.2.2.1.2 Schonschicht:

Verluste	[%]	[kg / min]
Nettogewicht		30,42
Randverluste	9,3	3,12
Trimm	0	0
Abriss	4,01	1,27
Ausschuss	3,8	1,2
R6	<<	<<
R7	<<	<<
R8 / R11	6,43	2,09
R9	0,69	0,21
R12	<<	<<
R13	6,74	2,2
R14	0,33	0,1
RK12	9,28	3,11
RK13	16,24	5,9

Abb. 25: Bilanzergebnisse PM2 Schonschicht

3.2.2.1.3 Einlage / Rücken:

Verluste	[%]	[kg / min]
Nettogewicht		139,72
Randverluste	0	0
Trimm	0	0
Abriss	0	0
Ausschuss	0	0
R15	0,71	1
R16	5,45	8,05
R17 / R18	0,06	0,08
R20	0,72	1,02
R22	1,41	2
R25	0,82	1,16
R26	1,04	1,47
R103	0,04	0,06
Biologie	0,06	0,084

Abb. 26: Bilanzergebnisse PM2 Einlage / Rücken

3.2.2.2 KM1:

Bei der Kartonmaschine beziehen sich die Rejektmengen auf das Nettogewicht über alle Lagen. Es sind daher auch alle Rejektmengen in einer Tabelle zusammengefasst.

Verluste	[%]	[kg / min]
Nettogewicht		56,99
R4	0,13	0,077
R40	0,61	0,35
R41	2,73	1,6
R50	0,49	0,28

Abb. 27: Bilanzergebnisse KM1

3.2.4 Verlustdiagramme:

Bei den Verlustdiagrammen wird der prozentuelle Anteil der einzelnen Verluste an dem Gesamtverlust dargestellt.

3.2.4.1 Verluste Papiermaschine:

3.2.4.1.1 Verluste Decke:

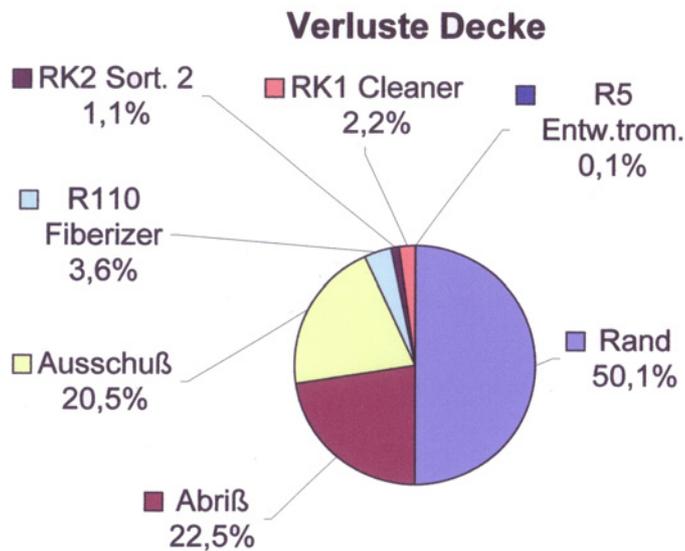


Abb. 29: Verluste Decke PM2

3.2.4.1.2 Verluste Schonschicht:

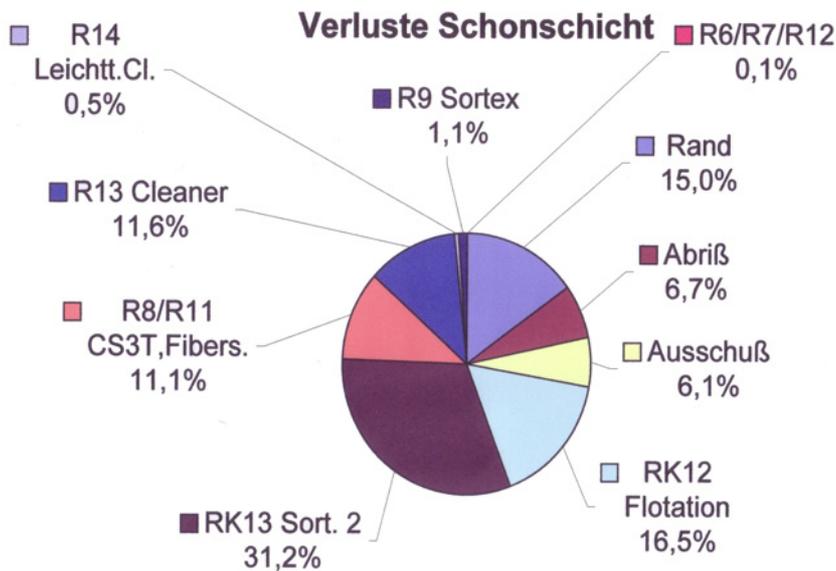


Abb. 30: Verluste Schonschicht PM2

3.2.4.1.3 Verluste Einlage / Rücken

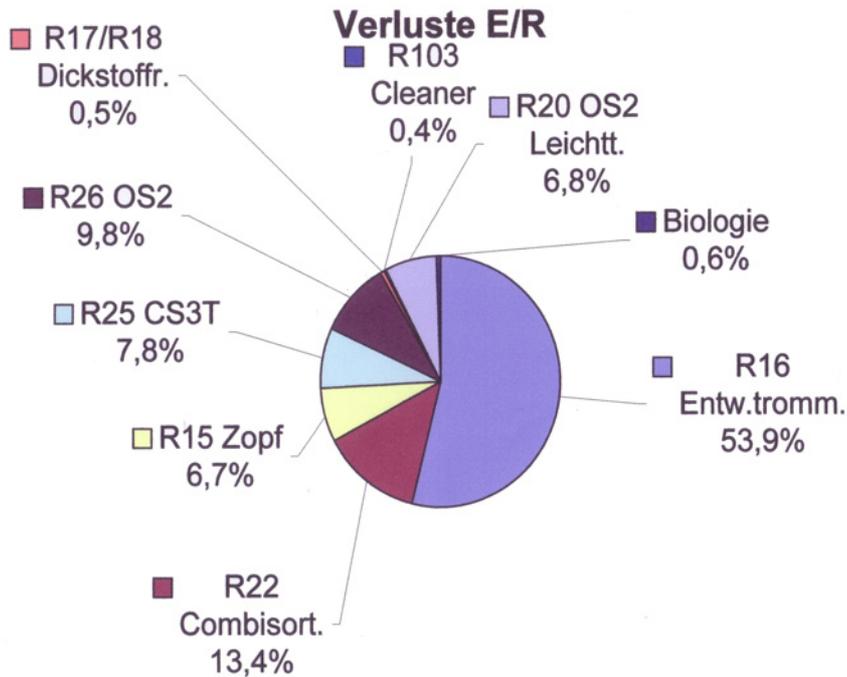


Abb. 31: Verluste Einlage / Rücken PM2

3.2.4.2 Verluste Kartonmaschine:

Die Verluste der Kartonmaschine sind in einem Diagramm zusammengefasst.

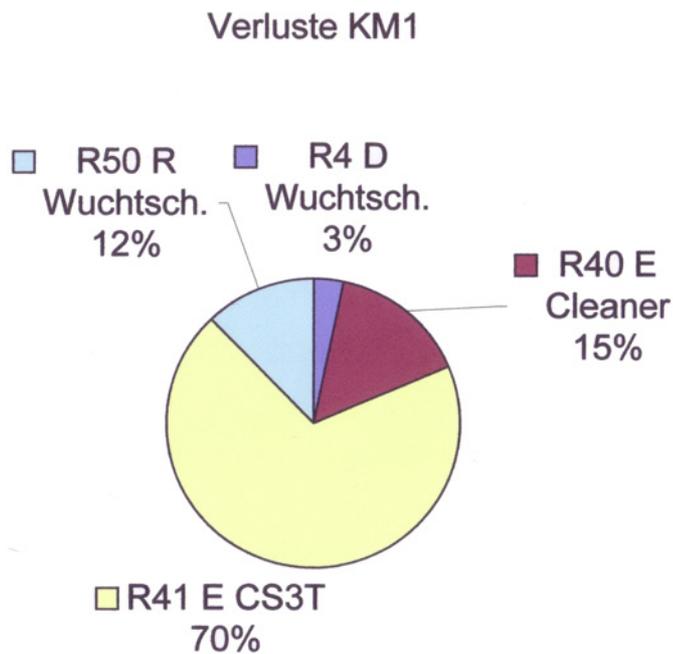


Abb. 32: Verluste KM1

3.3 Untersuchung der Sortierereffizienz:

Untersucht werden über einen Produktionszyklus, in dem die PM2 mit hoher Leistung fährt, die Rejekte, Gutstoffe und Einläufe der ausgewählten Sortierer.

3.3.1 Brecht-Holl Daten

Die Probenentnahmen für die Brecht-Holl Analyse wurden am 22. / 23. / 24. / Oktober 2003 und am 4. November durchgeführt, an diesen Tagen sind PM2 und KM1 mit größter Produktionsmenge gefahren. Wobei zu beachten ist, dass die Daten des 22. Oktobers wegen eines ungeplanten Stillstandes nicht verwendbar waren, und dadurch auch die Zeit zu knapp wurde, um die Proben direkt hintereinander zu entnehmen. Es wurde notwendig, einige Proben am 4. November zu entnehmen, da erst zu diesem Zeitpunkt wieder beide Maschinen mit den gleichen Voraussetzungen produziert haben.

Die gesamten Daten (Filtergewichte, Stoffdichten, Fraktionsgewichte, Measurex Datenblätter, Abgelesene Measurex Daten) sind im Anhang angeführt.

3.3.2 Allgemeines:

Um Sortierapparate optimal betreiben zu können, wird eine Untersuchung der Sortierer durchgeführt, die den größten Durchsatz in der Stoffaufbereitung haben und der Sortierer, die mengenmäßig am meisten Rejekt ausstoßen. Zusätzlich wird der Sortierer 2 des Aufbereitungsstranges Decke PM2 untersucht, da dieses Rejekt aus den teuersten Rohmaterial besteht.

Bevorzugt werden die Sortierer, die direkt am Rejekt B beteiligt sind.

Die Untersuchung beinhaltet eine Faserfraktionierung nach Brecht-Holl und eine Ascheuntersuchung im Muffelofen.

3.3.2.1 Aschegehalt:

Zur Ermittlung des Aschegehaltes wurde in einem Muffelofen bei einer Temperatur von 575°C (Kalziumcarbonat) vier Stunden verascht.

3.3.3 Auswahl der Sortierapparate:

Es wurde eine Faserfraktionierung nach Brecht-Holl für folgende Sortierer durchgeführt:

Einlage:	CS3-T, OS 2, OS 4, OS 8, Spektr.
Schonschicht:	Sort. 1, Sort. 2.
Decke:	Sort. 2.

Zusätzlich wurde das Rejekt R8/R11 (CS3-T, Fibersorter SS) untersucht.

