

Abfallverwertung in warmen Klimaten

Utilization of waste material in hot climates

Von Raymund Kretzschmar*

1. Einleitung

Bei aufmerksamer Verfolgung des Gesetzes-, Verwaltungs- und Richtlinienwesens und der davon gesteuerten bzw. betroffenen Entwicklung des Abfallsektors in der Bundesrepublik Deutschland kommt man zu dem Schluß, daß die jüngst um das Stichwort „Recycling“ begonnenen Bemühungen fast wieder vergessen werden müssen.

Es sind zur Zeit, im Gegensatz zum Ausland, keine bedeutenden Projekte zur Abwasserlandbehandlung, weder nach der „slow rate land treatment“, dem „overland flow“ und der „rapid infiltration“, noch zur Kompostbereitung oder Müll-Klärschlamm-Kompost-Herstellung (MKK) im Aufbau.

Bereits der weitgehend schadstofffreie, nur Haushaltschemikalien enthaltende Fäkalschlamm, auch die Abwässer ländlicher Siedlungen sind dem Gesetzgeber so suspekt und verdächtig, daß sie mancherorts ohne nähere Prüfungen sofort für jedes Fischsterben verantwortlich gemacht werden und somit künftig kontrolliert gesammelt, abgefahren, behandelt und schadlos beseitigt werden müssen.

In einem Gutachten des damaligen Bundesministers für Atomenergie und Wasserwirtschaft aus dem Jahre 1959 steht nach B. SAPPOK (1) sinngemäß: Aus hygienischen Gründen und ästhetischen Gründen können Abfälle nicht mehr einfach deponiert oder in Vorfluter abgeleitet werden. Gefahren für die Gesundheit und das Grundwasser sind dann bei zunehmender Besiedlungsdichte nicht auszuschließen. Dem ist auch heute uneingeschränkt beizupflichten.

Wie soll aber eine schadlose Beseitigung ohne „gefährliche“ Deponien funktionieren, wenn an Abfallverwertung nicht mehr gedacht werden darf? Können wir uns Abfallverbrennung leisten?

* AOR Dr. Raymund Kretzschmar, Inst. f. Wasserwirtschaft und Landschaftsökologie, Christian-Albrechts-Universität Kiel, Anschrift: Olshausenstr. 40-60, D-2300 Kiel

Erfreulicherweise ziehen Länder der 3. Welt eine Verwertung der Beseitigung vor und bedienen sich dabei auch des know how von Bundesbürgern.

1.1 Abfalldefinition

Zu Abfällen die über eine Verwertung in den Naturhaushalt zurückgeführt werden sollen, gehören feste, flüssige und pastöse, nicht mehr anderweitig einsetzbare Stoffe.

Feste Abfälle sind: Speisereste, Gemüseabfälle, Knochen, Verpackungsmaterial (Papier, Pappen, Kunststoffe), Sand, Scherben, Asche, Stroh, Lumpen, Laub u.ä. Auszuschließen sind Bauschutt und industriell anfallende Schlacken, die sind zur Deponie geeignet.

Flüssige Abfälle sind: Abwasser aus Küche, Sanitär-, Wohn- und Arbeitsbereich von Hauswirtschaften, Kantinen und Nahrungsmittelproduktionen.

Auszuschließen sind unbehandelte Abwässer aus Krankenhäusern, bestimmten chemischen Industrien sowie toxische Abflüsse aus Handwerks- und Industriebereichen, für sie sind Sondermaßnahmen anzuwenden.

Pastöse Abfälle sind: Klärschlämme aus Abwasserbehandlungsanlagen und mit Wasser angemachte Feststoffe, z.B. Stäube aus Rauchgaswäschen oder andere mit Wasser niedergeschlagene Staubemissionen bestimmter Produktionsprozesse. Toxische und pflanzenschädliche Stoffe sind ebenfalls von der Rückkehr in den Naturhaushalt auszuschließen.

Für wenig industrialisierte Länder bleibt ein weiter Spielraum zur Abfallverwertung in Land- und Forstwirtschaft und im Gartenbau. Ganz unproblematisch ist die Abfallverwertung jedoch nicht.

