

PTS Wasser- und Umwelttechnik Symposium 2009 – neue Konzepte für die Herausforderungen der Zukunft

Die Fachtagung fand am 10. und 11. November 2009 in den Räumlichkeiten der PTS in München statt. Im Fokus standen Rahmenbedingungen für die Zukunft, Management und Optimierung von Wasserkreisläufen, Verringerung der Umweltbelastung durch produktionsintegrierte Maßnahmen sowie die neuesten Trends in der Abwasserreinigung und Optimierungspotenziale bei Reststoffen und Energie.

Das Symposium wurde von **Hans-Jürgen Öller** und **Achim Hutter** (beide PTS München) vorbereitet und organisiert.

Seit dem ersten Wasser- und Umwelttechnik Symposium der PTS im Jahr 1979 konnten der Wassergebrauch um mehr als zwei Drittel reduziert und der Energieeinsatz annähernd halbiert werden, jeweils bezogen auf die Produktionsmenge. Das sind große Erfolge, aber Klimawandel und der Ruf nach ressourcenschonender Produktion stellen die Papierindustrie vor neue Herausforderungen. Ziel der Jubiläumsveranstaltung war es daher, die neuesten Erkenntnisse und Entwicklungen aus Wissenschaft und industrieller Praxis der Papiererzeugung in den Bereichen Wasser-, Energie- und Abfalltechnologie zu vermitteln. Auf dieser Grundlage sollten Antworten auf die Herausforderungen der Zukunft gefunden werden.

Das erste Symposium Wasser/Umwelttechnik wurde vor 30 Jahren unter Leitung von **Dr. Christian H. Möbius** abgehalten. Damals war Dr. Möbius Leiter der Abwasserforschungsstelle der deutschen Papier- und Zellstoffindustrie (WAF), heute führt er das Unternehmen CM Consult, Augsburg. Dr. Möbius eröffnete die aktuelle Tagung 2009 mit einem Referat über **Abwasser in der Papier- und Zellstoffindustrie – heutiger Stand und kurzer Rückblick**. Er verwies auf einige Duplizitäten zum Programm von 1979. Bemerkenswert sei, dass die zu behandelnden Abwassermengen ähnlich hoch wie heute sind, stark gesunken sei jedoch die spezifische Abwassermenge.

Bezogen auf den neuesten Stand der Technik stellte er fest, dass der Erfolg der biologischen Abwasserbehandlung hauptsächlich von drei Faktoren abhängt:

- Die BSB-Belastung muss in einem bestimmten Bereich liegen, um Blähschlamm zu vermeiden und muss dabei niedrig genug für einen guten CSB-Abbau sein.
- Bei einstufigen Belebtschlammanlagen mit vollständiger Vermischung besteht immer ein hohes Blähschlammrisiko, d. h. für einstufige Reaktoren braucht man Kaskaden, Propfenströmung oder Selektoren.
- Die Belüftung, der Sauerstoff-Konzentrationsbereich und Gradient der Sauerstoffkonzentration sind wichtig für Wirkungsgrad und Blähschlammunterdrückung.

Stand der Technik sind zweistufige biologische Reinigungsanlagen mit Blähschlammvermeidung in der letzten Stufe, in der Regel einem Belebtschlamm-Reaktor, und der Möglichkeit des Betriebs mit niedriger BSB-Schlammbelastung, was entscheidend ist für eine gute CSB-Elimi-

nierung. In manchen Fällen reicht der bestmögliche Abbau organischer Substanzen jedoch zum Schutz des Vorfluters nicht aus. Dann braucht man eine weitergehende Reinigung. Das wird normalerweise aber nur relevant, wenn die Produktion eines Standorts beträchtlich erhöht wurde. Neue Aufgaben werden sich nicht nur aus neuen gesetzlichen Regelungen und strengeren Grenzwerten ergeben, sondern auch durch das Wirksamwerden neuer Parameter für Grenzwerte der Abwasserqualität in der Zellstoff- und Papierindustrie.

Das neue BREF für die Zellstoff- und Papierindustrie – mögliche Folgen für die Industrie

(M. Suhr, European IPPC Bureau, Sevilla, Spanien)

Der Referent ist Mitverfasser des aktuellen BVT-Merkblatts (BREF) für die Zellstoff- und Papierindustrie. Seit November 2008 koordiniert er die Überarbeitung des Dokumentes; die Transparenz der Anwendung soll erhöht und auf europäischer Ebene gestärkt werden. BREF steht für „Best Available Technique Reference Document“ und ist ein beschreibendes Dokument, das keinen Verordnungstatus hat. Die möglichen Auswirkungen der BREFs werden in erster Linie von ihrer Umsetzung bestimmt. Als wichtigste Problembereiche wurden die unzureichende Umsetzung der BVT und bestehende Grenzen für ihre Durchsetzbarkeit und umweltrelevanten Verbesserungen ermittelt. In diesem Zusammenhang enthält der überarbeitete Vorschlag für eine neue Richtlinie zu industriellen Emissionen (IED) folgende Kernaussagen: a) Stärkung der BVT und Rolle der BREFs, b) mehr Transparenz durch Zwang zur Rechtfertigung und Dokumentation eines flexiblen Einsatzes.

