

Sonderdruck

## Belüftung großflächiger Abwasserbecken



# Belüftung großflächiger Abwasserbecken

STEFAN BRUNS

In verschiedenen Bereichen der Lebensmittelindustrie werden Wasch- und Prozeßwässer in großen Stapelbecken zwischengespeichert und von Verregnungsanlagen zeitversetzt auf die Felder aufgebracht. Geruchsbelästigungen aus einem derartigen, etwa 20 ha großen Abwasserbecken waren der Anlaß zur Entwicklung des Rotationsbelüfters. Zwei dieser Belüfter von 144 m Durchmesser sind in der Lage, durch Eintrag von Luftsauerstoff mit ihren jeweils 76 Ejektoren die oberste Wasserschicht aerob zu halten. Das bedeutet ein Ende der Geruchsproblematik, darüber hinaus kürzere Verweilzeiten durch Reduzierung von CSB und Stickstoff im gespeicherten Abwasser.

In einem Betrieb der deutschen Lebensmittelindustrie fallen pro Tag etwa 5000 m<sup>3</sup> Schwemm- und Waschwasser sowie Abwasser aus der Produktion an, die über einen Kreislaufbetrieb auf den Äckern verregnet werden. Das Abwasser wird in ein mehrere Kilometer entfernt liegendes Abwasserbecken zur Zwischenspeicherung gefördert. Aus diesem Becken wird das Wasser zeitversetzt über ein Rohrleitungssystem mit Hilfe von Verregneranlagen auf die Felder aufgebracht.

Dem Abwasserbecken fallen hierbei folgende Aufgaben zu:

- Speicherung von bis zu 700 000 m<sup>3</sup> Abwasser.
- Nitrifikation, Abbau von Gesamtstickstoff
- CSB und BSB Abbau

## Probleme des Stapelbetriebs

Das Abwasserbecken überdeckt eine Fläche von ca. 20 ha. Bei einer Stauhöhe

Stoff/Größe	Wert (Bereich)	Mittelwert (gewichtet)	Einheit
CSB	14000..31000	15000	mg/l
TS	0,42..3,6	2,5	%
Abwasseranfall	3000..6000	4000	m <sup>3</sup> /d

Tab. 1: Zulaufkonzentrationen und Volumina des Abwasserbeckens

von 3–4 m beträgt das Volumen etwa 700 000 m<sup>3</sup>. Der zufließende Abwasservolumenstrom ist saisonal unterschiedlich und zeigt betriebsbedingt starke Schwankungen. In Tabelle 1 sind Volumina und typische Zulaufkonzentrationen zusammengestellt.

Als ausschlaggebendes Problem des Stapelbetriebs stellten sich die Geruchsemissionen heraus, die insbesondere in den benachbarten Orten zu zahlreichen Beschwerden führten. Hieraus resultierte die Anforderung zum Abbau von Geruchsemissionen (Abbau des GSW <sup>1)</sup>). Darüber hinaus sollte eine aerobe Abwasserbehandlung in diesem Becken die Nitrifikation beschleunigen, um die Verweilzeiten zu reduzieren. Am Ende des Entleerungszyklus des Beckens sollte der an der Beckensole liegende Schlamm durch ständige Belüftung und Remobilisation mikrobakteriell abgebaut werden, um die Betriebskosten zu senken.

