

Thema: „Getreideextrudate als Immobilisierungsmatrix für Mikroorganismen bei der biologischen Abwasseraufbereitung“

Vorstellung des Unternehmens

Cobbelsdorf befindet sich im Südosten Sachsen-Anhalts, am Rande des Fläming und besitzt, auch auf Grund seiner Nähe zur A 9, eine gute Infrastruktur.

Die Cobbelsdorfer Naturstoff GmbH wurde 1994 gegründet. Vordergründiges Ziel war es, Arbeitsplätze im ländlichen Raum zu schaffen und nachhaltige Perspektiven für die heimische Landwirtschaft durch die industrielle Verarbeitung von Agrarprodukten zu schaffen.

1995 erfolgte die Produktionsaufnahme von geschäumten Extrudaten aus Maisgrieß als Substitut für Kunststofflocken im Verpackungsmittelbereich. Im Zuge umfangreicher Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, die durch ein hohes Maß an experimentellen Aktivitäten gekennzeichnet waren, konnten in den Folgejahren eine Reihe von innovativen Produkten auf der Basis von geschäumten Getreideextrudaten entwickelt und in das Produktionsspektrum des Unternehmens aufgenommen werden. Dazu zählen unter anderem:

- Extrudate aus heimischen Weizen und Roggen
- Formkörper, hergestellt ohne die Verwendung von Bindemitteln, zum Einsatz als verrottbare Gesteckunterlagen in der Floristik oder zur Verwendung als Ökodämmstoff
- Schneeimitat auf Basis von geschredderten Weizenextrudaten für Film und Fernsehen sowie als Dekorationsmittel
- Farbige Extrudate als physiologisch unbedenkliches Kinderspielzeug

(Durch den Referenten wurden diese Produkte präsentiert und kurz erläutert.)

Darlegung spezieller Problemstellungen

Neben anderen Aspekten, wie Brandverhalten und Befall durch Schadnager, war die sehr hohe Wasserempfindlichkeit der Extrudate ein großes Hemmnis bei der Erschließung neuer Anwendungsgebiete. Explizite Aufgabe war es daher, die Extrudate zu hydrophobieren. Um die biologische Abbaubarkeit auch weiterhin zu gewährleisten, wurde keine Hydrophobierung im eigentlichen Wortsinne, sondern eine weitgehende Beständigkeit der Extrudate gegenüber Wasser und extrem hoher Luftfeuchtigkeit angestrebt. Außerdem sollten als Hydrophobierungsmittel ausschließlich biologisch abbaubare Substanzen appliziert werden. Der Einsatz von nativen Wachsen und Harzen scheiterte daran, dass diese Additive auf der in Cobbelsdorf vorhandenen Extrudertechnik (Kurzschneckenextruder) nicht maschinengängig waren. Bereits bei Einsatzmengen von >3%, bezogen auf das Gewicht der Ausgangsmischung, kam es zu gravierenden Störungen im Extrusionsprozess, bis hin zum „Ausstieg“ des Extruders.

In einem breit angelegten Versuchsprogramm konnten letztendlich Rezepturen entwickelt werden, welche unter Verwendung von nativen Polymeren und vernetzenden Substanzen die gewünschten Ergebnisse erbrachten. Heute ist es möglich, die Getreideextrudate temporär wasserbeständig zu gestalten und somit dem jeweiligen Anwendungsfall anzupassen.

(Zur Demonstration wurden unbehandelte Extrudate und hydrophobierte Extrudate in Wasser eingebracht. Es zeigte sich, dass sich die unbehandelten Extrudate in kurzer Zeit auflösten, die hydrophobierten Extrudate jedoch in Form und Größe beständig blieben.)

Einsatz der Extrudate als Immobilisierungsmatrix für Mikroorganismen

Bereits bei früheren Labor- und anwendungstechnischen Untersuchungen, insbesondere hinsichtlich der Entwicklung von Bau- und Dämmstoffplatten, trat das Problem zu Tage, dass die Extrudate unter Einfluss von Feuchtigkeit einem hohen Befall durch Mikroorganismen

ausgesetzt sind. In einer Untersuchung des Instituts für Hygiene der Medizinischen Fakultät der Universität Leipzig wurde festgestellt, dass „die Proben stark verpilzt sind, wobei das bereits verflüssigte Substrat in einer konzertierenden Aktion von Schimmelpilzen, Hefen und Bakterien abgebaut wird“.

Somit stellen Getreideextrudate ein fast ideales Substrat für Mikroorganismen dar. Dieser Umstand, der im Falle der Anwendung als ungeschützter Baustoff katastrophale Folgen hätte, führte im Umkehrschluss zu der Überlegung, diese Eigenschaft der Extrudate bewusst zu nutzen.

Aus der Literatur und praktizierten biotechnologischen Verfahren ist bekannt, dass der Trend weg von der diffusen Kultivierung, hin zum Einsatz immobilisierter Mikroorganismen geht. Als Immobilisierungsmatrix werden vordergründig Kunststoffkörper, Glaskugeln und auf Cellulose basierende Formkörper eingesetzt.

