

Umweltfreundliche Reinigung von Abwässern aus der Altpapierverwertung mit Hilfe von Sauerstoff

Dipl.-Ing. Heribert Schneeberger, Höllriegelskreuth

Linde

Umweltfreundliche Reinigung von Abwässern aus der Altpapierverarbeitung mit Hilfe von Sauerstoff

Dipl.-Ing. Heribert Schneeberger, Höllriegelskreuth

Zusammenfassung

Aufgrund einer ständigen Erhöhung des Altpapieranteils bei der Herstellung verschiedener Papierprodukte werden die altpapierverarbeitenden Papierfabriken bei der biologischen Reinigung ihrer Abwässer mit immer höherer Belastung und immer mehr Störfaktoren konfrontiert. Das kann jedoch die Leistungsfähigkeit einer Kläranlage stark beeinträchtigen. Durch den Einsatz von technischem Sauerstoff können unter Beibehaltung der vorhandenen Belebtschlammverfahren die Betriebsstabilität erhöht und die Reinigungsleistung der Kläranlage verbessert werden. Mit der zusätzlichen Installation eines Eintragsystems für reinen Sauerstoff kann Belastungsstößen aus der Produktion wirksam begegnet werden.

Abwassersituation in der Papierindustrie

Seit Inkrafttreten des Abfallverwertungsgesetzes, das den Kommunen ein Verwertungsgebot auferlegt, ist von der Papierindustrie ein erhöhtes Altpapieraufkommen zu verarbeiten.

Vor allem bei der Herstellung von Zeitungspapier, Verpackungsmaterial, Karton und Pappe kann ein hoher Altpapieranteil eingesetzt werden. Hierzu kommen neuerdings sogenannte Umwelt-Büropapiere und Hygienekrepp.

Je höher aber die Recyclingquote ansteigt, desto höher wird die organische Belastung des Produktionsabwassers, denn bei jeder Wiederaufbereitung werden Papier-Zuschlagstoffe herausgelöst und Faserbruchstücke ausgewaschen.

Dies gilt insbesondere für die Verfahren, bei denen der Primärschlamm und z. T. auch der Belebtschlamm im Papier verarbeitet werden.

Auf den ersten Blick steht diese Behauptung im krassen Gegensatz zu der allgemeinen Erkenntnis, daß das Recycling von Altpapier die umweltfreundliche Alternative zum Einsatz von Primärstoffen wie Zellstoff und Holzschliff ist. Genauer betrachtet, erkennt man jedoch, daß die Umweltfreundlichkeit der Altpapierverwertung durch den Wegfall der mit der Primärstoffherstellung verbundenen Belastungen begründet ist. Die Papierherstellung aus Altpapier verursacht, für sich be-

trachtet, jedoch eine höhere Belastung der Produktionsabwässer. Somit ergibt sich die Forderung nach einer besseren Abwasserreinigung. Zur Beurteilung dafür in Frage kommender Maßnahmen müssen zunächst die bestehenden Reinigungsverfahren näher untersucht werden.

Reinigung von Papierfabrikationsabwässern

Die Verschmutzung von Papierfabrikationsabwässern besteht überwiegend aus Kohlehydratverbindungen (Zellulosefasern, Stärke). Stark schwankende Schmutzkonzentrationen treten vor allem bei der Altpapierverarbeitung auf. BSB₅-Werte bis 2 000 mg/l wurden bereits festgestellt. Problematisch ist vor allem der hohe Anteil biologisch schwer abbaubarer Abwasserinhaltsstoffe, den das niedrige BSB₅/CBS-Verhältnis von etwa 0,4 bis 0,6 widerspiegelt.

Für die schwierigen Reinigungsaufgaben finden neben dem Anaerob-Verfahren vorwiegend die klassischen mechanisch-biologischen Abwasserreinigungsverfahren ihre Anwendung. Sie bestehen aus

- mechanischer Vorklämung: Sedimentation oder Flotation – häufig unter Zugabe von Fällungs- und Flockungsmitteln
- biologischer Reinigungsstufe: vor allem Belebtschlammanlagen mit mehreren Becken
- Nachklärung: meist herkömmliche horizontal oder vertikal durchströmte Sedimentationsbecken.

