



Projekt-Titel	Entwicklung einer synthetischen Modellschubstanz als Ersatz von Belebtschlamm zur Durchführung von Sauerstoffeintragsmessungen Entwicklung einer synthetischen Modellschubstanz als Ersatz von Belebtschlamm zur Durchführung von Sauerstoffzufuhrmessungen mit Belüftungskreiseln		
Projekt Nr. (intern/extern)	Faudi: 71 WAR:55200147	Auftraggeber	Fritz und Margot Faudi-Stiftung
Beginn und Laufzeit:	1/2006, 4 Jahre	Projektleiter:	Prof. Dr.-Ing. M. Wagner
finanzielle Mittel T€		Mitarbeiterin:	M.Sc. T. Guenkel Dr.-Ing. J. Henkel
Vertraulich ? ja / nein	Nein	Projektpartner: Ansprechperson	

Hintergrund und Aufgabenstellung

Zur Sauerstoffversorgung der Mikroorganismen bei der biologischen Abwasserbehandlung werden weltweit vorwiegend flächendeckende feinblasige Druckluftbelüftungssysteme eingesetzt. Neben den Druckluftbelüftungssystemen kommen auch Oberflächenbelüftungssysteme zum Einsatz. Den Anlagenplanern und -ausrüstern steht bei Neuplanungen und Umrüstungen von Belüftungssystemen eine Vielzahl von Belüftungselementen verschiedener Anbieter zur Verfügung. Sowohl die Anbieter/Hersteller als auch die Betreiber der Abwasserbehandlungsanlagen stehen vor dem Problem, die Auswirkungen von Produktänderungen bei Belüftungselementen auf den Sauerstoffeintrag (kg O₂/h) sowie den Sauerstoffverbrauch (kg O₂/kWh) und damit auf den Energieverbrauch nicht abschätzen zu können. In der Praxis wird deshalb angenommen, dass sich Änderungen des Sauerstoffeintrags, die in Versuchen mit Reinwasser (teures Trinkwasser, allerdings einfache Durchführung) Verbesserungen ergeben, auch unter Betriebsbedingungen (mit belebtem Schlamm) relevante Verbesserungen erzielen. Eine Überprüfung dieser Annahme findet jedoch aufgrund der vielfältigen organisatorischen, messtechnischen, biologischen und hygienischen Probleme, die bei Messungen mit belebtem Schlamm auftreten, in der Regel nicht statt. Somit ist zu befürchten, dass bei der Weiterentwicklung der Belüftungssysteme und der Belüftungselemente keine zufrieden stellende Optimierung erzielt wird.

Das Ziel des Forschungsprojektes ist es, eine geeignete Modellschubstanz zu entwickeln, die bei der Durchführung von Sauerstoffeintragsversuchen die Sauerstoffübergangseigenschaften belebter Schlämme simuliert, aber die Nachteile realer Belebtschlämme (z.B. Hygiene, biologische Veränderungen) vermeidet. Sauerstoffeintragsmessungen unter realitätsnahen Bedingungen, die dabei helfen können das Optimierungspotenzial der Belüftungselemente besser aus zu schöpfen, würden hierdurch stark vereinfacht.



Vorgehensweise und Ergebnisse

Bei der biologischen Abwasserreinigung muss der Belebtschlamm mit (Luft)Sauerstoff belüftet werden, um den bakteriellen Abbau der Schmutzstoffe zu erreichen. Belüfteter Belebtschlamm besteht aus den drei Phasen Gas, Flüssigkeit und Feststoff. Der Sauerstoff muss von der Gasphase zunächst in die Flüssigkeit gelangen, um von dort über weitere Transportschritte in die Schlammflocken und die Bakterienmasse zu gelangen. Anders als bei Modellbetrachtungen, wie sie für klar definierte Dreiphasensysteme mit starren Feststoffpartikeln zugrunde gelegt werden können, besteht die Feststoffphase im belebten Schlamm nicht aus starren, kugelförmigen Feststoffpartikeln, sondern aus stark heterogenen Schlammflocken, in die je nach Struktur wechselnde Anteile der Flüssig- und Gasphase mit eingeschlossen sind.

Der Unterschied zwischen der Sauerstoffzufuhr in Belebtschlamm bzw. in einer Modellsubstanz und in Reinwasser wird als α -Wert bezeichnet. Nachdem im Rahmen dieses Forschungsvorhabens gezeigt werden konnte, dass allein über die flüssige Phase keine aussagekräftige Korrelation zwischen dem α -Wert und eines Stoffes bzw. eines Stoffgemisches hergestellt werden kann, wurde der Einfluss der festen Phase näher untersucht. Aus der Literatur ist der Zusammenhang zwischen dem α -Wert und dem Trockensubstanzgehalt bekannt (Abbildung 1).