3.3.4 Probennahme:

Um eine Bewertung der Arbeitsweise eines Sortierers durchführen zu können, wird jeweils eine Doppelprobe des Sortierereinlaufes und des Rejektes und des Gutstoffes genommen.

Die Entgasung (Leichtrejekt) wird fallweise aufgrund der geringen Menge vernachlässigt.

Bei Sortierapparaten, wo eine notwendige Probe nicht entnommen werden kann, wird diese durch eine Bilanzierung ermittelt. (Wo es technisch möglich war, wurden die fehlenden Probenentnahmemöglichkeiten in die Anlage eingebaut)

3.3.5 Ergebnisse der Brecht-Holl Analyse und der Veraschung:

Sortierer	Leitung	Probe	Stippen	Faserlangstoff	Faserkurzstoff	Feinstoff	Gesamtfaseranteil	Stoffdichte	Asche	
CS3-T	E	Rejekt	1	0,020	0,396	0,367	0,783	0,763	1,01	32,200
CS3-T	E	Zulauf	2	0,038	0,334	0,367	0,739	0,701	0,92	32,985
CS3-T	E	Gutstoff	3	0,024	0,344	0,382	0,750	0,726	0,92	34,580
OS 2	E	Rejekt	4	0,281	0,273	0,204	0,758	0,477	2,08	16,130
OS 2	E	Gutstoff	5	0,003	0,546	0,362	0,911	0,908	1,01	29,905
OS 2	E	Zulauf	33	0,233	0,682	0,280	1,194	0,962	1,56	21,488
OS 4	E	Rejekt	6	0,087	0,609	0,354	1,049	0,962	1,67	29,425
OS 4	E	Gutstoff	7	0,011	0,444	0,405	0,860	0,849	1,79	32,595
OS 4	E	Zulauf	8	0,030	0,417	0,392	0,839	0,809	2,38	32,400
OS 8	E	Rejekt	9	0,024	0,560	0,426	1,010	0,986	4,18	28,225
OS 8	E	Gutstoff	10	0,014	0,585	0,434	1,032	1,018	3,48	27,485
OS 8	E	Zulauf	11	0,013	0,608	0,517	1,138	1,125	3,09	26,995
Spektro	E	Gutstoff	12	0,017	0,410	0,451	0,878	0,861	2,22	27,785
Spektro	E	Zulauf	13	0,044	0,621	0,458	1,123	1,079	3,7	23,075
Spektro	E	Rejekt	32	0,024	0,821	0,479	1,324	1,300	4,03	16,546
Sort. 2		Rejekt	14	0,052	0,460	0,370	0,882	0,829	0,69	29,860
Sort. 2		Zulauf	15	0,001	0,276	0,346	0,624	0,622	0,49	36,335
Sort. 2		Gutstoff	16	0,002	0,258	0,328	0,588	0,586	0,45	37,625
Sort. 1		Rejekt	17	0,008	0,343	0,350	0,701	0,693	0,56	33,990
Sort. 1		Zulauf	18	0,000	0,311	0,369	0,680	0,680	0,53	35,410
Sort. 1		Gutstoff	19	0,000	0,288	0,335	0,623	0,622	0,53	35,860
Sort. 2	D	Rejekt	23	0,028	0,466	0,405	0,898	0,871	0,32	34,465
Sort. 2	D	Zulauf	24	0,013	0,228	0,418	0,659	0,646	0,23	43,480
Sort. 2	D	Gutstoff	25	0,002	0,257	0,401	0,660	0,658	0,25	42,955
R8/R9	SS	Rejekt	34	0,183	0,656	0,315	1,153	0,970	1,12	24,785

Abb. 33: Ergebnisse der Fraktionierung in Gramm

3.4 Untersuchung der Sortiereffizienz:

3.4.1 Formeln zur Berechnung:

m_{otro} : Massenstrom otro

D : Durchfluss

SD : Stoffdichte

$G_{\text{StÜ}}$: Stippengewicht des Überlaufes (Rejekt)

G_{StE} : Stippengewicht des Einlaufes

$G_{\text{FlÜ}}$: Faserlangstoffgewicht des Überlaufes (Rejekt)

G_{FlE} : Faserlangstoffgewicht des Einlaufes

$G_{\text{Ü}}$: Überlauf, Spuckstoff (Rejekt)

G_D : Durchlauf, Gutstoff (Accept)

G_E : Einlauf, (Inlet)

3.4.1.1 Massenstrom otro:

Der Massenstrom m_{otro} berechnet sich aus der Stoffdichte SD und dem Durchfluss D des Sortiererstroms.

$$m_{otro} [\text{kg} / \text{min}] = D [\text{l} / \text{min}] * SD [\%] / 1000$$

3.4.1.2 Stippengewicht des Überlaufes (Rejekt) / Einlauf:

Das Stippengewicht wird aus den Ergebnissen der Brecht-Holl Analyse und den Durchflussdaten aus dem Measurex-System ermittelt.

$$\begin{aligned} G_{StÜ} [\text{kg} / \text{min}] &= \\ &= \text{Stippenmenge}_{\text{Brecht-Holl}} [\text{g}] * m_{\text{Rejektotro}} [\text{kg} / \text{min}] / \text{Suspensionsmenge}_{\text{Brecht-Holl}} [\text{g}] \end{aligned}$$

3.4.1.3 Stippengewicht des Einlaufes:

$$\begin{aligned} G_{StE} [\text{kg} / \text{min}] &= \\ &= \text{Stippenmenge}_{\text{Brecht-Holl}} [\text{g}] * m_{\text{Einlaufotro}} [\text{kg} / \text{min}] / \text{Suspensionsmenge}_{\text{Brecht-Holl}} [\text{g}] \end{aligned}$$

3.4.1.4 Faserlangstoffgewicht des Überlaufes (Rejekt) / Einlauf:

Das Faserlangstoffgewicht wird ebenfalls wie das Stippengewicht aus den Ergebnissen der Brecht-Holl Analyse und den Durchflussdaten aus dem Measurex-System ermittelt.

$$\begin{aligned} G_{FlÜ} [\text{kg} / \text{min}] &= \text{Faserlangstoffmenge}_{\text{Brecht-Holl}} [\text{g}] * m_{\text{Rejektotro}} [\text{kg} / \text{min}] / \\ &/ \text{Suspensionsmenge}_{\text{Brecht-Holl}} [\text{g}] \end{aligned}$$

3.4.1.5 Faserlangstoffgewicht des Einlaufes:

$$G_{\text{FIE}} [\text{kg} / \text{min}] = \text{Faserlangstoffmenge}_{\text{Brecht-Holl}} [\text{g}] * m_{\text{Einlaufotro}} [\text{kg} / \text{min}] /$$
$$/ \text{Suspensionsmenge}_{\text{Brecht-Holl}} [\text{g}]$$

3.4.1.6 Rel. Überlaufstoffgewicht:

Das relative Überlaufstoffgewicht ξ_G wird durch den Quotient des Überlaufes mit dem Einlauf gebildet.

$$\xi_G [\%] = m_{\text{Rejektotro}} [\text{kg} / \text{min}] / m_{\text{Einlaufotro}} [\text{kg} / \text{min}] * 100$$

3.4.1.7 Stippenzurückhaltung:

Die Stippenzurückhaltung erhält man durch die Division des Stippengewichts vom Überlauf $G_{\text{StÜ}}$ mit dem Stippengewicht des Einlaufes G_{StE} .

$$\xi_{\text{St}} [\%] = G_{\text{StÜ}} [\text{kg} / \text{min}] / G_{\text{StE}} [\text{kg} / \text{min}] * 100$$

3.4.1.8 Faserlangstoffzurückhaltung:

Die Faserlangstoffzurückhaltung ξ_{FI} ist der Quotient aus der Division des Faserlangstoffgewichtes des Überlaufes $G_{\text{FIÜ}}$ mit dem Faserlangstoffgewicht des Einlaufes G_{FIE} .

$$\xi_{\text{FI}} [\%] = G_{\text{FIÜ}} [\text{kg} / \text{min}] / G_{\text{FIE}} [\text{kg} / \text{min}] * 100$$

Die einzelnen Rechnungen für die jeweiligen Sortierer sind im Anhang detailliert angeführt.

3.4.2 Ergebnisse der Sortiereffizienzuntersuchung:

Sortierer	rel. Überlauf- stoffgewicht ξ_{FI} [%]	Stippen- zurückhaltung ξ_{St} [%]	Faserlangstoff- zurückhaltung ξ_{FI} [%]
Sortierer 2 Decke	6,25	13,46	12,77
Sortierer 1 Schonschicht	4,35	nicht möglich	4,83
Sortierer 2 Schonschicht	45,21	2388,90	76,00
Spectroscreen Einlage	33,75	18,41	44,62
Sortierer OS 8 Einlage	34,42	62,50	31,71
Sortierer OS 4 Einlage	25,14	71,88	36,65
Sortierer OS 2 Einlage	49,53	59,68	19,78
Sortierer CS3-T Einlage	27,10	13,85	30,00

Abb. 34: Ergebnisse der Sortiereffizienzuntersuchung

3.4.2.1 Erläuterungen zu den Tabellenwerten:

3.4.2.1.1 Sortierer 1 Schonschicht:

Die Berechnung der Stippenzurückhaltung ist nicht möglich, da der Stippengehalt im Zulauf und im Gutstoff unterhalb der Messgrenze lag.

3.4.2.1.2 Sortierer 2 Schonschicht:

Das Ergebnis der Stippenzurückhaltung ist nicht korrekt. Der Grund ist, dass der Schonschichtstoff im Sortierer 2 Schonschicht so gut sortiert ist, dass die restlichen Stippen so klein sind, dass sie durch die Lochplatte 0,7 mm im Brecht-Holl Gerät durchgehen.

4. Teil 3

4.1 Optimierungsmöglichkeiten

Die Optimierungsmöglichkeiten wurden auf der Grundlage der Verfahrensschaubilder aus dem Teil 1 und der Bilanz aus Teil 2 erarbeitet. Die Vorschläge wurde in einem Team erarbeitet, wo je nach Gebiet auch noch folgende Mitglieder beteiligt waren:

Frau Seidemann	Allgemein, Stoffaufbereitung
Herr Besang	Kartonmaschine
Herr von Eichhorn	Technologie, Stoffaufbereitung
Herr Gstettenhofer	Papiermaschine

4.2 Allgemeine Vorschläge:

4.2.1 Stoffaufbereitung Schonschicht, Decke:

Die Stoffdichten in der Stoffaufbereitung, besonders bei Schonschicht und Decke sind problematisch und werden wegen Engpassproblemen der Maschinengeschwindigkeit angepasst. Wenn die PM2 mit höchster Leistung fährt, kann die Stoffaufbereitung nicht mehr genug Stoff liefern und muss daher die Stoffdichten in den Aufbereitungssträngen Decke und Schonschicht auf Stoffdichten im Bereich von 5 – 6 % erhöhen um genug Stoffsuspension zur Verfügung zu stellen. (Die Erhöhung der Stoffdichte beträgt bis zu 2 %)

Die Stoffaufbereitung für den Decken- und Schonschichtstrang wurden für die alte KM2 (ca. 400 m/min) ausgelegt. (Der Einlagestrang wurde bereits an die größere Leistung der PM2 angepasst.)

