

Jana Handschag

**Vergleichende Untersuchungen zur
Sauerstoffverbrauchsgeschwindigkeit in
zwei Belebungsbecken mit
unterschiedlichen Druckbelüfterelementen**

Diplomarbeit

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek: Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de/> abrufbar.

Dieses Werk sowie alle darin enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsschutz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlanges. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen, Auswertungen durch Datenbanken und für die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme. Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdrucks, der fotomechanischen Wiedergabe (einschließlich Mikrokopie) sowie der Auswertung durch Datenbanken oder ähnliche Einrichtungen, vorbehalten.

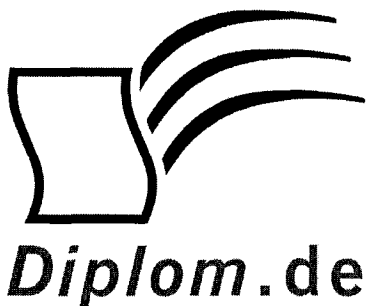
Copyright © 2000 Diplom.de
ISBN: 9783832441371

Vergleichende Untersuchungen zur Sauerstoffverbrauchsgeschwindigkeit in zwei Belebungsbecken mit unterschiedlichen Druckbelüfterelementen

Jana Handschag

Vergleichende Untersuchungen zur Sauerstoffverbrauchsgeschwindigkeit in zwei Belebungsbecken mit unterschiedlichen Druckbelüfterelementen

Diplomarbeit
an der Technische Universität Berlin
Fachbereich 6
Institut für Verfahrenstechnik
Oktober 2000 Abgabe



Diplomica GmbH _____
Hermannstal 119k _____
22119 Hamburg _____

Fon: 040 / 655 99 20 _____
Fax: 040 / 655 99 222 _____

agentur@diplom.de _____
www.diplom.de _____

ID 4137

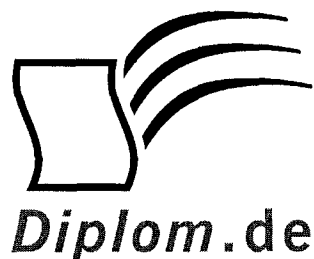
Handschag, Jana: Vergleichende Untersuchungen zur
Sauerstoffverbrauchsgeschwindigkeit in zwei Belebungsbecken mit unterschiedlichen
Druckbelüfterelementen / Jana Handschag - Hamburg: Diplomatica GmbH, 2001
Zugl.: Berlin, Technische Universität, Diplom, 2000

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtes.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Die Informationen in diesem Werk wurden mit Sorgfalt erarbeitet. Dennoch können Fehler nicht vollständig ausgeschlossen werden, und die Diplomarbeiten Agentur, die Autoren oder Übersetzer übernehmen keine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für evtl. verbliebene fehlerhafte Angaben und deren Folgen.

Diplomatica GmbH
<http://www.diplom.de>, Hamburg 2001
Printed in Germany



Wissensquellen gewinnbringend nutzen

Qualität, Praxisrelevanz und Aktualität zeichnen unsere Studien aus. Wir bieten Ihnen im Auftrag unserer Autorinnen und Autoren Wirtschaftsstudien und wissenschaftliche Abschlussarbeiten – Dissertationen, Diplomarbeiten, Masterarbeiten, Staatsexamensarbeiten und Studienarbeiten zum Kauf. Sie wurden an deutschen Universitäten, Fachhochschulen, Akademien oder vergleichbaren Institutionen der Europäischen Union geschrieben. Der Notendurchschnitt liegt bei 1,5.

Wettbewerbsvorteile verschaffen – Vergleichen Sie den Preis unserer Studien mit den Honoraren externer Berater. Um dieses Wissen selbst zusammenzutragen, müssten Sie viel Zeit und Geld aufbringen.