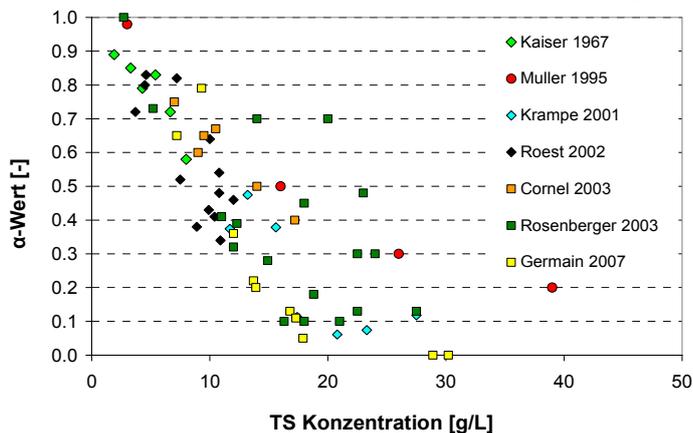


Abbildung 1: Zusammenhang von α -Wert und TS Konzentration

Abbildung 1 zeigt tendenziell mit steigender TS Konzentration einen fallenden α -Wert. Allerdings streuen die Literaturwerte sehr stark, sodass sich hier keine zufrieden stellende Korrelation einstellt. Eine bessere Korrelation kann zwischen dem α -Wert und dem organischen Trockensubstanzgehalt (oTS-Gehalt) hergestellt werden (Abbildung 2).

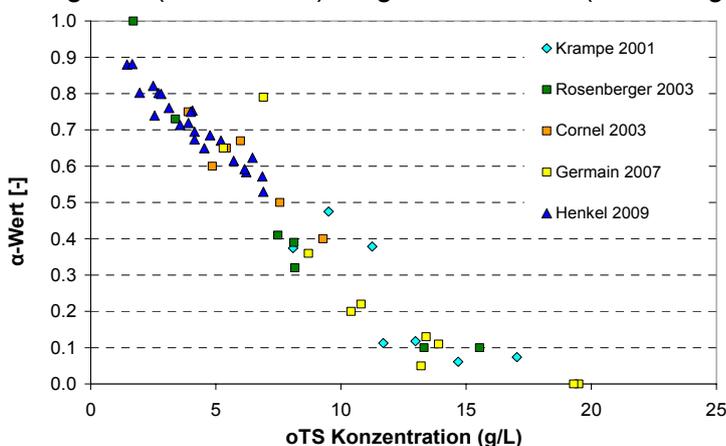


Abbildung 2: Zusammenhang zwischen α -Wert und oTS Konzentration

Eine Begründung hierfür ist, dass jeder Belebtschlamm sein eigenes Verhältnis zwischen der TS- und der oTS-Konzentration besitzt. Das Schlammvolumen allerdings, welches der entscheidende Einflussfaktor auf den α -Wert bei stabilisierten Schlämmen ist, korreliert besser mit dem organischen Gehalt.

Der Unterschied zwischen einem niedrigen und einem hohen oTS-Gehalt kann über den freien verfügbaren Wasseranteil bzw. dem Schlammvolumen beschrieben werden. Mit steigendem oTS Gehalt sinkt der freie Wasseranteil bzw. steigt das Schlammvolumen in dem Drei-Phasensystem Belebtschlamm.

Das erhöhte Schlammvolumen reduziert den Stoffübergang von der Gasphase in die flüssige Phase und reduziert somit den α -Wert (Abbildung 3). Der hier beschriebene Einfluss der Abnahme der Austauschfläche zwischen der Luftblase und der flüssigen Phase wirkt sich auf die spezifische Phasengrenzfläche a aus und reduziert den Belüftungskoeffizienten.

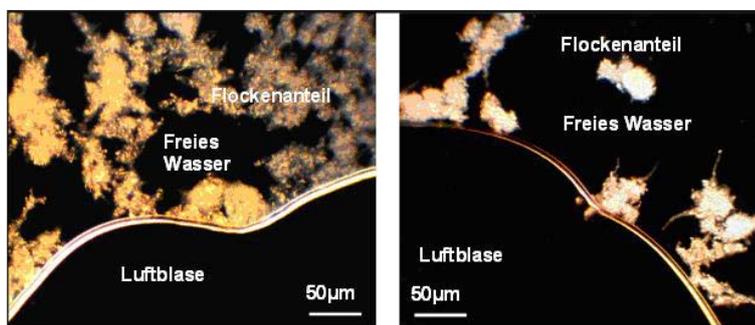


Abbildung 3: Flockenanteil/Freier Wasser an

Um diesen Effekt genauer zu untersuchen wurden Sauerstoffzufuhrmessungen mit Eisenhydroxidflocken durchgeführt. Hierfür wurden drei Kilogramm Eisenchlorid (FeCl_3) mit 250 L Leitungswasser vermischt und anschließend Natronlauge (NaOH) zur pH-Wert Einstellung zugegeben. Da hierdurch die Salzkonzentration auf über 5.500 mg/L anstieg und der Salzgehalt einen Einfluss auf die Sauerstoffzufuhr besitzt, wurde das Überstandswasser der Eisenhydroxidflocken durch Leitungswasser ausgetauscht, bis eine Salzkonzentration nahe der von Leitungswasser vorlag. Anschließend wurden 150 L des Überstands separat aufbewahrt und 100 L der Eisenhydroxidflocken in eine Versuchsanlage mit einem Wasservolumen von 100 L überführt. Die Versuche begannen mit der höchsten Eisenhydroxid Konzentration. Anschließend wurde in mehreren Schritten Eisenhydroxidflocken entnommen und durch den zuvor separierten Überstand ersetzt.