Dadurch werden die Sortierer dieser Stränge in ungünstigen Bedingungen betrieben. Das führt zu einer drastischen Erhöhung der Ausschussmenge an der Papier- und Kartonmaschine, zusätzlich steigt der Faseranteil in den Rejekten ebenfalls an. Da die Fasern der meisten Rejekte aus dem Decken- und Schonschichtstrang in die Einlage gelangen, ist dies zwar nur ein geringer Faserverlust, aber die wertvolleren Fasern sollten für die teuren Linerlagen verwendet werden.

Vorschlag:

Die Durchsatzmenge für den Deckenstoff und den Schonschichtstoff muss vergrößert werden, um der PM2 auch bei hoher Produktionsleistung gut sortierten Stoff liefern zu können.

4.2.2 Abwasserreinigung, Großer Trichter:

Der große Trichter (Volumen ca. 1000 m³) hat zentrale Speicher-, Puffer- und Reinigungsfunktion für das gesamte Wassersystem, speziell für das in vielen Bereichen benötigte Klarwasser. Im oberen Drittel wird das sog. KW I (Klarwasser I) abgezogen. Das KW I ist auch das der Biologie zufließende Wasser (Abwasser). In der Trichterspitze fällt das durch Sedimentation der Faserstoffe verschmutzte sog. KW II an. Der Überlauf des Trichters fließt unregelmäßig in die Biologie⁽¹³⁾. Der Überlauf des großen Trichters zum kleinen Trichter ist schon lange nicht mehr auf den Fasergehalt untersucht worden.

Vorschlag:

Das Überlaufwasser auf den Fasergehalt untersuchen. Wenn der Fasergehalt hoch ist, muß die Absetzzeit im großen Trichter verlängert werden.

4.2.3 Leckstellen:

Es gibt sehr viele Leckstellen bei Wellenabdichtungen von Pumpen und bei Sortierern. Diese Verluste gehen in den Abfluss, und von dort weiter in den Krofta. Das hat zur Folge, das die teuren Fasern aus der Decke und der Schonschicht aus diesen Leckagen über die Faserrückgewinnung der Einlage zugeführt werden.

Vorschlag:

Die Beseitigung aller Leckstellen ist notwendig. Besonders bei teureren Stoff, (Decke, Schonschicht) da der rückgewonnene Stoff nur in der Einlage verwendet werden kann. (Lagenwanderung).

4.2.4 Rejekt-Sammelbehälter:

Der Rejekt-Sammelbehälter geht hin und wieder über. Der Stoff geht in den Krofta und damit in die Einlage und muss noch einmal sortiert werden.

Vorschlag:

Der Einbau einer Niveau-Regelung im Rejekt-Sammelbehälter zur Steuerung. Damit kann ein weiteres Überlaufen des Behälters verhindert werden.

Umgesetzt:

Die Rejekte können nicht mehr überlaufen, da der Ausgang Rejekt-Sammelbehälter zur Schlammpresse maximal geöffnet bleibt.

4.3 PM2 Einlage:

4.3.1 Leichtrejekte Spectroscreen, OS 8 und OS 4:

Die Leichtrejekte von Spectroscreen, OS 8 und OS 4 werden in die Bütte 41 geleitet. Das hat zur Folge, dass alle Leichtrejekte des Spectroscreens und der zu ihm parallel geschalteten Apparate OS 8 und OS 4 so lange im Kreis geführt werden, bis sie durch die Scherkräfte in den Pumpen und Sortieren zerkleinert und mit dem Gutstoff zur Bütte 31 mittransportiert werden.

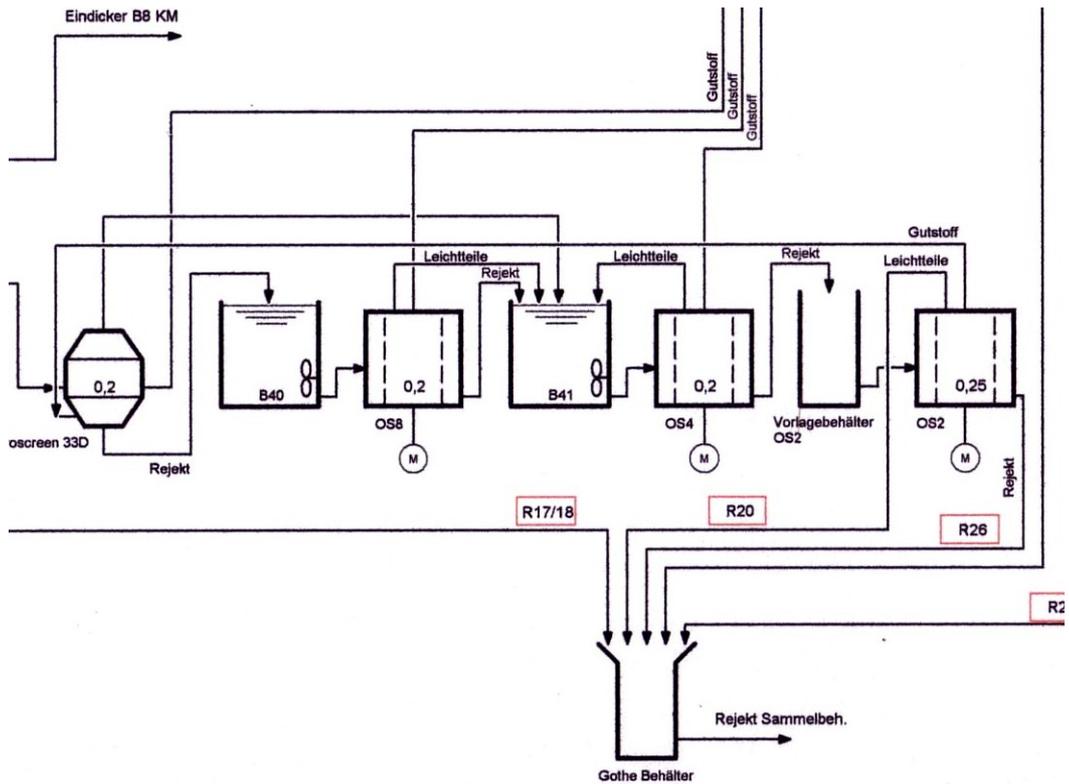


Abb. 35: Leichtrejte Spectroscreen, OS 8, OS 4, PM2 Einlage

Vorschlag:

Das Leichtrejte vom OS 4 in den Vorlagebehälter vom OS 2 leiten. Da der Sortierer OS 4 seinen Einlaufstoff aus der Bütte 41 erhält, in der das Rejekt vom OS 8 und die Leichtrejte von Spectroscreen und OS 8 gesammelt wird, werden dann beide Leichtrejte vom feineren OS 2 nochmals sortiert und in den Gothe Behälter ausgeschieden.

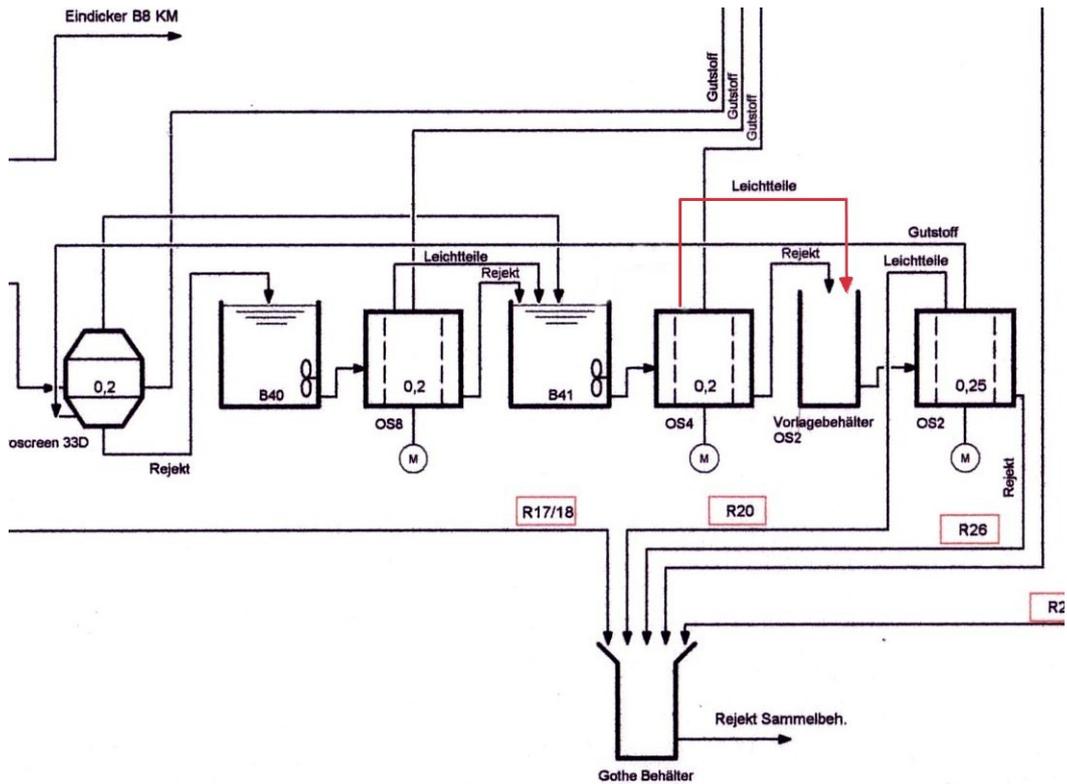


Abb. 36: Vorschlag Leichtrejte Spectroscreen, OS 8, OS 4, PM2 Einlage

Der Vorschlag wurde genau so umgesetzt.

4.3.2 Gutstoffe Spectroscreen, OS 8 und OS 4

Durch die Vorwärtsschaltung der Sortierapparate Spectroscreen, OS 8 und OS 4 werden die Gutstoffe dieser Sortierer in die Bütte 31 geleitet. Diese Sortierapparate haben aufgrund ihrer unterschiedlichen Konstruktion und Dimension verschiedene Sortierwirkungsgrade.

Die Sortierwirkungsgrade fallen vom Spectroscreen über den OS 8 zum OS 4 deutlich ab. Der Gesamtwirkungsgrad der Stoffsortierung ist somit ein Mittelwert aus den Wirkungsgraden der einzelnen Sortierer.

