Walter Sauerlandt, Institut für Humuswirtschaft

„... VON WEGEN SINE EIGENE STINKERIGE NATUR" – Fritz Reuter –

EINIGE UNTERSUCHUNGEN ÜBER ABWASSERKLÄRSCHLAMM

Allwöchentlich fährt einmal ein Müllwagen durch das Gelände unserer Anstalt und befreit uns von den sich anhäufenden festen Siedlungsabfällen. In einer Stadt von der Größe Braunschweigs fallen täglich rd. 400 cbm oder etwa 120 bis 130 t Rohmüll an (je Kopf der Bevölkerung rd. 0,5 kg). Diese festen Abfallstoffe werden mengenmäßig aber von den flüssigen, dem Abwasser weit übertroffen. 38 000 bis 40 000 cbm sind hier jeden Tag, ohne Industrieabwässer, zu verarbeiten (rd. 200 Liter je Einwohner), in denen beträchtliche Mengen an wertvollen Stoffen für die Ernährung der Pflanze enthalten sind. Weiterhin rücken die gasförmigen Abfälle in den Städten, durch ständig zunehmende Verbrennungsmotore noch verstärkt, immer stärker in das Blickfeld der Städtereiniger. In den Dörfern mit weitaus geringerer Siedlungsdichte spielen diese Fragen kaum eine Rolle, zumal manche der anfallenden Stoffe dort zwanglos als Düngemittel verwertet werden können.

Müll wird in Deutschland zumeist noch auf Halden gelagert oder zum Auffüllen von unerwünschten Bodensenken — wie in Braunschweig — verwendet. Gegen diese Art der Beseitigung werden neuerdings aus wasserwirtschaftlichen Gründen Bedenken angemeldet, da die verschiedensten Stoffe aus dem Müll ausgelaugt werden und schließlich in das Grundwasser gelangen können. Deshalb wird empfohlen, Müll zu verbrennen oder aber zu einem Kompost aufzuarbeiten, was volkswirtschaftlich zur Pflege unserer in der Land- und Forstwirtschaft, im Obst-, Wein- und Gartenbau genutzten Böden zweifellos nach den verschiedensten Richtungen hin Nutzen stiften könnte. In Baden-Baden sowie in Heidelberg sind derartige Kompostwerke bereits in Betrieb, in Holland sind sie weit verbreitet und nehmen auch in anderen Ländern ständig zu. Dabei wird die gemeinsame Verarbeitung von Klärschlamm und Müll z. Z. als besonders günstig erachtet.

Die Gewinnung des Versuchsmaterials

Eine weitere Möglichkeit erschließt sich durch die Bihugasgewinnung nach dem Verfahren von Schmidt-Eggersglüss, nachdem es nunmehr gelungen ist, Stallmist und Klärschlamm gemeinsam zu vergären. Durch die damit verbundenen mannigfachen Kombinationsmöglichkeiten schien es zweckmäßig, auch einzelne primitive Nutzungsformen des Klärschlamms in die Untersuchungen einzubeziehen. Aus unserer vor knapp 20 Jahren provisorisch errichteten Abwasserkläranlage konnten frischer Klärschlamm mit einer Absetzzeit von rd. 24 Stunden und stichfester, auf Trockenbeeten an der Luft entwässerter Klärschlamm zu den Untersuchungen herangezogen werden. Letzterer wurde durch Dipl.-Landw. Focke zu einem gärtnerischen Kompost weiterverarbeitet. Auch dieser wurde in das Versuchsprogramm aufgenommen, da möglichst unterschiedliche Dünger vergleichend geprüft werden sollten.

