

Schwimmtauchkörperverfahren

Bemessung eines vertikal bewegten Biofilms zur Abwasserreinigung

Einleitung

Das Schwimmtauchkörperverfahren ist primär für den Einsatz in ganzjährig warmen Regionen zur Erhöhung von bestehenden Abwasserteichen konzipiert. Mit dem Verfahren soll eine allgemeine Steigerung der Reinigungskapazität als auch eine verbesserte Reinigungsleistung mit Stickstoffentfernung erreicht werden. Es handelt sich um ein Biofilmverfahren, bei dem sich Mikroorganismen auf einem Festbett ansiedeln und die Abwasserinhaltsstoffe abbauen. Neuheit ist, dass der getauchte Biofilm zur Sauerstoffaufnahme mittels Auftriebskörper aus dem Wasser gehoben wird.

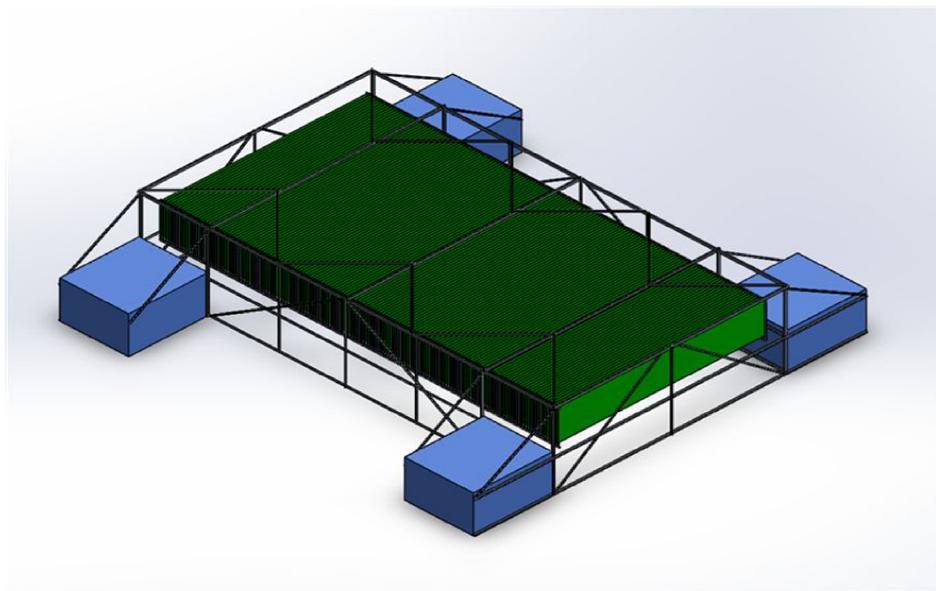


Abbildung 1: Isometrische Darstellung eines Schwimmtauchkörper-Prototyps mit seitlich angebrachten Tauchglocken (blau) und innen gespannte Folien oder Netze als Aufwuchsflächen (grün). CZOSKE [2016]

Funktionsweise

- Druckluft wird in Tauchglocken eingebracht (Abb. 2)
 - Luft verdrängt Wasser und erzeugt Turbulenzen
 - Auftrieb erhöht sich und Schwimmtauchkörper steigt auf
 - Mikroorganismen werden mit Sauerstoff versorgt
- Druckluft wird aus Tauchglocken abgelassen (Abb. 3)
 - Auftrieb wird reduziert und Schwimmtauchkörper sinkt
 - Mikroorganismen nehmen Schmutzstoffe auf

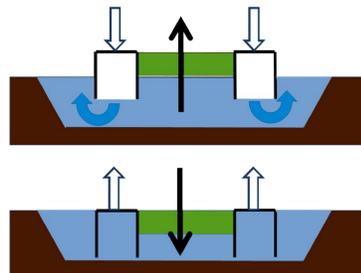


Abbildung 3: Aufgetauchte (oben) und getauchte (unten) Position. CZOSKE [2016]

