

Prozessanalyse für Stoff- und Wasserkreisläufe – bewährtes Werkzeug zur Verfahrensoptimierung und -entwicklung

„Voith Process Solutions“ verfügt über erfahrene und spezialisierte Teams, die das gesamte Spektrum an technischen, technologischen und planungsseitigen Dienstleistungen für die Papierindustrie abdecken.



Ralf Mönnigmann

Fiber Systems
ralf.moennigmann@voith.com



Bernd Stibi

Service
bernd.stibi@voith.com

Auftretende Problemfelder bei der Papierproduktion sind oft mehrschichtig. Diese sollen über eine fundierte Prozessanalyse an der Wurzel gepackt, also deren Ursachen diagnostiziert und beseitigt werden. Beachtung finden dabei Projektziele wie z.B.:

- Verbesserung der Produktqualität
- Steigerung der Produktionskapazität
- Erhöhung der Anlagenverfügbarkeit
- Reduzierung von Betriebsmittelverbrauch.

Vorgaben zur Kostensenkung können eine Analyse und Optimierung papiertechnischer Anlagen erforderlich machen, um beispielsweise kostenträchtige Emissionen von Abwasser, Reststoffen, kontaminierter Luft, Wärme und Hilfsstoffe zu reduzieren.

Wie die „Wet End Process Analyse“ ist auch die „Prozessanalyse“ für die Stoff- und Wasserkreisläufe weitestgehend standardisiert und unabhängig von Endprodukt und Systemkonfiguration. Erfahrungen von über 50 Prozessanalysen haben gezeigt, dass durch diese systematische Vorgehensweise auch im Vorfeld nicht erkannte Problemfelder bearbeitet werden können. Die Berücksichtigung der speziellen Problem- und Aufgabenstellung bestimmt den weiteren messtechnischen Aufwand vor Ort und im Labor.

Um im Rahmen einer Prozessanalyse eine detaillierte Problemlösungsstrategie zu erarbeiten, werden verschiedene Werkzeuge verwendet:

- Betriebsdatenerfassung
- Stoffprobenentnahme
- Laboruntersuchungen von Stoff- und Papierproben
- Inspektionen aller wichtigen Maschinen und Komponenten
- Erstellung von Bilanzierungen und Verfahrensmodellen (Simulation)
- Überprüfung der Maschinenauslegung
- Versuche im Voith Technikum.

Der aktuelle Wissensstand aus eigenen Forschungs- und Entwicklungsprogrammen, neueste systemübergreifende Maschinen- und Verfahrensentwicklungen sowie Kenntnisse zur Prozesskontrolle und -automatisierung fließen als Know-how in die Prozessanalyse ein.

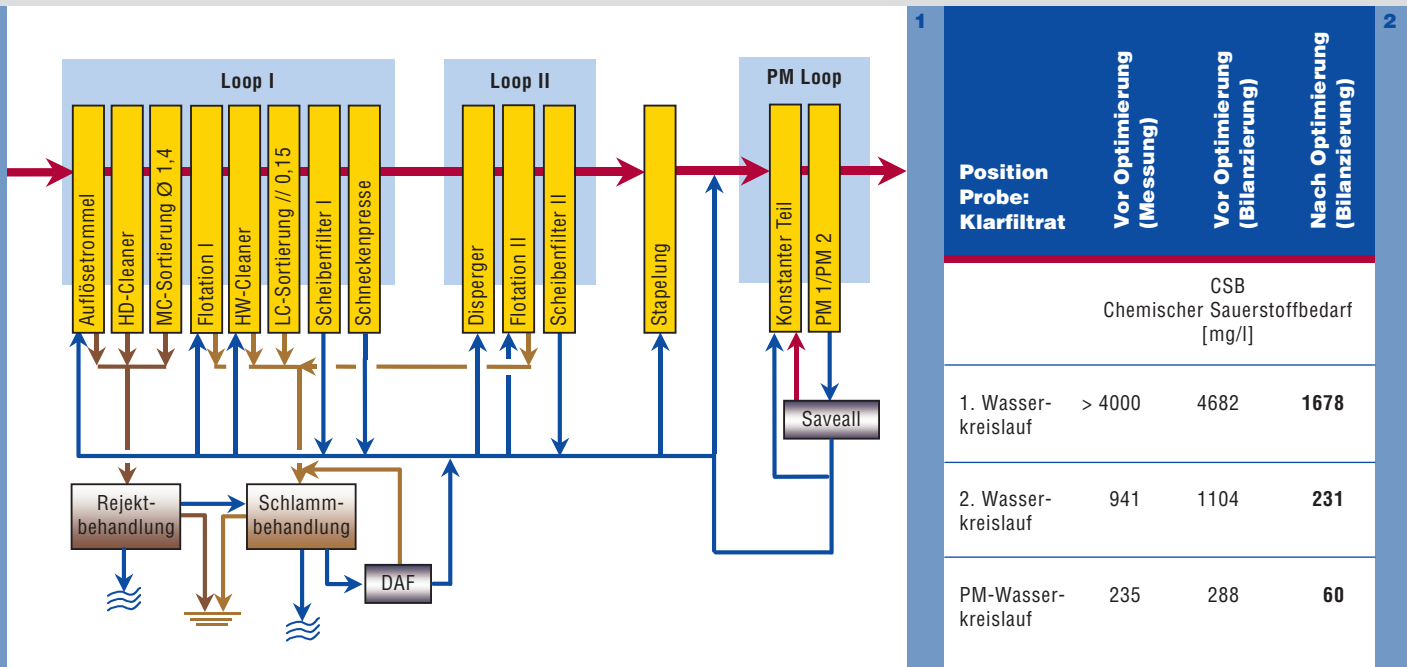
Zur Untersuchung der Konstantteile und PM-Kreisläufe und deren Auswirkung auf die Papierqualität wird dazu ergänzend die im vorhergehenden Artikel bereits aufgezeigte WEP-Analyse eingebunden.

