

Zellstoff-Projekt „Neue Nachbleiche – Wäsche – Feinsortierung“ bei M-real Hallein

VON KURT SCHLOFFER UND JOSEF KREUZER*

zweistufige Drucksortieranlage auf Basis der bewährten Schlitzsortiertechnologie mit abschließender Rejektcleanerung über die neuentwickelten Tripac-Cleaner. Ein neuer Bleichturm und die erforderlichen Filtrat- bzw. Mischbehälter wurden im Außenbereich aufgestellt. Ein neuer 1.000-m³-Tank zur Zwischenstapelung von Marktzellstoff trägt wesentlich zur durchgehenden Versorgung der Entwässerungsmaschine bei.



Der Bleichturm der neuen Nachbleiche (links)



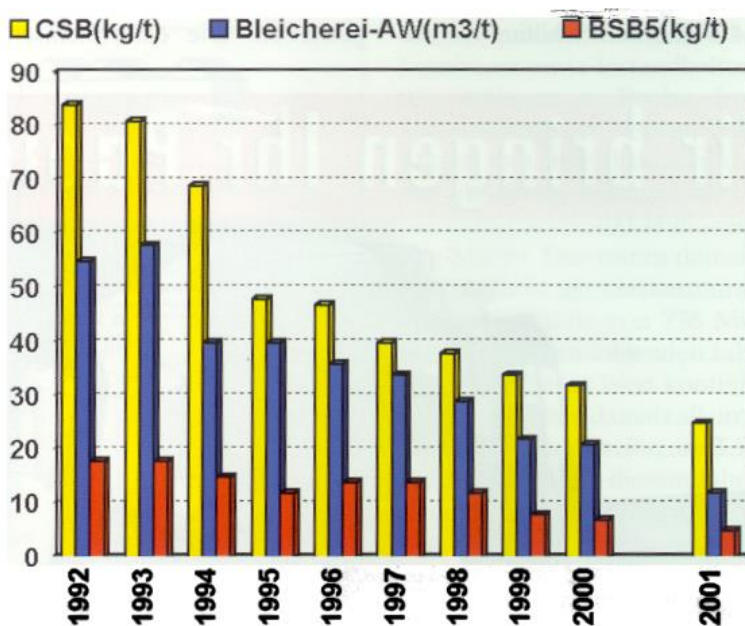
Valmet-Waschpressen im Gebäude der neuen Nachbleiche

Fotos und Grafiken: Kurt Schloffer

Seit dem 26. April dieses Jahres erstrahlt die Faserlinie der Zellstofffabrik von M-real Hallein in neuem Glanz. Das im Jahr 2000 begonnene Projekt „Neue Nachbleiche – Wäsche – Feinsortierung“ ist nach nur zwei Tagen Anfahroptimierung in den Vollproduktionsstatus gegangen.

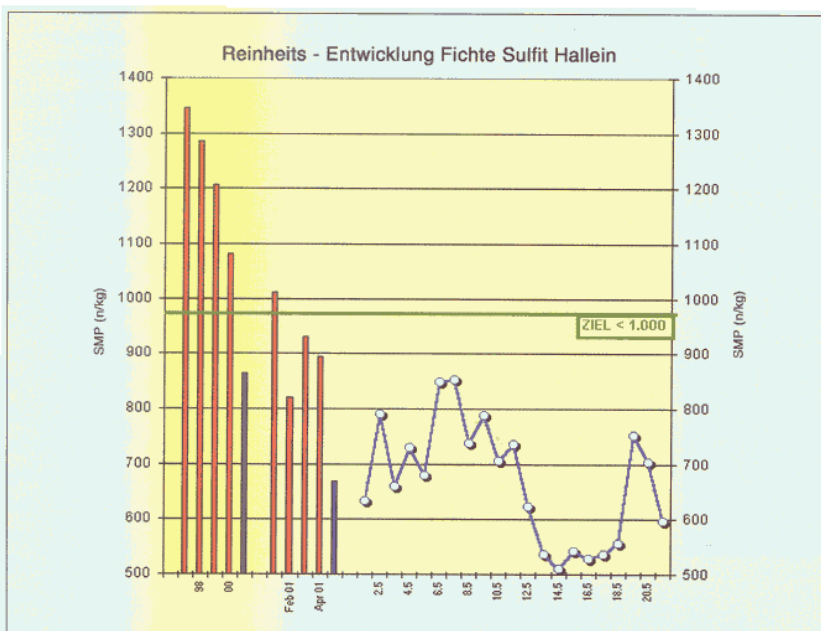
Der Projektumfang umfasst neben einer neuen Halle zur Unterbringung aller Aggregate zwei neue Hochleistungswaschpressen der Firma Metso Paper (vormals Valmet) inklusive dazugehöriger Standrohre, Mittelkonsistenz-Pumpen, Hydraulikaggregate sowie eine neue

*) Dr. Kurt Schloffer ist Betriebsleiter der Zellstoffherzeugung und Ing. Josef Kreuzer ist Projektleiter bei der M-real Hallein AG.