Zweistufige Belebung

Hierbei sind praktisch zwei eigenständige biologische Anlagen hintereinander geschaltet. Durch die Zwischenklärung erhält man eine Trennung der Schlammkreisläufe, so daß sich in jeder Stufe eine eigene Biozönose herausbildet, die spezielle Reinigungsaufgaben übernimmt. Für die sehr komplexen Reinigungsaufgaben bei der Behandlung von Papierabwasser bietet dieses Verfahren deutliche Vorteile:

In der ersten Stufe findet bei oftmals sehr kurzen Durchlaufzeiten eine Teilreinigung mit hohen Eliminierungsraten statt. Die verbleibenden schwer abbaubaren Abwasserinhaltsstoffe können nun in der zweiten Stufe durch darauf spezialisierte Mikroorganismen

abgebaut werden. In der Praxis bedeutet dies, daß neben einem guten BSB₅-Abbau auch hohe CSB-Wirkungsgrade erzielt werden können. Dies ist vor allem für die Abwasserabgabe von Bedeutung.

Kaskadenschaltung von Belebungsbecken

Die Charakteristik dieses Verfahrens besteht in der Hintereinanderschaltung von zwei oder mehreren Belebungsbecken ohne Zwischenklärung, d. h. ohne getrennte Schlammkreisläufe. Der Rücklaufschlamm wird in die erste Kaskadenstufe zurückgeführt.

Schmutzkonzentration und Abbauraten nehmen von Kaskade zu Kaskade ab. Mit diesem Verfahren sind beachtliche Reinigungsleistungen bei relativ hohen Raumbelastungen zu erzielen. Vor allem bei zu Blähschlamm neigenden Abwässern haben sich Kaskadenanlagen bewährt.

Rücklaufschlammbeegasung

Eine separate Belüftung des Rücklaufschlammes ist in der Papierindustrie weit verbreitet. Dabei wird in kleinen, der Belebung vorgeschalteten Becken der Rücklaufschlamm ohne organische Schmutzzugabe bei hohem Sauerstoffgehalt intensiv umgewälzt. Auf diese Weise sollen die an die Belebtschlammflocke angelagerten Schmutzstoffe abgebaut werden, um die volle Aktivität der Abwasserbakterien wiederherzustellen und die Absetzeigenschaften zu verbessern.

Problematische Blähschlamm-Bildung

Das am häufigsten auftretende Problem bei der biologischen Reinigung von Papierabwässern ist die Blähschlamm-Bildung, unabhängig von der Art des Belebtschlammverfahrens.

Beim Auftreten von Blähschlamm ist eine Trennung des Schlamm-Wasser-Gemisches in Nachklärbecken nicht mehr möglich. Dies führt zum Abtreiben von Belebtschlamm und damit zu einer Belastung des Vorfluters. Ferner wird durch den Schlammabtrieb die Biomassekonzentration im Belebungsbecken reduziert, was wiederum eine Verminderung der Reinigungsleistung zur Folge hat.

Ursache für eine derartige Entartung des Schlammes ist oftmals der Mangel an Nährstoffen (Phosphor, Stickstoff). Eine Zugabe in Form von Harnstoff und Phosphorsäure ist unbedingt in ausreichender Menge erforderlich. Das optimale Nährstoffverhältnis beträgt C : N : P = 100 : 5 : 1.

Eine weitere Ursache für Blähschlamm-Bildung können toxische oder stark hemmende Substanzen sein, die vor allem unkontrolliert durch das Altpapier ins Abwasser gelangen. Ebenfalls toxische Wirkung auf Mikroorganismen hat eine erhöhte Konzentration von Schwefelwasserstoff (H₂S).

