

*Mobiler Pilotreaktor  
– aufgestellt bei  
einem Wellpappen-  
rohpaperhersteller*



## **AQUATYX Reaktor zur anaeroben Abwasserreinigung setzt neue Maßstäbe in der Abbauleistung – auch bei hohen Kalkkonzentrationen**

Ende der 90er Jahre wurden die Wasserkreisläufe in der europäischen Papierindustrie deutlich eingeengt. So werden heute zum Beispiel neue Anlagen zur Herstellung von Wellpappenrohpaper mit 4 bis 6 m<sup>3</sup>/Tonne Abwasser konzipiert. Einige bestehende Produktionslinien werden sogar mit einer spezifischen Abwassermenge von ca. 3 m<sup>3</sup>/Tonne und weniger betrieben. Diese weitere Einengung der Wasserkreisläufe stellt neue Anforderungen an die Reinigungssysteme und Prozessgestaltung, bietet aber auch die Chance, neue Optimierungspotenziale durch eine übergreifende Betrachtung und eine stärkere Einbindung der peripheren Abwasserreinigung in den Gesamtprozess zu erschließen. Auf diesem Gebiet setzt Voith Paper Environmental Solutions bereits heute neue Maßstäbe mit technischen Innovationen.

### Die Abwasserreinigungstechnik in der Papierindustrie durchlief mehrere Technologiephasen

Mit dem verstärkten Altpapiereinsatz und dem dadurch zunehmenden Anteil von gelösten organischen Stoffen musste in den 70er Jahren neben der mechanischen Abwasserreinigung auch die biologische Reinigung eingeführt werden. Erste biologische Anlagen wurden als einstufige, rein aerobe Anlagen betrieben. Das bedeutet, das Abwasser wurde durch Mikroorganismen gereinigt, die zur Verwertung der gelösten Abwasserinhaltsstoffe Luft oder Reinsauerstoff benötigen.

In den 80er Jahren wurde erkannt, dass zweistufige aerobe Prozesse stabiler laufen. Auch trat das sehr unangenehme Blähschlammphänomen beim zweistufigen Anlagenaufbau wesentlich seltener auf. Mit zunehmender organischer Schmutzfracht im Abwasser erfolgte in der nächsten Phase der Einsatz von Anaerobreaktoren, um schon in der ersten Stufe der Abwasserreinigung hohe Abbauraten zu erzielen. Wellpappenroh-papierfabriken setzten schon damals überwiegend UASB-Reaktoren (Up-flow Anaerobic Sludge Blanket) ein. In dieser Phase war ein spezifischer Abwasseranfall von 8 bis 10 m<sup>3</sup>/Tonne für diese Papiersorte typisch.

Die weitere Einengung der Wasserkreisläufe führte zu einer deutlichen Konzentration aller Abwasserinhaltsstoffe. Die CSB-Konzentrationen (Chemischer Sauerstoff Bedarf) sind heute auf 6.000 bis 10.000 mg/Liter im Rohabwasser gestiegen, für Kalzium auf 600 bis 1.200 mg/Liter, in Spitzen bis 1.500 mg/Liter und mehr.

### Heutiger Stand in der Abwasserreinigungstechnik

Als Stand der Technik für hoch belastete Wässer hat sich die zweistufige biologische Reinigung etabliert. In einer kompakten anaeroben Hochlaststufe (ohne Lufteintrag) werden bereits 85% des BSB<sub>5</sub> (Biochemischer Sauerstoff Bedarf) und 75% des CSB effizient abgebaut. Nur noch der Restabbau erfolgt in der nachgeschalteten Aerobstufe. Diese Konzeption reduziert die Menge an Überschussschlamm und minimiert dadurch den Aufwand für die Schlammbehandlung und -entsorgung. Und es muss nur noch Luft zum aeroben Restabbau eingetragen werden, was im Vergleich zu einer rein aeroben Anlage bei den aktuellen Energiepreisen eine enorme Kosteneinsparung darstellt.