Erreichte/erwartete Umwelteffekte (Bleichereistrom)

AW = Abwasser



SMP = Schmutzpunkte

Die erreichten Effekte lassen sich wie folgt zusammenfassen:
Neben der weiteren Reduzierung der Bleichereiabwassermenge – von rund 9.500 m³ pro Tag auf unter 6.000 m³ pro Tag – konnte mit Inbetrieb-

nahme der neuen Hochleistungs-waschpressen auch der Störstoff-carry-over in die Papierfabrik deutlich verringert werden. Mit Stilllegung der alten Nachbleiche wurde auch ein wesentliches Produktions-

bottle-neck der Zellstofffabrik eliminiert, da seit Inbetriebnahme der neuen Anlagen durchgängig eine Tagesdurchschnittsproduktion von 423 tato-lutro bzw. eine kurzzeitige Spitzenproduktion von 460 tato-lutro erreicht werden kann. Auch mit einer wesentlichen Verbesserung der Anlagenverfügbarkeit wird gerechnet. Für die Kunden, das sind vor allem die eigene Papierfabrik, die ca. 70 Prozent der in Hallein erzeugten Zellstoffmenge direkt zu hochwertigen Feinpapieren weiterverarbeitet, sowie für die Marktzellstoffkunden wird die enorme Effizienz der neuen Endsortieranlage im positivsten Sinne zum Tragen kommen. Hier wurde der angestrebte Zielwert von < 900 Schmutzpunkten je Kilogramm Zellstoffsuspension mit durchschnittlich 650 bei weitem unterboten. Die Anlage arbeitet mit mehr als 60 Prozent Schmutzpunkt-Sortierwirkungsgrad, was für den Feinstoff-Sortierbereich einen Rekordwert darstellt. Das Gesamtinvestitionsvolumen betrug ca. 90 Millionen Schilling. □

Abwasserreinigung bei M-real Hallein AG

VON ERICH FELDBAUMER

Die Abwasserreinigung unseres Werkes wurde in drei Stufen realisiert, wobei die Stufen eins und zwei bereits fertiggestellt und im Betrieb sind, die Stufe drei sich in der Fertigstellungsphase befindet und spätestens mit Ende 2002 alle erforderlichen Reinigungsschritte aktiviert sind.

Gestartet wurde das Projekt mit vorbereitenden Primärmaßnahmen, sowie technologischen und betrieblichen Änderungen, wobei besonders

- die Inbetriebnahme der totalchlorfreien EOP-Bleiche (1991),
- die Einführung der weichen Kochung (1992/1993),
- die Umstellung der Vorbleiche

auf Magnesium-Basis (1994),

- die Inbetriebnahme der Magnesium-Splitbleiche (1998) und
- einer neuen Nachbleiche (April 2001),

hervorzuheben ist. Anhand der (Seite 10 und 11) Sankeydiagramme der maßgeblichen

Abwasserkenngößen, lässt sich die Logik der Sanierungsschritte klar ableiten (die Frachten sind maßstäblich dargestellt).

Vordringliche Aufgabe war die Trennung der Prozess- und Reinwässer (Kühl- und Oberflächenwässer) sowie die Kreislaufschließung in allen Werksbereichen, da die hydraulische Belastung für die Abwasserreinigungsanlage dadurch mehr als halbiert werden konnte.

Als erster Ausbauschritt folgte die Reduktion der CSB- und Feststoff-Hauptlast, durch

- Bau der Kondensatstrippung und



Dipl.-Ing. Erich Feldbaumer ist Leiter der Werksver- und Entsorgung bei der M-real Hallein AG

Foto: M-real Hallein

– Anaerobie sowie der chemisch mechanischen Vorreinigung des Papierfabrikabwassers. Als zweiter Ausbauschritt wurde die

– Entstoffung und Kühlung des Zellstofffabrikabwassers und als dritter und abschließender Schritt, die – Hochlastbiologie und Festbettbio-

logie mit der zugehörigen Schlamm-entwässerungsanlage und Behandlung des Rauchgasentschwefelungsanlage

geplant.

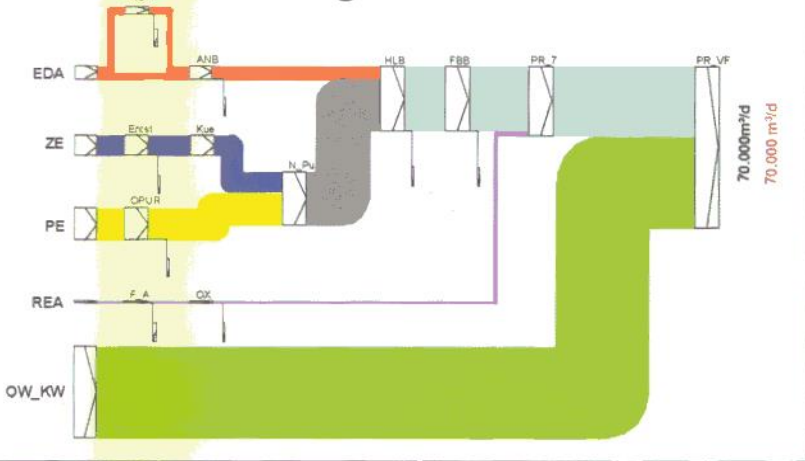
Das Blockdiagramm der Anlage ist auf Seite 11, unten, dargestellt. Die Gesamtanlage wurde technologisch und apparatetechnisch entsprechend dem Stand der Technik geplant und ausgerüstet, wobei im Detail folgende Aggregate mit den zugehörigen Leistungsdaten, bzw. Garantiedaten gewählt wurden. Die schon in Betrieb befindlichen Anlagen werden nachfolgend ausführlich dargestellt, von den noch in der Realisationsphase befindlichen werden die System- und Auslegungsgrundlagen erörtert, eine detaillierte Beschreibung erfolgt nach Vorliegen der ersten Betriebserfahrungen.