2. Abfallverwertungsprobleme

Aus Energiepreisgründen sind zur Zeit alle ertragssteigernden und -sichernden Betriebsmittelreserven (Dünger, Bewässerungswasser, Pflanzenschutzmittel) optimal zu nutzen. Solche Reserven können sich landwirtschaftliche Betriebe teilweise aus Abfällen der Hauswirtschaften und ausgewählten Industrien erschließen. Durch die aus dem gesamten Land in Richtung Ballungszentrum strömenden Nahrungsgüter kommt es zu Abfallakkumulationen in den Städten und zu Stoffverlusten auf dem Land. Stoffkreislauf und Recycling sind unterbrochen. Eine teilweise Schließung des Stoffkreislaufes erfordert Transportraum, entsprechende Infrastruktur, straffe Organisation und Abfallbewirtschaftung. Derartige Strukturen sind nicht oder nur rudimentär aus dem Kolonialzeitalter erhalten. Neuaufbau überfordert in der Regel die Staats- bzw. Stadtfinanzen.

Mittlerweile sind in vielen Ballungsräumen bedrückende sanitäre und hygienische Verhältnisse entstanden.

Fäkalgerüche und müllverstopfte Straßen lassen sich in manchen Stadtteilen feststellen. Aber das Verhältnis der Einheimischen zum biologisch-zivilisatorisch-industriellen Unrat ist ungebrochen. Entsprechend gering sind auch Entsorgungswünsche und entsprechend lax erfolgt der Umgang bei der Abfallverwertung. Obst wird in Afrika nicht gepflückt, meist geschüttelt. Wurzel- und Knollenfrüchte werden nicht selten vor der Marktbelieferung im Abwasserzuleiter gewaschen. Trotz allem sind Seuchengänge ausgeblieben.

Hohe Temperaturen, starke UV-Strahlung, Starkregen und Winde tragen zur Straßenreinigung (Abfallbeseitigung) bei bzw. wirken baktericid.

Mengendosierungen, Einhaltung von Karenzzeiten, die Bewertung des Wasser- und Nährstoffwertes flüssiger Abfälle erfordern fundierte Kenntnisse über Pflanzenernährung und die Wachstumsgesetze. Letztlich ist Abfallverwertung auch ein Problem von Bildung und Aufklärung. Ein weiteres Problem bilden in Entwicklungsländern Abfalluntersuchungen und die an eine Verwertung gekoppelte Qualitätsüberwachung.

Vor dem Schwermetallproblem sind auch die weniger entwickelten Länder nicht sicher, zumal kaum Emissionsrestriktionen (außer Ägypten) wirksam sind.

Dort wo Abwässer zur Verwertung im Landbau gelangen, sollte auch die Möglichkeit des Klarwassereinsatzes gegeben sein. Falls Abwasser ganzjährig zur Verfügung steht, lassen sich Anbauperioden aus der Regenzeit weiter in die Trockenzeit verlegen. Ein solches Ansinnen ist sicher nicht leicht für auf der Subsistenzstufe stehende Landwirte nachzuvollziehen und zu akzeptieren.

Mineralisierungs- und Umsetzungsprozesse organischen Materials verlaufen wesentlich schneller als im humiden Klimabereich. Humusanreicherungen sind kaum möglich. Stickstofffestlegungen erfolgen, wenn Rohmüll auf die Felder aufgebracht wird. Erhöhungen des Salzspiegels, besonders Boranreicherungen im Bodenwasser treten zuweilen als Folge hoher Müllgaben auf. pH-Werte und der Carbonatstatus zeigen ebenfalls erhöhende Tendenz. Deshalb ist Müllkomposteinsatz in jedem Fall vorzuziehen, obwohl Dornen, Holzsplitter, Glas- und Porzellanscherben auch hier noch barfuß arbeitende Landarbeiter gefährden.

Die billige und sinnvolle Lösung des Abfallproblems durch landbauliche Verwertung stellt hohe Anforderungen an alle Beteiligten. Nur bei Bestehen eines Beratungsdienstes und bei intensiver Betriebsberatung hat die Abfallverwertung eine Chance, nicht in Mißkredit zu geraten.

3. Abwasserverwertung

Solange in Wassermangelgebieten der tägliche Wasserbedarf mit Kalebassen herangeschafft wird, stellt sich eine Abwasserentsorgungsfrage nicht. Das wenige Wasser wird nicht durch Exkrememente verschmutzt. Übrigens auch in vielen Städten der 3. Welt nicht.

Mit zentraler Wasserversorgung sind Folgemaßnahmen verbunden, die vielerorts als unzureichend zu bezeichnen sind. Stadtnahe Meeresbuchten, Flüsse, Wadis sind längst nicht mehr in der Lage, die notwendigen Reinigungs- und Abbauleistungen zu erbringen. Badebetrieb ist nurmehr weit außerhalb der Agglomerationen gefahrlos möglich. Neuanlagen von modernen Trenn- oder Mischkanalisationen mit Klärsystemen wurden für viele Städte geplant, kamen aus Kostengründen jedoch nicht zur Ausführung.