Zellstoff- und Papierfabriken, welche die BVT noch nicht umgesetzt haben oder die zugehörigen AEL noch nicht erfüllen, werden zukünftig immer mehr unter Druck geraten, dies zu tun. BREFs werden, so der Vortragende, auch weltweit an Bedeutung gewinnen; er nennt hier vor allem Russland und China.

Water Footprint von Papier

(M. Mensink, Leiter Energie & Umwelt, CEPI, Brüssel, Belgien)

Im Auftrag der CEPI vertritt M. Mensink die Interessen der Papierindustrie in Fragen des Klimawandels, der Energie und Umwelt gegenüber den Institutionen der EU. Er repräsentiert die Industrie auch in der ECCP-Kommission (Europäisches Programm für den Klimaschutz) zur Überarbeitung des EU-Emissionshandelsystems und ist Mitglied des Verbands der energieintensiven Industrien.

„Wasser ist ein Indikator für Klimaveränderungen“, sagte der Referent und verwies auf Initiativen wie Water Footprint Network und Global Water Round Table.

Ausgehend von großen Foodherstellern wie Nestlé, Coca Cola und Unilever wurde in den letzten Jahren ein „Water Footprinting“ für Produkte und Staaten entwickelt; unterschieden wird zwischen Green, Blue und Grey Water. Mit entsprechenden Bewertungsmethoden lässt sich beispielsweise darstellen, dass für die Herstellung eines DIN A 4-Blatts Papier 10 l Wasser eingesetzt werden müssen, wovon das meiste auf die Bewässerung des Waldes entfällt.

2011/12 steht die Entwicklung eines Water Stewardship Council auf dem Plan, dazu wird es ein entsprechendes Zertifikat geben (WSC-certificate). Der Referent berichtete über Pilotprojekte von Stora Enso und UPM, die sich mit dem Water Footprint von Papier beschäftigen.

Optimierung der Wasserkreisläufe im Werk Uetersen – 40 % weniger Wasserverbrauch und verbesserte Kreislaufführung

(Dr. L. Amann, Stora Enso Uetersen; H. Jung, PTS München)

Im Stora Enso Werk Uetersen können auf zwei Papiermaschinen jährlich 750 000 t holzfrei gestrichenes Bilderdruckpapier und nassfestes Etikettenpapier produziert werden. Als Indirekteinleiter stellen die Abwassergebühren einen großen Kostenfaktor dar, daher war man sehr bemüht, den Wasserverbrauch zu senken. Die Verringerung des Wasserverbrauchs führte im Laufe der Jahre zu Problemen: Im Kühlkreislauf führte eine Aufheizung dazu, dass einzelne Aggregate nicht mehr optimal gekühlt werden konnten. An der PM 1 führte die Aufheizung zu einem erhöhten Nassfestmittelverbrauch. Beide Probleme standen einer weiteren Verringerung des Wasserverbrauchs im Wege.

Im Jahr 2007 wurde dazu ein Projekt initiiert. Schließlich wurde die PTS beauftragt, in Uetersen den „PTS SystemCheck Water“ durchzuführen. Zusätzlich zu einer Reihe empfohlener kleinerer Maßnahmen lag der Wert der Untersuchung für das Werk vor allem in der Simulation der Auswirkung verschiedener Maßnahmen auf den Prozess. Dadurch wurde die Entscheidungsfindung erheblich erleichtert.

2008 wurde ein Kühlturm installiert und die Kreislaufschtaltung verändert, so dass beide Probleme gelöst und der Kreislauf der PM 1 weiter eingengt werden konnten. Die spezifische Abwassermenge der PM 1 konnte von 12 m³/t auf weniger als 8 m³/t gesenkt werden – eine Reduktion um ca. 40 %.

EU Projekt AquaFit4use – Senkung des Energie- und Wasserverbrauchs durch erfolgreiche Umsetzung von Forschungsergebnissen bei Sappi in Maastricht

(M. Defesche, Sappi Fine Paper Europe, Maastricht, Niederlande; H. Jung, A. Hutter, PTS München)

Ziel des europäischen Forschungsprojekts „AquaFit4use“ (www.AquaFit4Use.eu) ist die Entwicklung eines Regelungskonzeptes, das

die nachhaltigere Nutzung von Wasser in den Industriezweigen mit dem höchsten Wasserverbrauch (Papier-, Chemie-, Nahrungsmittel- und Textilbranche) ermöglicht. Beteiligt sind 34 Partnerunternehmen. Durch Entwicklung und Umsetzung neuer, zuverlässiger und kostengünstiger Technologien soll dort eine weitgehende Schließung der Wasserkreisläufe erreicht werden. Dadurch sollen sowohl der Frischwassergebrauch als auch die Abwassermenge und deren Auswirkungen auf die Umwelt deutlich verringert werden. Das Projekt wird sich bis Mitte 2012 erstrecken.

Die Zusammenarbeit zwischen der Papierfabrik Maastricht von Sappi Fine Paper Europe und der PTS in dem Projekt konzentrierte sich auf eine Studie zur Analyse und Optimierung des Wasserverbrauchs und der Energieflüsse. Ziel der Studie waren die systematische Bewertung des Ist-Zustands, der Vergleich und das Benchmarking mit anderen nichtintegrierten Papierfabriken und die Identifizierung und Bewertung erfolgversprechender Einsparpotenziale.