Bei Ruhephasen taucht das Festbett komplett in das Medium ein, wodurch die Mikroorganismen im Biofilm geschützt sind. Deshalb könnten sich beim dezentralen Einsatz hohe Kostenvorteile ergeben, da ein Insel-Solarbetrieb auch ohne Batterien möglich ist. Gleicher Umstand und die Verwendung von einfachen Bauteilen, machen das Verfahren äußerst robust und günstig für Schwellen- und Entwicklungsländer. Desweiteren lässt sich durch das Verhältnis von Auftauchzeit zu Tauchzeit der Sauerstoffgehalt und die Substratversorgung am Biofilm einstellen. Dadurch könnte auch eine gezielte Stickstoffentfernung realisiert werden.

Einsatzgebiete

- Abwasserteiche:** Um die Leistung von Abwasserteichen zu steigern, werden sie in der Regel belüftet. Diese Methode ist aufgrund der meist geringen Wassertiefen energetisch ungünstig und führt nur zu einer geringfügigen Steigerung der aktiven Biomasse, da diese sich hauptsächlich am Boden des Abwasserteiches befindet. Schwimmtauchkörper hingegen haben das Potential die aktive Biomasse durch ihre zusätzlichen Aufwuchsflächen enorm zu erhöhen, was für die Stickstoffentfernung auch notwendig ist.
- Eutrophierte Gewässer:** Auch eutrophierte Gewässer werden in der Regel belüftet, um sie in den Sommermonaten zu bewahren. Durch die Entfernung von Stickstoff könnte der Algenwuchs direkt unterbunden werden, statt wie bei der Belüftung die Folgen des Sauerstoffmangels nur zu bekämpfen.
- Regenwasserbehandlung:** Durch Regenwasserabschlagsbauwerke werden bei starken Regenergiegenissen große Abwassermengen biologisch unbehandelt in die Vorfluter eingeleitet. Neben der biologischen Reinigung, könnten die bewachsenen Aufwuchsflächen auch Schwebestoffe und Kolloide adsorbieren und abscheiden.

Stand der Technik

Das Schwimmtauchkörperverfahren ist ein neuartiges Verfahren und in der Praxis bislang nur mit einem Modell erprobt. Zwar ist das Prinzip der Biofilmverfahren an Tropfkörpern, Rotationstauchkörpern und getauchten Festbetten weitgehend erforscht, zu einem vertikal bewegten Biofilm liegen aber kaum Daten vor. Die erste bekannte Veröffentlichung einer ähnlichen Verfahrensvariante wurde 1978 von der Firma „Roberts Filter Manufacturing Company“ in Form einer US-Patentschrift getätigt (Abb. 4). In den 90ern wurde die Idee, einen Biofilm vertikal zu bewegen von der „National University of Ireland“ in Galway neu entdeckt und mehrere wissenschaftliche Untersuchungen publiziert (Abb. 5). Dass sich das Verfahren am Markt noch nicht durchgesetzt hat, lag vermutlich an der komplizierten Antriebstechnik, der kaskadierten oder sequenziellen Betriebsweise und daran, dass man in Konkurrenz zum Rotationstauchkörperverfahren mehr Kraft benötigt. Beim Schwimmtauchkörperverfahren hingegen wird aufgrund der besonderen Einsatzgebiete und einer theoretischen Prototypenauslegung Wirtschaftlichkeit prognostiziert. CZOSKE [2016]

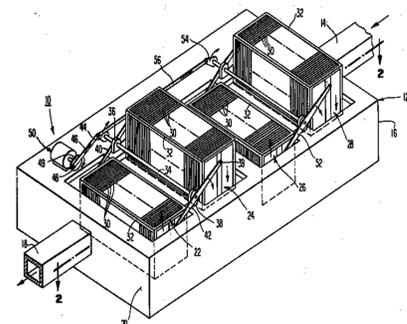


Abbildung 4: Entwurf aus einer US-Patentschrift mit einem Wipp-Antrieb. ROBERTS FILTER [1979]