Von der Verwertung der aus überlasteten und baufälligen Kanälen strömenden Flüssigkeiten wird folglich die Rede sein müssen. Diese „schwarzen Brühen“ sind so vielseitig verunreinigt, daß eine unbesehene Verwertung im Landbau nachteilig und schädlich sein kann. Schließlich gelangen auch Abwässer der Kleinindustrie und des Handwerks unbehandelt in die alten Entsorgungsnetze.

Im Kap. 3.3 wird über eine Verwertungsmöglichkeit solch schwarzer Brühe berichtet, die der Autor 1978 den nigerianischen Städten Kano und Kaduna vorgeschlagen hat.

3.1 Abwassermengen

Mengenmessungen an bestehenden Kanalisationen sind in der durchgesehenen Literatur nicht zu finden. Für Entsorgungsplanungen werden deshalb in der Regel die Mengen Q (m^3) und q (l/E) geschätzt und zur Kanaldimensionierung mit kostenträchtigen Sicherheitsaufschlägen versehen. Versuche zum Mengenabgriff aus dem Trinkwasserverbrauch sind keineswegs zuverlässiger als Expertenschätzungen. Die diesbezüglichen Installationen (Wasseruhren, Schieber, Leitungsverbinder) sind in einem desolaten Zustand, mitunter sogar durch Bypässe überbrückt. Unter Würdigung des nur angeführten Sachverhaltes können Wasserverbrauch und Abwasseranfall mit westeuropäischen Normen angesetzt werden.

Für einige Stadtteile Algeriens kommt ein deutsches Planungsbüro auf 200 l/E·d Abwasseranfall. Die Verdunstungs-, Versickerungs- und Kanalverluste werden zu 20% angenommen, so daß 160 l/E·d an die Landwirtschaft abgegeben werden können.

Ein anderes Büro gibt für Bezirke südlich Kairo Wasserverbrauchs- und Abwasseranfallzahlen von 55 bis 250 l pro Kopf und Tag an. Für die Städte Kano und Kaduna belaufen sich die Schätzungen ebenfalls auf 200 l/E·d.

3.2 Abwasserqualität

Da wo keine Mengenmessungen vorliegen, ist es auch vergebens nach Analysendaten zu suchen. In den meisten Ländern sind obendrein die Untersuchungsmöglichkeiten sehr beschränkt. Nur wenige stichprobenartige Untersuchungsergebnisse liegen vor, dessen Vorlage sich aus mannigfaltigen Gründen in diesem Zusammenhang nicht lohnt. Wegen und trotz Analysendatenmangels hat man z.B. in Ägypten einen Weg beschritten, der strafrechtliche Verfolgungen möglich macht und dem Abwasseremittenten alle Beweislast auferlegt, indem per Dekret Grenzwerte festgelegt werden, bis zu denen Abwässer in Vorfluter eingeleitet werden dürfen. Solche Dekrete datieren ab 1950. Sie wurden jeweils 1953, 1954, 1962 und 1966 neuen Erkenntnissen angepaßt.

Danach ist es in Ägypten verboten, stärker belastetes Abwasser als in Tabelle 1 angegeben in Gräben und den Nil einzuleiten.

Tabelle 1. Ägyptische Grenzwerte für Abwasseremissionen Industrie/Haushalt (mg/l)

Biochem. O_2 -bedarf	60/40	Absorb. chem. O_2 -bedarf	40/30
Suspendierte Stoffe	80/50	pH-Werte	6–9/6–9
Schwefelwasserstoff	1/–	Cyanide	1/–
Öle und Fette	10/–	Phenole	1/–
Chlorine	1/–	Chrom	1/–
Arsen	1/–	Silber	1/–
Kupfer	1/–	Quecksilber	1/–
Cadmium	1/–	Barium	1/–
Selen	1/–	Blei	1/–
Nickel	1/–	Gelöste Stoffe	5000/–
Insektizide	0/–	Radioaktive Stoffe	0/–
Temperatur bis 35 °C		Farbstoffe bis 10 cm Transparenz	

– = keine Grenzwertfestlegung bzw. keine Angaben in den Dekreten

KRETZSCHMAR, MANN und PREUSS (2) haben ebenfalls Qualitätsgrenzwerte für Furchenbewässerungen zusammengestellt. Bei Einhaltung sollen über mehrere Jahrzehnte (Ab)wässer im Boden unterzubringen sein (Tabelle 2). Grenzwertfestlegungen haben den Vorteil, daß mit wenigen Kontrollmessungen die Eignung des dargebotenen Abwassers zu überprüfen ist. Dennoch wird empfohlen, nur nach DIN 19650 mechanisch gereinigte Abwässer auf die Felder zu leiten. Viele grenzwertüberschreitende Stoffe sedimentieren und erweitern dadurch den Abwasseranwendungsbereich. DIN 19650 fordert Rechenanlage, Sandfang und 90-minütige Absetzzeit gegen Wurmeier und bodenporenverstopfende Feinsedimente.