Die Untersuchungen betrafen zunächst den gesamten Fabrikstandort. Detailanalysen wurden durchgeführt an der PM 6, der Offline-Streichanlage und der Abwasserreinigungsanlage. Sappi hat jetzt bereits etliche Maßnahmen umgesetzt, die den Frischwassereinsatz reduzieren. Im Jahr 2010 werden weitere Schritte folgen. Vorgesehen ist die Einsparung von Frischwasser und ein optimiertes Warmwasser-Management. Nach Implementierung aller Maßnahmen sollen sich Wassereinsparungen bis zu 300 000 m³/a realisieren lassen – bei sehr geringen Investitionskosten.

Anhand von Beispielen wurden die Optimierungs- und Einsparpotenziale veranschaulicht. Ziel ist die Entwicklung verschiedener kosteneffektiver Verfahren, Werkzeuge und Methoden.

Senkung der organischen Abwasserbelastung durch Magnesiumhydroxid-Einsatz in der Holzstoff-Peroxidbleiche

(T. Hietanen, Lappeenranta Universität, Lappeenranta, Finnland)

Immer höhere Weißgradanforderungen an Druckpapiere bewirken den verstärkten Einsatz von Wasserstoffperoxid in der Holzstoffbleiche. Im Kombination mit strengeren Einleitgrenzwerten und der Senkung des Wasserverbrauchs erfordert dies eine Verringerung der CSB_{CR}- und BSB₇-Emissionen in der Holzstoffherzeugung. Die alkalische Peroxidbleiche ist bekanntermaßen einer der Hauptverursacher dieser Emissionen und damit einer der Ansatzpunkte zu deren Verringerung. In Laborexperimenten wurde untersucht, wie sich die Verwendung von Magnesiumhydroxid anstelle der herkömmlichen Verfahren auf Natriumbasis in der Peroxidbleiche auf die Abwasserseigenschaften auswirkt.

Der Einsatz von Magnesiumhydroxid mit geringen Mengen von Natriumsilikat anstelle der herkömmlichen Chemikalien auf Natriumbasis führte zu ca. 30 % niedrigerem CSB-Gehalt des Filtrats bei Zugabe von 3,0 % Peroxid zu den gleichen Weißgraden. Der biologische Sauerstoffbedarf des Bleichfiltrats konnte ebenfalls um 45 % verringert werden.

Der Einsatz von Magnesiumhydroxid mit geringen Mengen von Natriumsilikat anstelle der herkömmlichen Chemikalien auf Natriumbasis führte zu ca. 30 % niedrigerem CSB-Gehalt des Filtrats bei Zugabe von 3,0 % Peroxid zu den gleichen Weißgraden. Der biologische Sauerstoffbedarf des Bleichfiltrats konnte ebenfalls um 45 % verringert werden.



Auditorium

gert werden. Durch den Basenwechsel konnte die Gesamt-Umweltbelastung aus der Bleichstufe deutlich verringert werden. Der Extraktstoffgehalt des Bleicherei-Abwassers war ebenfalls deutlich niedriger, was geringere Probleme durch biologische Ablagerungen in der Papierherstellung zur Folge haben dürfte.

Verringerung des Umwelteinflusses durch Anwendung schwacher Alkalien in der Holzstoffbleiche

(L. Savoye, V. Meyer, M. Petit-Conil, CTP, Grenoble, Frankreich)

Umwelt- und Sicherheitsbestimmungen treiben die Entwicklung „grüner“ Technologien zur Vermeidung des Einsatzes toxischer Chemikalien und zur Abfallminimierung in der Zellstoff- und Papierindustrie voran. Neue Alkalien wurden getestet, um NaOH in der H₂O₂-Bleiche von thermomechanischem Holzstoff (TMP) zu ersetzen, das für die Lösung von Holzbestandteilen und den daraus resultierenden hohen chemischen Sauerstoffbedarf (CSB) verantwortlich ist. Ziel der Arbeit war eine Senkung der CSB-Werte und insbesondere der Werte des abbauresistenten CSB (R-CSB) ohne Weißgradverluste des Faserstoffs. Als Alternativen zu NaOH wurden schwache Alkalien wie Mg(OH)₂, MgCO₃ und Ca(OH)₂ empfohlen.

Die Untersuchungen zur alkalischen TMP-Peroxidbleiche konzentrierten sich auf das industrielle Verfahren mit 2 Alkaliquellen: 2,2 % Natriumhydroxid /otro Faserstoff und 0,7 % Silikat. Laborexperimente zeigten, dass ein vollständiger Natriumhydroxid-Ersatz unmöglich ist, während Mischungen aus NaOH/Mg(OH)₂ und NaOH/MgCO₃ bei signifikanter CSB-Reduktion die gleichen Weißgrade lieferten. Die Mischungen auf Basis von Mg(OH)₂ und MgCO₃ ermöglichten gegenüber der herkömmlichen Bleiche Wasserstoffperoxid-Einsparungen von 11 % bzw. 21 %, sowie die Möglichkeit zum Recyclen der Bleichlauge. Darüber hinaus lag der CSB-Wert mit der NaOH/Mg(OH)₂-Mischung ca. 26 % und mit der Na-OH/MgCO₃-Mischung 31 % niedriger als beim konventionellen Verfahren.