In den nachfolgend beschriebenen Praxisbeispielen soll das analytische Vorgehen bei der Prozessanalyse veranschaulicht werden.



Abb. 1: Zeitungsdruck-Anlage: Systemkonfiguration.

Abb. 2: CSB-Werte als Indikatoren für die Umsetzung des Gegenstromprinzips.



Praxisbeispiel

Nach sieben Jahren Produktion und zunehmender Konkurrenzsituation auf dem asiatischen Markt standen für einen Zeitungsdruckpapierhersteller mit einem Rohstoff auf 100% Altpapierbasis grundlegende Maßnahmen zur Stärkung der Marktposition an. Eine Prozessanalyse des gesamten Papierherstellungsprozesses sollte Aufschluss über geeignete Schritte zur Verbesserung der Produktqualität und Erhöhung der Produktivität geben.

Ergebnisse aus der Betrachtung der Betriebsweise von Stoffaufbereitung und Konstantteil

Bei der untersuchten Stoffaufbereitung handelt es sich um ein klassisches System mit zwei Wasserkreisläufen (Abb. 1) und diskontinuierlich arbeitenden Endstu-

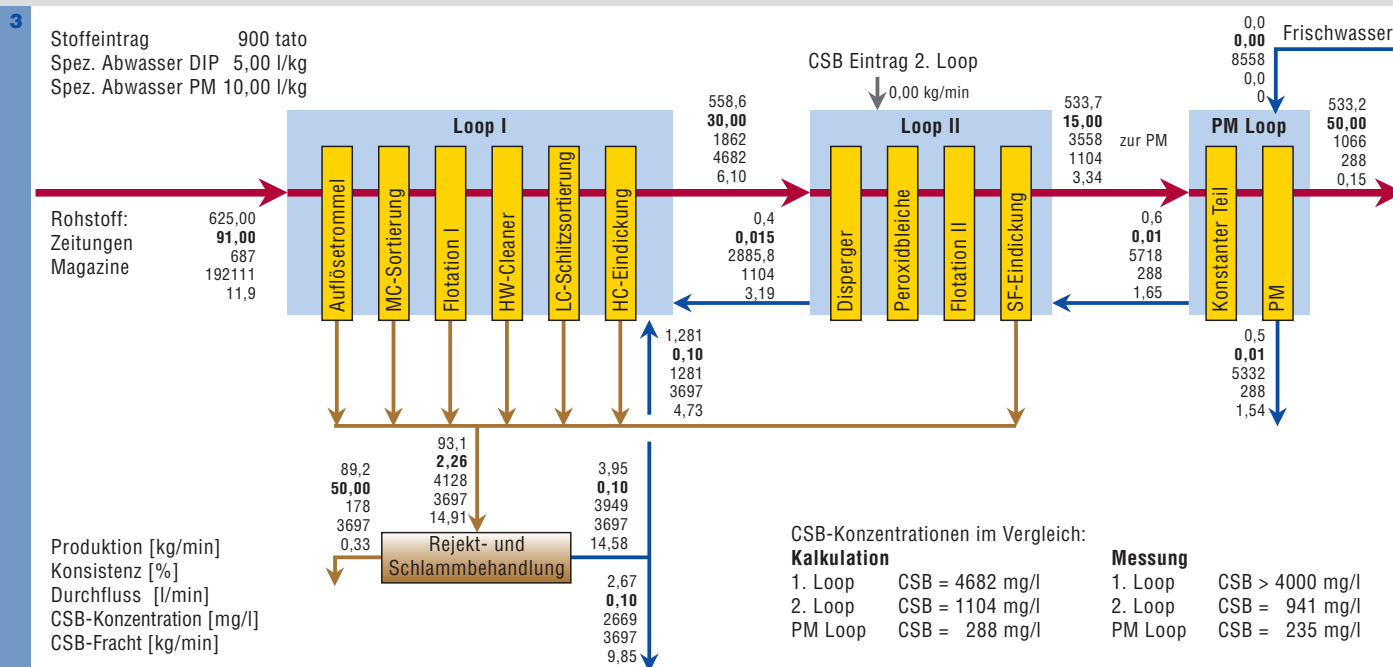
fenmaschinen der Loch- und Feinschlitzsortierung sowie der Cleaneranlage.

