

# Inhaltsverzeichnis

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung</b>  | <b>1</b>  |
| <b>2</b> | <b>Stand des Wissens</b>                                   | <b>3</b>  |
| 2.1      | Organische Substrate                                       | 3         |
| 2.1.1    | Zerkleinerungsverhalten organischer Substrate              | 4         |
| 2.1.2    | Abbauverhalten organischer Substrate                       | 4         |
| 2.1.3    | Organische Substrate als Nährstoffquelle                   | 6         |
| 2.2      | Zerkleinerung  | 7         |
| 2.2.1    | Ziele der Zerkleinerung                                    | 7         |
| 2.2.2    | Physikalische Grundlagen und Mechanismen der Zerkleinerung | 7         |
| 2.2.3    | Zerkleinerung organischer Substrate                        | 8         |
| 2.3      | Anaerober Abbau  | 11        |
| 2.3.1    | Entwicklung des anaeroben Abbaus                           | 11        |
| 2.3.2    | Mikrobieller Abbau organischer Substrate                   | 12        |
| 2.3.3    | Stufen des anaeroben Abbaus                                | 13        |
| 2.3.4    | Inhibitoren des anaeroben Abbaus                           | 15        |
| 2.4      | Auswirkungen der Zerkleinerung auf den anaeroben Abbau     | 16        |
| 2.4.1    | Anwendungsgebiete in der Praxis                            | 17        |
| 2.4.2    | Zerkleinerung zur Verbesserung der Abbaubarkeit            | 17        |
| 2.4.3    | Vergleich verschiedener Vorbehandlungsmethoden             | 19        |
| 2.5      | Zielsetzung und Versuchsprogramm                           | 19        |
| 2.5.1    | Zielsetzung  | 19        |
| 2.5.2    | Versuchsprogramm   | 20        |
| <b>3</b> | <b>Material und Methoden</b>                               | <b>22</b> |
| 3.1      | Versuchsapparaturen und Betriebsparameter                  | 22        |
| 3.1.1    | Schneidmühle   | 22        |
| 3.1.1.1  | Zerkleinerungsversuche                                     | 22        |
| 3.1.1.2  | Mahlraum der Schneidmühle                                  | 23        |
| 3.1.2    | Faulanlage   | 23        |
| 3.1.2.1  | Aufbau der Faulanlage                                      | 23        |
| 3.1.2.2  | Durchführung der Abbauversuche                             | 24        |
| 3.1.2.3  | Beladungsrate  | 26        |

|           |  |           |
|-----------|--|-----------|
| 3.2       | Analytik   | 26        |
| 3.2.1     | Allgemeine Methoden  | 27        |
| 3.2.1.1   | Trockenrückstand, organischer Trockenrückstand<br>und Glühverlust                      | 27        |
| 3.2.1.2   | Rohfasergehalt   | 27        |
| 3.2.1.3   | Hydrophobizität  | 28        |
| 3.2.1.4   | Chemischer Sauerstoffbedarf  | 29        |
| 3.2.2     | Parameter zur Charakterisierung der Zerkleinerung                                      | 30        |
| 3.2.2.1   | Spezifische Energie  | 30        |
| 3.2.2.2   | Partikelgrößenanalyse  | 31        |
| 3.2.2.3   | Spezifische Oberfläche   | 33        |
| 3.2.2.3.1 | Spezifische Oberfläche $S_{m,PGV}$   | 34        |
| 3.2.2.3.2 | Spezifische Oberfläche $S_{m,BET}$   | 36        |
| 3.2.2.3.3 | Vergleich der beiden Methoden zur<br>Oberflächenbestimmung                             | 37        |
| 3.2.2.4   | Freisetzungsgrad organischer Komponenten ( $F_{CSB}$ )                                 | 37        |
| 3.2.3     | Parameter zur Charakterisierung des anaeroben Abbaus                                   | 38        |
| 3.2.3.1   | Faulgasausbeute und Abbaugrade $\eta_g$ und $\eta_{oTR}$                               | 38        |
| 3.2.3.2   | Intermediärprodukte des anaeroben Abbaus   | 40        |
| 3.2.3.2.1 | Konzentration der organischen Säuren   | 40        |
| 3.2.3.2.2 | Ammoniumkonzentration  | 41        |
| 3.2.3.3   | Mikrobielle Aktivität ( $A_{mib}$ )  | 41        |
| 3.3       | Versuchsmaterial   | 42        |
| 3.3.1     | Charakterisierung der organischen Substrate  | 42        |
| 3.3.2     | Hydrophobizität  | 43        |
| <b>4</b>  | <b>Ergebnisdiskussion</b>  | <b>45</b> |
| 4.1       | Zerkleinerung organischer Substrate  | 45        |
| 4.1.1     | Charakterisierung der Zerkleinerung der Parameter<br>$x_{50}$ , $F_{CSB}$ , $E_{spez}$ | 45        |
| 4.1.1.1   | Trockene Substrate   | 46        |
| 4.1.1.2   | Feuchte Substrate  | 48        |
| 4.1.2     | Charakterisierung der Zerkleinerung anhand der<br>spezifischen Oberfläche $S_m$        | 53        |
| 4.1.2.1   | Mikroskopische Analyse der trockenen und<br>feuchten organischen Substrate             | 53        |

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| 4.1.2.2  | Vergleich der inneren und äußeren Oberfläche  | 57        |
| 4.1.3    | Beurteilung der Zerkleinerungsergebnisse  | 59        |
| 4.2      | Anaerober Abbau   | 60        |
| 4.2.1    | Einfluß der Zerkleinerung auf den Substratabbau   | 60        |
| 4.2.2    | Einfluß der Zerkleinerung auf das Abbauverhalten<br>bei verschiedenen Prozeßbelastungsraten   | 66        |
| 4.2.3    | Einfluß der Zerkleinerung auf die Geschwindigkeit<br>des anaeroben Abbaus   | 73        |
| 4.2.4    | Einfluß des Wassergehaltes auf den anaeroben Abbau  | 78        |
| 4.2.5    | Beurteilung der Zerkleinerung als Vorbehandlung auf<br>den anaeroben Abbau  | 83        |
| <b>5</b> | <b>Zusammenfassung</b>  | <b>87</b> |
| <b>6</b> | <b>Literaturverzeichnis</b>   | <b>89</b> |
| <b>7</b> | <b>Anhang</b>   | <b>I</b>  |
| 7.1      | Bestimmung von Formfaktoren   | I         |
| 7.2      | Einfluß der Zerkleinerung auf den Abbaugrad ( $\eta_g$ ) und die<br>mikrobielle Aktivität ( $A_{mib}$ ) bei verschiedenen Prozeßbelastungsraten | III       |
| 7.3      | Einfluß der Zerkleinerung auf die Prozeßbelastungsrate: mikrobielle<br>Aktivität ( $A_{mib}$ ) und Konzentration an Intermediärprodukten        | IV        |
| 7.4      | Einfluß der Zerkleinerung auf die Geschwindigkeit des anaeroben<br>Abbaus von organischen Substraten  | V         |
| 7.5      | Einfluß des Wassergehaltes auf den anaeroben Abbau  | VI        |