Die vielversprechenden Ergebnisse der Mg-basierten Bleichverfahren wurden durch die optimale Konservierung der optischen Eigenschaften von Laborblättern bestätigt, deren Vergilbungsneigung ca. zwei Prozentpunkte unter der von Papier aus herkömmlich gebleichtem Faserstoff lag. Allerdings zeigten die MgCO₃- und Mg(OH)₂-gebleichten Faserstoffe einen geringen Verlust der mechanischen Eigenschaften, sichtbar am Rückgang des Bruchkraftindizes um ca. 8 % bzw. 12 %. Die Erfolg versprechenden Alternativen wurden im halbindustriellen Maßstab erfolgreich verifiziert. Unter Berücksichtigung aller Ergebnisse scheint MgCO₃ der beste Ersatz für Natriumhydroxid in der TMP-Bleiche zu sein.

Erfolgreiche Substitution von DTPA in der Holzstoffbleiche der Papierfabrik Arctic Paper Mochenwangen

(K. Jurczik, Arctic Paper Mochenwangen (APM) GmbH, Mochenwangen; A. Bunkhofer, Jedele und Partner (JuP) GmbH, Stuttgart)

In einem Modellvorhaben wurde untersucht, wie sich die Komplexbildner- und die Rest-CSB-Emissionen aus der Papierproduktion reduzieren lassen. Die APM wurde für die Untersuchung ausgewählt, da deren Produktionsabwasser einen erheblichen Anteil an DTPA-Emissionen im Einzugsgebiet des Bodensees darstellte. Obwohl bereits hohe Aufwendungen zur Wasserreinhaltung getrieben werden, zeigten Ergebnisse der Komplexbildnerstudie im Rahmen des Schussenprogramms, dass APM in Bezug auf die DTPA-Belastungen des Flusses Schussen 1999/2000 die größte Emissionsquelle darstellte.

Die Bestanderhebung zeigte, dass weder in der Vorbehandlung noch im kommunalen Klärwerk ein echter biologischer DTPA-Abbau stattfand. Dieser Befund deckt sich weitgehend mit den in der Literatur beschriebenen Erkenntnissen.

Als ersten Schritt zur Emissionsminderung leitete die Geschäftsführung von APM zwei Optimierungsmaßnahmen in die Wege: Die Dosierung der Komplexbildner erfolgte über eine bedarfsabhängige Regelung. Des Weiteren wurde die Holzeinkaufs- und Bevorratungsstrategie geändert: Da bei frischem Holz weniger Bleich- und somit weniger Komplexbildnerbedarf besteht, wurde mehr Wert auf frisch geschlagenes Holz gelegt und die Lagerzeiten zurück genommen.

Gute Ergebnisse sowohl im Hinblick auf die Produktqualität als auch auf die Abwasserbeschaffenheit wurden mit der Kombination Kalkmilch- und Phosphonateinsatz in der Bleicherei erzielt. Bei dem von Mochenwangen Papier verwendeten Produkt handelt es sich um ein Gemisch aus Phosphonsäuren, im Wesentlichen DTPMP. Nach der Umstellung war im Ablauf der Kläranlage Berg kein DTPMP mehr nachweisbar, d. h. durch die Umstellung auf ein Ersatzprodukt sind keine Komplexbildneremissionen mehr feststellbar. Auch lässt sich festhalten, dass durch die Umstellung in der Papierfabrik Mochenwangen von DTPA auf Phosphonate und von Natronlauge auf Kalkmilch bei der Peroxidbleiche die CSB-Belastungen um rund 20 % gesenkt werden konnten.

Abbauresistenter CSB in Abwässern der Zellstoff- und Papierindustrie: Entwicklung eines Analyseschemas zur Erkennung der wichtigsten abbauresistenten Substanzen

(F. Bertaud, E. Fourest, M. Schleicher, CTP, Grenoble, Frankreich)

CSB-Messungen sind ein zuverlässiges Mittel zur Bewertung der Abwasserqualität und schnellen Ermittlung der Auswirkung behandelter Abwässer auf den Sauerstoffbedarf des Vorfluters. Die meisten Zellstoff- und Papierfabriken sind mit wirksamen chemisch-physikalischen und biologischen Reinigungsstufen ausgestattet, die den Großteil der organischen Fracht aus dem Prozessabwasser entfernen können. Der Rest-CSB-Gehalt des gereinigten Abwassers wird deshalb als äußerst abbauresistenter sog. refraktärer CSB-Gehalt bezeichnet, der in der Regel nicht mehr als 250 mg/l ausmacht.

Ein Forschungsprogramm des CTP zielte darauf ab, die für den abbauresistenten CSB verantwortlichen Reststoffe in Zellstoff- und Papierfabriksabwässern besser zu charakterisieren. Um den Anteil abbauresistenter CSB-Substanzen im Abwasser bewerten und die Hauptursache für ihren Eintritt in die ARA ermitteln zu können, wurde ein schnelles und zuverlässiges biologisches Abbauverfahren entwickelt. Die Ansprechzeit des Tests lag bei den meisten Proben bei 3–6 Stunden, was weit unter den Ansprechzeiten klassischer Bewertungsverfahren für das biologische Abbauverhalten (BSB₅, BSB₂₁ oder 28-Tage-Test) liegt.

Endokrine Wirkung von Papierfabriksabwässern – gibt es Entwarnung?

