

Einfluß der Behandlungstemperatur auf Sauerstoffzufuhr, Abbau und Stabilisierung bei der Flüssigmistfermentation

Von Ulrich Loll, Darmstadt*)

DK 631.862:628.35:577.151

Im Rahmen der Behandlung von Reststoffen aus der Tierproduktion hat die Aufbereitung von Flüssigmist zunehmend an Bedeutung gewonnen. Hierbei wird meist eine biologische Verfahrensweise angestrebt.

In der Anwendungspraxis dominieren heute die verschiedenen Varianten aerober Prozesse.

Da bei der Stoffwechselfähigkeit von Mikroorganismen die Reaktionstemperatur von zentraler Bedeutung ist, werden im vorliegenden Beitrag wichtige Faktoren des Stabilisierungsprozesses im Hinblick auf die Abhängigkeit von der Temperatur untersucht.

Außerdem wird eine Übersicht über verschiedene Stabilisierungskennwerte gegeben.

1. Einleitung

Bei der Diskussion um die sinnvollste Art der Flüssigmistaufbereitung kommt der Frage nach der jeweils günstigsten Prozeßtemperatur bei den verfügbaren aeroben Stabilisierungsverfahren eine zentrale Bedeutung zu.

Neben der Prozeßdauer ist die Reaktionstemperatur, mit der das jeweilige Substrat behandelt wird, für folgende Problemstellungen von Bedeutung:

1. Verminderung von Geruchsentwicklungen im Bereich der Produktionsstätte,
2. Verhinderung von Geruchsbelästigungen beim Ausbringen des Flüssigmistes auf landwirtschaftlichen Nutzflächen,
3. notwendiger Stabilisierungsgrad und Stabilisierungszeit,
4. notwendiger Abbau organischer Substanzen,
5. weitgehende Erhaltung des Düngewertes durch Vermeidung von Stickstoffverlusten,
6. Hygienisierung des Flüssigmistes.

Im vorliegenden Beitrag soll die Temperaturabhängigkeit der für die aerobe Flüssigmiststabilisierung wichtigsten physikalischen, biologischen und chemischen Prozeßparameter untersucht werden. Weiterhin wird auf die Bedeutung der Strömungs- und Stoffaustauschverhältnisse bei der biologischen Umsetzung eingegangen und eine Zusammenstellung von Stabilisierungskennwerten gegeben.

2. Einfluß der Temperatur auf physikalische, biologische und chemische Parameter

2.1 Sauerstoffkonzentration

Die Werte der Sättigungskonzentration für die Lösung von Sauerstoff in Wasser sind sehr stark temperaturabhängig. Wird die Einteilung der Flüssigfermentationsverfahren [1] in Kaltverfahren (Reaktionstemperatur unter 20 °C), Warmverfahren (20–40 °C)

und Heißverfahren über 40 °C übernommen und die Temperaturskala im unteren Verfahrensbereich auf 5 °C und im oberen Betriebsbereich auf 65 °C abgegrenzt, kann aus Bild 1 abgelesen werden, daß die Sättigungskonzentration des Sauerstoffs zwischen den Extrempunkten der biologischen Aktivitätsskala von etwa 12 mg/l auf etwa 4 mg/l absinkt.

Dies bedeutet, daß sich die Gegebenheiten der Gasgesetze mit steigender Reaktionstemperatur negativ auf den Abbauprozess auswirken.

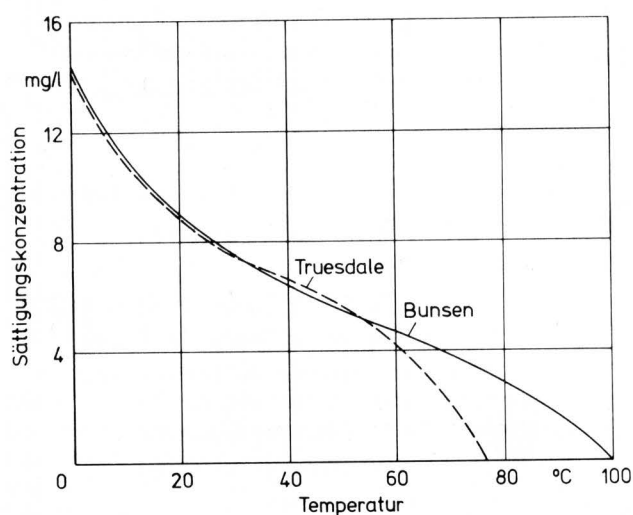


Bild 1. Sauerstoffsättigungswerte nach Bunsen und Truesdale bei 1,013 bar in Abhängigkeit von der Wassertemperatur.