Dr. Tietjen hat seit etwa 2 Jahren mannigfache Versuche zur gemeinsamen Vergärung von Klärschlamm und Stallmist bzw. Stroh durchgeführt und hierfür Abwasserklärschlamm aus reinen Wohnsiedlungen verwendet. Das Abwasser unserer Anstalt kann durch die Laboratorien mancherlei Stoffe enthalten, die diese Versuche vielleicht getrübt und damit keine wahren Werte geliefert hätten. Deshalb wurde zunächst mit Abwasserklärschlamm aus der Wohnsiedlung Braunschweig-Rühme gearbeitet. Später wurde das Abwasser eines Landarbeiterhaushaltes zu diesen Zwecken herangezogen, und schließlich bauten wir ein kleines Absetz- und Überlaufgefäß in die Kanalisationsanlage eines Barackenwohnhauses ein, das die täglich benötigten Mengen an Klärschlamm geeigneter Qualität lieferte.

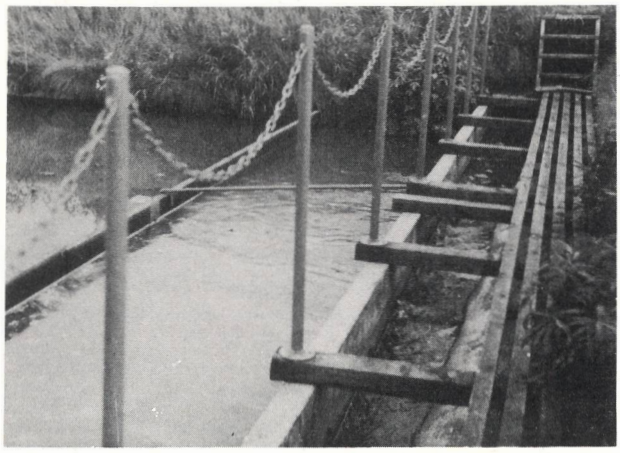

Bild 1: Kläranlage. Zulauf des Schmutzwassers.

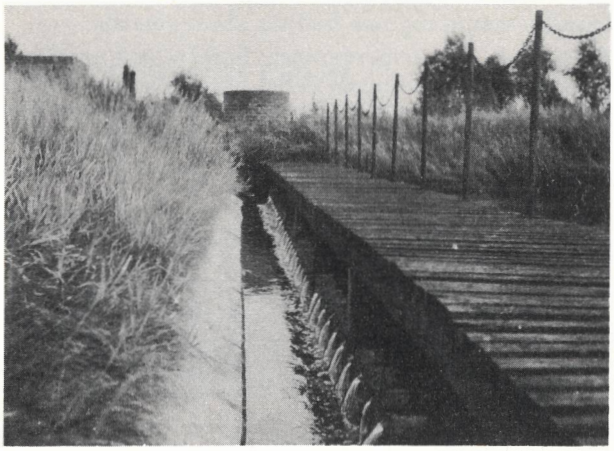

Bild 2: Kläranlage. Abfluß des geklärten Wassers.

Durch eine in Bihugasanlagen durchgeführte Methangärung lieferte dieser Klärschlamm und Mist die nötigen Mengen an Bihudung. Schließlich wurde noch ein anaerob vergorener „reiner" Klärschlamm aus Baden-Baden zu diesen vergleichenden Untersuchungen herangezogen.

Die Gliederung dieser Forschungsaufgabe

Diese Arbeiten gliedern sich in drei aufeinanderfolgende Teilaufgaben, und zwar

1. die anaerobe Vergärung,
2. die chemische Analyse und
3. den Vegetationsversuch.

Um die anaerobe Vergärung überwachen zu können, muß das dabei entstehende Mischgas mengenmäßig erfaßt und analysiert werden (Heizwert, CO_2, Methan). Des weiteren ist die täglich zuzuführende Masse zu wiegen und die wertbestimmenden Stoffe (organische Masse und Nährstoffe, insbesondere Stickstoff) zu ermitteln. Die gleichen Feststellungen werden im Rückstand der Gärung, dem dabei gewonnenen organischen Dünger, durchgeführt. Dadurch ist bei derartigen Bilanzversuchen eine große Zahl von Analysen unumgänglich, die zum Teil im Chemischen Untersuchungslaboratorium der FAL, in der von Dr. Mertens geleiteten Abteilung für Dünger- und Bodenanalysen, erarbeitet wurden.