SO₂ – Strippung des Brüdenkondensates

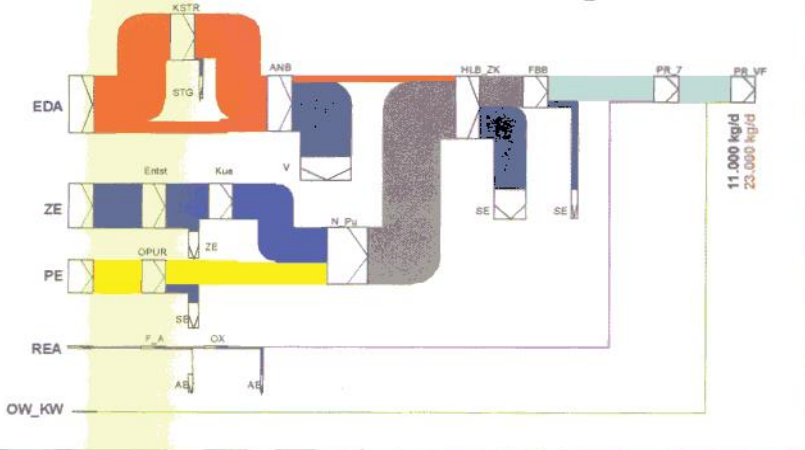
Die aus der Zellstoffproduktion zurückgeführte, verbrauchte Kochsäure (Ablauge) wird in der Eindampfanlage (EDA) aufkonzentriert. Die hierbei entstehende konzentrierte verbrauchte Kochsäure wird im Anschluss daran im Laugenkessel verbrannt. Um eine anaerobe Vorreinigung des anfallenden, mit SO₂ hoch angereicherten Brüdenkondensates zu ermöglichen ist es notwendig, den SO₂-Gehalt drastisch abzusenken. Das geschieht in einer als Füllkörperkolonne ausgeführten Dampfstrippung. Das im Brüdenkondensat enthaltene SO₂ ist ein Wertstoff, der bei Rückgewinnung zur Aufstärkung der Rohsäure verwendet werden kann. Deshalb wird der Prozess so geführt, dass das ausgestrippte SO₂ in hoher Konzentration gewonnen wird. Die Kolonne wird unter geringem Überdruck betrieben, um die nach der Kondensation abgezogenen hoch SO₂-haltigen Brüde ohne besondere Vorkehrungen in die Produktion abgeben zu können.

Der Energieinhalt für die Ausstrippung des SO₂ wird durch verfahrenstechnisches Know-how so gering wie möglich gehalten. Das Arbeitsvermögen des zum Strippen eingesetzten

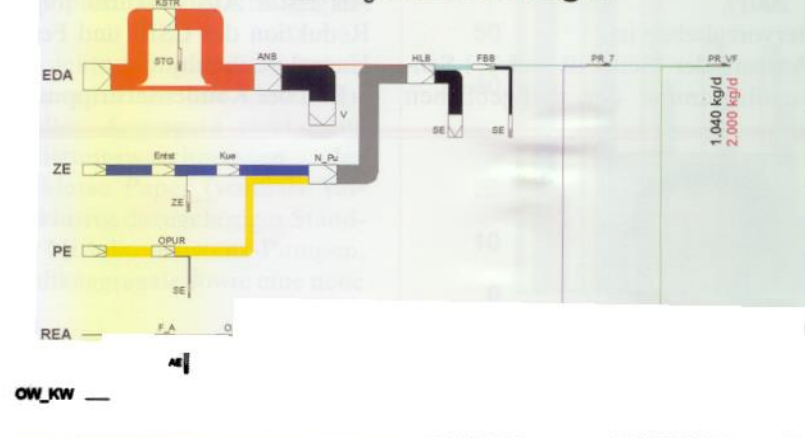
Mengenbilanz in m³/d



CSB Bilanz in kg/d

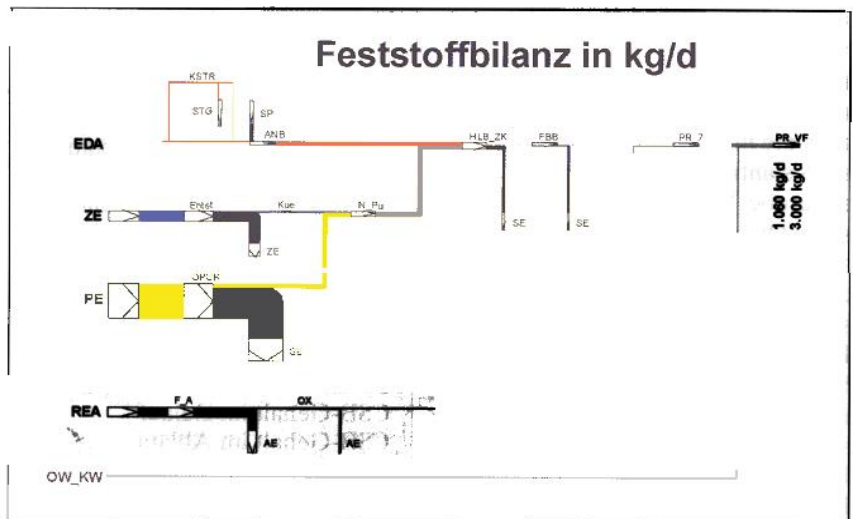


BSB₅ Bilanz in kg/d



Mitteldruckdampfes wird genutzt, um Rückdampf aus dem heißen Kolonnenablauf zu gewinnen. Der gestrippte Kolonnenablauf wird anschließend durch Wärmetauscher geleitet, um den Energieinhalt dieses Teilstromes auf das der Anlage zulaufende Brüdenkondensat zu übertragen. Die Kondensation des mit SO₂ beladenen Strippdampfes erfolgt zweistufig. Sie ist so konzipiert, dass mit der zur Verfügung stehenden Kondensationswärme sowohl heißes Kesselspeisewasser als auch Heißwasser erzeugt wird, welches als Produktionswasser in der Zellstofffabrik eingesetzt wird. Auf diese Weise wird ein Großteil der eingesetzten Primärenergie sinnvoll zurückgewonnen.