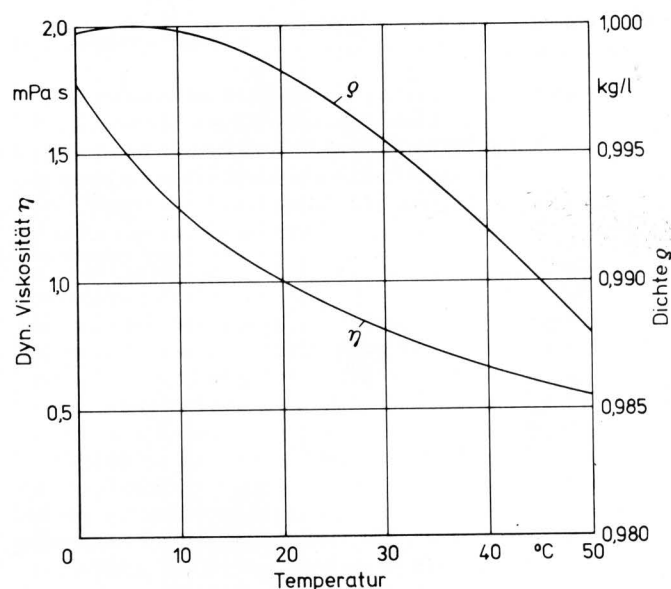


Bild 2. Viskosität und Dichte des Wassers in Abhängigkeit von der Wassertemperatur [2].

*) Dr.-Ing. Ulrich Loll ist Universitätsdozent am Institut für Wasserversorgung, Abwasserbeseitigung und Raumplanung der TH Darmstadt.

2.2 Viskosität und Dichte des Wassers

Viskosität und Dichte des Wassers und somit auch des überwiegend aus Wasser bestehenden Flüssigmistes nehmen bei höheren Temperaturen ab, **Bild 2**. Hierdurch werden alle Fließvorgänge beschleunigt. Bei gleichem Energieeinsatz wird mit steigender Temperatur eine bessere Substratumwälzung im Reaktor erreicht. Außerdem werden im Zellbereich günstigere Bedingungen für den Austausch über die Grenzflächen geschaffen.

2.3 Diffusion von Sauerstoff in Wasser

Die Sauerstoffaufnahme durch Wasser bzw. die Geschwindigkeit des Sauerstoffeintrages in Wasser haben zwei temperaturabhängige Komponenten. Zum einen besteht eine deutliche Beziehung zwischen Wassertemperatur und dem Diffusionskoeffizienten für Sauerstoff in Wasser, **Bild 3**, und zum anderen ist der Sauerstoffeintrag bei turbulenter Mischung von der gleichzeitigen Änderung der Reynolds-Zahl und der Schmidt-Zahl beeinflusst. Dieser Zusammenhang wurde von *Wilderer* und *Hartmann* [3] untersucht, die durch eigene Versuche die Gültigkeit der *Frösslingschen* Gleichung [4] für die Beschreibung des Temperatureinflusses auf den Sauerstoffeintragskoeffizienten bestätigen.

Summarisch kann festgestellt werden, daß mit steigender Temperatur die Diffusionsgeschwindigkeit von Sauerstoff in Wasser steigt und somit den mikrobiellen Stoffwechsel positiv beeinflusst.

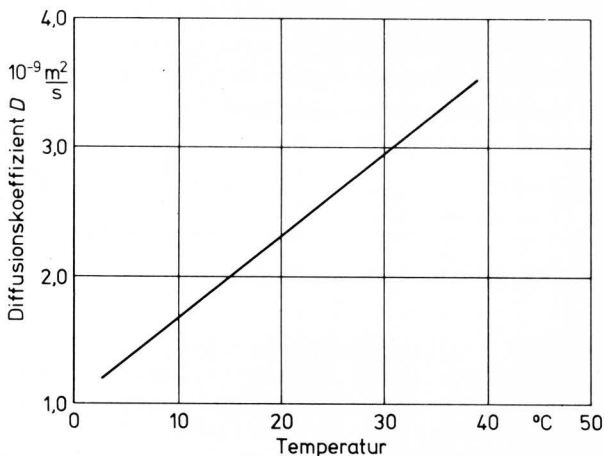


Bild 3. Diffusionskoeffizient von (Luft-) Sauerstoff im Wasser in Abhängigkeit von der Wassertemperatur.