Die Untersuchungsergebnisse der Stoffprobenanalysen zeigten einen extrem hohen Anteil von Stickies in diesen Endstufen. Durch eine schlecht eingestellte diskontinuierliche Betriebsweise der jeweiligen Endstufe wurden große Mengen Stickies in den Gutstoff gewaschen und gelangten dadurch wieder zum Einlauf der übergeordneten Stufe. Die so zurückgehaltenen Stickies konzentrierten sich in der jeweiligen Endstufe auf. Durch die „Kreislaufführung“ zerkleinerte sich ein großer Anteil der Stickies und fand sich in den nachfolgenden Subsystemen wieder. Ein Teil der zerkleinerten Stickies führte als so genannte „Mikrostickies“ auch an der Papiermaschine in Form von Ablagerungen an den Filzen bzw. Staub-

und Flockenbildung an den Trockenzylindern zu nachweisbaren Problemen.

Da diskontinuierliche Endstufen ein Höchstmaß an Kontrolle und Feingefühl bei der Einstellung von Arbeits- und Waschtakt verlangen, wurden in beiden Fällen einfache Umbaumaßnahmen empfohlen, welche zu einer einfach zu handhabenden, kontinuierlichen Arbeitsweise der Endstufen bei gleichzeitig hoher Selektivität führten.

Im Rahmen der WEP-Analyse konnten erhöhte Gasgehalte am Stoffauflauf und damit verbundene Laufinstabilitäten der Papiermaschine festgestellt werden. Zur Gasgehaltsreduzierung dosierte die Papierfabrik zunehmend höhere Entschäumermengen bei, obwohl eine ausreichend dimensionierte Entlüftungs-Anlage vor-



handen war. Nach der Inspektion der Vakuumanlage konnte ein mechanischer Defekt an der Vakuumpumpenanlage für die geringe Entlüftungsleistung festgestellt und korrigiert werden.

Ergebnisse der Betrachtung von chemischen Wechselwirkungen in den Stoff- und Wasserkreisläufen

Bei der Inspektion aller wichtigen Maschinen und Komponenten wurden an den Flotationszellen starke Schaumbildungen und extrem stabile Schaumdecken bei gleichzeitig schlechter Selektivität festgestellt. Aufgrund des geringen Magazin-Anteils im eingesetzten Rohstoff und dem damit verbundenen niedrigen Aschegehalt verwendete man ausschließlich Tenside als Flotationshilfsmittel.

Neben einer Optimierung der Spritzdüsen zur Schaumzerstörung wurde empfohlen, zukünftig eine Kombination aus Tensiden und Seife als Flotationshilfsmittel einzusetzen.

Durch den geringeren Einsatz der Tenside entsteht eine geringere Schaumbildung. Durch den Einsatz der Seife wird die Selektivität der Flotationszellen verbessert.