Die Strippe wurde so ausgeführt, dass sämtliche Anlagenteile, die von einer möglichen Verschmutzung durch Furfuralkohle betroffen sein könnten, redundant ausgeführt worden sind. Die Inbetriebsetzung der SO₂-Stripung erfolgte im November 1998. In Tabelle 1 (Seite 12) sind die wichtigsten Auslegungsparameter aufgeführt. Im

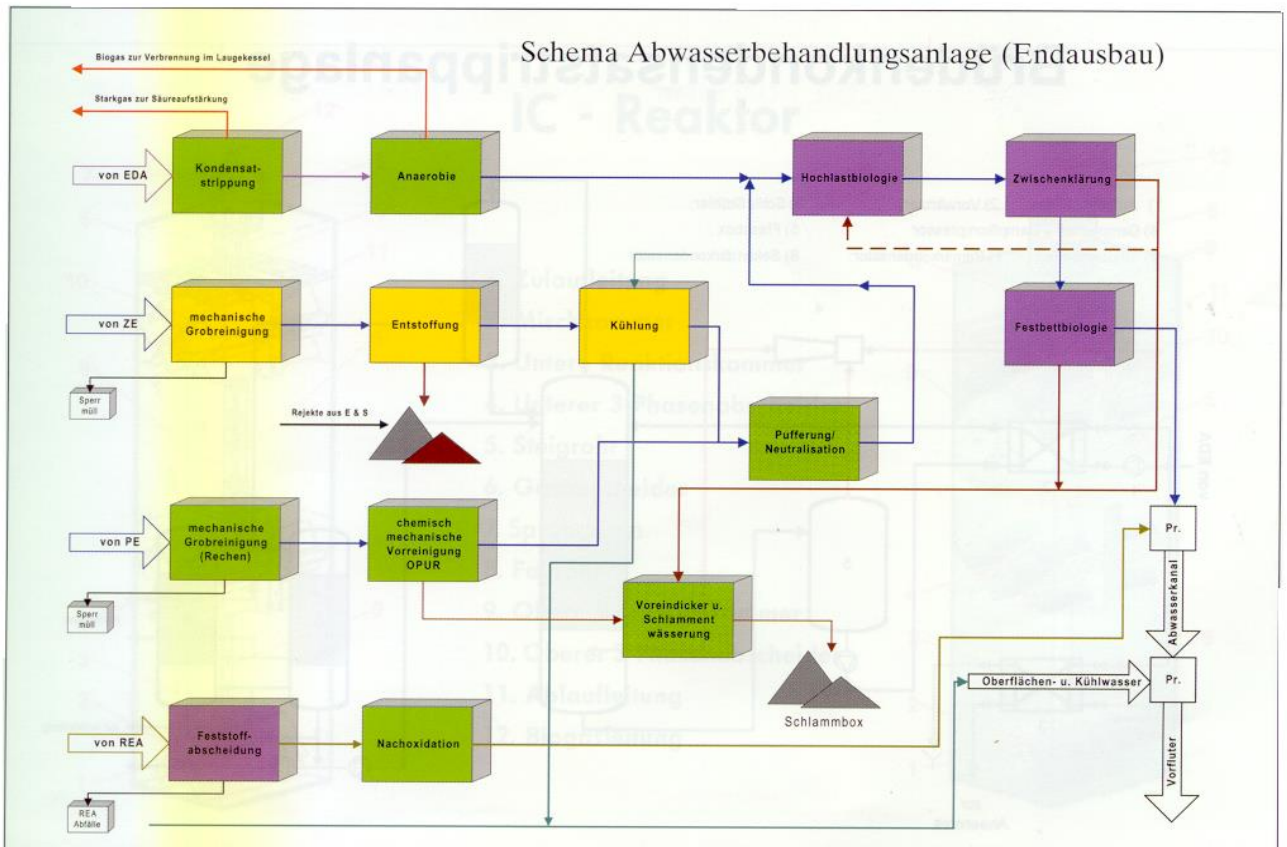


laufenden Betrieb werden die SO₂-Ablaufkonzentrationen sicher erreicht.

Anaerobe Reinigung des Brüdenkondensates

Das vorgereinigte Brüdenkondensat gelangt über eine zur Anaerob-Stufe gehörende Pumpstation in einen den Anaerobreaktoren vorgeschalteten

Rezirkulationsbehälter. Neben der Rezirkulation des Anlagenablaufes und der Neutralisation des zulaufenden Brüdenkondensates werden in diesem Behälter Nährstoffe und Spurenelemente dosiert. Der Rezirkulationsbehälter dient außerdem als Mengen- und Qualitätspuffer. Über eine zweite Pumpstation gelangt das so konditionierte Brüdenkondensat in die BIOPAQ® - IC-Re-



aktoren. Der Reaktortyp zeigt eine hohe Betriebssicherheit bei schwankenden Abwasserfrachten. Das wird erreicht durch ein Gasliftsystem, welches die interne Zirkulation des Reaktors antreibt. Pellets bewirken die anaerobe Vorreinigung des Abwassers. Durch zwei Drei-Phasen-Abscheidesysteme findet eine Trennung des Gas-Wasser-Pellet-Gemisches statt.

Das beim anaeroben Abbau entstehende Biogas wird zwischengepuffert und dem Laugekessel zur thermischen Verwertung zurückgeführt. Bei Bedarf sichert eine Biogasfackel die Entsorgung des Biogases. Das anaerob behandelte Brüdenkondensat gelangt in einen Nachbelüftungsreaktor, welcher mit verstopfungsfreien Rohrlüftern ausgerüstet ist. Die Luft- bzw. Sauerstoffversorgung wird von Schraubenverdichtern vorgenommen. Im Anschluss an die Nachbelüftung kann das gereinigte Abwasser in den Vorfluter eingeleitet werden. Die Anaerob-Stufe ist so ausgelegt, dass sämtliche relevanten Anlagenteile redundant ausgeführt wurden.