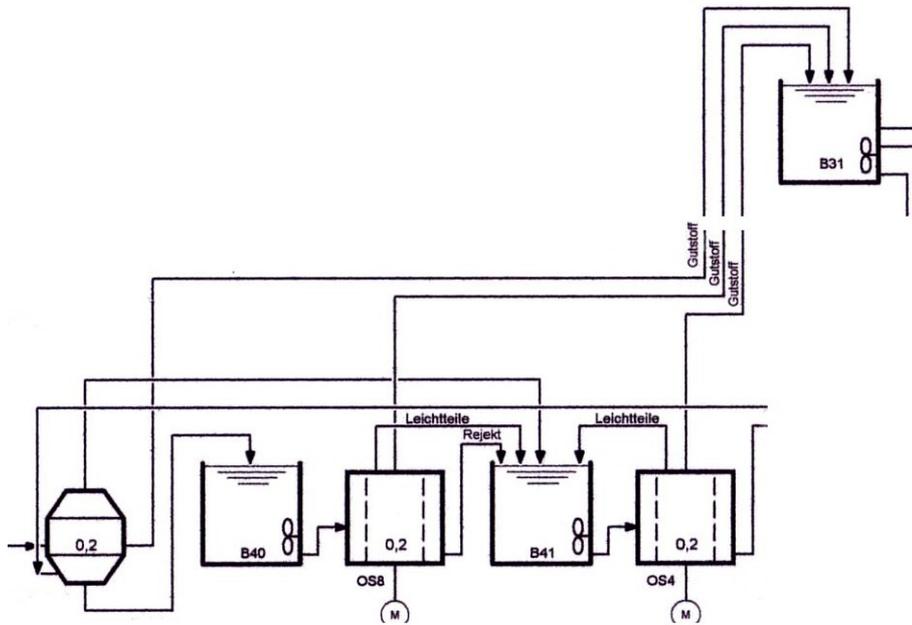


Abb. 37: Gutstoffe Spectroscreen, OS 8 und OS 4, PM2 Einlage

Vorschlag:

Den Gutstoff vom OS 4 vor den OS 8 leiten. Der Sortierer OS 8 hat genug Kapazität um auch den Gutstoffstrom des OS 4 mit zusortieren. Durch diese Teilrückwärtsschaltung kann eine Qualitätssteigerung des Gutstoffes in der Bütte 31 erreicht werden, da der Gesamtwirkungsgrad dieser Sortierstufe steigt. Das beeinflusst auch die Qualität des Rückenstoffes positiv.

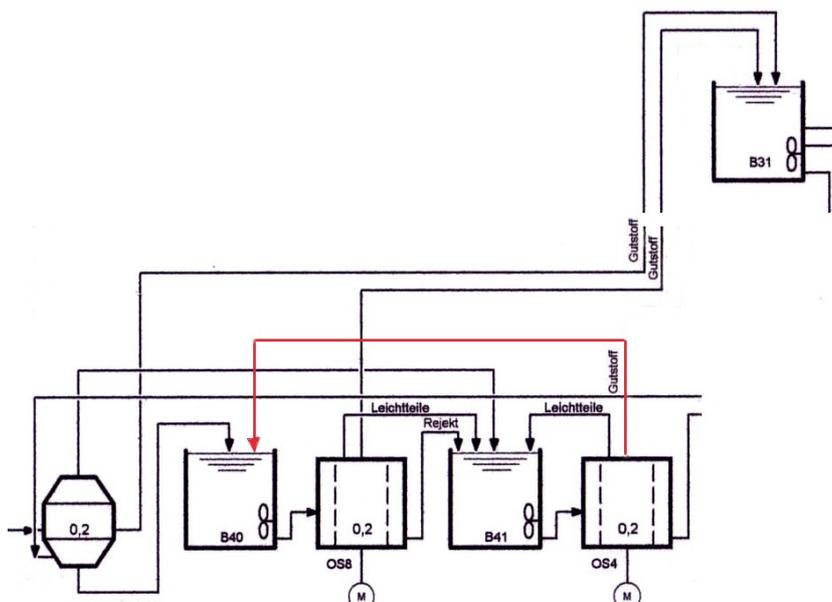


Abb. 38: Vorschlag Gutstoffe Spectroscreen, OS 8 und OS 4, PM2 Einlage

4.3.3 Leichtrejekt CS3-T:

Das Leichtrejekt vom CS3-T wird in den Vorlagebehälter des CS3-T geleitet. Dadurch kommt es ebenfalls wie bei den Leichtrejekten von Spectroscreen, OS 8 und OS 4 zur Anreicherung des Leichtrejektes im Sortierer CS3-T bis die Leichtrejekte durch die Scherkräfte so zerkleinert sind, dass sie mit dem Gutstoff oder dem Rejekt ausgetragen werden können. Dadurch sind die Rejektteilchen so klein, dass alle weiteren Schlitzkörbe der Sortierstufen durchlaufen können.

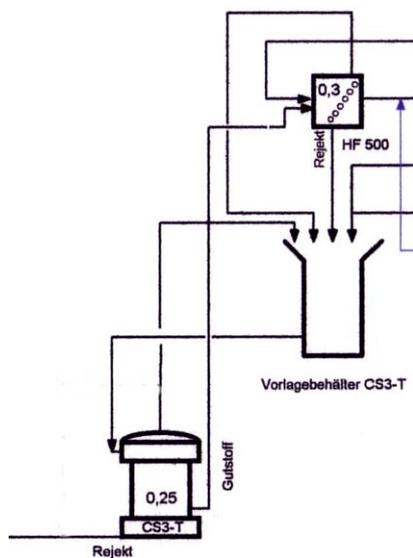


Abb. 39: Leichtrejekt CS3-T, PM2 Einlage

Vorschlag:

Das Leichtrejekt in den Gothe Behälter leiten. Diese Leitung existiert bereits. Dadurch kann ebenfalls die Qualität des Einlagenstoffes erhöht werden.

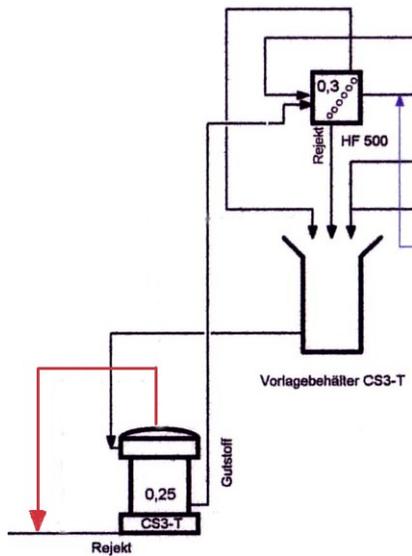


Abb. 40: Vorschlag Leichtrejekt CS3-T, PM2 Einlage

4.3.4 Junkscreen:

Der Junkscreen durchläuft in einem Zyklus 4 Schritte: Austragen (80 sec.), Füllen (40 sec.), Entstippen (14 sec.), Waschen (32 sec.). Diese Zeiten weichen sehr stark von den Vorgaben des Herstellers ab! Der Grund dafür ist die hohe Verstopfungsneigung der Entwässerungstrommel. Bei verstopfter Entwässerungstrommel wird ein Wasser-Fasergemisch in die Kufferat-Pressen ausgetragen. Das ergibt dann Faserverluste, da diese Fasern auf den Rejekt B-Haufen gelangen. Aus diesem Grund werden die Zykluszeiten des Junkscreen von den Schichtführern oft verändert.

Vorschlag:

Der Einbau eines Spritzrohres in die Entwässerungstrommel könnte die Verstopfungsgefahr minimieren. Damit können die Zykluszeiten des Junkscreens nach den Herstellerangaben optimiert werden und müssten nicht mehr von den Schichtführern angepasst werden. Generell wäre es günstig die Zykluszeiten zu verkürzen um die Zyklusdauer zu verringern. Dann würde der Pulper öfters gereinigt. Auch sollte die Befülldauer verkürzt werden um das Potential des Junkscreens besser auszunutzen.

4.3.5 Rejekt R25:

Es wäre günstig, das Rejekt 25 noch einmal zu sortieren. Am Probeblatt erkennt man einen hohen Faseranteil.

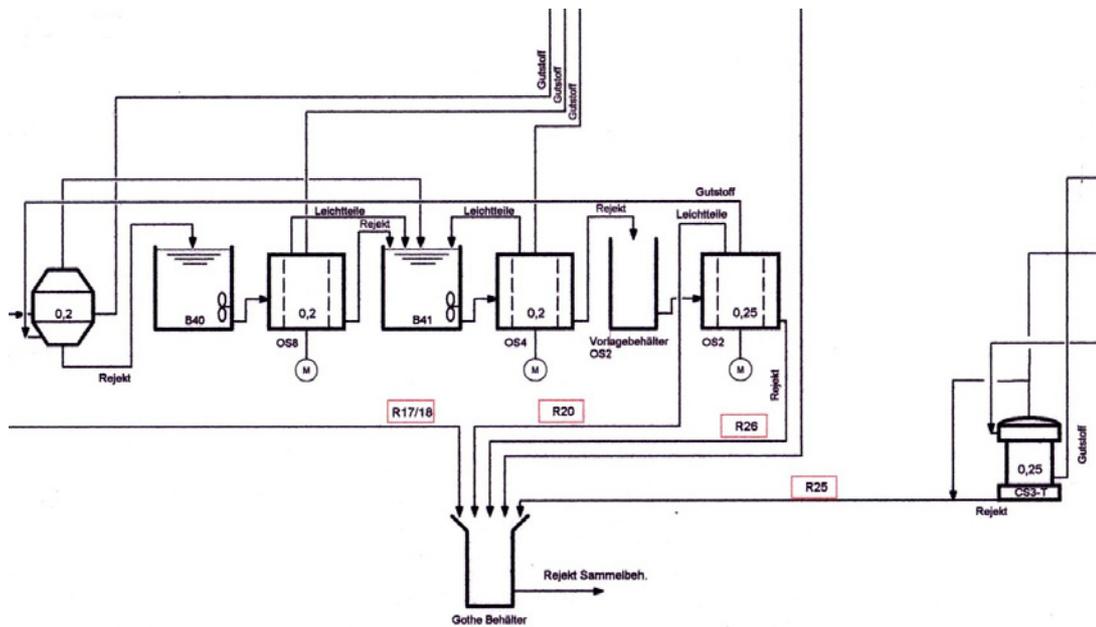


Abb. 41: Rejekt R25, PM2 Einlage

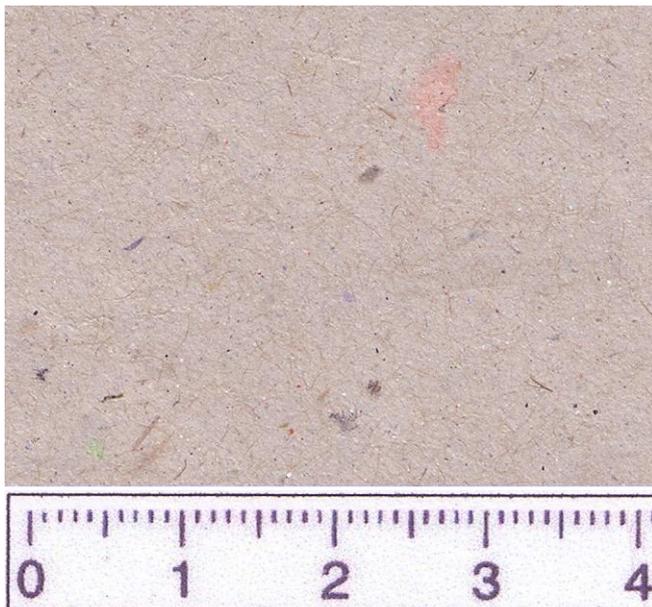


Abb. 42: Probeblatt Rejekt R25, vergrößerter Ausschnitt, Maßeinheit: cm

Vorschlag:

Ideal wäre ein weiterer Sortierer. Es wäre auch möglich, das Rejekt 25 vor den OS 8 zu fahren um es noch einmal sortieren zu lassen. Der OS 8 hat noch Reserven.