Schließlich sind zur weiteren Bewertung Vegetationsversuche anzustellen, die die Wirksamkeit dieser Dünger erst erkennen lassen, wobei neben Feldversuchen auch Gefäßversuche durchzuführen sind. Durch letztere soll insbesondere die physiologische Wertigkeit der Nährstoffe, die mittels des Feldversuchs zumeist nur unsicher bestimmt werden kann, erfaßt werden, wobei bisher nur der Stickstoff der organischen Dünger in diese umfangreichen Untersuchungen einbezogen werden konnte.

Es ist demnach ein langer Weg an experimenteller Arbeit nötig, um der Frage näher zu kommen, „ob der Meß stünk von wegen den Salmiakspirtus oder

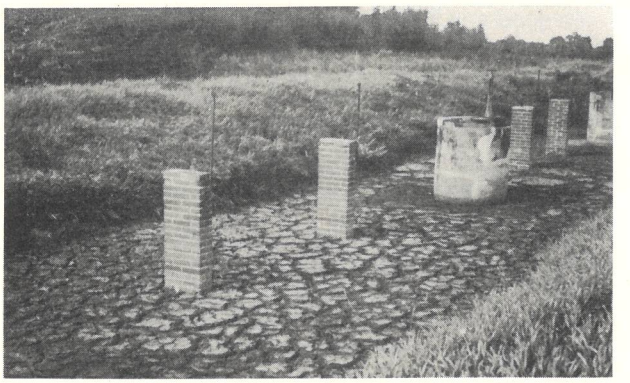

Bild 3: Stichfester Klärschlamm im Trockenbeet.

von wegen sine eigene stinkerige Natur", welche der Landwirt Fritz Reuter vor mehr als 100 Jahren in seinem Buch „Ut mine Stromtid" anklingen ließ.

Chemische Eigenschaften der Dünger

Die zu diesen Versuchen herangezogenen organischen Dünger zeigten die in der Übersicht 1 zusammengestellten Eigenschaften.

Auf die beträchtlichen Unterschiede der Trockenmasse in den verschiedenen Düngemitteln, die z. T. kompakt angewendet werden, sei hingewiesen.

Der Klärschlamm-Kompost war schwach sauer, die sorbierenden Flächen waren, wie im übrigen auch bei dem stichfesten Klärschlamm, zu einem nicht unerheblichen Anteil mit Wasserstoffionen besetzt. Der frische Klärschlamm zeichnete sich gegenüber den anderen Düngern durch einen besonders hohen Stickstoffgehalt aus. Das Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis war in allen Fällen eng, am engsten bei dem frischen Material. Nur beim Bihudung, der durch Methangärung von Stallmist und Klärschlamm gewonnen wurde, war die Sorptionskapazität völlig mit Basen belegt. Schließlich sei noch der Hinweis gegeben, daß der Gehalt an Phosphorsäure keine größeren Unterschiede zeigte, während die über-

Übersicht 1

Chemische Eigenschaften der Dünger

		Klärschlamm Völkenrode frisch	Bihudung aus Klärschlamm u. Stallmist	Klärschlamm Baden-Baden	Klärschlamm Völkenrode stichfest	Klärschlamm-Kompost Völkenrode
Trockensubstanz der naturfeuchten Masse %		1,03	6,52	7,26	21,2	44,93
pH (KCl) in naturfeuchter Masse		7,52	7,98	8,95	7,38	6,13
org. Substanz	In der Trockenmasse	69,3	73,2	39,9	52,5	35,2
C		37,7	36,9	22,1	30,2	20,4
N		6,21	2,7	2,22	2,83	1,83
C/N		6,1:1	13,7:1	10:1	10,7:1	11,1:1
P_2O_5 (in Klammer: laktatlöslich)		1,58	1,14	1,65	1,14	1,12
			(0,67)	(0,58)	(0,40)	(0,39)
K_2O (in Klammer: laktatlöslich)		0,34	3,40	0,21	0,28	0,12
			(0,67)	(0,05)	(0,04)	(0,014)
CaO		1,63	1,96	3,25	2,02	0,23
T mvl.		40,2	58,5	37,8	40,9	42,3
H mvl.		8,3	0	8,2	26,4	25,5