Auslegungsparameter

Brüdenkondensatmenge zur Stripplung (Qh)	m ³ /h	120
SO ₂ -Gehalt im Anlagenzulauf	mg/l	500 bis 4.000
SO ₂ -Gehalt im Anlagenablauf	mg/l	< 50
SO ₂ -Gehalt im Überschussgas	Vol. %	> 95
Temperatur im Anlagenzulauf	°C	55 bis 65
Temperatur im Anlagenablauf	°C	38 bis 38

Tabelle 1

Betriebsparameter

Brüdenkondensatmenge (Qh)	m ³ /h	ca. 200 bis 220
CSB-Gehalt im Zulauf	mg/l	4.400 bis 5.600
CSB-Gehalt im Ablauf	mg/l	280 bis 600
BSB ₅ -Gehalt im Zulauf	mg/l	2.300 bis 3.000
BSB ₅ -Gehalt im Ablauf	mg/l	60 bis 130
CSB-Abbau	%	90 bis 93
BSB ₅ -Abbau	%	96 bis 98
Temperatur im Anlagenablauf	°C	36 bis 38

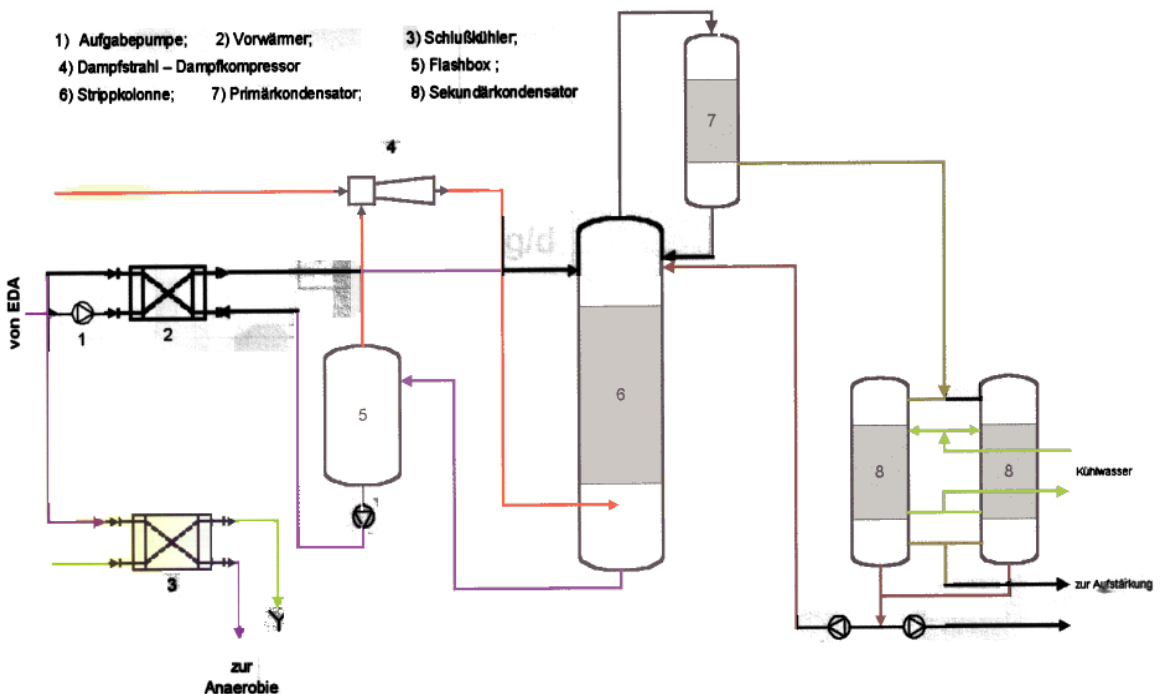
Tabelle 2

Die Inbetriebnahme der Anlage erfolgte im Juni 1999. Nach einer Adaptions- und Optimierungsphase konnte die Leistungsfahrt erfolgreich abgeschlossen werden. In Tabelle 2 sind die wichtigsten Betriebsparameter angeführt.

Chemisch-mechanische Vorreinigung des Papierfabrikabwassers

Das Abwasser der Papierfabrik gelangt über eine Pumpstation mit redundant ausgeführten, drehzahlregulierten Pumpen in den Entstabilisie-