<http://www.diplom.de> bietet Ihnen unser vollständiges Lieferprogramm mit mehreren tausend Studien im Internet. Neben dem Online-Katalog und der Online-Suchmaschine für Ihre Recherche steht Ihnen auch eine Online-Bestellfunktion zur Verfügung. Inhaltliche Zusammenfassungen und Inhaltsverzeichnisse zu jeder Studie sind im Internet einsehbar.

Individueller Service – Gerne senden wir Ihnen auch unseren Papierkatalog zu. Bitte fordern Sie Ihr individuelles Exemplar bei uns an. Für Fragen, Anregungen und individuelle Anfragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung. Wir freuen uns auf eine gute Zusammenarbeit.

Ihr Team der Diplomarbeiten Agentur

Diplomica GmbH _____
Hermannstal 119k _____
22119 Hamburg _____

Fon: 040 / 655 99 20 _____
Fax: 040 / 655 99 222 _____

agentur@diplom.de _____
www.diplom.de _____

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. Grundlagen	4
2.1 Biologischer Abbau relevanter Abwasserinhaltsstoffe	4
2.1.1 Aerobes Abbau organischer Substanzen.....	4
2.1.2 Stickstoffelimination.....	5
2.1.2.1 Nitrifikation.....	6
2.1.2.2 Denitrifikation.....	6
2.1.3 Phosphorelimination.....	7
2.1.4 Kinetische Betrachtungen.....	7
2.2 Das Belebungsverfahren	10
2.2.1 Allgemeines	10
2.2.2 Sauerstoffverbrauch.....	11
2.2.3 Sauerstofftransport.....	12
2.3 Die biologische Stufe des Klärwerks Waßmannsdorf.....	14
2.3.1 Aufbau und Verfahrensbeschreibung	15
2.3.2 Prozeßführung.....	16
3. Material und Methoden.....	18
3.1 Schlammatmungsmessung.....	18
3.1.1 Versuchsaufbau.....	18
3.1.2 Versuchsdurchführung.....	19
3.1.3 Auswertung.....	19
3.2 Abluftmessung	20
3.2.1 Meßeinrichtung.....	20
3.2.2 Versuchsdurchführung.....	22
3.2.3 Auswertung.....	22
3.3 Statistische Auswertung.....	24
3.4 Weitere Berechnungen.....	26
3.5 Probenanalytik.....	27
3.6 Meßprogramm	27
3.6.1 Probenahmestellen.....	27
3.6.2 Das Meßprogramm	28
4. Ergebnisse und Diskussion.....	31
4.1 Reproduzierbarkeit der Meßmethode zur Bestimmung der	
Sauerstoffverbrauchsgeschwindigkeit.....	31
4.1.1 Probenahme und Messung unter Wiederholungsbedingungen.....	31
4.1.2 Variation der Rührereinstellung.....	34

4.2 Biomassekonzentration im Belebungsbecken	36
4.3 Örtlicher und zeitlicher Verlauf der Sauerstoffverbrauchsgeschwindigkeit und ihre Einflußgrößen.....	39
4.3.1 Die Sauerstoffverbrauchsgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Zulaufbelastung und der Ablaufkonzentration	39
4.3.2 Vergleich der Sauerstoffverbrauchsgeschwindigkeit in Belebungsbecken 11 und 12	42
4.3.2.1 Die Sauerstoffverbrauchsgeschwindigkeit in Belebungsbecken 11 und 12 in Abhängigkeit von den Zu- und Ablaufbedingungen.....	43
4.3.2.2 Die Sauerstoffverbrauchsgeschwindigkeit in Belebungsbecken 11 und 12 in Abhängigkeit von der Betriebsweise der Belebungsbecken	46
4.3.3 Die Sauerstoffverbrauchsgeschwindigkeit und die Konzentration oxidierbarer Abwasserinhaltsstoffe über die Länge der Belebungsbecken 11 und 12.....	49
4.3.4 Die Sauerstoffverbrauchsgeschwindigkeit bei unterschiedlicher Gelöstsauerstoffvorgabe	56
4.4 Anteile des Organikabbaus und der Nitrifikation am Sauerstoffverbrauch	61
4.5 Vergleich der Ergebnisse der Schlamm-atmungsmessung und der Abluftmessung	65
5. Zusammenfassung und Ausblick	70
6. Literatur.....	73
7. Verzeichnis der Abkürzungen und Symbole.....	75
8. Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen.....	77
9. Anhang	80