Allerdings muss man berücksichtigen, dass damit auch die Qualität des Gutstoffes OS 8 sinken kann. Eine Einspeisung vor den Spectroscreen ist nicht sinnvoll, da der Rückenstoff damit verschlechtert wird. Durch diese Maßnahme kann eine Verringerung des Faserverlustes erreicht werden.

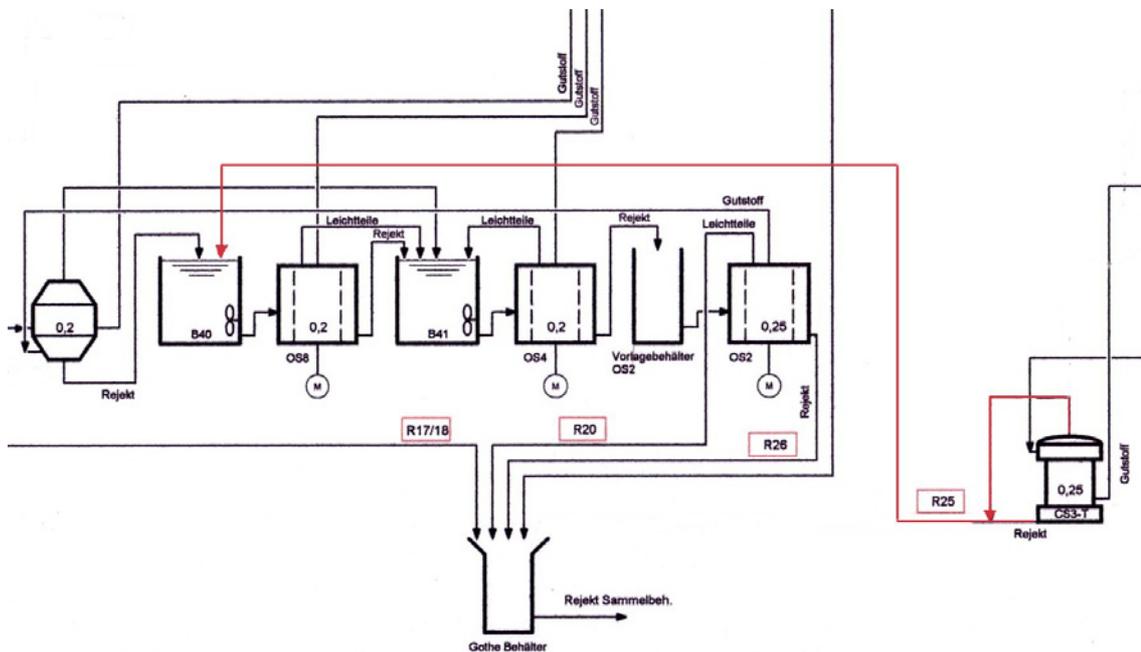


Abb. 43: Vorschlag Rejekt R25, PM2 Einlage

4.3.6 OS 2 Einlage, Leichtrejekt:

Der Messwertnehmer für den Durchfluss ist im fallenden Rohr eingebaut! An dieser Stelle ist es nicht gewährleistet, dass das Rohr stets mit Rejekt komplett gefüllt ist. Es kommt oft vor, dass das Rohr nur zu einem geringen Teil mit Rejekt gefüllt ist. Dann wird beim Messen des Durchflusses die Luft im Rohr mitgemessen und verfälscht das Meßergebnis stark.

Vorschlag:

Die Rejektleitung steigt unmittelbar nach dem OS 2 eine kurze Strecke an. Der Messwertnehmer sollte im ansteigenden Rohr eingebaut werden, da dieses immer mit Rejekt gefüllt ist. Damit wird eine exakte Messung gewährleistet.

Umgesetzt:

Der Messwertnehmer wurde in den steigenden Rohrbereich versetzt.

4.3.7 OS 2 Einlage, Rejekt:

Der Messwertnehmer FC 213968 (OS 2 zum Gothebehälter) ist ebenso wie der Messwertnehmer des Leichtrejektes in einem fallenden Rohrstrang eingebaut.

Vorschlag:

Um eine bestmögliche Rohrfüllung vor und nach dem Messwertnehmer zu garantieren, sollte der Messwertnehmer in das steigende Rohr nach dem OS 2E eingebaut werden oder zumindest ein Reduktionsstück nach dem Messwertnehmer eingebaut werden um zu verhindern, dass Luft im Rohr ist.

4.4 PM2 Schonschicht:**4.4.1 Leichtrejekte CS3-T, LPS 31:**

Das Leichtrejekt vom CS3-T (Sortierer 2) und vom LPS 31 (Sortierer 1) werden in das Siebwasser 1 Schonschicht geleitet. Dadurch kommt es wie bei den oben genannten Sortierern zu einer Anreicherung und das Rejekt wird schließlich in die Schonschicht eingebracht.

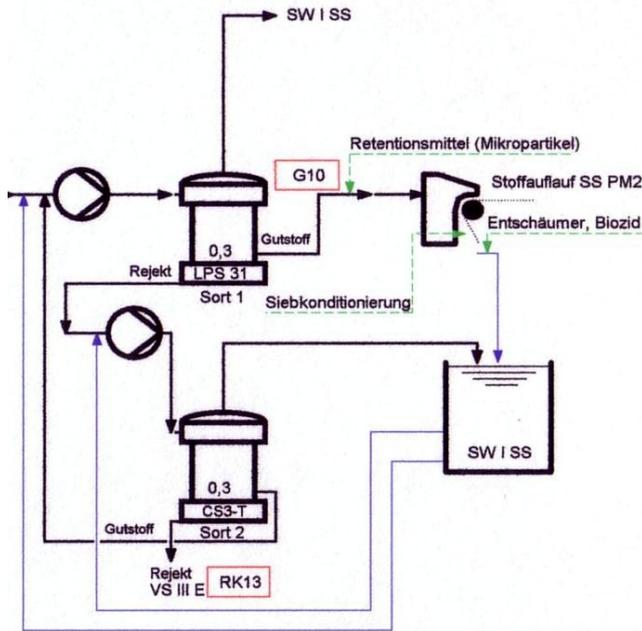


Abb. 44: Leichtrejekte CS3-T, LPS 31, PM2 Schonschicht

Vorschlag:

Durch die Nähe der Standorte der Sortierer CS3-T und LPS 31 ist es möglich, beide Leichtrejekte zusammenfassen und dem Rejekt RK13 zuzuleiten. Die Leichtrejekte gelangen somit zum Vorlagebehälter CS3-T Einlage. Dort werden die Leichtrejekte noch einmal nachsortiert und werden dann zum Gothe Behälter abgeführt. Das hat den Vorteil, dass kein teurer Schonschichtfaserstoff verloren geht.

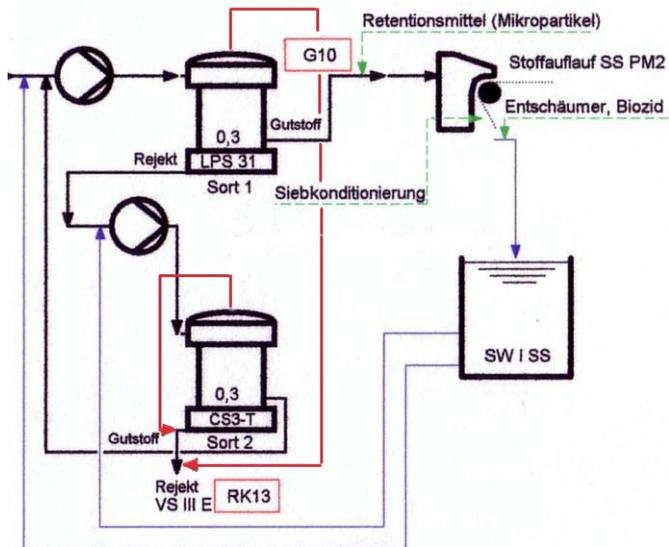


Abb. 45: Vorschlag Leichtrejekte CS3-T, LPS 31, PM2 Schonschicht

4.4.2 Gutstoff Sortex:

Der Gutstoff des Sortex Schonschicht geht vor den CS3-T Schonschicht. Der CS3-T ist aufgrund der Kapazitätssteigerung der Stoffaufbereitung überlastet und wird daher nicht mehr mit der idealen Stoffdichte betrieben. Die Stoffdichte Zulauf CS3-T ist zu hoch für eine optimale Sortierung. Es wäre günstiger, den Gutstoff vom Sortex in die Bütte 41 zu leiten. Dadurch würde der Gutstoff vom Sortex zur Einlage vor den OS 4 gelangen und der CS3-T würde entlastet. Dann könnte man untersuchen ob man in den nicht mehr überlasteten CS3-T möglicherweise einen 0.2 mm Schlitzkorb anstatt des 0.25 mm Korbes einsetzen kann. (Das Ergebnis wäre eine bessere Sortierung der Rejekte der Grobsortierung Schonschicht und damit weniger Faserverluste)

Zusätzlich wäre der Einbau von Dreiwegehähnen oder Durchflussmessgeräten in die Rejekt-Leitungen des CS3-T und des Sortex notwendig, um die Rejektmengen messen zu können. Hier geht viel Schonschicht-Faserstoff über den Gothe Behälter zum Rejektsammelbehälter auf den Rejekt B Haufen.