Getreideextrudate als Immobilisierungsmatrix wurden bis dato nicht beschrieben, würden aber folgende Vorteile aufweisen:

1. Die poröse Struktur ermöglicht eine große spezifische Oberfläche für einen hohen Besatz mit Mikroorganismen.
2. Die Matrix könnte als Co-Substrat zur Verfügung stehen. In Zeiten von Mangel an Primärsubstrat wäre dann für die Mikroorganismen ein leicht verfügbares „Ersatzsubstrat“ vorhanden, was den biotechnologischen Prozess insgesamt stabilisieren würde.

Als großes Risiko stellte sich das damals diesbezüglich noch nicht kalkulierbare Diauxie-(Polyauxie-) Verhalten der Mikroorganismen dar. Es war nicht einzuschätzen, ob bei Vorliegen der leicht utilisierbaren C- Quelle in Form der Extrudate, das Primärsubstrat noch im erforderlichen Maße umgesetzt wird. Wie sich im Zuge der Verfahrensentwicklung jedoch herausstellte, erwiesen sich diese Bedenken als weitgehend unbegründet.

Verfahrensentwicklung

Mit der Autowaschanlage City- Taxi und PKW- Service GmbH „Der Pflegeprofi“ in Lutherstadt Wittenberg wurde ein kompetenter und zum Risiko bereiter Partner für die anwendungstechnischen Untersuchungen gefunden. Die analytischen Arbeiten zur Erfassung der Wasserqualität erfolgten im Umweltlabor der Baustoff-Service GmbH in Dessau.

Zunächst stellte sich die Frage nach geeigneten, Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW) abbauenden, Mikroorganismen. Es wurde unter den Partnern Einigkeit darüber erzielt, dass auf den Kauf sogenannter „speziell adaptierter Mikroorganismen“ verzichtet wird. Diese, meist im Labor unter Idealbedingungen kultivierten Bakterien, versagen oftmals im konkreten Anwendungsfall und werden, von bereits dem entsprechenden Milieu angepassten Mikroorganismen, überwachsen. Es wurde deshalb die Selbstinfektion der Extrudate mit in der Anlage bereits vorhanden Mikroorganismen favorisiert.

Es wurden Extrudate in ein belüftetes Vorklärbecken eingebracht und dort für 24 Stunden belassen. Die nachfolgenden Anzuchtkontrollen in Submers- und Emerskultur im Labor ließen erkennen, dass die Extrudate stark mit Mikroorganismen infiziert waren.

Die mit Kulturlösung inokulierten Extrudate wurden nunmehr mittels eines Netzes fixiert, welches in ein belüftetes Versuchsbecken mit Schmutzwasser (1m³) eingebracht wurde.

Bereits nach 4 Stunden wurden deutliche Abnahmen der Schadstoffkonzentrationen gemessen, wobei sich der Sauerstoffgehalt als limitierender Faktor herausstellte. In nachfolgenden Versuchsreihen konnte ermittelt werden, dass ein Sauerstoffgehalt von 4mg/l nicht unterschritten werden sollte, um die sehr intensiv arbeitende Biologie nicht zu gefährden. Aus diesem Grunde wurde auch auf das ursprünglich vorgesehene Kaskadenprinzip verzichtet. In entsprechenden Experimenten stellte sich heraus, dass der Sauerstoffgehalt des Wassers am Ende der Kaskadenstufen gegen Null tendierte und somit die erforderlichen aeroben Bedingungen nicht durchgehend gewährleistet waren.

Wie aus dem Verfahrensschema zu erkennen ist, wurde in den Gesamtkreislauf der Autowaschanlage ein „kleiner Wasserkreislauf“ integriert. Dieser Kreislauf, bestehend aus dem die Extrudate enthaltenden Bioreaktor und einem Belebungsbecken, ermöglicht es, selbst bei voller Auslastung der Waschanlage, das aufzubereitende Wasser für ca. 1,5 Stunden im biologisch aktiven Teil der Waschanlage vor zu halten, bevor es in der Waschwasservorlage zwischengestapelt wird. Die Analysen der Wasserproben, die eingangs des Kiesfilters und nach 1,5 Stunden ausgangs des Belebungsbeckens entnommen wurden, verdeutlichen die hohe Reinigungswirkung dieses Verfahrensprinzips (s. Tabelle).

Die Vorteile des Verfahrens sind in folgenden Aspekten zu sehen:

- Wiederverwertung des Waschwassers zu ca. 85% (15% Verlust durch Verschleppung und Ersatz durch Frischwasser beim abschließenden „Klarspülen“ der Fahrzeuge)
- stabile Biologie, da die Mikroorganismen auch in Zeiten des Anlagenstillstandes nicht unter Substratmangel geraten (periodische Luftstöße erforderlich)
- die Technologie der Wasseraufbereitung kann in jeder Waschanlage für 5000 bis 8000 Euro nachgerüstet werden
- Wegfall der teuren Entsorgung von Filterrückständen (kein Sondermüll)
- Umwelt schonend durch Einsatz nachwachsender Rohstoffe

6. Ausblick

Das Prinzip der biologischen Abwasseraufbereitung mittels Getreideextrudaten als Immobilisierungsmatrix für Mikroorganismen bietet sich auch in anderen Bereichen an. Derzeit wird die Technologie durch die Cobbelsdorfer Naturstoff GmbH in adaptierter Form auf ihre Anwendbarkeit in Teichfiltern und bei der kommunalen Abwasseraufbereitung getestet.