Unter Luftausschluss wird im Anaerobreaktor die gelöste organische Schmutzfracht (Stärke, Zucker, Alko-

hole etc.) in einem Faulprozess in Biogas mit einem hohen Brennwert umgewandelt. Dieses Biogas kann direkt in der Fabrik in einem separaten Block-Heiz-Kraft-Werk (BHKW) zur Gewinnung von „grünem“ Strom genutzt werden. Wegfallende Kosten für die Schlammbehandlung und -entsorgung, geringere Energiekosten zum Betrieb der aeroben Anlage und Erträge von der Energiegewinnung aus Biogas führen daher zu einer schnellen Amortisation der Investitionskosten für die Anaerobstufe.

Heute werden als Anaerobstufe anstelle der UASB-Reaktoren platzsparende EGSB-Reaktoren (Expanded Granular Sludge Blanket) eingesetzt. Dies führt zu sehr kompakten Anlagen. Der neue AQUATYX R2S-Reaktor stellt eine Weiterentwicklung der EGSB-Reaktortechnologie dar und erfüllt in besonderem Maße die speziellen Anforderungen der Papierindustrie.

### Hohe Kalziumwerte stellen die Abwasserreinigungstechnik vor eine neue Herausforderung: Leistungsminderung durch Kalkausfällungen im Anaerobreaktor

Bei den hohen Kalziumkonzentrationen im Abwasser gibt es zwangsläufig Kalkausfällungen im Anaerob-



*Kalkablagerungen  
auf den Pellets*

reaktor; bei großen Abwassermengen sind täglich Tonnen mit Biomasse durchsetztem Kalkniederschlag im Reaktor zu finden. Auch bildet sich ein Kalksteinkern mit einem Durchmesser von bis zu 2 mm im Zentrum der kugelförmigen Schlamm pellets aus anaerober Biomasse. Kalksteinschichten um die Außenseite der Pellets sind eine weitere Ausprägung, was auch als „Eierschaleneffekt“ bezeichnet wird. Die bekannten Effekte treten auf:

- Störung der gleichmäßigen Fluidisierung des Pelletbetts
- unerwünschte Ablagerungen, sogenannte „kalte Stellen“
- Ausbildung von strömungsbegünstigten Kanälen
- deutliche Überlastsymptome trotz rechnerisch ausreichend vorhandener Biomasse im System.

Dies führt dazu, dass der Anaerobreaktor überproportional schnell an Leistung verliert, in der Regel abgefahren und mechanisch ausgeräumt werden muss. Dazu ist ein Stillstand erforderlich, die Biomasse ist zu verwerfen und durch neue, aktivere zu ersetzen.

### **Der AQUATYX R2S-Reaktor macht Kalkausfällungen beherrschbar**

Der neue AQUATYX R2S-Reaktor beherrscht Kalkausfällungen, die nicht durch prozesstechnische und konstruktive Maßnahmen vermeidbar sind. Er zeichnet sich aus durch die Art der Einströmung in die Reaktionszone, die Strömungsführung und die Schaffung von gezielten Ruhe zonen. Kalkschlamm, verkalkte oder inaktive Pellets können gezielt während des Betriebs abgezogen werden.

Der neu gestaltete Klarlauf des R2S-Reaktors verhindert Ablagerungen und stellt somit den gleichmäßigen Ablauf über den gesamten Reaktorquerschnitt sicher. Schwimmschlamm-schichten werden gezielt und getrennt aus dem System abgezogen. Konstruktive Maßnahmen verhindern Lufteinschlüsse an kritischen Übergangsstellen und reduzieren das Kalkausfällungspotenzial.

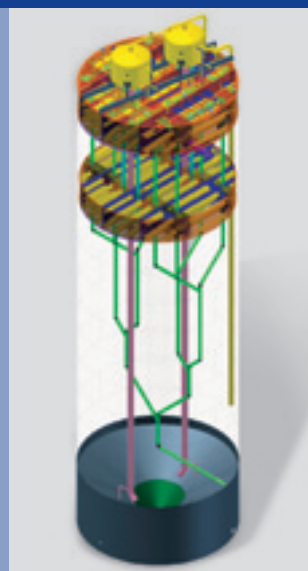
### **Im AQUATYX R2S-Reaktor gibt es keine Ablagerungen und Verstopfungen**

