

FORSCHUNGSBERICHTE DES LANDES NORDRHEIN-WESTFALEN

Nr. 1792

Herausgegeben

im Auftrage des Ministerpräsidenten Heinz Kühn

von Staatssekretär Professor Dr. h. c. Dr. E. h. Leo Brandt

DK 628.356.12:628.356.32:628.349

*Dr.-Ing. Günther Rincke*

*Dipl.-Ing. Ulrich Möller*

*Ruhrverband, Essen*

Einfluß von Einblastiefe und Luftdurchsatz  
auf Sauerstoffzufuhr und Sauerstofftrag  
bei feinblasiger Breitband-Belüftung



WESTDEUTSCHER VERLAG · KÖLN UND OPLADEN 1967

ISBN 978-3-663-06272-1      ISBN 978-3-663-07185-3 (eBook)  
DOI 10.1007/978-3-663-07185-3

Verlags-Nr. 011792

© 1967 by Westdeutscher Verlag, Köln und Opladen

Gesamtherstellung: Westdeutscher Verlag

## Vorwort

Der Belüftungstechnik kommt für die Leistungsfähigkeit und die Betriebskosten der biologischen und chemischen Abwasserreinigung ausschlaggebende Bedeutung zu. Mehrere frühere Untersuchungen des Ruhrverbands mit feinblasiger Belüftung zeigten bereits, daß Veränderungen der Einblastiefe, Luftmenge, Querschnittsform der Belüftungsbecken, Art und Anordnung der Belüfter im Becken wie auch zueinander zu wesentlichen Abweichungen gegenüber der optimalen Energie-Ausnutzung führen können. Bei der Vielzahl voneinander unabhängiger Einflüsse einerseits und dem andererseits von Jahr zu Jahr wachsenden Umfang der höherwertigen biologischen Abwasserreinigung in Belebungsanlagen erschien es notwendig, die an mehreren Stellen bisher erarbeiteten und nicht immer übereinstimmenden Einzelergebnisse in systematischen Untersuchungen zu überprüfen und soweit möglich, in einen übersehbaren Zusammenhang zu bringen. Ziel mußte dabei sein, ausreichend sichere Bemessungsunterlagen zu schaffen, die sowohl investitionsmäßig wie auch in der Annäherung an optimale Betriebszustände die benötigte Sauerstoffzufuhr mit einem Kostenminimum erreichen lassen.

Im Hinblick auf die bereits früher auf diesem Gebiet durchgeführten Untersuchungen und die große Zahl vorhandener und noch zu errichtender biologischer Kläranlagen in seinem Verbandsgebiet lag es für den Ruhrverband nahe, diese Untersuchungen mit einer allgemeingültigen Zielsetzung aufzugreifen. Das nunmehr vorliegende Ergebnis zeigt neben den damit geschaffenen quantitativen Bemessungsgrundlagen in einigen Punkten Abweichungen von den bisher im internationalen Schrifttum gegebenen meist qualitativen Hinweisen. Es erscheint daraufhin notwendig, in diesem Bericht hinsichtlich der physikalischen Vorgänge sowie insbesondere der Versuchsanordnung und -auswertung auf Einzelheiten ausführlicher einzugehen, in denen die Ursache für die bisher vorliegenden, abweichenden Ergebnisse gesehen werden muß.

Der Bericht soll sich nicht auf die Wiedergabe der Versuchsergebnisse beschränken, sondern unter Verwertung von Betriebserfahrungen des Ruhrverbandes die Ergebnisse in einer möglichst engen Verbindung zu den heutigen Erfordernissen der Praxis behandeln. In den Abschnitten 7 und 8 ist darüber hinaus zusammengestellt, welche Fragen in dieser Betrachtung von versuchstechnischen und betrieblichen Ergebnissen nach dem jetzigen Stand der Technik noch als offen gelten müssen und Gegenstand einer künftigen Vertiefung sein sollten.

Der Ministerpräsident des Landes Nordrhein-Westfalen, Landesamt für Forschung, hat die Untersuchungen dankenswerterweise durch die Gewährung eines wesentlichen finanziellen Zuschusses gefördert.

Besonderer Dank sei hier dem Geschäftsführer des Ruhrverbandes, Direktor Dr.-Ing. E. h. KOENIG, ausgesprochen, der mit Bereitstellung von Anlagen und Personal für die in ihrer grundlegenden Zielsetzung über die laufende Verbandsarbeit hinausgehenden Untersuchungen deren erfolgreiche Abwicklung ermöglichte.

Dank gebührt ebenfalls der Geschäftsführung und den Mitarbeitern der Emscher-Genossenschaft für die erfreulich harmonische Zusammenarbeit, in der sich der gemeinsame Teil der Versuche durchführen ließ.

Abwassertechnische Untersuchungen erfordern das Zusammenwirken mehrerer Fachrichtungen in echter Gemeinschaftsarbeit. So sei hier neben den Mitarbeitern des Abwasserdezernates und der maschinentechnischen Abteilung besonders den Damen und Herren des chemisch-biologischen Laboratoriums der Ruhrverbände unter Leitung von Chefchemiker Dr. BUCKSTEEG gedankt.