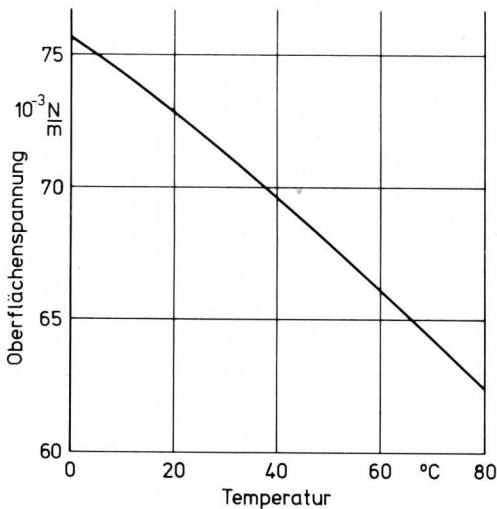


Bild 4. Oberflächenspannung von Wasser gegen Luft bei verschiedenen Temperaturen.

2.4 Oberflächenspannung von Wasser gegen Luft

Aus **Bild 4** ist zu ersehen, daß die Oberflächenspannung von Wasser gegen Luft mit steigender Temperatur abnimmt.

Dies bedeutet, daß mit der gleichen Energie bei höherem Temperaturniveau in der Flüssigkeit eine größere Luftoberfläche erzeugt werden kann. Dies führt zur Bildung kleinerer Luftblasen und somit zur Möglichkeit einer besseren Sauerstoffausnutzung.

2.5 Verdampfungsvorgänge

Bei der Flüssigmistfermentation sind Verdampfungsvorgänge insbesondere bei den Warm- und Heißverfahren prozeßtechnisch relevant. Zum einen stellt die Verdampfung einen dominierenden Faktor in der Wärmebilanz der exothermen aeroben Verfahren dar, und zum anderen wird während der üblicherweise langen Stabilisierungs- und Lagerungszeiten ein erheblicher Teil des im Flüssigmist enthaltenen Wassers an die Atmosphäre abgegeben.

Bei identischen Umweltbedingungen, insbesondere bei gleicher Temperatur und gleichem Feuchtegehalt der umgebenden Luft, wird die durch Verdampfung abgegebene Wassermenge mit steigender Reaktortemperatur zunehmen, da die nötige Verdampfungswärme in zunehmendem Maße verfügbar ist. Außerdem nimmt die spezifische Verdampfungswärme des Wassers, wie in **Tafel 1** aufgezeigt ist, mit zunehmender Temperatur ab.

Temperatur °C	Verd.- wärme kJ/kg	Temperatur °C	Verd.- wärme kJ/kg
5	2489,7	40	2406,9
10	2477,9	45	2394,9
15	2466,1	50	2382,9
20	2453,3	55	2370,8
25	2442,5	60	2358,6
30	2430,7	65	2346,3
35	2418,8	—	—

Tafel 1. Verdampfungswärme von Wasser in Abhängigkeit von der Temperatur.

2.6 Struktur der Belebtschlammflocke

Bei höheren Reaktionstemperaturen bilden sich besonders unter thermophilen Bedingungen bei den aeroben Abbauprozessen gegenüber den klassischen "kalten" Belebungsverfahren kleinere Belebtschlammflocken. Dies ist zum einen von der Art und dem Zustand der am jeweiligen Stoffwechselprozeß beteiligten Mikroorganismen, und zum anderen von der Abnahme der Viskosität und der Dichte des Wassers, von der steigenden Löslichkeit der Feststoffe und der Abnahme der inneren Bindungskräfte der Flocken abhängig.

Soweit im Bereich der Flüssigmistaufbereitung Submersbelüfter oder andere mit ähnlich hohen Rotordrehzahlen arbeitende Belüftungsaggregate eingesetzt werden, ist mit einer weiteren Flockenzerkleinerung durch das Auftreten erhöhter Scherkräfte in den Strömungswirbeln zu rechnen.