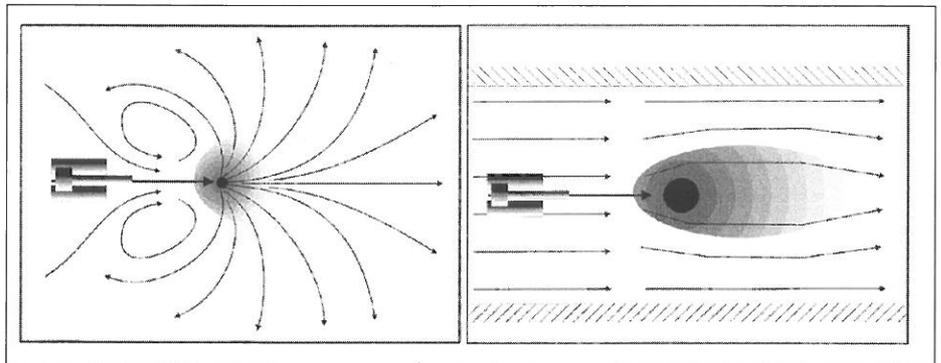
(Bild 1). Diese Form des Energieeintrags eignet sich in Systemen, in denen die Strömung durch Leitbleche, Prallwände oder andere geschlos-

sene Systemgrenzen geführt wird, weniger aber in Systemen mit offenen Systemgrenzen, wie sie sich in größeren Abwasserbecken zeigen. Hier entsteht ein hoher Anteil an Kurzschlußströmungen, die den wirkungsvollen Stofftransport unmöglich machen.

Im vorliegenden Fall konnten weder eine ausreichende Verringerung der starken Geruchsemissionen noch ein Abbau an CSB und BSB realisiert werden. Gelöster Sauerstoff ließ sich nur im direktem Einflußbereich des Belüfters nachweisen.

## Entwicklung eines neuen Belüftungssystems

Versuche im Labor zeigten, daß die ausgestrippten Gerüche bereits nach der Passage einer kurzen vertikalen Strecke von 20-30 cm mit aerobem Milieu zum größten Teil



1: Auswirkung eines punktförmigen Energieeintrags mit hohem Turbulenzanteil auf die Stoffströmung mit und ohne geschlossene Systemgrenzen

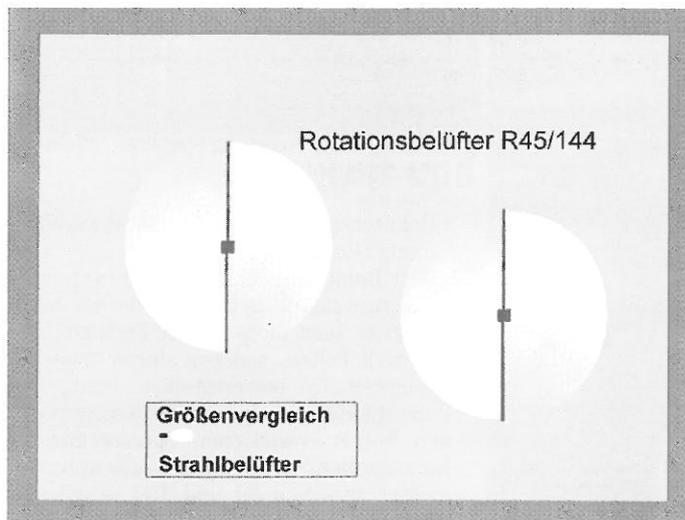
## Bisherige Erfahrungen des Betreibers

Der Betreiber setzte ursprünglich vier Strahlbelüfter mit einer Anschlußleistung von insgesamt ca. 60 kW ein. Diese Belüfter zeichnen sich durch eine hohe Energiedichte mit punktförmigem Eintrag aus. Der Energieeintrag erzeugt eine punktuelle Wasserstandserhöhung, die sich zu allen Seiten gleichförmig ausbreitet. Diese Strömung wird vom Strahlimpuls überlagert

abgebaut waren (Abnahme des Geruchsschwellenwertes (GSW) >90%). Die Bestimmung der geruchsintensiven Stoffe ergab, daß hier vornehmlich

- Alkalierte Mono-, Di- und Trisulfide,
- Alkalierte Thiophene,
- Indol bzw. Indolderivate auftreten.