# Inhalt

1. Einleitung .....	9
2. Aufgabenstellung .....	10
2.1 Die Sauerstoffzufuhr und das Sauerstoffeintragsvermögen $OC_{VN}$ .....	10
2.1.1 Der Häufigkeitsfaktor für den Sauerstoffübergang $K_{VN}$ .....	13
2.1.2 Der Sauerstoffsättigungswert $O_{SVN}$ .....	15
2.2 Die Abwasserinhaltsstoffe und ihr Einfluß auf die Sauerstoffzufuhr .....	16
2.2.1 Der Beiwert $\alpha$ als Aussage über den Einfluß der Detergentien auf den Häufigkeitsfaktor für den Sauerstoffübergang $K_{VN}$ .....	16
2.2.2 Der Beiwert $\beta$ als Aussage über den Einfluß der gelösten Stoffe auf den Sauerstoffsättigungswert $O_{SVN}$ .....	18
2.3 Die Sauerstoffzufuhr in Abwasser $OC_{VNA} = K_{VN} \cdot O_{SVN} \cdot \alpha \cdot \beta + f(c)$ .....	18
2.4 Versuchsmaßstab und geometrische Bedingungen .....	19
2.5 Die erforderliche Arbeit bei der Belüftung .....	22
2.5.1 Die »erforderliche Netto-Energie« als verfahrenstypischer Energie- aufwand bei der Belüftung .....	23
2.5.2 Der Brutto-Energieaufwand .....	27
2.6 Der Sauerstoffertrag $OC_{le}$ .....	27
2.7 Die Sauerstoffausnutzung $\eta_{O_2}$ .....	27
2.8 Anteil der Beckenoberfläche an der Sauerstoffzufuhr .....	28
2.9 Hydraulische Merkmale .....	30
2.10 Die Bemessungsgrößen für Belüftungsbecken .....	31
3. Versuchsdurchführung .....	33
3.1 Versuchseinrichtungen .....	34
3.2 Versuchs- und Meßtechnik .....	37
3.3 Desoxygenierung .....	42
4. Auswertetechnik .....	45
4.1 Die rechnerische Ermittlung des Sauerstoffeintrages nach der 2-Punkt-Methode von KESSENER/RIBBIUS und PASVEER .....	45
4.2 Die Auswerteverfahren (Vielpunkt-Methoden) von PÖPEL/HUNKEN und NOACK .....	45
4.3 Das Auswerteverfahren (Vielpunkt-Methode) von GRABBE .....	46

5. Versuchsergebnisse .....	52
5.1 Der Häufigkeitsfaktor für den Sauerstoffübergang $K_{VN}$ .....	52
5.1.1 Der Häufigkeitsfaktor für den Sauerstoffübergang $K_{VN}$ in seiner Abhängigkeit vom Luftdurchsatz $q_L$ .....	55
5.1.2 Der Häufigkeitsfaktor für den Sauerstoffübergang $K_{VN}$ in seiner Abhängigkeit von der Einblastiefe $t_e$ .....	58
5.1.3 Der Häufigkeitsfaktor für den Sauerstoffübergang $K_{VN}$ in seiner doppelten Abhängigkeit von der Einblastiefe $t_e$ und dem Luft- durchsatz $q_L$ .....	58
5.1.4 Der Einfluß von Gestaltung und Anordnung des Belüftungsbandes auf den Häufigkeitsfaktor $K_{VN}$ .....	59
5.2 Der Sauerstoffsättigungswert $O_{SVN}$ .....	61
5.2.1 Der Sauerstoffsättigungswert $O_{SVN}$ in seiner Abhängigkeit vom Luftdurchsatz $q_L$ .....	61
5.2.2 Der Sauerstoffsättigungswert $O_{SVN}$ in seiner Abhängigkeit von der Einblastiefe $t_e$ .....	62
5.2.3 Der Sauerstoffsättigungswert $O_{SVN}$ in seiner doppelten Abhängig- keit von der Einblastiefe $t_e$ und dem Luftdurchsatz $q_L$ .....	63
5.3 Die Sauerstoffzufuhr bzw. das Sauerstoffeintragsvermögen $OC_{VN}$ .....	65
5.4 Der $\alpha$ -Wert .....	67
5.5 Der $\beta$ -Wert .....	68
5.6 Der erforderliche spezifische Netto-Energieaufwand $l_{eB}$ .....	70
5.7 Der spezifische Brutto-Energieaufwand $l_{eB}$ (Brutto) .....	74
5.8 Der Sauerstoffertrag $OC_{le}$ und $OC_{le}$ (Brutto) .....	76
5.9 Die Sauerstoffausnutzung $\eta_{O_2}$ .....	80
5.10 Anteil der Beckenoberfläche an der Sauerstoffzufuhr .....	82
5.11 Hydraulische Daten .....	84
6. Die Bemessungsdiagramme und ihre Anwendung .....	91
7. Verbesserungsmöglichkeiten, offene Fragen, Hinweise für die Praxis ..	97
7.1 Verbesserungsmöglichkeiten .....	97
7.2 Verfahrenstechnische Beurteilung der Breitband-Belüftungsbecken .....	98
7.3 Offene verfahrenstechnische Fragen .....	100
7.3.1 Einfluß parallel laufender Reaktionen .....	100
7.3.2 Mechanische Flockenbeanspruchung .....	102
7.4 Hinweise für die Praxis .....	104
8. Zusammenfassung .....	107
9. Verzeichnis der technischen Symbole und Abkürzungen .....	111
10. Literaturverzeichnis .....	116