Flexibler Eintrag von Sauerstoff

In vielen Fällen ist ein Mangel an Sauerstoff der Auslöser für die Blähschlamm-Bildung. Bei zu geringer Sauerstoffzugabe sind die Fadenbakterien aufgrund ihrer großen Oberfläche in der O₂-Aufnahme begünstigt und es kommt zu einer übermäßigen Vermehrung dieser fadenförmigen Mikroorganismen. Auch die Probleme höherer H₂S-Konzentrationen sind auf einen Sauerstoffmangel zu-



Bild 1. Betriebskläranlage eines Altpapierverarbeiters

rückzuführen, vor allem dann, wenn in der Vorklärung sulfathaltige Fällungsmittel verwendet werden.

Sauerstoffmangel tritt meist bei starken Belastungsschwankungen auf. Hier kann in Zeiten erhöhter Schmutzfracht das konventionelle Belüftungssystem den für den biologischen Abbau erforderlichen Sauerstoff nicht mehr in ausreichender Menge eintragen. Ein

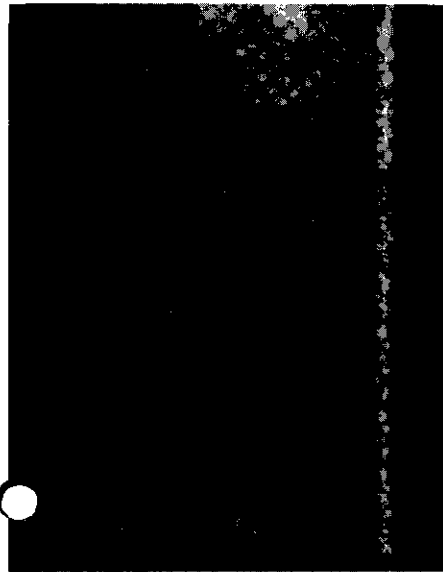
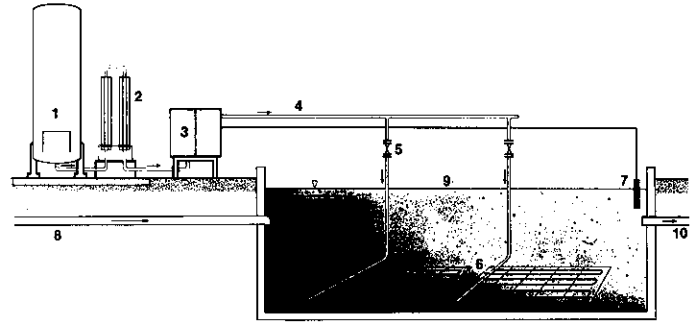
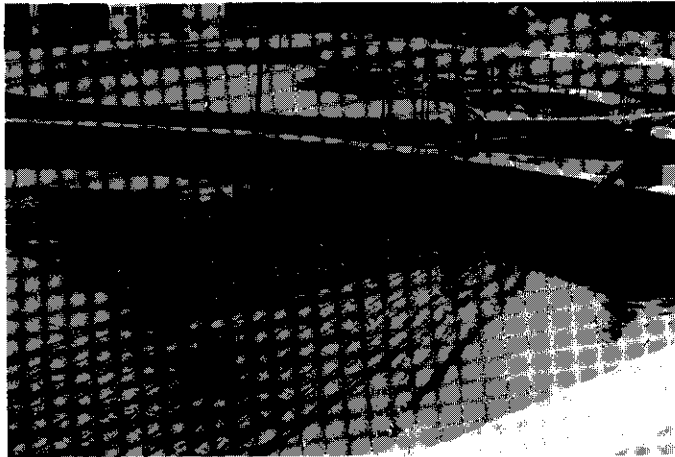


Bild 3. Blasenbild einer Sauerstoff-Begasung mit Flachstrahldüse

Bild 4. Einbringen einer Begasungsmatte bei gefülltem Belebungsbecken



- | | |
|-------------------------------------|------------------------|
| 1 Sauerstoff-Tank | 6 Begasungsmatten |
| 2 Verdampfer | 7 Sauerstoff-Elektrode |
| 3 Sauerstoff-Meß- und Steuereinheit | 8 Abwasser-Zulauf |
| 4 Sauerstoff-Leitung | 9 Belüftungsbecken |
| 5 Sauerstoff-Dosierung | 10 Abwasser-Ablauf |

Bild 2. Sauerstoffeintragsverfahren mit Begasungsschläuchen

Sauerstoffdefizit in der ersten Stufe kann aber auch durch einen erhöhten O_2 -Gehalt in den nachfolgenden Stufen nicht mehr kompensiert werden.