(A. Kersten, U. Hamm, TU Darmstadt, Fachgebiet Papierfabrikation und Mechanische Verfahrenstechnik (PMV), Darmstadt)

Endokrin wirksame Stoffe sind exogene Stoffe, die im Organismus Wirkungen erzeugen, welche von körpereigenen Hormonen gesteuert werden sollten. Zu diesen Stoffen gehören sowohl natürlich vorkommende Stoffe (z. B. Phytohormone – Pflanzenhormone, die in Holz vorkommen und damit auch in geringen Mengen im Papier), als



Antje Kersten, PMV, beim Vortrag

auch industriell hergestellte Chemikalien. Das Vorkommen dieser Stoffe in Oberflächengewässern war Gegenstand zahlreicher Veröffentlichungen in den letzten Jahren. Auch im Abwasser von Papier- und Zellstofffabriken sind endokrine Wirkungen ermittelt worden. In der Präsentation wurden die Ergebnisse eines aktuellen Forschungsprojekts vorgestellt, in dem die Prozess- und Abwässer ausgewählter deutscher Papierfabriken sowohl mit in vitro-, als auch mit in vivo-Untersuchungsverfahren (an Fischen) auf ihre endokrine Wirkung getestet wurden. Darüber hinaus wurden sowohl die eingesetzten Rohwässer, als auch die Faserstoffe und chemischen Additive und die hergestellten Papiere mittels in vitro-Testverfahren auf endokrines Potenzial untersucht. Die Einzelstoff-Analytik für definierte chemische Inhaltsstoffe in den gereinigten Abwässern ergab keine Hinweise auf erhöhte Gehalte an endokrin wirksamen Stoffen in den untersuchten Abwässern.

Anforderungen an gereinigte Abwässer als Frischwasserersatz zur Papierherstellung – Beispiel Holmen Papier, Madrid

(A. Blanco, C. Negro, R. Ordóñez, Universidad Complutense de Madrid, Madrid, Spanien; I. San Pio, Holmen Papier Madrid, Spanien)

Holmen Papier in Madrid ist eine Fabrik im Stadtgebiet von Madrid, die jährlich 470 000 t Zeitungsdruckpapier und gestrichenes Papier aus 100 % Recyclingfasern erzeugt. Aufgrund ihrer Lage wird die Fabrik direkt mit Frischwasser aus dem Trinkwasserversorgungsnetz der Region gespeist. Die Fabrik verbraucht heute weniger als 10 m³ Trinkwasser pro Tonne Papierproduktion – das ist weniger als im BREF gefordert, womit Holmen Papier zu den niedrigsten Verbrauchern im europäischen Papiersektor gehört. Der absolute Verbrauch ist allerdings immer noch hoch und macht 17,3 % des Gesamt-Wasserverbrauchs der Industrie in Madrid aus.

Holmen Papier beschloss daher 2005, auf die Substitution von Frischwasser durch aufbereitetes Wasser zu setzen. Zu diesem Zweck wurden Pilotversuche in einer nahe gelegenen kommunalen Abwasserreinigungsanlage geplant, die sowohl städtische als auch Industrieabwässer reinigt. Die Ergebnisse haben gezeigt, dass das Vorhaben technisch, umwelttechnisch und wirtschaftlich machbar war. Das aufbereitete Wasser erfüllte nicht nur alle Qualitätsanforderungen der

staatlichen Umweltbehörde, sondern genügte auch den Qualitätsanforderungen an Trinkwasser.

Technische Lösungen zur kombinierten Aufbereitung verschiedener Betriebsabwässer inkl. Papierfabrikwasser

(M. Cordes-Tolle, M Consult GmbH, Gesellschaft für Papier-, Energie- und Umwelttechnik, Eching; J. Lavere (Freelancer), H. Hermann, Trinkwasser- und Abwasserzweckverband, Eisenhüttenstadt)

Für das Industriegebiet am Oder-Spree-Kanal in Eisenhüttenstadt, Land Brandenburg wurde eine neue Abwasserbehandlungsanlage durch den Trinkwasserzweckverband Oder-
aue geplant, nachdem sich mehrere

Produktionsbetriebe dort bereits angesiedelt haben bzw. die Planung dazu besteht. Zu den Ansiedlungen gehört auch eine neue Papierfabrik auf der Basis von 100 % Altpapier.

Nach der Planung und Auslegung der Abwasserbehandlungsanlage wurde ein Planfeststellungsverfahren durchgeführt. Es war eine Umweltverträglichkeitsuntersuchung zu erstellen. Das Verfahren unterlag der Öffentlichkeitsbeteiligung und der Beteiligung durch die polnischen Behörden. Sowohl die Planung der Anlage als auch die Anlagentechnik wurden aufgrund der Größe der Anlage europaweit ausgeschrieben. Bei der Planung und der Ausführung wurde für die unterschiedlichen zu reinigenden Abwässer der Stand der Technik berücksichtigt. Es fallen sowohl hoch als auch niedrig belastete Produktionsabwässer und Sanitärabwässer an. Zu berücksichtigen war weiterhin, dass die Anlage bei weiteren Ansiedlungen von Betrieben im Industriegebiet modular erweiterbar ist. Das behandelte Abwasser kann als Brauchwasserersatz in das Industriegebiet zurückgeführt werden.