1. Einleitung

Zu den größten Einzelenergieverbrauchern auf Klärwerken gehören die Belüftungssysteme von Belebungsbecken. Um die Kosten für die Belüftung möglichst gering zu halten, muß zum einen ein effizientes Belüftungssystem eingesetzt werden, zum anderen muß die Betriebsweise dieses Belüftungssystems den dynamischen Betriebsbedingungen angepaßt werden. Zu diesem Thema läuft seit August 1999 ein Projekt am Institut für Verfahrenstechnik der TU Berlin, in welchem die Leistungsfähigkeit von Membran- und Keramikbelüfterelementen im Klärwerk Waßmannsdorf untersucht wird und eine Optimierung der Prozeßführung durchgeführt werden soll. Dazu finden auf Grundlage der Abluftmethode Sauerstoffeintragsmessungen in den mit unterschiedlichen Belüfterelementen ausgestatteten Belebungsbecken 11 und 12 statt. Um neben dem Sauerstoffeintrag auch den Sauerstoffverbrauch in diesen Becken in Bezug auf den Verlauf der biologischen Abbauprozesse charakterisieren zu können, werden im Rahmen dieser Arbeit Schlamm-atmungs-messungen durchgeführt, mit deren Hilfe die Sauerstoffverbrauchsgeschwindigkeit ermittelt wird. Die Sauerstoffverbrauchsgeschwindigkeit gibt Auskunft über die Atmungsaktivität der Mikroorganismen im Belebtschlamm. Sie unterliegt einer Reihe von Einflüssen, die im dynamischen Reinigungsprozeß zusammenwirken. Zwei entscheidende Ausgangsgrößen sind die Menge des zufließenden Abwassers und die Konzentration der darin enthaltenen oxidierbaren Schmutzstoffe. Bei den oxidierbaren Abwasserinhaltsstoffen handelt es sich um organische Kohlenstoffverbindungen und Ammonium. Der biologische Abbau dieser Stoffe wird von vielen Größen beeinflusst, wie zum Beispiel von der Temperatur des Belebtschlammes und der Betriebsweise der Belebungsbecken. Je nach Regelung der Rücklauf- und Rezirkulationsströme sowie der zugeführten Luftvolumenströme stellen sich bestimmte Biomassekonzentrationen und Gelöstsauerstoffgehalte im Belebungsbecken ein.

Ziel dieser Arbeit ist es,

- Eine Meßmethode zur Bestimmung der Sauerstoffverbrauchsgeschwindigkeit auszu- arbeiten und deren Reproduzierbarkeit nachzuweisen,
- Den zeitlichen Verlauf der Sauerstoffverbrauchsgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der hydraulischen und stofflichen Belastung des Zu- und Ablaufs zu ermitteln,
- Den Einfluß der Betriebsweise der Belebungsbecken auf die Sauerstoffverbrauchs- geschwindigkeit darzustellen,
- Den örtlichen Verlauf der Sauerstoffverbrauchsgeschwindigkeit in Abhängigkeit von der Konzentration der oxidierbaren Abwasserinhaltsstoffe zu ermitteln,
- Die Sauerstoffverbrauchsgeschwindigkeit in den beiden untersuchten Belebungsbecken zu vergleichen,
- Die Anteile am Gesamtsauerstoffverbrauch zu bestimmen, die für die Nitrifikation und für den Abbau der organischen Stoffe aufgewendet werden,
- Die Ergebnisse der Schlamm-atmungs-messung und der Abluftmessung zu vergleichen und die Aussagekraft des Parameters Sauerstoffverbrauchsgeschwindigkeit hinsichtlich des im Belebungsbecken tatsächlich stattfindenden Sauerstoffverbrauchs zu beurteilen.