Von *Laubenberger* wurde festgestellt [5], daß mit der Steigerung der Strömungsgeschwindigkeit bzw. der Zunahme der Schubspannungen im belüfteten Substrat die Größe der Belebtschlammflocken abnimmt. *Pasveer* [6] stellt die Zusammenhänge zwischen Flockengröße, spezifischer Oberfläche des Schlammes, Geschwindigkeit der biochemischen Oxidation und der Eindringtiefe des Sauerstoffs in die Flocke dar. Er kommt zu dem Ergebnis, daß mit kleiner werdender Flockengröße die Geschwindigkeit der biochemischen Oxidation steigt.

An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, daß für den optimalen Stoffwechselfvorgang nicht nur auf eine ideale Versorgung der Mikroorganismen mit Substrat und Sauerstoff zu achten ist, sondern daß deren Entsorgung durch einen synchron verlaufenden Abtransport der Stoffwechselrestprodukte (z.B. CO₂) ebenfalls gewährleistet sein muß. Der insgesamt notwendige Stoffaustausch und die hierzu erforderliche Erzeugung geeigneter Grenzschichten werden durch die Schaffung günstiger Strömungsbedingungen verbessert.

2.7 Abbauleistung und Arten der Mikroorganismen

In Anlehnung an das Van't Hoff'sche Gesetz, welches für die Beschreibung von Abbauprozessen nur prinzipielle Bedeutung haben kann, steigt die Abbaugeschwindigkeit mit zunehmender Prozeßtemperatur. Dies gilt insbesondere für die stattfindenden Oxidations-, Adsorptions-, Diffusions- und Lösungsvorgänge. So konnte sowohl für Melassesubstrate als auch für Schweinegülle ein temperaturbedingtes Ansteigen der Abbauraten nachgewiesen werden [7].

Mit steigender Substrattemperatur ist eine Umordnung der bei der Fermentation tätigen aeroben Biozönose zu beobachten [8, 9]. Beim Überschreiten von Prozeßtemperaturen von 30–35 °C wird die im Bereich der Abwasserreinigung üblicherweise auftretende Artenvielfalt durch ein Dominieren der Bakterien abgelöst. Die meisten der nachgewiesenen thermotoleranten und thermophilen Bakterienstämme [9] zeigten über einen Temperaturbereich von 15–55 °C gutes Wachstum, was bedeutet, daß die aerobe Flüssigmistaufbereitung auch bei größeren Temperaturschwankungen betriebssicher arbeitet.

3. Indirekt von der Prozeßtemperatur beeinflusste Faktoren

3.1 Hygienisierung

Neben der Stabilisierung kann durch die aerobe Behandlung des Flüssigmistes eine weitgehende Entseuchung bewirkt werden. Diese tritt nach Untersuchungen von Müller [10], Strauch [11, 12] und Wassen [13] jedoch erst nach Überschreiten einer Mindesttemperatur von 40 °C ein. Gleichzeitig muß ein pH-Wert von 8,5 vorliegen. Eine Hygienisierung von Flüssigmist kann also nur erreicht werden, wenn in der obersten Temperaturzone gearbeitet wird.

3.2 Stickstoffhaltung

Da der Flüssigmist meist als Dünger in der Landwirtschaft genutzt wird, ist sein Gehalt an Stickstoff möglichst weitgehend zu bewahren. Im Verlaufe der Fermentationsprozesse setzt sich der im Rohmaterial enthaltene Harnstoff überwiegend in Ammoniak um, dessen Löslichkeit mit steigenden Temperatur- und pH-Werten abnimmt.

Thaer und Grabbe [1] weisen darauf hin, daß demzufolge die größten Ammoniakemissionen bei der thermophilen Aufbereitung zu erwarten sind. Die genannten Autoren zeigen weiterhin auf, daß eine Stickstoffhaltung durch Nitrifikation nur in den für Nitrifikanten verträglichen Temperaturbereichen (unter 40 °C) möglich ist. Bei dieser Verfahrensvariante muß jedoch darauf geachtet werden, daß der Stickstoff nicht über Denitrifikationsvorgänge entweicht.

4. Stabilisierung

4.1 Stabilisierungskennwerte

Unter Stabilisierung werden sowohl bei der Flüssigmistaufbereitung als auch in der kommunalen Abwasser- bzw. Abwassertschlammtechnik die unterschiedlichsten Dinge verstanden. Allgemein wird damit ausgedrückt, daß sich ein "stabilisiertes Abfallprodukt" gegenüber seiner Umwelt indifferent oder zumindest

schadlos verhält. Dieser Zustand kann über die verschiedensten Kriterien beurteilt werden. Zur Übersicht sind in **Tafel 2** die dem Verfasser aus dem Schrifttum bekannten Kriterien zur Beurteilung der Stabilisierung zusammengestellt. Über das im Bereich der Flüssigmistbehandlung meist genannte Kriterium – Geruch – kann leider bei der Probenahme nicht beurteilt werden, wie lange der jeweils beobachtete Zustand des vorliegenden Materials anhält.