Darüber hinaus wurden insbesondere Aspekte der Energiegewinnung, eines möglichst niedrigen Eigenverbrauchs an Energie in der Abwasserbehandlungsanlage, ein minimierter Bedarf an chemischen Hilfsstoffen und die Vermeidung von sonstigen Umweltauswirkungen wie z. B. Vermeidung von Abluftbelastungen berücksichtigt. Dargestellt wurden die verschiedenen Aspekte für die einzelnen Anlagenbereiche.

Neue Wege zur Lösung von Schlammproblemen mit steigendem Bioschlamm-Anteil

(O. Norrlöw, Kemira Germany GmbH, Leverkusen)

Durch Kenntnis der Zusammenhänge zwischen Biologie, Gesundheitszustand und Eigenschaften des Schlammes lassen sich dessen Menge (und Kosten) minimieren. Eine gut funktionierende aerobe/anaerobe Vergärung sorgt nicht nur für eine effiziente Zersetzung der Kohlenstoffverbindungen, sondern hält auch Fadenbakterien in Schach. Wenn diese zu wachsen beginnen, verschlechtern sich die Schlammigenschaften rapide.

Der Nährstoffstatus ist ebenfalls wichtig. Unter Stress erzeugen die Bakterien große Mengen an EPS (extrazelluläre Polymere), die für einen beträchtlichen Teil der Probleme im Bereich Bioschlamm verantwortlich sind. Sie bilden ein stabiles Gel, das bis zu 99 % des Schlammes

ausmachen kann. Durch Minimierung oder Destabilisierung der Gelschicht kann der Schlamm wirksamer entwässert werden.

Erfahrungsbericht zur Reinigung von Papierfabrikabwasser mit dem Membranbioreaktor-Verfahren

(A. Helble, C.H. Möbius, CM Consult, Augsburg)

Das Membranbioreaktor-Verfahren (MBR) ist eine ausgereifte und bewährte Technologie. Membranwerkstoffe und Modulsysteme wurden in den letzten Jahren kontinuierlich weiterentwickelt. Mittlerweile existieren einige kommunale und industrielle Anwendungen, in der Zellstoff- und Papierindustrie sind jedoch nur wenige Großanlagen in Betrieb.

Das MBR-Verfahren ist eine Alternative zum Belebtschlammverfahren. Es bietet mindestens die gleiche Wirksamkeit und Stabilität wie der Standardprozess aus Hochlaststufe und nachgeschalteter Schwachlast-Belebtschlammstufe.

Ein MBR für industrielle Anwendungen besteht aus einem Belebtschlamm-Bioreaktor mit nachgeschalteter externer Side-Stream-Membranstufe zur Biomasseabtrennung. Wesentliche Vorteile dieser Technologie sind die hohe Prozessstabilität durch gesicherten Biomasse-Rückhalt, geringer Platzbedarf dank hoher Raumbelastung und Wegfall der Nachklärung, sowie ein behandeltes Abwasser, das nahezu keine Schwebstoffe mehr enthält und beste Voraussetzungen zur Wiederverwendung in der Produktion bietet.

Beim Einsatz des MBR-Verfahrens zur Reinigung von Papierfabrikabwasser müssen jedoch auch die spezifischen Abwassereigenschaften wie Größe, Art und Menge der verbleibenden Fasern, organische und anorganische Verbindungen sowie charakteristische Lastschwankungen der Fabrik beim Design der Vorbehandlung und des Belebtschlamm-Bioreaktors berücksichtigt werden. Für die Leistungsfähigkeit und Zuverlässigkeit des Verfahrens sind insbesondere die Gestaltung des Bioreaktors und der stabile Betrieb der Biologie ausschlaggebend.

Die heute verfügbaren technischen MBR-Systeme mit entweder getauchten Niederdruck-Membranmodulen oder Cross-Flow-Rohrmodulen wurden miteinander verglichen. Technische und wirtschaftliche Aspekte wurden in einer Fallstudie untersucht. Grundlage der Prozessgestaltung ist das Modell einer grafischen Papierproduktion nach mitteleuropäischem Standard in Bezug auf Produktionskapazität, Rohstoffe, Stoffaufbereitung und spezifische Abwassermenge. Für dieses Modellabwasser werden ein MBR-Verfahren entwickelt und die Investitions- und Betriebskosten bestimmt sowie Empfehlungen zur Planung gegeben.

Biogene Anteile in Rejekten und Faserreststoffen

(U. Hamm, S. Weinert, TU Darmstadt, PMV, Darmstadt)

Die Verwendung von Biomasse zur Erzeugung von Wärme, elektrischer Energie oder als Kraftstoff ermöglicht eine ausgeglichene CO₂-Bilanz, da nur die Menge CO₂ ausgestoßen wird, die zuvor biochemisch gebunden wurde. Material, das Kohlenstoff biogenen Ursprungs enthält, gilt als klima- bzw. als CO₂-neutral. Für den biogenen Anteil der Reststoffe werden somit keine CO₂-Zertifikate benötigt. Zur Bestimmung des biogenen Anteils stehen drei Verfahren zur Verfügung: Manuelle Sortierung, Selektive Lösung, ¹⁴C-Methode.