In der betrieblichen Praxis lassen sich Störfälle, verursacht durch nicht bestimmungsgemäße Zufuhr von oberflächenaktiven Substanzen im Abwasser wie Öle, Retentionsmittel

und Natronlauge, nicht gänzlich vermeiden. Als Folge kommt es zu unkontrolliertem Pelletauftrieb und dadurch zu Verstopfungen der Ablaufwehre am Reaktorkopf. Die Durchführung von Reinigungsarbeiten in bis zu 30 m Höhe stellt – speziell im Winter – eine Herausforderung für das Betriebspersonal dar. Durch gezielte konstruktive Maßnahmen an den Engstellen, an denen ein erhöhter Gas-, Wasser- und Schlamm durchsatz stattfindet oder durch Spülunterstützungen an den reinen Schlammströmen, werden Ablagerungen beim R2S-Reaktor verhindert, Verstopfungen vermieden und der umlaufende Schlamm frühzeitig reaktiviert.

### **Der AQUATYX R2S-Reaktor zeichnet sich durch eine optimierte Raumbelastung aus**

Ein weiteres wichtiges Merkmal des R2S-Reaktors stellt das neuartige, verstopfungsfreie Beschickungssystem dar, welches das zulaufende Abwasser auf den Querschnitt des Reaktors an allen Orten flächenproportional verteilt. Damit ist eine wesentliche Voraussetzung geschaffen, um das Pelletbett optimal zu fluidisieren. Dadurch nimmt ein wesentlich höherer Anteil des Schlammes aktiv am Abbauprozess teil. Diese höhere Schlammaktivität führt zu einer optimierten Abbauleistung. Ein weiterer



Verstopfung der Ablaufwehre am Reaktorkopf

Der neue AQUATYX anaerobe R2S-Reaktor (patentiert)

R2S anaerober EGSR-Pilotreaktor im Industriemaßstab bereit zur ersten Installation

Schritt zur optimalen Anströmung des Pelletbetts ist eine zusätzliche externe Rezirkulation, neben der immanenten internen Rezirkulation. Dadurch wird gewährleistet, dass auch bei geringen Abwasserzuläufen die erforderliche hydraulische Aufströmung erfolgt – unabhängig vom Zulauf aus der Produktion.

**Mobiler Pilotreaktor im industriellen Maßstab zur Weiterentwicklung der R2S-Technologie steht auch für Kundenversuche zur Verfügung**

Mit einem Pilotreaktor (30 m<sup>3</sup>) für einen Durchsatz von 600 bis 1.000 kg CSB/Tag bestehend aus einem Ensemble eines 40-Fuß-Containers und zweier 20-Fuß-Container werden seit Mai 2007 bei einem namhaften deutschen Wellpappenroh papierhersteller großtechnische Versuche durchgeführt. Im Vordergrund steht dabei das Ziel, die derzeitigen Grenzen in der

Raubelastung deutlich zu steigern. Mit dieser mobilen Versuchsanlage ermöglicht Voith Paper Environmental Solutions ihren Kunden in kritischen Fällen, wie z.B. bei geringerer organischer Fracht, Vor-Ort-Versuche im industriellen Maßstab zur Absicherung einer Investitionsentscheidung durchzuführen.

**Markteinführung der R2S-Reaktortechnologie**

Im März 2007 erteilte ein namhafter, weltweit aufgestellter Wellpappenroh papierhersteller für seinen Standort in Italien einen Auftrag über den ersten R2S-Reaktor mit einem Durchmesser von 9 m, einer Gesamthöhe von 26 m und einem Reaktionsvolumen von 1.320 m<sup>3</sup>. Die zu behandelnde CSB-Fracht liegt bei diesem Reaktor bei 38.000 kg CSB/Tag.

Die Inbetriebnahme dieses Reaktors wird im Herbst 2007 erfolgen.

**Kontakt**



**Dieter Efinger**  
Voith Paper Environmental Solutions  
dieter.efinger@voith.com



**Ulrich Knörle**  
Aquatyx Wassertechnik  
ulrich.knoerle@aquatyx.de