Brüdenkondensatstrippanlage

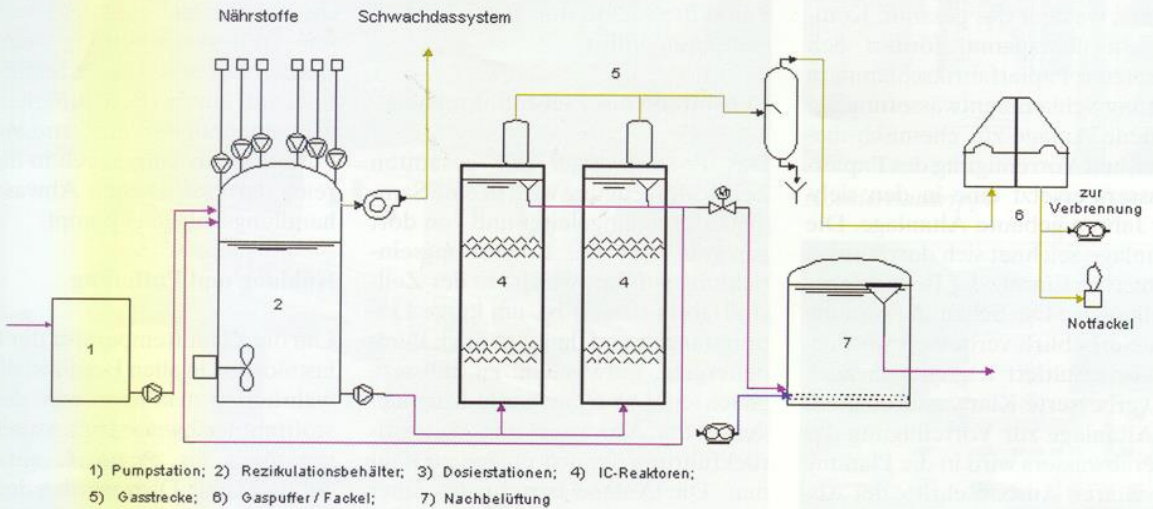


rungsreaktor (Flockstufe 1). Hier erfolgt die mengenproportionale Dosierung von Polyaluminiumchlorid (PAC). Die zur Entstabilisierung notwendige Energie wird mittels eines schnell laufenden Rührwerkes be-

reitgestellt. Das so entstabilisierte Papierabwasser gelangt im freien Gefälle in das nachgeschaltete Kombibecken OPUR, in dem sich neben der Flockung 2 der Sedimentationsteil befindet. In der Flockungsstufe 2 er-

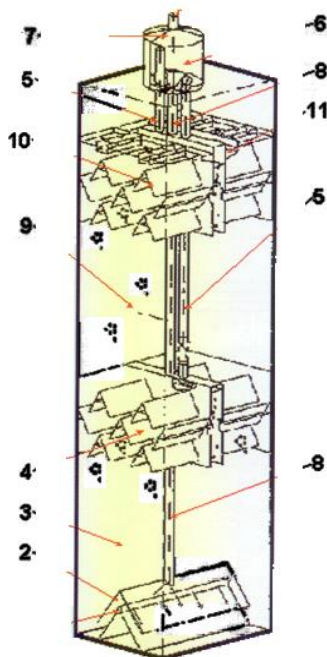
folgt unter Zugabe eines Polyelektrolytes (PE) die Makroflokkung. Die Flokkenstruktur wird durch die Zuführung von Kontaktschlamm aus dem Sedimentationsraum verbessert. Das Wasser-Flö-

Anaerobe Brüdenkondensatbehandlung

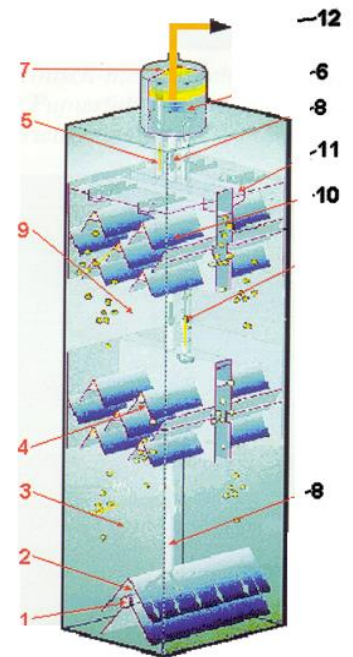


12

IC - Reaktor



1. Zulaufleitung
2. Mischkammer
3. Untere Reaktionskammer
4. Unterer 3-Phasenabscheider
5. Steigrohr
6. Gasabscheider
7. Sprühdüsen
8. Fallrohr
9. Obere Reaktionskammer
10. Oberer 3-Phasenabscheider
11. Ablaufleitung
12. Biogasleitung



Betriebsparameter		
Papierfabrikabwassermengen (Qh)	m ³ /h	ca. 500 bis 600
Trockensubstanz-Gehalt im Zulauf	mg/l	ca. 1.000
Trockensubstanz-Gehalt im Ablauf	mg/l	< 100
Abwassertemperatur	°C	35 bis 37

Tabelle 3

ckengemisch fließt strömungsberuhigt dem Sedimentationsraum zu. Ein Räumerverfahren, welches das gesamte Kombibecken überspannt, fördert den abgesetzten Papierfabriktschlamm in Richtung Schlammwässerung. Die neue Anlage zur chemisch-mechanischen Vorreinigung des Papierabwassers ersetzt eine in den siebziger Jahren gebaute Altanlage. Die Neuanlage zeichnet sich durch einen optimierten Einsatz der Betriebschemikalien aus. Die Schlammräumung konnte erheblich verbessert werden. Hieraus resultiert letztendlich auch eine verbesserte Klarwasserqualität. Die Altanlage zur Vorreinigung des Papierabwassers wird in die Planung der weiteren Ausbauschritte der Abwasserreinigungsanlage als Pufferolumen mit einbezogen werden.

Die Inbetriebsetzung des OPUR erfolgte im September 1999. In Tabelle 3 sind die wichtigsten Betriebsparameter aufgeführt.