Die Methode der manuellen Sortierung basiert auf der Massenverteilung verschiedener Stoffgruppen. Dazu wird die Probe händisch in 14 verschiedene Fraktionen, die Biomasse (z.B. Papier/Pappe/Karton,

Holz, organische Abfälle) oder Nicht-Biomasse (z. B. Kunststoffe) oder Inertstoff (z. B. Glas, Steine, Metall) sind, sortiert. Die selektive Lösung ist ein nass-chemisches Verfahren und beruht darauf, dass Biomasse wesentlich schneller oxidiert als Nicht-Biomasse. Dabei werden die biogenen Kohlenstoffanteile der Probenmatrix durch die Zugabe einer Aufschlusslösung und die anschließende Zugabe von Oxidationsmittel selektiv gelöst, wobei die nicht-biogenen Kohlenstoffanteile als Rückstand verbleiben. Über die Differenz der Kohlenstoffanalyse in der Ausgangsprobe und der aufgeschlossenen Probe lässt sich der biogene Kohlenstoffanteil berechnen. Der Massenanteil an Biomasse wird hinsichtlich des Gehaltes an Carbonaten durch Ermittlung des Aschegehaltes vor und nach der Auflösung berichtigt. Die ¹⁴C-Methode ist eine weltweit eingesetzte Verfahrensweise zur Altersbestimmung kohlenstoffhaltiger Materialien. Die Bestimmung des Alters von organischen Stoffen basiert auf dem Zerfall des ¹⁴C-Isotops und dient als Ergänzung der ersten zwei Methoden (manuelle Sortierung und selektive Lösung), da diese nicht anwendbar sind, wenn fossiler und biogener Kohlenstoff auf molekularer Ebene gemischt vorliegen. Derzeit wird am Fachgebiet ein Forschungsprojekt bearbeitet, welches unter anderem den Vergleich der drei Methoden beinhaltet. In einem weiteren Forschungsprojekt ist eine Stoffwertbeurteilung von Reststoffen der Papierindustrie im Emissionshandel vorgesehen.

Schranken für eine energetische Verwertung von Altpapier

(C. Seidemann, PTS Heidenau, Heidenau)

Die relevanten gesetzlichen Rahmenbedingungen, Verordnungen und Selbstverpflichtungserklärungen zur Betrachtung der Möglichkeiten und Schranken zur thermischen Altpapierverwertung liegen auf nationaler Ebene in den Bereichen der TASI/Abfallablagereverordnung, der BImSchV, des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes, der Verpackungsverordnung und der Selbstverpflichtung zur Verwertung von grafischen Papieren. Anhand dieser Gesetze und Selbstverpflichtungserklärungen besteht oberhalb der vorgegebenen Verwertungsquoten für Verpackungspapier und grafischem Papier keine Sicherung einer ausschließlich stofflichen Verwertung von Altpapier. Die im Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz angegebenen Randbedingungen zur energetischen Nutzung (Mindest-Heizwert 11 000 kJ/kg, Kraft-/Wärmekopplung mit einem thermischen Wirkungsgrad von mindestens 75 % bei gleichzeitiger Wärmenutzung, usw.) sind bei Einsatz von Altpapier einhaltbar.

Ein weiterer Eckpunkt für Möglichkeiten und Schranken zum Einsatz von Altpapier zur thermischen Verwertung ist die Entwicklung der entsprechenden Rohstoff- und Absatzmärkte für Altpapier und Ersatzbrennstoff. Ein Ventil für die in bestimmten Zeiträumen in Deutschland vorhandenen Übermengen an Altpapier im unteren Sortenspektrum ist der Export. Durch zunehmend gleichgerichtete Konjunkturverläufe und steigende Erfassungsquoten in den Exportländern sowie steigende Transportkosten besteht diese Möglichkeit nur noch in eingeschränktem Umfang. Der damit einhergehende Preisabfall verringert die Differenz zu den Preisen für Ersatzbrennstoff.

Vor dem Hintergrund abfall- und klimapolitischer Zielvorgaben auf nationaler und europäischer Ebene hat der Einsatz von Ersatzbrennstoffen in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen. Zudem wird in den nächsten Jahren eine Anzahl von Kraftwerken installiert, welche diese Ersatzbrennstoffe als alleinigen Brennstoff verwerten. Eine weitere Nutzungskonkurrenz für Altpapier entsteht durch die stetige Entwicklung von Verfahren zur Herstellung von Biokraft-

stoffen und Chemikalien auf der Basis von cellulosehaltigen Materialien.

Das EBS-Kraftwerk Klingele und dessen energieoptimierte Einbindung in die Produktion bei Klingele Weener

(H. Voss, Klingele Papierwerke GmbH & Co. KG, Weener)

Klingele betreibt seit Mai 2008 gemeinsam mit Prokon Nord Energiesysteme ein Ersatzbrennstoff-Kraftwerk (Weener Energie). Das Kraftwerk verfügt über eine Feuerungswärmeleistung von 70 MW und versorgt die Papierfabrik über eine Fernwärmeleitung mit Dampf.

Der Kessel hat eine Dampfkapazität von 85 t/h, davon gehen im Schnitt 45 t/h an die Papierfabrik. Der Rest wird von zwei Kondensations-turbinen in ca. 5 MW Elektroenergie umgewandelt.

Eine Gegendruckturbine auf dem Fabrikgelände entspannt den Dampf von 27 bar auf 7,5 bar und erzeugt über Kraft-Wärmekopplung bis zu 2 MW Elektroenergie. Ein Dampfspeicher wurde installiert, um starke Lastschwankungen auszugleichen und den Verlust großer Dampfmenge durch einen Luftkondensator zu vermeiden. Bei Unterbrechungen der Papierproduktion kann der Speicher den Dampf aufnehmen und bei Bedarf wieder abgeben, was monatlich Energieeinsparungen von bis zu 500 MWh bringt.