Vor der Maschinenbütte und im Stoffauflauf waren starke Ablagerungen vorhanden. Die chemisch-physikalische Analyse im Labor ergab als Hauptbestandteil Aluminiumsulfat an der Maschinenbütte bzw. ein Silikatgemisch im Stoffauflauf. Eine Überprüfung der Hilfsmitteldosierung und -dosiermengen ergab folgende Zusammenhänge:

- Die Art der Aluminiumsulfatdosierung war unzureichend, sodass sich lokale Überdosierungen ergaben, welche zu Ablagerungen kurz nach der Dosierstelle führten.
- Das verwendete duale Retentionsystem Composit (PAC + anionisches Silikat) wurde korrekt eingesetzt. Wechselwirkungen mit dem relativ hoch dosierten Aluminiumsulfat führten jedoch zu schwer entfernbaren Ablagerungen im Stoffauflauf.

Ergebnisse der Bilanzierung und Betrachtung der Verfahrensmodele mit Schwerpunkt auf Studie des Wassermanagements

Zum Zeitpunkt der Betriebsdatenerfassung in der Fabrik wurde in die biologi-

4		Stoffpuffer	Wasserpuffer	Vor Optimierung	Nach Optimierung
Ableerbütte	1000 m ³	Puffer DIP	–	1000 m ³ (neu)	
Ges. Stoffpuffer DIP	1000 m ³	Ges. Wasserpuffer DIP	–	1000 m ³	
Stapelturm 1 DIP	800 m ³	Klarfiltratpuffer 1	1500 m ³	1500 m ³	
Stapelturm 2 DIP	1000 m ³	Klarfiltratpuffer 2	–	2000 m ³ (vorhanden)	
Trockenausschuss	800 m ³				
Nassausschuss	800 m ³				
Ges. Stoffpuffer PM	3600 m ³	Ges. Wasserpuffer PM	1500 m ³	3500 m ³	

Abb. 3: CSB-Modellbilanz für den Zustand vor der Optimierung. Eine Modellbilanzierung ergab bei Umsetzung des Gegenstromprinzips wesentliche Verbesserungen des Chemischen Sauerstoffbedarfes bzw. Störstoffniveaus (siehe auch Abb. 2).

Abb. 4: Fehlende dynamische Wasserpufferkapazitäten führen zu unkontrollierten Überläufen.

sche Abwasserbehandlung etwa doppelt so viel Prozesswasser vom PM-Wasserkreislauf eingeleitet als Prozesswasser aus dem ersten Wasserkreislauf der Stoffaufbereitung. Dies deutete auf eine schlechte Umsetzung des Gegenstromprinzips im Wassermanagement der Papierfabrik hin.

Als Gegenstromprinzip bezeichnet man die Führung des Prozesswassers entgegengesetzt zum Stoffstrom. Das heißt, das relativ gering belastete Überschusswasser vom PM-Wasserkreislauf wird in den Wasserkreisläufen der Stoffaufbereitung weiter verwendet, bevor es hoch belastet der Abwasserbehandlung zugeführt wird.

Der CSB-Wert (Chemischer Sauerstoffbedarf) wird als Maß für den Störstoffgehalt der verschiedenen Prozesswasserströme verwendet. Die Ergebnisse der CSB-Messung bestätigten im vorliegenden Fall eindeutig das Ergebnis der Bilanzierung (**Abb. 3**). Insbesondere der 1. Wasserkreislauf der Stoffaufbereitung war durch die eingengegte Betriebsweise unnötig stark mit Störstoffen belastet (**Abb. 2**).

Mittels eines Verfahrensmodells über den gesamten Papierherstellungsprozess wurde ein Vorschlag zur Realisierung eines konsequenten, optimierten Wassermanagements mit Gegenstromprinzip erarbeitet. Dabei ist auch das Zusammenspiel der dynamischen Stoff- und Wasserpuffer überprüft und optimiert worden (**Abb. 4**).

Fazit der Prozessanalyse

Etwa ein Jahr nach der Vorstellung der Ergebnisse der Prozessanalyse in der Fabrik kann der Erfolg aller bisher durchgeführten Optimierungsmaßnahmen festgestellt werden. Einige kleinere, weniger spektakuläre Maßnahmen stehen noch an. Durch die Prozessanalyse ist ein enger Kontakt zwischen dem Papierhersteller und „Voith Process Solutions“ entstanden, mit dem die Papierfabrik die anvisierten Ziele auf einem wirtschaftlich vernünftigen Weg erreichen wird.