Entstoffung des Zellstoffabwassers

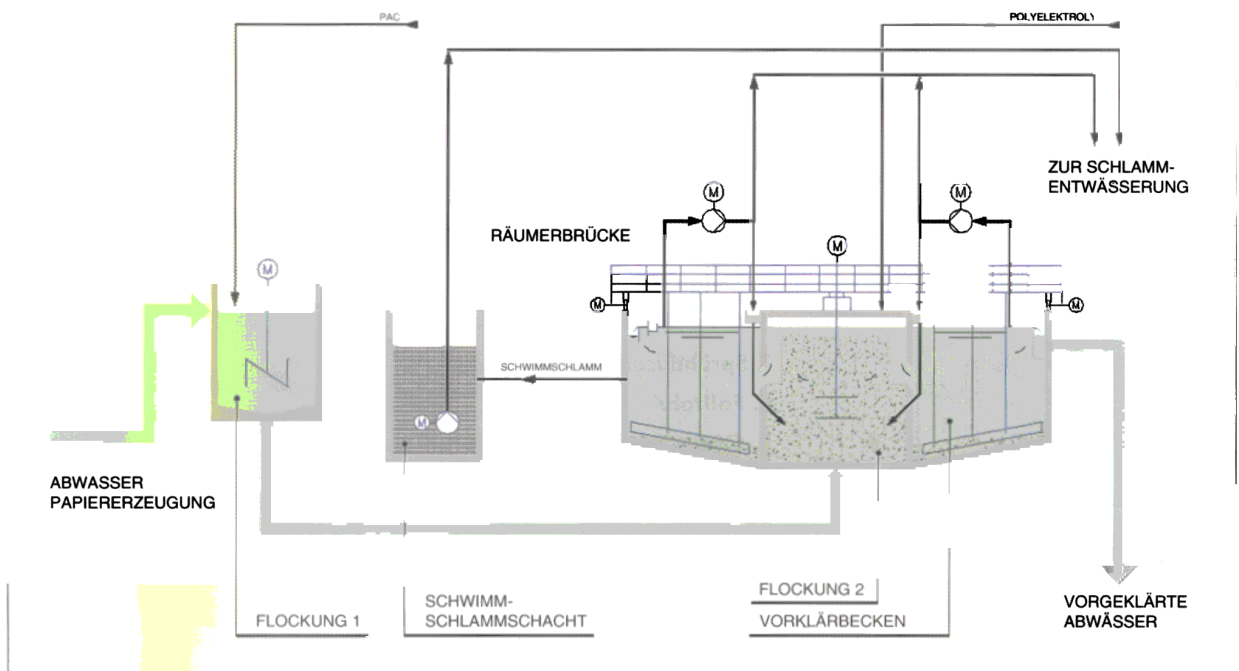
Das Prozesswasser der gesamten Zellstoffherzeugung wird in eine Sammelzisterne eingeleitet und von dort geregelt über die Entstoffungseinrichtung geführt, welche in der Zellstofffabrik situiert ist, um kurze Leitungslängen und damit geringe Pumpenergien aufwenden zu müssen, gleichzeitig aber auch alle Möglichkeiten der Abwasser- und Gutstoffrückführung einfach nutzen zu können. Die Anlage besteht aus einer Vorreinigung (Feinrechenanlage der Firma Grimmel) und zwei nachge-

schalteten Scheibenfiltern (Firma CSA-Sernagiotto) mit einer Kapazität von je 500 m³/h. Der Abscheideeinrichtung nachgeschaltet sind zwei Entwässerungspresen mit einer Kapazität von je sieben t/d. Ergänzt wird die ganze Installation durch Verteil-, Förder- und Verdünnungsschnecken damit auf jede Belastung entsprechend reagiert sowie unterschiedliche Stoffqualitäten entsprechend behandelt und der gewünschten Weiterverarbeitung zugeführt werden können. Das gereinigte Filtrat mit einem Feststoffanteil von weit unter hundert mg/l wird aus dem Filtertank niveaugeregelt in den Bereich der biologischen Abwasserbehandlungsanlage gepumpt.

Kühlung und Pufferung

Um die Zulauftemperatur der Hochlastbiologie in allen Betriebsfällen gewährleisten zu können, wird das Zellstofffabriktsabwasser mit Anfallstemperaturen bis zu 60° C auf unter 20° C gekühlt. Dazu werden drei Freistromwärmetauscher der Firma GEA mit einer Kapazität von je 250 m³/h

Chem. Mechanische Vorreinigung des Papierfabrikabwassers



eingesetzt. Dies ermöglicht einerseits die ungestörte Reinigung im Fall von Belagsbildung auf den Platten, andererseits aber auch die Möglichkeit Belastungsspitzen bis zu 195 Prozent der Nennmenge zu verarbeiten. Das Bauwerk der alten mechanischen Kläranlage mit einer Gesamtspeicherkapazität von 2.435 m³ wird zur

Grob- und Feinneutralisation sowie zur Abpufferung von Mengen- oder Konzentrationsspitzen adaptiert. Dazu werden die Abwasserströme der Papiererzeugung und Zellstoffherzeugung in einer Mischkammer zusammengeführt, anschließend in einem Grob- und Feinneutralisationsbecken, wenn erforderlich mittels