Bessere Energieeffizienz beim Biomasse-gefeuerten Kraftprozess durch Trocknung mit Niedrigtemperaturwärme

(G. Beckmann, Technisches Büro für Maschinenbau & Energietechnik, Wien, Österreich)

Die CO₂-neutrale Erzeugung von Kraft und Wärme ist nicht zuletzt durch die derzeitige Elektrizitätseinspeiseregulierung und den zukünftigen Zertifikathandel wirtschaftlich attraktiv. Die Substitution fossiler Brennstoffe durch biogene verschlechtert fast immer die Energieeffizienz; bei den Maßnahmen zu ihrer Wiederverbesserung steht die Trocknung der feuchten Biomassen (z. B. von Waldhackgut) an erster Stelle; diese steigert nicht nur den Heizwert, sondern verringert den Luftbedarf und den Abgasverlust. Wesentliche Effizienzsteigerungen sind möglich, sofern für diese Trocknung Niedrigtemperaturwärme genutzt wird, welche im Kraftprozess zur Verfügung steht.

Zur Erreichung dieses Ziels wurden folgende Schritte getätigt: 1. Machbarkeitsstudie über die Eignung fortschrittlicher, gängiger und am Markt verfügbarer Trocknungsverfahren für Biomassen. 2. Entwicklung eines Schacht-Riesel-Trockners; Studium der Schüttgutströmung sowie der Gasströmungs-Verteilung und -Verluste (CFD-Simulationen der TU Wien). Die Arbeiten sind nicht abgeschlossen, jedoch ist anzunehmen, dass der eingeschlagene Weg weiterführend ist.

Weitergedacht könnten Biomasse gefeuerte Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen nicht nur den selbst verbrauchten Brennstoff zur Effizienzsteigerung trocknen, sondern darüber hinaus für externe Verbraucher oder Anlagen trockene Biomassebrennstoffe mit einem engen Qualitätsband bezüglich Wassergehalt, Körnung und Lagerfähigkeit bereitstellen.

Wasser- und Energieeinsparungen bei der Vakuumherzeugung – Nutzungsmöglichkeiten moderner Prozess- und Regelantriebstechnik

(L. Lahtinen, J. Karvinen, J. Uimonen, Runtech Systems Ltd., Offenburg) Ein Benchmarking zeigt, was dabei herauskommt, wenn man sich

ausschließlich auf alte Standards und die Erfahrungen der Papiermaschinenhersteller verlässt: manche Maschinen laufen mit 60 kWh/t, andere brauchen mehr als 120 kWh/t. Bei einer Maschine mit 30 t/h Produktionsleistung macht dieser Verbrauchsunterschied einen Kostenunterschied von 1 MEUR pro Jahr aus.

Ein Mapping der dynamischen Systemkomponenten mittels zuverlässiger Messtechnik hilft dabei, die richtige Strategie zur Senkung des zu hohen Energieverbrauchs zu finden. Da die Entwässerung einer der wichtigsten Vorgänge im Wetend ist, müssen zur Vakuumoptimierung vor allem die Entwässerungsparameter zumindest an den wichtigsten Stellen gemessen werden. Setzt man die Messverfahren wirksam ein, lassen sich die optimalen Vakuumniveaus und Filze und Siebe finden, die Zeitpunkte für Siebwechsel und Reinigungsstillstände optimal festlegen sowie die Ursachen von Prozessstörungen und Engpässe bei Beschaberung und Wassergebrauch schnell finden.

Nach Verringerung der Vakuumleistung durch Leitungsumbau und Stilllegung veralteter Pumpen ist die Regelbarkeit des Systems das nächste Ziel. Nachteile herkömmlicher Anlagen sind die begrenzte Regelbarkeit der Wasserringpumpen oder das Problem, dass mehrstufige Gebläse älterer Bauart aufgrund mechanischer Resonanzen und/oder der Versorgung der gesamten PM durch nur ein oder zwei große Aggregate nicht regelbar sind. Moderne Turbomaschinen wie die Ecopump verbinden den energetischen Wirkungsgrad von Turbo-gebläsen mit der Vielseitigkeit von Wasserringpumpensystemen, wobei die Energieeffizienz durch stufenlos regelbare Antriebe noch erhöht wird.

(Irmgard Maria Normann)

BILFINGER BERGER
Facility Services

PASSAVANT GEIGER



Selbstansaugende Kreiselpumpen

Weltweit erfolgreich in der Papierindustrie!
NOGGERATH Gorman-Rupp Selbstansaugende Kreiselpumpen für Prozess- und Abwasser werden hoch und trocken über dem Pumpensumpf aufgestellt – dadurch freier Zugang und einfacher Service.

- Abnehmbarer Frontdeckel
- Eingriff ins Pumpengehäuse ohne lösen von Rohrleitungen
- Laufradeinheit komplett ausbaubar für schnellen Service
- Diverse Werkstoffvarianten möglich

www.passavant-geiger.de

Passavant-Geiger GmbH · Business Unit Noggerath · Feldstraße 2 · 31708 Ahnsen