2. Grundlagen

Im folgenden werden die mikrobiologischen Vorgänge bei der biologischen Abwasserreinigung beschrieben. Es gibt verschiedene Verfahren zur biologischen Behandlung von Abwasser. Das Belebungsverfahren, welches vor allem bei der Reinigung größerer Mengen kommunalen Abwassers zum Einsatz kommt, wird erläutert und dabei insbesondere auf den Sauerstoffverbrauch im Belebungsbecken und den Transport des Sauerstoffs von der Luft in die flüssige Phase eingegangen. Des weiteren wird die biologische Stufe des Klärwerks Waßmannsdorf vorgestellt. Es ist zum einen ein Beispiel für die Anwendung des Belebungsverfahrens und zum anderen wurden in zwei der dort betriebenen Belebungsbecken die Untersuchungen für diese Arbeit durchgeführt.

2.1 Biologischer Abbau relevanter Abwasserinhaltsstoffe

In kommunalem Abwasser sind organische Schmutzstoffe wie Kohlenhydrate, Fette, Eiweiße und anorganische Stoffe wie Salze oder Feststoffe enthalten. Ziel der biologischen Abwasserreinigung ist es, abbaubare organische Stoffe sowie Stickstoff- und Phosphorverbindungen zu eliminieren, um das gereinigte Abwasser anschließend in Oberflächengewässer einleiten zu können.

2.1.1 Aerober Abbau organischer Substanzen

Beim aeroben Abbau organischer Stoffe werden energiereiche, hochmolekulare Substanzen (z.B. Kohlenhydrate, Fette, Eiweiße) mit Hilfe von Sauerstoff zu energiearmen, niedermolekularen Endprodukten wie Wasser und Kohlendioxid umgesetzt. Dies geschieht durch chemoorganoheterotrophe Organismen. Sie benötigen organische Substanz zum einen, um körpereigene Substanz aufbauen zu können (anabolischer Stoffwechsel), was Wachstum und Vermehrung bewirkt. Zum anderen gewinnen sie aus der organischen Substanz Energie (katabolischer Stoffwechsel), die sie für die Synthese von Zellsubstanz benötigen, aber auch zum Erhalt anderer Lebensfunktionen wie z.B. osmotische Arbeit oder Zellmobilität.

Anhand des oxidativen Abbaus von Glucose können die Stoffwechselvorgänge vereinfacht erklärt werden (Abb. 2.1).

Außerhalb der Zelle werden komplexe Kohlenhydrate mit Hilfe von Exoenzymen in kleinere C-Verbindungen zerlegt. Für die Glukose erfolgt während der Glykolyse eine Aufspaltung in C₃-Körper (Pyruvat). Nachdem diese Monomere enzymatisch in die Zelle transportiert worden sind, wird das Pyruvat bei der oxidativen Carboxylierung unter Abspaltung von Kohlendioxid in C₂-Körper umgewandelt und diese, gebunden an das Coenzym A, in den Citronensäurezyklus eingeschleust. Hier werden die Verbindungen unter Abspaltung von Wasserstoff weiter bis zum Kohlendioxid oxidiert. Die dabei freigesetzten Elektronen werden zusammen mit den Wasserstoffionen, gebunden am Coenzym Nicotinamid-adenin-dinucleotid (NAD), in die Atmungskette eingeschleust. Dort

wird der Wasserstoff bzw. werden die Elektronen des Wasserstoffs über verschiedene Redoxsysteme stufenweise auf den finalen Elektronenakzeptor Sauerstoff übertragen, wobei Wasser entsteht und Energie in Form von Adenosintriphosphat (ATP) gewonnen wird. Insgesamt können aus einem Mol Glucose 2870 kJ freigesetzt werden, in den gebildeten 38 ATP sind jedoch nur 1100 kJ gespeichert. Der Differenzbetrag wird als Wärme frei.