Der freie Wasseranteil wurde für jede Versuchsreihe wie folgt bestimmt: Nach jedem Versuch wurde 1 L Probe entnommen und in einem 1 Liter Messzylinder solange absetzen lassen, bis das Volumen der Eisenhydroxidflocken sich nicht mehr veränderte. Dieser Absetzvorgang dauerte ca. 36-48 Stunden. Anschließend wurde der Überstand gemessen.

In nachstehender Abbildung 4 sind die Ergebnisse der Sauerstoffzufuhrmessungen mit Eisenhydroxidflocken (feinblasige und grobblasige Belüftung) und mit stabilisiertem Belebtschlamm dargestellt. Wie aus der Darstellung zu entnehmen ist, unterscheiden sich die α -Werte der Eisenhydroxidflocken nur geringfügig von denen mit Belebtschlamm.

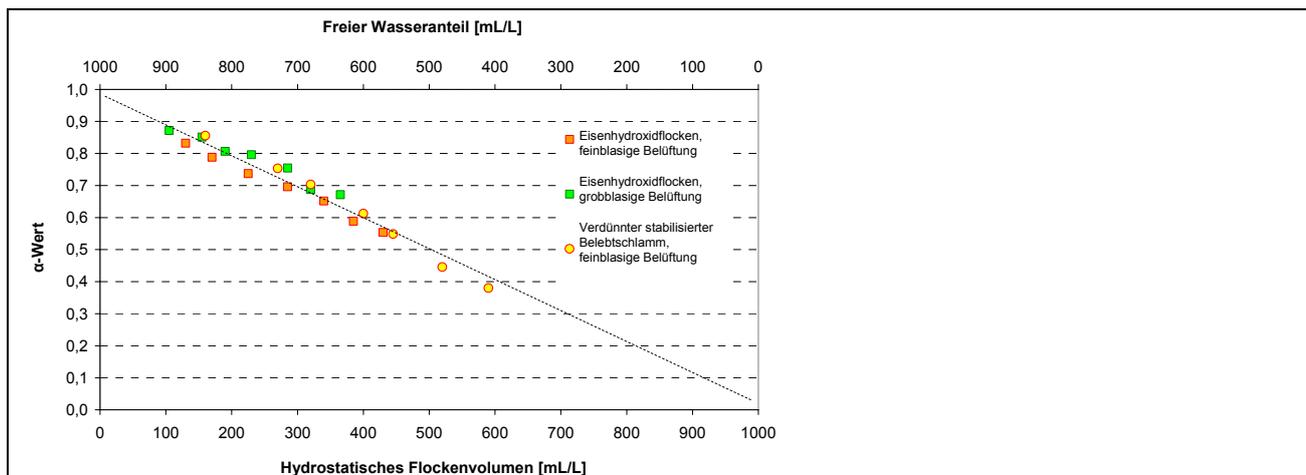


Abbildung 4: Zusammenhang zwischen α -Wert und dem hydrostatischen Flockenvolumen bzw. dem freien Wasseranteil

Der Ansatz mit den Eisenhydroxidflocken ist daher als mögliche Modellsubstanz denkbar. Für Druckluftbelüftungssysteme wurde dies in dem Berichtszeitraum Januar bis Dezember 2009 gezeigt. Das Ziel für den Berichtszeitraum Januar bis Juni 2010 wird es sein, zum Einen die Sauerstoffzufuhrmessungen mit Eisenhydroxidflocken und einem Modellbelüftungskreislauf auch für Oberflächenbelüftungssysteme zu testen und zum anderen aus dem Ansatz mit den Eisenhydroxidflocken eine praktikable Modellsubstanz herzustellen.

Publikationen			
Sonstiges			
		Das Projekt wurde zunächst nur für Druckluftbelüftung beantragt und genehmigt. Der Erweiterungsantrag für Oberflächenbelüftung wurde im Dezember 2007 genehmigt. Titel: Entwicklung einer synthetischen Modellsubstanz als Ersatz von Belebtschlamm zur Durchführung von Sauerstoffeintragsmessungen mit Belüftungskreiseln	
Beantragt:	7/2005	genehmigt/abgelehnt	genehmigt
Verlängert bis	03/2011		