Bei Papierabwässern muß die O_2 -Versorgung deshalb flexibel jederzeit dem O_2 -Bedarf angepaßt werden können.

Meistens sind die Papierfabriken mit konventionellen Kläranlagen ausgerüstet (Bild 1). Die Belüftungssysteme sind jedoch nicht für Belastungsgrößen ausgelegt, so daß der O_2 -Bedarf dann oftmals nicht mehr gedeckt werden kann. In diesen Fällen bietet sich der Einbau einer Sauerstoff-Zusatzbegasungsanlage an, da diese kurzfristig installiert werden kann, sehr effizient arbeitet und beim Auftreten von Stoßbelastungen automatisch das vorhandene O_2 -Defizit ausgleicht.

Linde hat mit den Verfahren der Solvox-„Familie“ Systeme entwickelt, mit denen der Sauerstoffeintrag flexibel jeder Belastung angepaßt werden kann:

○ Beim Solvox-B-Verfahren (Bild 2) wird der Sauerstoff über perforierte Begasungsschläuche aus elastischem, chemikalienbeständigem Kunststoff feinstblasig in das Wasser eingetragen. Die Begasungsschläuche werden auf einem Rahmen montiert und am Boden des Belebungsbeckens installiert. Die Steuerung der Zusatzbegasung erfolgt automatisch über eine O_2 -Meß- und Steuereinrichtung.

○ Beim Solvox-N-Verfahren wird der benötigte Sauerstoff über spezielle Kegelkopf-Flachstrahldüsen am Beckenboden (Bild 3) in das Abwasser-Belebtschlamm-Gemisch eingetragen. Es wird ein ständiger geringer O_2 -Durchsatz durch die Gasaustrittsbohrungen aufrechterhalten. Verstopfungen durch Schmutzstoffe sowie Wassereintritt während des Stillstandes der Begasungsanlage werden so vermieden.

Der Sauerstoff wird flüssig in einem vakuumisolierten Tank gespeichert und bei Bedarf über einen Luftverdampfer in den gasförmigen Zustand überführt.

Beispiele aus der Praxis

Das Solvox-B-Verfahren wird bereits in mehreren Betriebskläranlagen der Papierindustrie eingesetzt, die meist zweistufig ausgelegt sind. Trotz sehr hoher Belüfterleistung reichte der Sauerstoffeintrag in der ersten Stufe nicht aus. Mit Hilfe der flexiblen Sauerstoff-Zusatzbegasung (Bild 4) ist es möglich, auch bei extremen Belastungen ständig den gewünschten O_2 -Gehalt im Belebungsbecken aufrechtzuerhalten. Der Erfolg der O_2 -Zusatzbegasung läßt sich an der erheblichen Verringerung der Ablaufwerte (CSB und BSB₅), einem verbesserten Schlammabsetzverhalten (Reduzierung der absetzbaren Stoffe im Ablauf und damit des homogenisierten CSB-Wertes) und geringerer Überschußschlammproduktion deutlich erkennen.

Bei einem Hersteller von Wellpappe müssen stark aggressive und kalkhaltige Abwässer gereinigt werden. Hier erfolgt der O_2 -Eintrag nach dem Solvox-N-Verfahren über Flachstrahldüsen. Um den erforderlichen Sauerstoff mit größtmöglicher Leistung eintragen zu können, werden die Düsen vorsorglich wöchentlich mit einer Bürste gereinigt, wobei der Zeitaufwand 10 min nicht überschreitet. Auch dieses einfache und robuste O_2 -Eintragungssystem verbessert die Abbauleistung der ersten Stufe soweit, daß die Betriebsstabilität der gesamten Kläranlage gewährleistet ist. ■