Energie- und Baustoffwechsel stehen in engem Zusammenhang, da die aus den Makromolekülen gebildeten Monomere auch zum Aufbau körpereigener Substanz verwendet werden können und dazu die im ATP gespeicherte Energie benötigt wird.

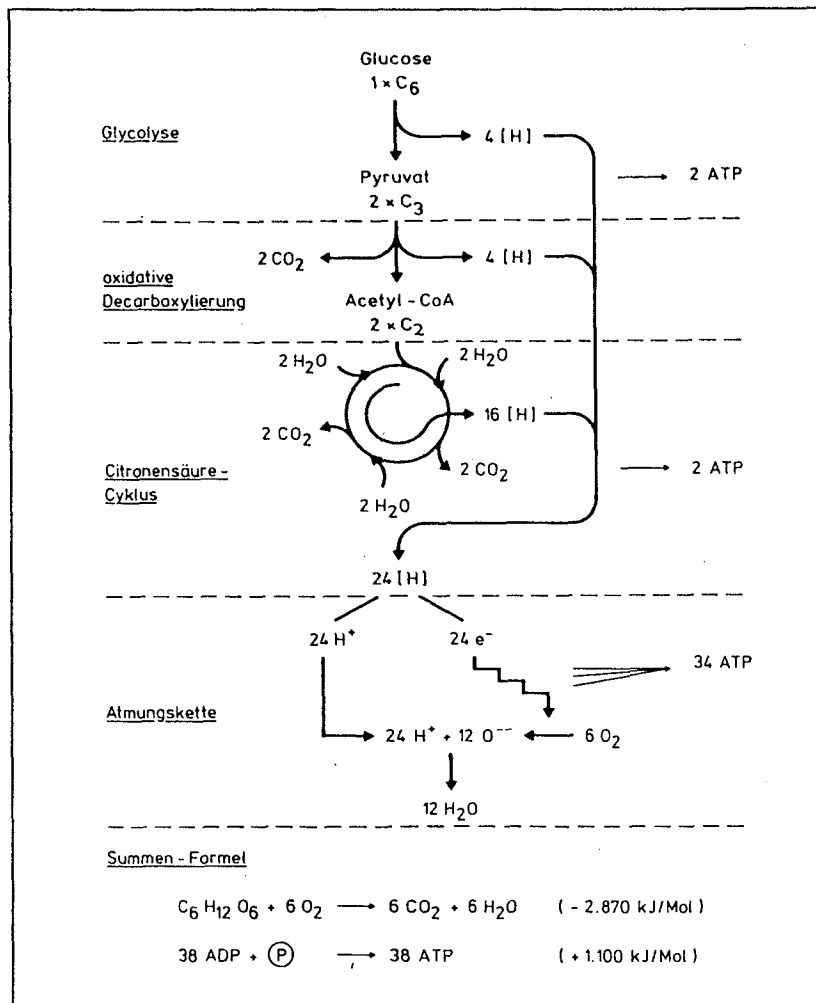


Abb. 2.1: Schema des vollständigen aeroben Abbaus von Glucose /10/

2.1.2 Stickstoffelimination

Im Zulauf kommunaler Kläranlagen sind 40 bis 80 mg/l Kjeldahl-Stickstoff enthalten, davon liegen 60 bis 80 % als Ammonium-Stickstoff vor /1/. Als Kjeldahl-Stickstoff bezeichnet man nach der Bestimmungsmethode die Summe aus organischem und Ammonium-Stickstoff. Organische Stickstoffverbindungen werden durch Ammonifikation in Ammonium umgewandelt, was meist schon in der Kanalisation geschieht. Ein geringer Teil des Ammoniums wird in die Zellsubstanz der Organismen eingebaut. Der verblei-