wiegend aus Klärschlamm bestehenden Dünger kaliarm waren; der Stallmistanteil des Bihudunges kommt in einem höheren Kaligehalt sicher zum Ausdruck.

Gefäßversuche und deren Ergebnisse

Nachdem diese Dünger chemisch gekennzeichnet sind, wurde der physiologisch wirksame Anteil des Stickstoffs ermittelt. Hierzu wurden Gefäßversuche angelegt, wobei jeweils 16 Gefäße mit einem Boden-Sandgemisch von 1:2 beschickt und als Grunddüngung

a) Kaliphosphat, Magnesiumsulfat und Kalk und

b) die jeweils zu prüfenden organischen Dünger zugesetzt wurden.

Dann erhielten die Gefäße eine Differenzdüngung mit steigenden Gaben Ammoniumnitrat, wobei den ersten vier Gefäßen kein Stickstoff, den folgenden 0,25 bzw. 0,5 und 1 g Stickstoff (N) zugeführt wurden. In den ersten Tagen des April wurden die Gefäße mit Hafer besät. Nach der Ernte wurden Korn und Stroh getrocknet und deren Gewicht ermittelt. Nach dem Ertragsgesetz von Eilhard Alfred Mitscherlich wurden der Höchstertrag „A", der Wirkungsfaktor „c" und die physiologisch wirksame Stickstoffmenge „b" errechnet, die im Boden und dem zugeführten organischen Dünger vorlag, dessen physiologisch wirksamer Anteil schließlich in % des in dem jeweiligen organischen Dünger enthaltenen Gesamtstickstoffs angegeben wurde. In Übersicht 2 sind zunächst die ohne Ammoniumnitrat erzielten Erträge aufgeführt, woraus der Düngungserfolg bereits hervorgeht. Weiterhin wurde die mit den organischen Düngern den Gefäßen zugeführte Stickstoffmenge (in mg/Gefäß) für jeweils zwei verschieden hohe Gaben (a und b) verzeichnet. Es folgt der physiologisch wirksame Anteil in % der zugeführten

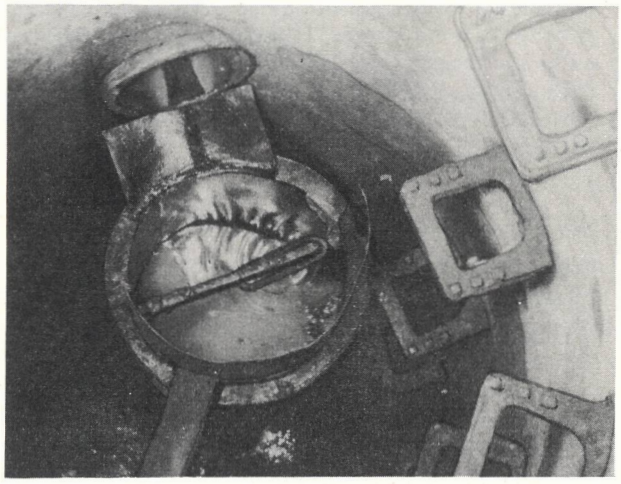

Bild 5: Das Versuchsgerät im Kanalisationsschacht.

Menge an Gesamtstickstoff der organischen Dünger. Zur weiteren Erläuterung sind noch einige Werte berechnet, und zwar der durch jeweils 100 mg N erzielte Mehrertrag, die Stickstoffaufnahme aus den organischen Düngern und schließlich die Verwertung des aufgenommenen Stickstoffs (mg Trockensubstanz je 1 mg N).