1.	Geruch
2.	Atmungsaktivität/org. Trockensubstanz
3.	Reduktase-Aktivität (TTC-Test)
4.	Acetatumsatzaktivität
5.	Fettgehalt
6.	Lipoidgehalt/Ätherextrahierbares
7.	Säurebildungskapazität
8.	Glühverlust
9.	Glühverlust/Glührückstand
10.	Abnahme des relativen Feststoffglühverlustes
11.	Kohlenstoffgehalt im Feststoff
12.	Thermo-Analyse
13.	Biochem. Sauerstoffbedarf (BSB ₅)/Chem. Sauerstoffbedarf (CSB)
14.	Biochem. Sauerstoffbedarf (BSB ₅)/org. gebundener Kohlenstoff (org. C)
15.	Kohlenstoff (C)-Gehalt/Stickstoff (N)-Gehalt
16.	Kohlenstoff (C) x Wasserstoff (H)/Glührückstand (GR)
17.	Schlammabsetzvolumen
18.	Schlammvolumenindex
19.	Schlammalter x Stabilisierungstemperatur
20.	Schwefelwasserstoffbildung
21.	Bleiacetat-Probe
22.	Faulgasentwicklung

Tafel 2. Kriterien zur Beurteilung der Stabilisierung.

Von anderen der aufgezeigten Kriterien ist jedoch zu erwarten, daß sie bei Erreichen gewisser Grenzwerte einen über längere Zeitspannen anhaltenden Stabilisierungsgrad kennzeichnen. Eine Festlegung derartiger Grenzwerte ist für Flüssigmist bisher nicht erfolgt. Neben dem "Hilfskriterium Geruch" erscheinen dem Verfasser die Kennwerte Atmungsaktivität/organische Trockensubstanz, Reduktase-Aktivität (TTC) und die Bestimmung des Verhältnisses BSB₅/CSB für die Beurteilung des aeroben Stabilisierungsprozesses von Flüssigmist am sinnvollsten.

Eigene Erfahrungen über den Zusammenhang zwischen der Geruchsentwicklung und einem der anderen analytischen Kennwerte liegen nur für das letztgenannte Verhältnis BSB₅/CSB bei der Stabilisierung von Schweinegülle vor.

Für das im nachfolgenden näher beschriebene Verfahren der Stabilisierungsgradermittlung konnte die "technische Stabilisierungsgrenze" für Schweinegülle bei einem Wert für BSB₅/CSB von etwa 0,1 angesetzt werden. Bei Erreichen dieses Grenzwertes konnte das stabilisierte Material ohne nennenswerte Geruchsentwicklung über mehrere Monate gelagert werden. Bei anderen Substraten sind jeweils spezifische Grenzwerte anzusetzen. Bei der Stabilisierung von Mastkälbergülle wird die technische Stabilisierungsgrenze sicherlich entscheidend unter 0,1 liegen, da bei diesem Substrat mit einem Ausgangswert BSB₅/CSB etwa 0,15 zu rechnen ist.

4.2 Das Verhältnis BSB₅/CSB als Stabilisierungskriterium

Die im nachfolgenden beschriebene Art der Ermittlung von technisch und wirtschaftlich sinnvollen Stabilisierungsgrenzen mit den zugehörigen Stabilisierungszeiten ist besonders für die Charaktere-

risierung aerob behandelter Abwässer bzw. Schlämme mit hohem Gehalt an organischer Substanz geeignet. Sie ist eine gut reproduzierbare Bestimmung, die mit den anderen genannten Stabilisierungsparametern korrespondiert und diese ergänzt bzw. teilweise ersetzen kann.

Das Verhältnis von Biochemischem Sauerstoffbedarf zum Chemischen Sauerstoffbedarf (BSB_5/CSB) wird in seinem zeitlichen Verlauf und über der gleichzeitig erreichten Abnahme des BSB_5 (η_{BSB_5}) aufgetragen.