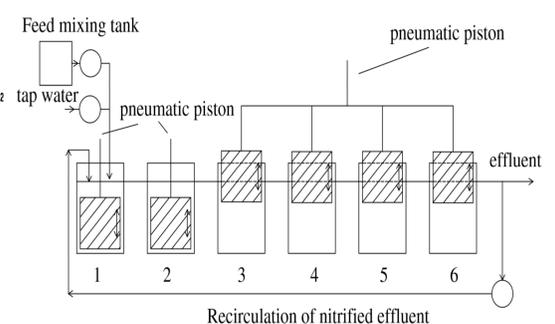


Abbildung 5: Darstellung eines kaskadierten Versuchsaufbaus zur Realisierung einer Stickstoffentfernung. RODGERS & BURKE [2003]

Fragestellung der Promotionsarbeit

Wie und bei welchen Betriebsbedingungen kann mit einem vertikal bewegtem Biofilm eine gezielte Stickstoffentfernung erreicht werden.

Arbeitshypothesen

- Aufgrund der unterschiedlichen Auftauch- und Tauchzeiten ergeben sich am oberen und am unteren Biofilmbereich unterschiedliche Sauerstoff- und Substratversorgungen.
- Durch eine Reduzierung der Tauchfrequenz können die unterschiedlichen Milieubedingungen von oben und unten verstärkt werden und durch eine Frequenzerhöhung vermindert werden.
- Sauerstoff- und Substratversorgung nehmen mit Erhöhung der Frequenz insgesamt zu.
- Durch eingetauchte Ruhephasen kann die Sauerstoffversorgung insgesamt reduziert und im oberen Bereich die Substratversorgung an den unteren Bereich angeglichen werden.

Versuchsstand auf dem Großklärwerk Magdeburg-Gerwisch

Im Keller des ehemaligen Betriebsgebäudes der Kläranlage Magdeburg, in Gerwisch, wird derzeit nach schematischer Darstellung (Abb. 6), der bestehende Versuchsstang umgebaut und erweitert (Abb. 7). Das Rohabwasser gelangt in einen Sammelbehälter (1), von wo ein Absetzbecken (2) mit einer drehzahlsteuerbaren Pumpe beschickt wird. Im Freispiegelgefälle läuft das vorgeklärte Abwasser, optional über ein Konditionierungsbecken (3), zu dem 750 l fassenden Biofilmreaktor (4) mit 46 m² Aufwuchsfläche. Um die Bewegungsgeschwindigkeit und Frequenz exakt einzustellen wird das Festbett mit einer hochwertigen Seilwinde bewegt. Ein Pumpenschacht (5) fördert das gereinigte Abwasser in eine Nachklärung (6), von wo die Beprobung erfolgt.

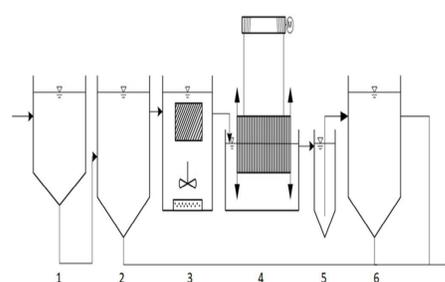


Abbildung 6: Schematische Darstellung des Versuchstandes an der Kläranlage Magdeburg, Gerwisch. (Bildquelle: CZOSKE)



Abbildung 7: Versuchstand im Keller. (Bildquelle: Czoske)

Quellen

- CZOSKE [2016]: Thomas Czoske; Schwimmtauchkörper - Entwicklung eines neuen Verfahrens zur Abwasserreinigung in Kuba, Masterthesis an der Hochschule Magdeburg-Stendal, 2016
 ROBERTS FILTER [1979]: Roberts Filters Manufacturing Company, biological treatment systems, United States Patent, 4177147, 1979
 RODGERS & BURKE [2003] M. Rodgers, D. Burke: Nitrogen removal using a vertically moving biofilm system, Water Science & Technology, Published January 2003, 47 (1) 71-76