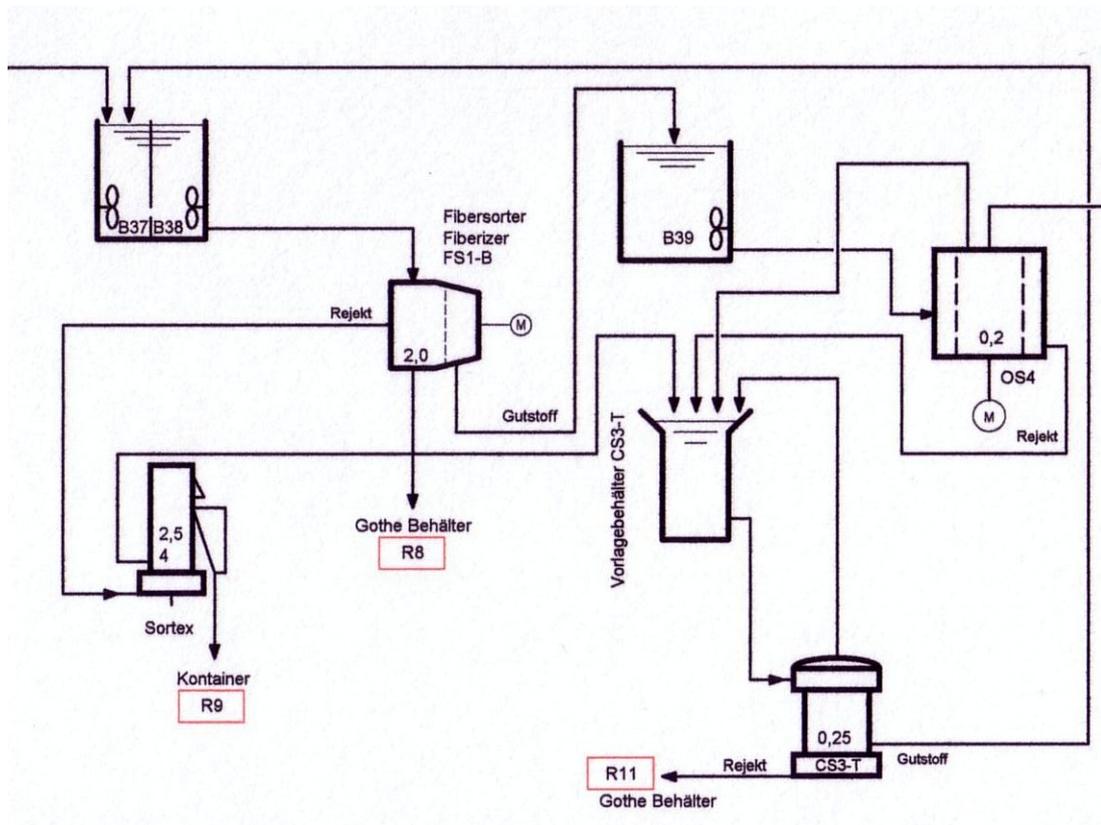


Abb. 46: Gutstoff Sortex, PM2 Schonschicht

Umgesetzt:

Der Gutstoff des Sortex wird jetzt in einen neuen kleinen, niveaugeregelten Vorlagebehälter geleitet, von dort geht der Stoff in die Bütte 38 zurück. Zusätzlich wird der Gutstoff des CS3-T nach vorne sortiert (Vor die erste Cleanerstufe Schonschicht) . Die Entgasung des CS3-T geht nun vor den Spectroscreen Einlage. Damit wird der CS3-T stark entlastet und kann wieder im optimalen Stoffdichtebereich betrieben werden.

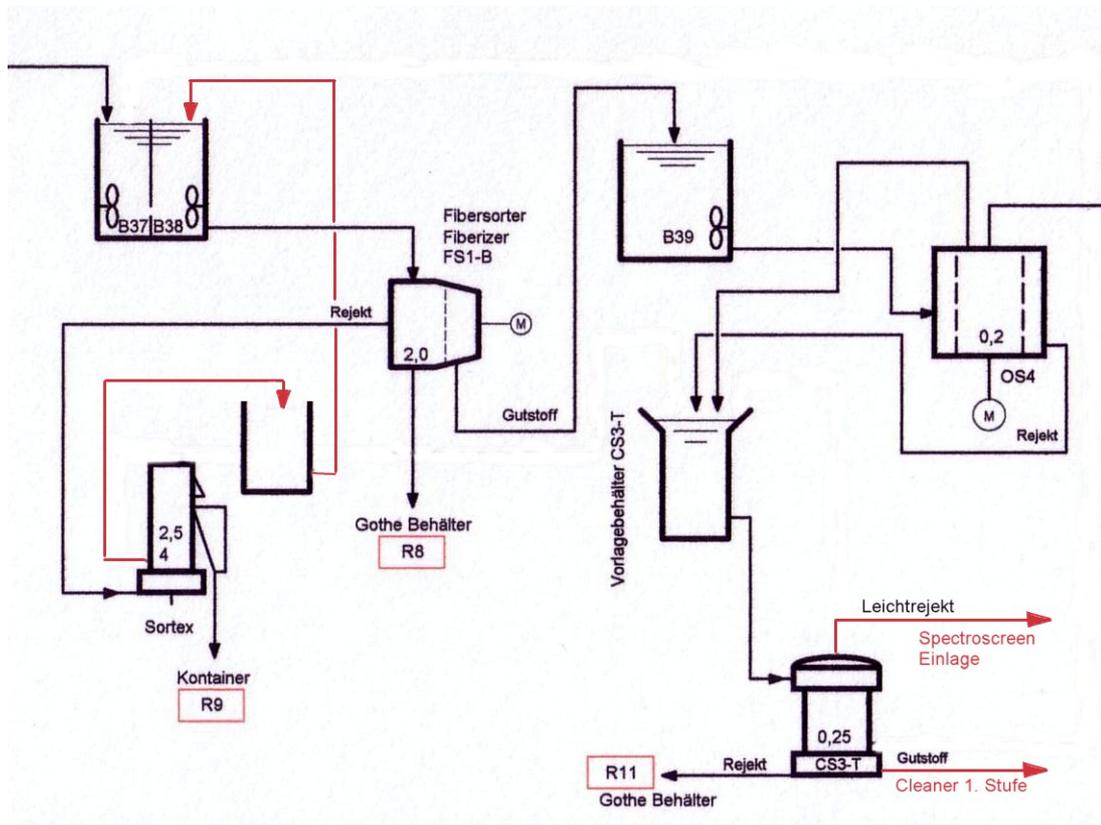


Abb. 47: Umsetzung Gutstoff Sortex, PM2 Schonschicht

4.5 PM2 Rücken:

4.5.1 Gutstoffzusammensetzung für den Rücken:

Der Rückenstoff auf der PM2 ist zusammengesetzt aus dem Einlagestoff aus der Bütte 31 und dem Maschinenausschuss der PM2.

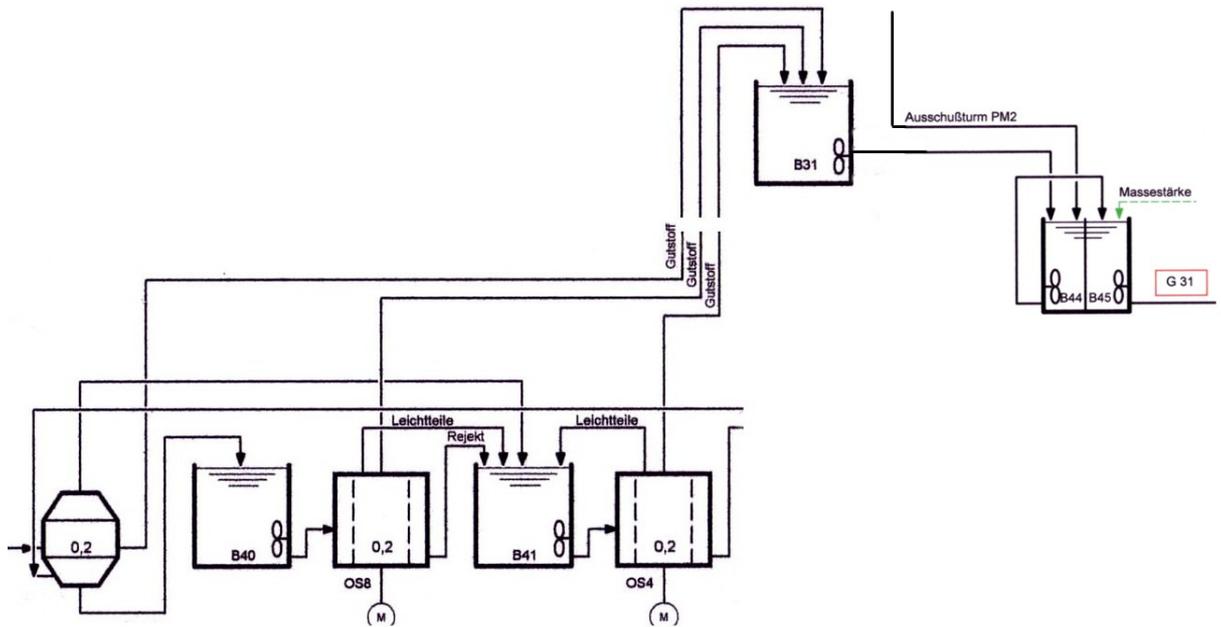


Abb. 48: Gutstoffzusammensetzung, PM2 Rücken

Vorschlag:

Der Rückenstoff sollte nur vom Spectroscreen entnommen werden, um das Stickie-Problem zu minimieren. (Beim Aufrollen der Papierbahn werden die wachsiges und klebrigen Stellen auf die Decke übertragen, das ergibt Druckprobleme)

Durch eine Abzweigung vom Spectroscreen zur Vorbütte 44 und versperren der Leitung von der Bütte 31 zur Vorbütte 44 gelangt nur noch Stoff vom Spectroscreen und Maschinenausschuss zur Vorbütte 44. Durch den höheren Sortierwirkungsgrad des Spectroscreens gegenüber der Sortierer OS 8 und OS 4 steigt auch die Qualität des Rückenstoffes.

Umgesetzt:

Es gibt nun eine Abzweigung zur Vorbütte B44 der Rückseite.