Bild 5 zeigt einige typische Kurvenformen für verschiedene Substratarten.

- Geringer Anteil an biologisch abbaubaren Stoffen mittlerer Abbaugeschwindigkeit, hoher möglicher Abbaugrad (d.h. kleiner Endwert für BSB_5/CSB),
- Substrat mit hohem Anteil an biologisch abbaubaren Stoffen, die mit hoher Abbaugeschwindigkeit bis zu einem hohen Abbaugrad reduziert werden können,
- hoher Anteil an biologisch abbaubaren Stoffen, hohe mögliche Abbaugeschwindigkeit, hoher möglicher Abbaugrad, im Anfangsbereich entweder Adaptation oder im gleichen Verhältnis verlaufender Abbau von CSB und BSB_5 ,
- hoher Anteil an biologisch abbaubaren Stoffen, geringe Abbaugeschwindigkeit, geringerer biologischer Abbaugrad.

Mit A und B werden die zu a bzw. b, c und d gehörigen Werte für BSB_5/CSB über den zugehörigen Leistungsgraden η_{BSB_5} aufgetragen.

Im Beispiel 1 wird für das Substrat b und Kurve B eine BSB_5 -Abnahme um 95 % ($\eta_{BSB_5} = 0,95$) gefordert. Der zugehörige Wert des Verhältnisses BSB_5/CSB von 0,12 wird nach einer Stabilisierungszeit von 4,2 Tagen erreicht.

Beispiel 2 zeigt, daß beim Substrat a und Kurve A zum vorgegebenen Wert $BSB_5/CSB = 0,05$ eine Stabilisierungszeit von 2,9 Tagen bei einer BSB_5 -Abnahme von 92,5 % ($\eta_{BSB_5} = 0,925$) gehört.

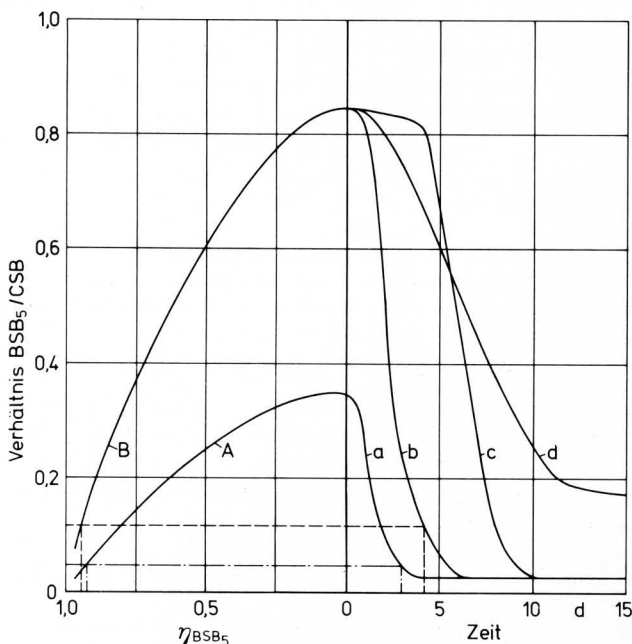


Bild 5. Das Verhältnis BSB_5/CSB als Maß für den Grad der Stabilisierung.

4.3 Abhängigkeit der Stabilisierungszeit von der Stabilisierungstemperatur

Da für die Behandlung von Flüssigmist bisher nur wenige Grundlagenuntersuchungen vorliegen, sei es erlaubt, die Abhängigkeit zwischen Stabilisierungszeit und Stabilisierungstemperatur auf-

grund von Werten, welche der Abwasserschlammaufbereitung entstammen, extrapolierend zu beschreiben.

Aufgrund der sich mit der Steigerung der Reaktionstemperatur unterschiedlich verändernden Einzelkomponenten ergibt sich für das Sammelkriterium Stabilisierung die in **Bild 6** gezeigte Abhängigkeit zwischen Stabilisierungszeit und Stabilisierungstemperatur. Obwohl die drei genannten Autoren jeweils unterschiedliche Stabilisierungskriterien für ihre Untersuchungen herangezogen haben, ist folgende zusammengefaßte Interpretation der abgebildeten Kurven möglich:

- Unterhalb einer Reaktionstemperatur von 5 °C findet keine nennenswerte Stabilisierung statt.
- Im Bereich zwischen 5 bis etwa 40 °C nimmt die notwendige Stabilisierungszeit mit steigender Temperatur ab.
- Oberhalb einer Temperatur von etwa 45 (40) °C ist keine weitere Verkürzung der Stabilisierungszeit zu erwarten.