Der physiologisch wirksame Anteil war mit 81,5 % bei dem frischen Klärschlamm mit dem engen C/N-Verhältnis von rd. 6:1 am höchsten. Die übrigen 4 Dünger wiesen ein etwa gleiches C/N-Verhältnis auf, dabei sank die physiologische Wertigkeit jedoch von 52,7 % (Bihudung) auf 12,8 % (Klärschlammkompost). In einem mehrere Jahre durchgeführten Feldversuch vermag dagegen ein Kompostdünger mit einem C/N-Verhältnis von 10—12:1 Leistungen zu vollbringen, die mit dem im Gefäßversuch ermittelten physiologisch wirksamen Anteil nicht in Einklang zu stehen brauchen.

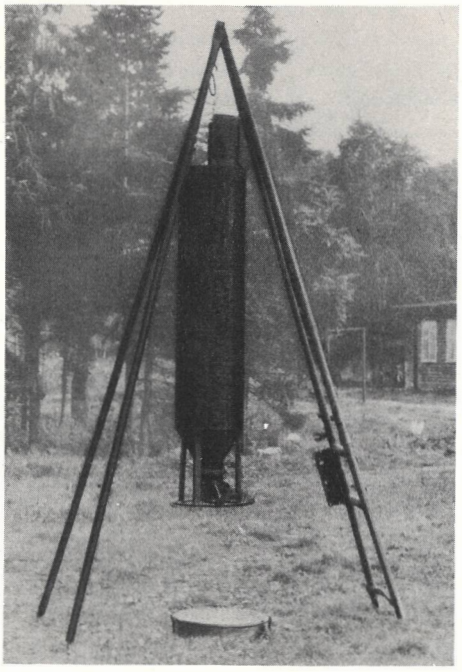

Bild 4 links: Das Versuchsgerät zur Entnahme von Klärschlamm wird mittels Flaschenzuges in den Kanalisationsschacht eingesetzt.

Bild 6 rechts: Nach dem Einpassen des Versuchsgerätes in den Kanalisationsschacht. Versuchsarbeit mit Materialien „stinkeriger Natur" erfordern Arbeitsfreude und gute Schutzkleidung.

Übersicht 2

Untersuchungen über Abwasserklärschlamm. — Ergebnisse von Gefäßversuchen

	Ohne org. Düngung	Klärschlamm Völkenrode frisch	Bihudung aus Klärschlamm u. Stallmist	Klärschlamm Baden-Baden	Klärschlamm Völkenrode stichfest	Klärschlamm-Kompost Völkenrode
Ertrag g/Gefäß ohne anorg. Stickstoff	10,4±0,5	a) 20,8±0,2 b) 21,0±1,1	a) 38,4±1,2 b) 56,2±1,8	a) 36,9±2,6 b) 47,8±1,2	a) 28,6±0,1 b) 47,4±2,6	a) 28,5±1,0 b) 32,8±0,9
Stickstoff in dem org. Dünger mg/Gefäß	—	a) 64 b) 128	a) 352 b) 704	a) 322 b) 644	a) 600 b) 1800	a) 820 b) 1640
physiologisch wirksamer Anteil (% von Gesamtstickstoff)	—	81,5	52,7	43,5	31,1	12,8
100 mg N im organischen Dünger brachten im Mittel einen Mehrertrag von g/Gefäß	—	12,6	7,2	7,0	2,5	1,8
Stickstoffaufnahme in % der zugeführten Menge	—	38,9	39,4	30,5	14,7	9,4
Verwertung des aufgenommenen Stickstoffes mg je 1 mg N	121	175	163	185	151	160

a) geringere Gaben, b) größere Gaben.

Die Stickstoffaufnahme ist aus dem stichfesten Völkenroder Klärschlamm sowie aus dem Klärschlammkompost gegenüber den flüssigen organischen Düngern weitgehend verringert.