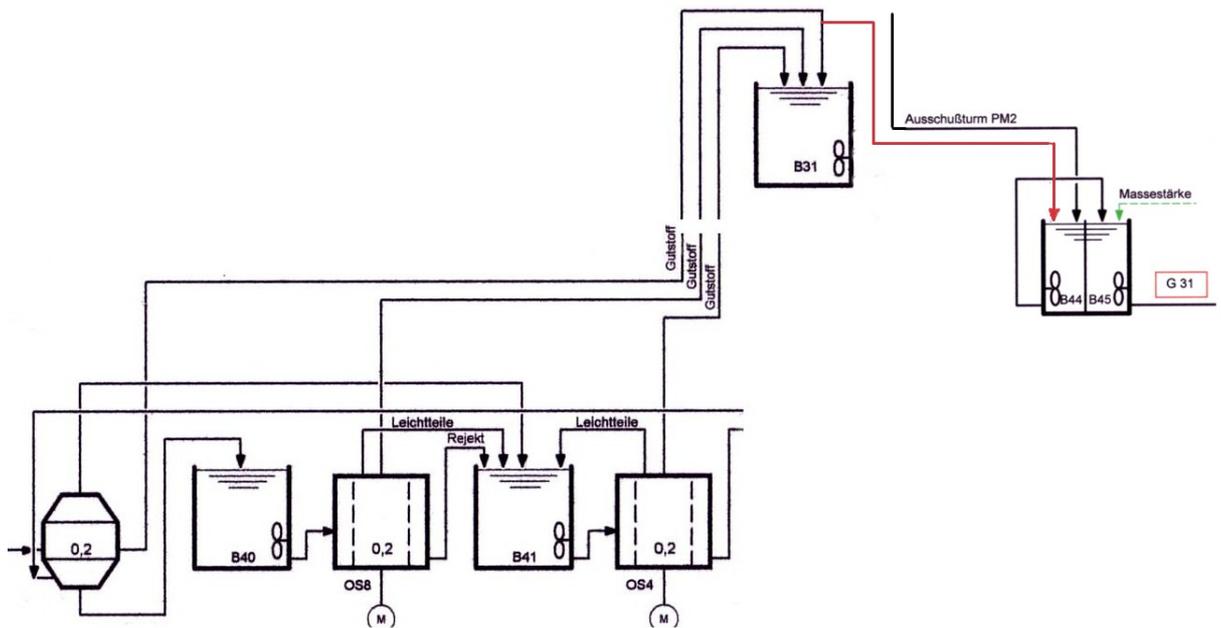


Abb. 49: Vorschlag Gutstoffzusammensetzung, PM2 Rücken

4.5.2 Gutstoff des OS 2:

Der Gutstoff des OS 2 gelangt derzeit durch eine Rückwärtsschaltung zum Spectroscreen. (siehe Abb. 35, Seite 67)

Vorschlag:

Wenn der Gutstoff vom OS 2 vor den OS 8 geleitet wird, kann man den Rückenstoff weiter verbessern. (wenn der Rückenstoff nur vom Spectroscreen entnommen wird)

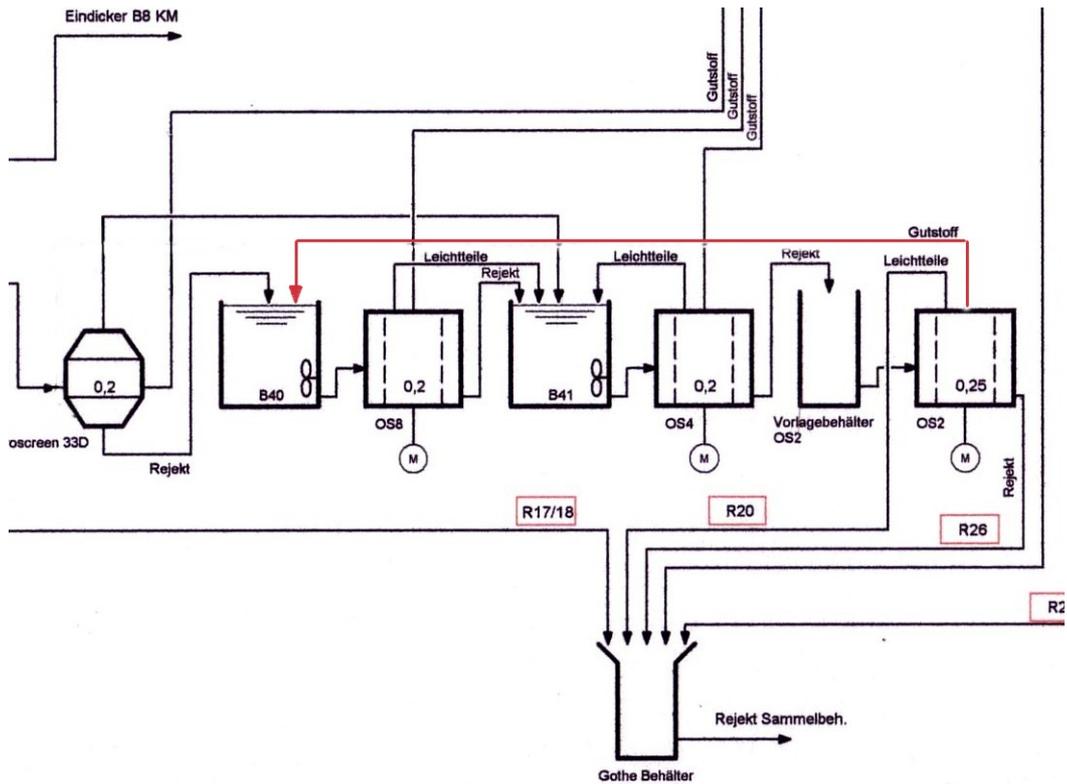


Abb. 50: Vorschlag Gutstoff des OS 2, PM2 Rücken

Bei diesen beiden Vorschlägen zur Verbesserung des Rückenstoffes wird eine Überprüfung der Siebkörbe und Rotoren der Sortierer OS 8, OS 4 und OS 2 notwendig, ob sie für diesen Einsatz geeignet sind.

4.6 KM1 Decke:

4.6.1 Frischwasserverbrauch:

Bei weißen Sorten auf der KM1 wird die Faserstoffsuspension mit Frischwasser hergestellt. Der Frischwasserverbrauch beträgt dabei für den Pulper und die nachfolgenden Verdünnungen ca. 300 – 400m³ pro Tag. Das ergibt auch eine dementsprechend höhere Abwasserbelastung. Die bestehende Leitung für das Hochklarwasser ist dafür nicht brauchbar, da das Hochklarwasser zwar kaum einen Faseranteil hat, dafür aber braun gefärbt ist.

Vorschlag:

Qualitativ wäre das Siebwasser II-Decke der KM1 für diesen Zweck verwendbar. Im Falle einer Änderung ist zu beachten, dass eine weitere Schließung des Wasserkreislaufes auch eine höhere Salzfracht bringt, Schleimprobleme verursachen kann, usw.

4.7 KM1 Rücken:

4.7.1 Rejekt R50:

Das Probeblatt der Probe R50 (nach Wuchtschüttler) ist nicht vom Gutstoffblatt G33 (VS 10) zu unterscheiden. Es hat den Anschein, als würde der VS 10 keine Sortierwirkung haben. Der Sortierer teilt lediglich einen Stoffstrom als Rejekt ab.

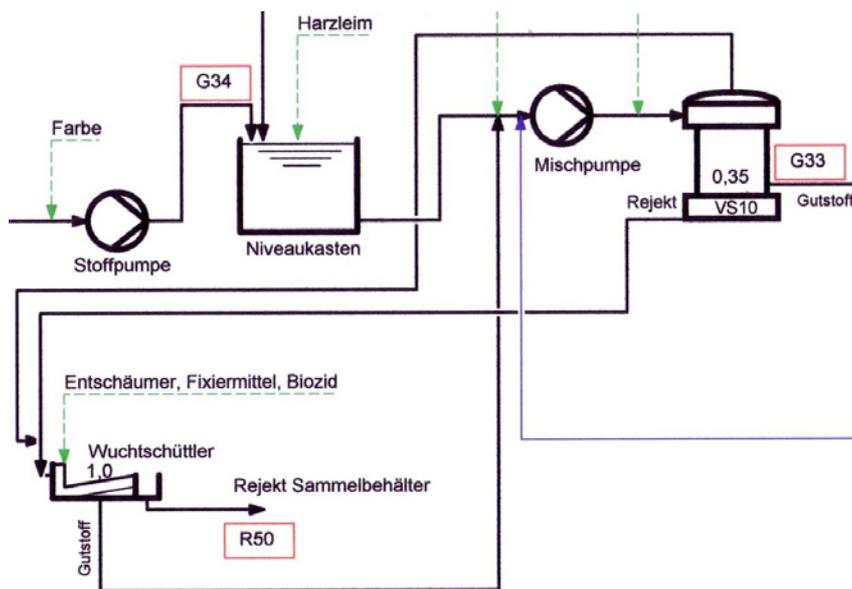


Abb. 51: Rejekt R50, Gutstoff G33, KM1

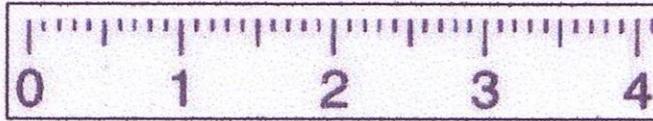


Abb. 52: Rejekt R50, vergrößerter Ausschnitt, Maßeinheit: cm

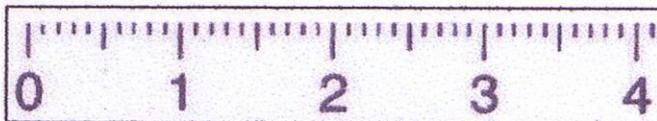


Abb. 53: Gutstoff G33, vergrößerter Ausschnitt, Maßeinheit: cm

Vorschlag:

Es wäre möglich, den Sortier VS 10 und den Wuchtschüttler zu umgehen. Oder das Rejekt R50 wird in die Einlage gefahren und der Sortierer als Polizeisortierer vor dem Stoffauflauf belassen.

4.8 KM1 Einlage:

4.8.1 Rejekt R41:

Das Rejekt R41 (CS3-T) sollte mit dem derzeit nicht benutzten Wuchtschüttler nachbehandelt werden, da es noch einen hohen Faseranteil enthält. (siehe Probeblatt)

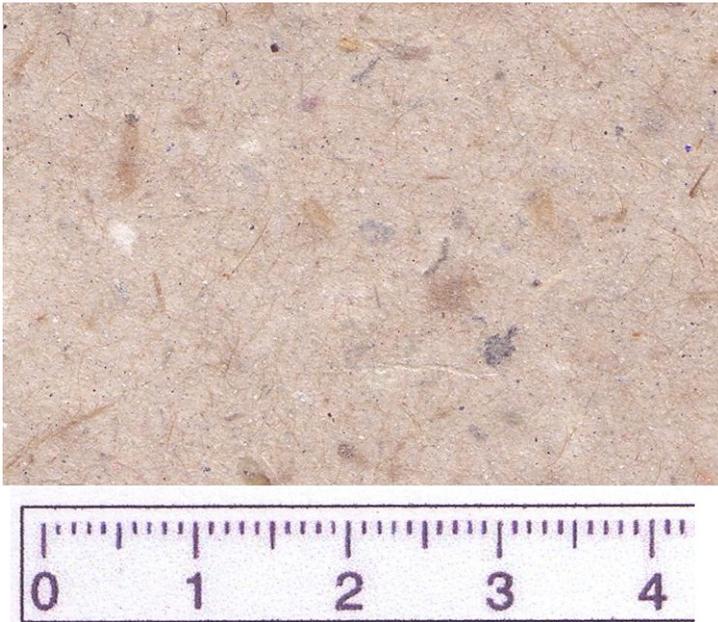


Abb. 54: Rejekt R41, vergrößerter Ausschnitt, Maßeinheit: cm

Vorschlag:

Das Rejekt R41 (besteht aus Rejekt und Leichtrejekt des CS3-T) mit dem freien Wuchtschüttler nachsortieren.