Um die Betriebs- und Investitionskosten zu reduzieren, würde es im Hinblick auf die Geruchsproblematik also ausreichen, nur eine Deckschicht von theoretisch 30 cm,



2: Draufsicht auf ein 20 ha großes Abwasserbecken mit zwei Rotationsbelüftern

Elektrische Anschlußleistung:	42 kW
Sauerstoffeintrag	45 kg/h
Belüftungsfläche	16277 m <sup>2</sup>
Drehzahl	2 h <sup>-1</sup>
Ausführung	2-armig

Bekanntermaßen treten Probleme immer dann gehäuft auf, wenn ein Produkt erstmals vom Papier in die Realität wandert, und so gab es auch hier die Schwierigkeiten des Scaling up.

Seit März 1997 laufen diese, wie inzwischen auch weitere Anlagen diesen Typs, mit hoher Betriebssicherheit.

Im Oktober 1997 wurde das Speicherbecken komplett entleert und ab November 1997 erneut mit Prozeßwasser gefüllt. Im Dezember betrug der Wasserstand 0,6 m, so daß die Anlagen wieder den Betrieb aufnehmen konnten.

Die Geruchsemissionen wurden bereits in der ersten Betriebssaison von einem GSE von 10000 auf 2000 reduziert (Reduzierung von 88%), und in der zweiten Betriebssaison bis zum Gewährleistungswert von 1000 gesenkt. Der Geruchsschwellenwert wurde hier mit Hilfe eines Schnelltests ermittelt. Die flächige Belüftung sorgte für einen aer-

unter praktischen Bedingungen jedoch 70 cm aerob zu halten.

In weiterführenden Gesprächen mit dem Betreiber konnte nun folgendes Pflichtenheft für ein Belüftungssystem definiert werden:

- Aufbau einer flächendeckenden aeroben Deckschicht zur Elimination der Geruchspartikel
- Leichte Montage auch während des Stapelbetriebes
- Bedienerfreundlichkeit
- Flächendeckende Sedimentbelüftung am Ende eines Beladungszyklus

Nachdem auf dem Markt angebotene Belüftungssysteme und deren Kombination auf Eignung hin untersucht wurden, wurde deutlich, daß dieses vorher genannte Pflichtenheft hiermit nicht erfüllt werden kann. Vor diesem Hintergrund wurde der Rotationsbelüfter entwickelt.

Der Rotationsbelüfter kann durch die Verteilung der Belüftung auf bis zu 100 kleine Belüftereinheiten über den drehenden Rohrstrang eine definierte Wasserschicht homogen belüften.

### ... und der Kreis hat doch die größte Fläche

Nach diesem Motto dreht sich der Rotationsbelüfter, angetrieben durch den Impulsantrieb der an seinen Armen angeordneten Ejektoren mit einer konstanten Drehzahl von 2 h<sup>-1</sup>, auf dem Speicherbecken und überstreicht dabei kreisförmig eine Oberfläche von 16277 m<sup>2</sup> oder stündlich 32500 m<sup>2</sup> (Bilder 2 und 3). Für die Beaufschlagung der Ejektoren mit Prozeßwasser sorgen zwei Tauchmotorpumpen, die am Drehpol schwimmend geständert sind (Bild 4). Druckseitig strömt das Wasser in die Arme (Druckrohre) und wird darüber an die Ejektoren (Körting Hannover AG) weitergeleitet. Der Ejektor saugt Luftsaauerstoff aus der

Atmosphäre an und vermischt diesen in der nachgeschalteten Mischstrecke innig mit dem Prozeßwasser. Anschließend strömt das Zweiphasengemisch ins Wasser.

Da der Rotationsbelüfter auf der Wasseroberfläche schwimmt, gleicht er jede Wasserstandsschwankung im Becken bis zu einem Mindestwasserstand von 0,6 m selbsttätig aus. Bild 4 zeigt das Becken in fast entleertem Zustand. Trotz seiner großen Abmessungen ist der Belüfter leicht zu installieren und zu warten. Die Montage kann im leeren, bei einer Nachrüstung auch im vollen Becken durchgeführt werden.