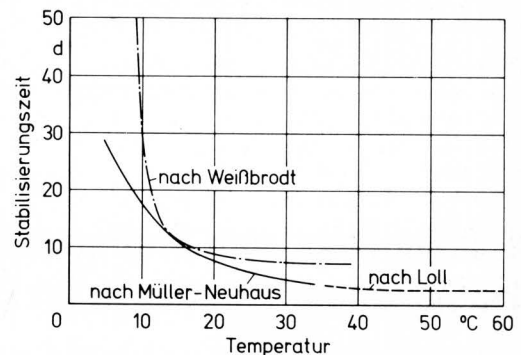


Bild 6. Abhängigkeit der Stabilisierungszeit von der Stabilisierungstemperatur.

5. Zusammenfassung

Wird die Wirkung aller genannten Parameter zusammengefaßt beurteilt, kann insgesamt gesagt werden, daß unter Berücksichtigung landwirtschaftlicher Zielsetzungen die aerobe Stabilisierung von Flüssigmist vorteilhaft bei erhöhten Prozeßtemperaturen betrieben wird. Wird als wichtiges Ziel eine weitestgehende Stickstoff-erhaltung angestrebt, ist der Temperaturbereich 20–40 °C einzuhalten. Hierbei sollte möglichst im oberen Bereich dieser Temperaturspanne gearbeitet werden. Kurzfristiges Überschreiten der oberen Grenztemperatur hat weder bei kontinuierlicher noch bei diskontinuierlicher Betriebsweise negative Auswirkungen.

Soll im Rahmen der Flüssigmistaufbereitung eine gleichzeitige Hygienisierung des Materials erreicht werden, ist es jedoch absolut notwendig in dem oberhalb 45 °C liegenden thermophilen Temperaturbereich zu arbeiten.

Schrifttum

Bücher sind durch • gekennzeichnet

- [1] *Thaer, R. u. K. Grabbe:* Flüssigfermentation mit Selbsterwärmung. Grndl. Landtechnik Bd. 26 (1976) Nr. 6, S. 215/21.
- [2] *Haberer, K.:* Die thermische Gewässerbeeinträchtigung. IAWR 1. Arbeitstagung Zürich und Sipplingen, S. 137/47. Zürich: Juris Verlag 1971.
- [3] *Wilderer, P. u. L. Hartmann:* Der Einfluß der Temperatur auf die Lösungsgeschwindigkeit von Sauerstoff in Wasser. gwf-wasser/abwasser Bd. 110 (1969) H. 26, S. 707/11.
- [4] *Frössling, N.:* Gerlands Beitr. Geophys. 52 (1938) S. 170.

- [5] *Laubenberger, G.*: Der Einfluß der hydraulischen Verhältnisse auf Größe und Aktivität der Belebtschlammflocke. Gesundheitsingenieur Bd. 91 (1970) Nr. 12, S. 354/57.
- [6] *Pasveer, A.*: Untersuchungen über das Belebtschlammverfahren für die Reinigung von Abwasser. Gesundheitsingenieur Bd. 76 (1955) S. 332/40.
- [7] *Loll, U.*: Stabilisierung hochkonzentrierter organischer Abwässer und Abwasserschlämme durch aerob-thermophile Abbauprozesse. Diss. TH Darmstadt 1974 Eigenverlag. gwf-wasser/abwasser Bd. 115 (1974) H. 4, S. 191/98.
- [8] *Loll, U. u. J.C.G. Ottow*: Das Verhalten aerob-thermophiler Mikroorganismen bei der Flüssigkompostierung. gwf-wasser/abwasser Bd. 115 (1974) H. 11, S. 511/14.
- [9] *Steldern, D. von, J.C.G. Ottow u. U. Loll*: Thermophile aerobe Sporenbildner bei der biologischen Reinigung hochkonzentrierter Abwässer. Zeitschrift für Allgemeine Mikrobiologie Bd. (1974) H. 3, S. 229/36.
- [10] *Müller, W.*: Hygiene landwirtschaftlicher und kommunaler Abfallbeseitigungssysteme. Hohenheimer Arbeiten 69, Stuttgart: Ulmer 1973.
- [11] *Strauch et al.*: Das Umwälzbelüftungsverfahren (System Fuchs) zur Behandlung von flüssigen tierischen und kommunalen Abfällen. 6. Mitteilungen, Berliner-Münchener Tierärztl. Wochenschrift (1976).
- [12] *Strauch, D., W. Baader u. C. Tietjen*: Abfälle aus der Tierhaltung. Stuttgart: Verlag Ulmer 1977.
- [13] *Wassen, H.*: Hygienische Untersuchungen über die Verwendbarkeit der Umwälzbelüftung (System Fuchs) zur Aufbereitung von flüssigen Abfällen aus dem kommunalen und landwirtschaftlichen Bereich. Vet. med. Diss., Giessen 1975.
- [14] *Weißbrodt, W.*: Aerobe Behandlung von Primärschlamm. Stuttgarter Berichte der Siedlungswasserwirtschaft, Bd. 51 (1974).
- [15] *Müller-Neuhaus, G.*: Untersuchungen über die getrennte Schlammstabilisierung und Folgerungen für die Praxis. Berichte aus dem Institut für Wasserwirtschaft und Gesundheitsingenieurwesen Nr. 5, Technische Universität München 1971, S. 181/214.