Abwasserklärbecken mit Schlammwässerungsgebäude im Bau

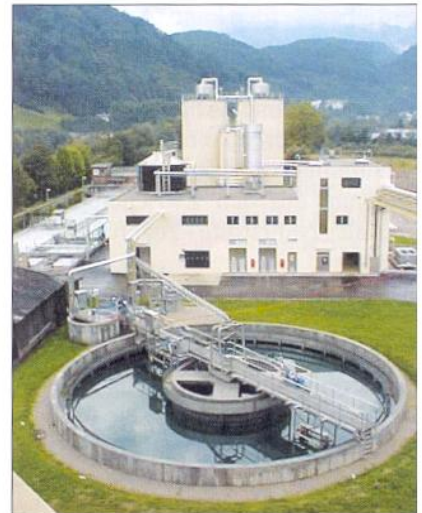
Fotos: M-real Hallein



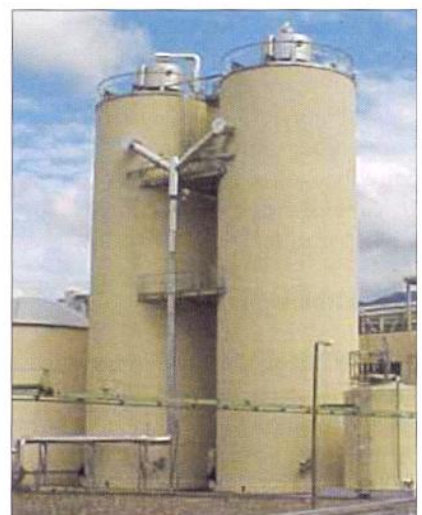
Abwasserklärbecken im Bau



Kondensatstrippe



Chemisch-mechanische Vorklärung des Papierfabrikabwassers und Betriebsgebäude



IC-Reaktoren

Kalkmilch bzw. Schwefelsäure, auf einen pH-Wert von sieben eingestellt. Gleichzeitig wird ein mengengeregelter Teilstrom aus dem Pufferbecken vor die Kühler rückgeführt, um Verkrustungen immer mit der Auslegungsmenge zu beaufschlagen.

Hochlastbelegung und Zwischenklärung

Aus den Erfahrungen mit unterschiedlichen Versuchsanlagen wurde eine zweistraßige Belebtschlammbiologie in kaskadischer Anordnung gewählt, wobei zur Beeinflussung der Bakterienpopulation jeweils eine Selektorstufe vorgeschaltet ist, welche sowohl aerob wie auch anaerob betrieben werden kann. Am Kopf der Belebungsbecken befindet sich ein Zulauf und Verteilbauwerk in dem alle Stoffströme (Ablauf Anaerobie, Ablauf Pufferbecken, Filtrat aus der Schlammwässerung, der Retour Schlamm aus den Zwischenklärern und alle Nährstoffe) zugeführt werden.

Als Belüftungssystem wurden Wasserstrahlluftverdichter gewählt. Diese Ejektoren sind mit einem verstopfungsfreien Dralleinsatz ausgerüstet und erlauben eine intensive feinbläsige Einmischung der Luft in den Treibstrahl. Das Wasser-Luftgemisch wird dann mit hoher Turbulenz im Belebungsbecken verteilt und gewährleistet so eine hohe Sauerstoffzufuhr bei vollständiger Durchmischung, wodurch auch bei hoher Biomassekonzentration Ablagerungen am Boden des Belebungsbeckens verhindert werden. Der Ablauf der Belebungsbecken gelangt über ein Entgasungs- und Mischbecken in zwei Zwischenklärer. In Tabelle 4 sind die wichtigsten Betriebsparameter aufgeführt.

Festbettbiologie

Als abschließende Reinigungsstufe ist eine Trägerbiologie vorgesehen. Diese Technologie erlaubt eine hohe Abbauleistung in sehr geringem Bauvolumen unterzubringen und erfordert außerdem keine Nachklärung (Tabelle 5).

Betriebsparameter

Abwassermenge	m ³ /d	28.490
Volumen Belebungsbecken	m ³	3.262
CSB-Fracht	kg/d	26.248
BSB ₅ -Fracht	kg/d	8.606
Fracht abfiltrierbarer Feststoffe	kg/d	3.018
CSB-Abbau	%	>35
BSB ₅ -Abbau	%	>60
Volumen Zwischenklärbecken	m ³	9.162
Fläche Zwischenklärbecken	m ²	2.036

Tabelle 4

Betriebsparameter

Abwassermenge	m ³ /d	28.490
CSB-Fracht	kg/d	21.315
BSB ₅ -Fracht	kg/d	4.202
Fracht abfiltrierbarer Feststoffe	kg/d	2.782
CSB-Abbau	%	>20
BSB ₅ -Abbau	%	>55
Abbau abfiltrierbarer Feststoffe	%	>20
Reaktorvolumen (8 Stück)	m ³	1.003

Tabelle 5

Folgende Entwässerungsleistungen sind erzielbar:

Maximale Entwässerungsleistung	kg/TS/d atro*	45.5000
Trockensubstanz-Konzentration	% TS*	30 bis 35
Anfall Primärschlamm	kg TS/d atro*	15.000
Trockensubstanz-Konzentration	g/l	25
Anfall Bioschlamm	kg TS/d atro*	12.514
Trockensubstanz-Konzentration	g/l	4

* TS = Trockensubstanz

Tabelle 6

Schlammbehandlung

Die anfallenden stark unterschiedlichen Schlammarten,

- überwiegend anorganischer Schlamm aus der chemisch-mechanischen Vorreinigung des Papiererzeugungsabwassers
- und biologische Überschuss-schlämme aus der Anaerobie und der Hochlastbiologie werden zusammengeführt, homogenisiert und gemeinsam behandelt, was die Erzielung eines höheren Entwässerungsgrades erlaubt.

Um diesen optimalen Betrieb bei unterschiedlichen Betriebszuständen von Papier- und Zellstoffherzeugung sicherzustellen steht ein Schlammzwischenpuffer mit einem Volumen von 1.120 m³ zur Verfügung, welcher

zur Vermeidung von Geruchsproblemen intensiv gelüftet wird.

Nach der Homogenisierung und Konditionierung wird der Schlamm einem zweistufigen Entwässerungssystem zugeführt. Dieses besteht zur Erhöhung der Betriebssicherheit aus redundanten

- Bandvoredickern Fabrikat Turbotrain von Bellmer,
- Winkelpressen ebenfalls Fabrikat Bellmer und
- Flockungshilfsmittelstationen Typ Polykompakt HTD der Firma Kocken.

Die gewählte Aggregatekonfiguration erlaubt große Freiheitsgrade in der Betriebsführung und zum Abfangen von Spitzenbelastungen und Betriebsstörungen (Tabelle 6).