Die elastische Betriebsart, die durch die integrierte Steuerung überwacht und geregelt wird, erlaubte eine extreme Leichtbauweise (Bild 5).

### Betriebserfahrungen

1996 wurden zwei Rotationsbelüfter mit Durchmessern von 144 m geliefert und im Abwasserbecken installiert. Die Anlagen weisen folgende Leistungsdaten auf:



3: Rotationsbelüfter Typ R45/144, mit 76 Ejektoren bestückt, im Winterbetrieb. Das Foto macht die Dimension der überstrichenen Fläche deutlich



4: Rotationsbelüfter im fast entleerten Abwasserbecken. Hier Drehpol mit Pumpensumpf und Druckrohrstränge

oben Verschuß des Beckens gegenüber der Atmosphäre. Aufsteigende Geruchspartikel wurden während ihrer vertikalen Passage dieser Schicht weitestgehend oxidiert (ASA GmbH, Braunschweig, 1997).

Der Abbau von BSB<sub>5</sub> wurde, gemessen an der Zulaufkraft, zwischen 80 und 150% ermittelt. Der CSB-Abbau lag analog zum BSB-Abbau zwischen 75 und 140% der Zulaufkraft; das heißt, daß abhängig von den Temperaturen im belüfteten Becken der Abbau zum Teil größer war als die Zulaufkraft.

Die eingesetzte Energiedichte WR betrug 0,11 W/m<sup>3</sup> bis 0,88 W/m<sup>3</sup>. Sie schwankte aufgrund der variablen Beckenfüllvolumina. Die geringe Energiedichte in Relation zu der hohen BSB-Raumbelastung zwischen 40 und 300 g/(m<sup>3</sup>·d) wird möglich durch den hohen Sauerstoffeintrag in Verbindung mit dem effizienten Stofftransport.

### Zusammenfassung

Die vom Abwasserbecken des Betreibers ausgegangene Geruchsemissionen in Verbindung mit Beschwerden aus der Bevölke-

rung machten ein neues Konzept der Betriebsführung im Abwasserstapelbecken notwendig. Der Einsatz der beiden neu entwickelten Rotationsbelüfter, die nach anfänglichen Betriebsschwierigkeiten ihre Aufgabe erfüllten, führte zu folgenden Ergebnissen:

- Abbau des Geruchsschwellenwertes
- Abbau des CSB-Wertes
- Aufbau einer sauerstoffführenden Wasserschicht
- Abbau der  $N_{ges}$ -Konzentration
- Mineralisation der anstehenden Schlämme.

Die Investitions- und Betriebskosten liegen deutlich unterhalb vergleichbarer Alternativen. Durch die gute Mineralisation der abgesetzten Sedimente verringern sich darüber hinaus die Unterhaltungskosten des Abwasserbeckens deutlich.

Neben dieser Anwendung ist der Rotationsbelüfter konzipiert für den nachträglichen Einbau in:

- Belüftete Abwasserbecken (Referenzen liegen vor)



◀ 5: Ausschnitt eines Belüfterrohrstranges im entleerten Abwasserbecken. Die Ejektoren sind elastisch befestigt und bei Bedarf mittels Schnellkupplungen lösbar

- Misch- und Ausgleichsbecken (Referenz wird gesucht) sowie als

- Belüfter zur Biotechnischen Entschlammung (Referenzen liegen vor).

Der Belüfter ist nicht an eine bestimmte Beckengeometrie gebunden, da der Stofftransport hier nicht durch Strömungsgeschwindigkeiten, sondern durch seine Eigenbewegung bewerkstelligt wird. Der kurzschlußfreie Anlagenbetrieb sorgt für einen hohen spezifischen Sauerstofftrag. Rotationsbelüfter können mit einem Durchmesser zwischen 20 und 150 m geliefert werden.

<sup>1)</sup> GSW= Geruchsschwellenwert, bestimmt nach Merck.