Untersuchungen zum Stoffumsatz hochmolekularer Fraktionen im Flüssigmist

Von Klaus Grabbe Braunschweig-Völkenrode*)

Mitteilung aus dem Institut für Bodenbiologie der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Braunschweig-Völkenrode

DK 631.862:628.35:631.879.4

Die aerobe Fermentation von Flüssigmist bezweckt die Aufbereitung zu einem lagerfähigen, geruchslosen Produkt. Leider verfügt die überwiegend bakterielle Mischflora nicht über Stoffwechsellleistungen, die wie bei der Kompostierung fester Abfallstoffe mit der Bildung von Huminstoffen und Ligno-Protein-Komplexen verknüpft sind. Infolgedessen führt auch der Stickstoffumsatz in flüssigen Systemen nur über die Stufe des Ammoniaks, das abgast oder zu Nitrat bzw. Nitrit oxidiert wird. Die Stickstoffbindung in der Biomasse trägt nicht zur Stabilisation bei, denn bei einsetzendem Nährstoffmangel und Änderungen des Milieus bewirken autolytische Prozesse erneut Geruchsbelastungen.

Die Arbeit ist Teil eines Forschungsauftrages des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten unter dem Titel: Erarbeitung von Kenndaten für die Steuerung biologischer Prozesse bei der Aufbereitung flüssiger Abfallstoffe.

*) *Wiss. Dir. Dr. K. Grabbe, Biotechnikum des Instituts für Bodenbiologie (Direktor: Prof. Dr. K.H. Domsch) der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode.*

1. Einleitung

Die Mineralisation der organischen Substanz ist in flüssigen und festen Rottesystemen das Werk einer komplexen Mikroflora, deren einzelne Populationen allgemeine oder spezielle Stoffwechsellleistungen in den Gesamtumsatz einbringen. Während die meisten löslichen Kohlenstoff- und Stickstoffverbindungen allgemein vorhandenen biochemischen Spaltungsreaktionen zugänglich sind, gilt dies nicht für einige wichtige hochmolekulare Fraktionen, zu denen vor allem die Gerüstsubstanzen pflanzlicher Gewebe, die Zellulose und das Lignin zählen. Beide stellen die Hauptmasse des assimilatorisch gebundenen Kohlenstoffs.

Die Fähigkeit, Zellulose abzubauen, besitzen viele Pilzarten, aber auch einige aerob oder anaerob lebende Bakterienspezies. Das Lignin setzt aufgrund seines besonderen Aufbaus aus Phenylpropanverbindungen dem mikrobiellen Angriff den größten Widerstand entgegen. Hier sind es offenbar nur die Basidiomyceten, die unter Reinkulturbedingungen einen vollständigen Abbau bewerkstelligen können. Dies schließt nicht aus, daß in komplexen Rottesystemen auch andere Mikroorganismenarten allein oder in Kombination das Lignin bis zu einem gewissen Grade zu nutzen vermögen.

Die enge Verknüpfung des Ligninabbaues mit dem Vorkommen von Basidiomyceten bedeutet hinsichtlich des Biotops, daß nur die Kompostrotte das natürliche Milieu für diese Organismen zu bieten vermag, denn flüssige Substrate werden nur schwer oder gar nicht besiedelt.