Dividiert man den erzielten Ertrag (mg/Gefäß) durch die aufgenommene Stickstoffmenge (mg/Gefäß), so ergibt sich deren Verwertung, die, sofern keine Sonderbeeinflussungen durch die Dünger vorliegen, annähernd gleich sein sollte. Sie liegt in diesem Falle zwischen 150 und 185 mg je 1 mg aufgenommenen Stickstoff, wenn man von dem Ertrage ohne organische Düngung absieht. Die zahlenmäßig hohe Verwertung des aufgenommenen Stickstoffs aus dem Klärschlamm Baden-Baden steht zweifellos mit dem in diesem Falle ermittelten hohen Wirkungsfaktor (0,31 gegenüber 0,28) in Verbindung, d. h. aber mit anderen Worten, daß die Differenzdüngung mit Ammoniumnitrat zu überdurchschnittlich hohen Erträgen führte. Demgegenüber war eine zusätzliche Stickstoffdüngung zu den Gefäßen mit dem stichfesten Klärschlamm mit starken Ertragshemmungen verbunden.

Während die Stickstoffwirkung des Stallmistes zumeist, allerdings durchaus nicht immer, mit dem C/N-Verhältnis recht befriedigende Korrelationen ergibt, treten diese bei einem Vergleich der in ihren Eigenschaften so stark differenzierten Dünger in ungleich geringerem Maße in Erscheinung. Sie dürfen auch kaum erwartet werden, da kompakte bzw. flüssige Dünger mit hohen und geringen Ammoniakanteilen zu diesen Versuchen herangezogen wurden. Die Zugänglichkeit des Stickstoffes für die Pflanzen, die Schnelligkeit der Aufnahme, sind für die Ertragsbildung wesentliche Faktoren, die im Gefäßversuch und im Feldversuch unterschiedlich reagieren können, insbesondere dann, wenn die Versuche mit verschiedenen Pflanzen (z. B. Hafer im Gefäßversuch und Zuckerrüben im Feldversuch) durchgeführt werden. Dem Faktor Zeit kommt hinsichtlich der Stickstoffumsetzungen im Boden sowie der mehr oder weniger über lange Zeiträume ausgedehnten Nährstoffaufnahme verschiedener Kulturpflanzen für die Ertragsbildung beträchtliche Bedeutung zu, die zu unterschiedlichen Ergebnissen der physiologischen Wertigkeit des Stickstoffes organischer Düngemittel je nach dem gewählten Vegetationsversuch führen kann.

Die Beobachtungen in den letzten Jahren führen zu dem Ergebnis, daß zusätzliche, anorganische Stickstoffgaben neben flüssigen, organischen Düngern mit hochwirksamen Stickstoffanteilen (in Höhe von 400 bis 800 mg/Gefäß) in diesen Gefäßversuchen zu einer Verzögerung des Wachstums, zu einer „lag-phase" der Wachstumskurve führten. Um diesen methodischen Fehler auszuschalten, wird in den kommenden Jahren die anorganische Differenzdüngung in geteilten Gaben verabfolgt und darüber hinaus die Verzögerungsphase des Wachstumsverlaufs durch zeitlich gestaffelte Ernten ermittelt werden. Trotz dieser noch zu beseitigenden methodischen Fehler der Bestimmung des physiologisch wirksamen Anteils des Stickstoffs organischer Dünger zeigen diese Vorversuche jedoch schon, daß die flüssigen Dünger aus Klärschlamm bzw. nach einer gemeinsamen Methanvergärung von Klärschlamm und Stalldünger einen hohen Anteil an physiologisch wirksamem Stickstoff enthalten. Außerdem kann aus einem gleich engen Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoff in verschiedenen organischen Düngemitteln, insbesondere bei dem Vergleich flüssiger und kompakter Dünger, nicht ohne weiteres auf deren Wirksamkeit geschlossen werden, wie dies bei dem üblichen, kompakt angewandten Stallmist im allgemeinen möglich ist.