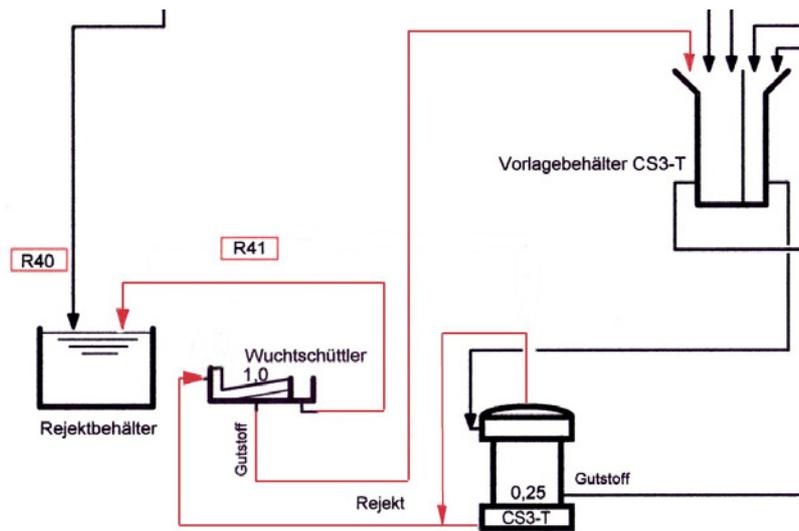


Abb. 55: Vorschlag Rejekt R41, KM1 Einlage

Umsetzung:

Das Leichtrejekt des CS3-T wird nun mit dem freien Wuchtschüttler nachsortiert.

5. Schlussworte:

Bei dieser Arbeit wurden die vier Stoffstränge der Papiermaschine PM2 und der Kartonmaschine KM1 als Verfahrensschaubild dargestellt. Durch viele Umbauten im Bereich der Stoffaufbereitung und der Papiermaschine in den letzten Jahren waren keine gesamtheitlichen Darstellungen der Aufbereitungsstränge vorhanden. Diese Verfahrensschaubilder werden zur fabriksinternen Schulung neuer Mitarbeiter verwendet. Sie bilden gemeinsam mit der Stoffstrom- und Rejektbilanz und der Brecht-Holl Untersuchung einzelner Sortierer die Grundlage für die Optimierungsvorschläge.

Durch die Darstellung der Rejektströme aller Stoffaufbereitungslinien der PM2 und der KM1 konnte ein Überblick über die Qualität und Quantität der Rejekte gewonnen werden. Diese Bilanz basiert auf genau definierten Betriebszuständen der Stoffaufbereitung und kann somit als Vergleich für kommende Bilanzierungen verwendet werden. Mit den Daten der Bilanz wurden die Auswahl jener Sortierapparate getroffen, die in der Brecht-Holl Analyse auf ihre Sortiereffizienz untersucht wurden.

Die Optimierungsvorschläge zur Verbesserung der Qualität und zur Verringerung der Rejektmenge wurden im Team mit der Produktion und der technischen Leitung erstellt und sind großteils umgesetzt worden.

Diese Arbeit hat somit dazu beigetragen, die Stoffaufbereitung der Papierfabrik Rieger zu verbessern und hat mitgeholfen, die Rejektmenge zu verkleinern, ohne die Produktqualität zu verringern.

6. Abbildungsverzeichnis:		Seite
Abb. 1:	Rohstoffverbrauch der deutschen Papierindustrie 2000 (VDP)	10
Abb. 2:	Prozentuelle Änderung der Fasereigenschaften in Abhängigkeit zu den Recycling-Zyklen	11
Abb. 3:	Stippengehalt beim Auflösen verschiedener Halbstoffe und Papiere in Abhängigkeit vom spez. Energieaufwand	12
Abb. 4:	Arbeitsbereiche verschiedener Verfahren in Abhängigkeit von der Teilchengrößenverteilung.	14
Abb. 5:	Sortierwahrscheinlichkeit in Abhängigkeit der Anzahl der Sortiervorgänge	15
Abb. 6:	Kaskadenschaltung	16
Abb. 7:	Vorwärtsschaltung	16
Abb. 8:	Rückwärtsschaltung	17
Abb. 9:	Kombinierte Vorwärtsschaltung	17
Abb. 10:	Kombinierte vierstufige Vorwärtssortierung	18
Abb. 11:	Kennlinien für Sortierer mit unterschiedlichen Wirkungsgrad	19
Abb. 12:	Schema eines Drucksortierers	21
Abb. 13:	Schematische Darstellung eines Hydrozyklons	22
Abb. 14:	Faserfraktioniergerät nach Brecht und Holl	27
Abb. 15:	Verfahrensschaubild der Stoffaufbereitung PM2 Decke	31
Abb. 16:	Verfahrensschaubild der Stoffaufbereitung PM2 Schonschicht	33
Abb. 17:	Verfahrensschaubild der Stoffaufbereitung PM2 Einlage	35
Abb. 18:	Verfahrensschaubild der Stoffaufbereitung PM2 Rücken	37
Abb. 19:	Verfahrensschaubild der Stoffaufbereitung KM1 Decke weiß	38
Abb. 20:	Verfahrensschaubild der Stoffaufbereitung KM1 Decke grau	39
Abb. 21:	Verfahrensschaubild der Stoffaufbereitung KM1 Schonschicht	40
Abb. 22:	Verfahrensschaubild der Stoffaufbereitung KM1 Einlage	41
Abb. 23:	Verfahrensschaubild der Stoffaufbereitung KM1 Rücken	42
Abb. 24:	Bilanzergebnisse PM2 Decke	52
Abb. 25:	Bilanzergebnisse PM2 Schonschicht	52
Abb. 26:	Bilanzergebnisse PM2 Einlage / Rücken	52
Abb. 27:	Bilanzergebnisse KM1	53
Abb. 28:	Sankey-Diagramm der Stoff- und Rejektströme	54

Abb. 29:	Verluste PM2 Decke	55
Abb. 30:	Verluste PM2 Schonschicht	55
Abb. 31:	Verluste PM2 Einlage / Rücken	56
Abb. 32:	Verluste KM1	56
Abb. 33:	Ergebnisse der Fraktionierung in Gramm	59
Abb. 34:	Ergebnisse der Sortiereffizienzuntersuchung	62
Abb. 35:	Leichtrejte Spectroscreen, OS 8, OS 4, PM2 Einlage	66
Abb. 36:	Vorschlag Leichtrejte Spectroscreen, OS 8, OS 4, PM2 Einlage	67
Abb. 37:	Gutstoffe Spectroscreen, OS 8 und OS 4, PM2 Einlage	68
Abb. 38:	Vorschlag Gutstoffe Spectroscreen, OS 8 und OS 4, PM2 Einlage	68
Abb. 39:	Leichtrejekt CS3-T, PM2 Einlage	69
Abb. 40:	Vorschlag Leichtrejekt CS3-T, PM2 Einlage	70
Abb. 41:	Rejekt R25, PM2 Einlage	71
Abb. 42:	Probeblatt Rejekt R25, vergrößerter Ausschnitt, Maßeinheit: cm	71
Abb. 43:	Vorschlag Rejekt R25, PM2 Einlage	72
Abb. 44:	Leichtrejte CS3-T, LPS 31, PM2 Schonschicht	74
Abb. 45:	Vorschlag Leichtrejte CS3-T, LPS 31, PM2 Schonschicht	75
Abb. 46:	Gutstoff Sortex, PM2 Schonschicht	76
Abb. 47:	Umsetzung Gutstoff Sortex, PM2 Schonschicht	77
Abb. 48:	Gutstoffzusammensetzung für den PM2 Rücken	78
Abb. 49:	Vorschlag Gutstoffzusammensetzung für den PM2 Rücken	79
Abb. 50:	Vorschlag Gutstoff des OS 2 für den PM2 Rücken	80
Abb. 51:	Rejekt R50, Gutstoff G33, KM1	81
Abb. 52:	Rejekt R50, vergrößerter Ausschnitt, Maßeinheit: cm	82
Abb. 53:	Gutstoff G33, vergrößerter Ausschnitt, Maßeinheit: cm	82
Abb. 54:	Rejekt R41, vergrößerter Ausschnitt, Maßeinheit: cm	83
Abb. 55:	Vorschlag Rejekt R41, KM1 Einlage	84

7. Quellenverzeichnis:

- 1: BDE Bundesverband der Deutschen Entsorgungswirtschaft e.V.
Schönhauserstraße 3
50968 Köln, www.bde.org
- 2: PTS Manuskript Pea 30 231 Grundprozesse der Papiererzeugung 1:
Faserstoffherzeugung und -aufbereitung
- 3: Beck L.: Verfahrenstechnische Mängel heutiger Altpapieraufbereitungen und
Forderungen an Technik, Entwicklung und Verarbeitung. Wochenblatt für
Papierfabrikation 104 (1976) 2, S. 47 bis 50.
- 4: Altpapier, Faserstoff für die Papiererzeugung. Blechschmidt, Opherdern
- 5: Ortner H.: Über die Schaltung von Sortiermaschinen in Stoffaufbereitung und
konstanten Teil für unsortiertes Altpapier. Wochenblatt für Papierfabrikation
96 (1968) 7, S. 237 bis 248
- 6: Unterlagen zu den Laborübungen: Technologie der Papierfaserstoffe. Institut
für Papier-, Zellstoff- und Fasertechnik
- 7: IPW 11/2001 „Altpapier – ist sein Einsatz noch zu steigern? H. J. Putz, L.
Göttsching
- 8: Papiertechnisches Manuskript TUD-PTM 01/96 Papiertechnik, Selbstverlag für
Papiertechnik, Dresden. Ausgabe 01.1996
- 9: Recycled Fiber and Deinking, Lothar Göttsching, Heikki Pakarinen, Fapet Oy,
Helsinki 2000.
- 10: Secondary Fiber Recycling, Richard J. Spangenberg, TAPPI PRESS 1993
- 11: Skriptum der Lehrveranstaltung 315.022 Faserstoffaufbereitung, Prof. Stark,
SS 2002
- 12: Recycling Paper, From Fiber to Finished Produkt, Matthew J. Coleman, TAPPI
PRESS 1990 Vol. 1 + 2
- 13: Betriebsunterlagen der Papierfabrik Rieger, Wichtige Punkte im Stoff-
Wasserkreislauf, 10.01.2000
- 14: Papiertechnisches Manuskript TUD-PTM 08/96, Papier-
Pappenverarbeitungstechnik, Heinrich L. Baumgarten, Selbstverlag für
Papiertechnik, Dresden, Ausgabe 01. 1996

8. Anhang:

Eine CD-ROM:

- 1: Measurex-Datenblätter und abgelesene Daten
- 2: Brecht-Holl Daten
- 3: Misca und Sankey-Up Bilder
- 4: Mess- Probenprotokolle
- 5: Word-Datei der Diplomarbeit