Tabelle 2. Kritische Konzentrationen für (Ab)wasser zur Verwendung in der Landwirtschaft bei Furchenbewässerung

Gesamtsalze	2000–3000	Leitfähigkeit*	3000–5000
BSB ₅	prakt. unbegrenzt	CSB	–4000
Feststoffe	prakt. unbegrenzt	Detergentien	50–200
Öle und Fette	5–10	Gesamtphenole	5–250
Monophenole	5–150	Aluminium, Al	5–20
Ammoniak, NH ₃	30–150	Arsen, As	0,1–2
Barium, Ba	1–4	Bariumnitrat	0,1–10
Beryllium, Be	0,1–0,5	Bicarbonat, HCO ₃	2–10
Blei, Pb	5–10	Bor, B	1–2
Cadmium, Cd	0,1–1	Chlorid, Cl	140–350
Chrom, Cr	0,1–1	Cyanide, CN	0,05–1
Eisen, Fe	5–20	Fluoride, F	1–15
Kobalt, Co	1–5	Kupfer, Cu	0,2–5
Kupferoxid, CuO	0,5–10	Kupfersulfat, CuSO ₄	0,5–10
Lithium, Li	3–5	Mangan, Mn	0,2–10
Molybdän, Mo	0,01–0,05	Nickel	0,5–2
Nitrat, NO ₃	prakt. unbegrenzt	Quecksilber, Hg	0,05–1
Selen, Se	0–0,02	Vanadium, Va	0,1–1
Zink, Zn	2–10	Zinsulfat, ZnSO ₄	1–4
Zinn, Sn	1–3		

– = bis

Angaben in mg/l

* = Angabe in µS/cm

Die höheren Werte gelten für sandige Böden.

Nach bisherigem Kenntnisstand erreichen und überschreiten nur reine Industrieabwässer den einen oder anderen Qualitätsparameter, der sich durch Verschnitt mit Klarwasser oder häuslichem Abwasser jedoch herunterdrücken läßt.

Generell bleibt festzustellen, daß sich häusliche Abwässer der Tropen und Subtropen nur durch eine leicht bis stark erhöhte organische Belastung (BSB, CSB) von mitteleuropäischen Abwässern unterscheiden. Dies ist hinsichtlich einer landwirtschaftlichen Verwertung als durchaus positiv zu bewerten.

3.3 Abwasserverwertungssystem

Beregnungs- und Verrieselungsverfahren haben sich bereits durchgesetzt. Polio-myelitishäufungen in abwasserüberlasteten Gebieten Ägyptens unterstreichen die Aktualität des Dekrets Nr. 649/1962 und des Law Nr. 93/1962, in denen es u.a. heißt:

„It is forbidden to grow vegetables, fruits or plants eaten crude in farms irrigated by sewage water. It is also forbidden to raise animals or milk producing cattle in these farms.“

Der zweite Teil ist sicher reformbedürftiger, er müßte Karenzzeiten enthalten und bindend vorschreiben.

In Kano und Kaduna/Nigeria müssen neben Hausabwässern beachtliche Mengen Industrieabwässer aus der Metallverarbeitung, Textilindustrie, aus Gerbereien und aus der Lederverarbeitung von Vorflutern ferngehalten werden.

Ohne Rücksicht auf Belastungen der Nahrungskette nutzen Kleianbauer am Rande der Städte diese unbehandelten Abwässer. Wegen der zu erwartenden Cyanide, Säuren, Laugen, Beizen, Oxidationsmittel, Reduktionsmittel, Bleichmittel, Farbstoffe, Chromsalze, Arsenverbindungen und wegen des mangelnden Verständnisses nigerianischer Bauern für Vorsichtsmaßnahmen, kam nur die Verwertung auf und in Forstflächen in Betracht. 6000 ha in Kano und 2000 ha in Kaduna werden zur Verwertung benötigt.

Die Wasserverteilung in den noch bzw. wieder anzupflanzenden Wäldern soll durch Grabeneinstau erfolgen.

(Abbildung 1 und 2) Im Abstand von 5 m werden als Dreiecksprofil 1 m breite und 0,5 m tiefe Gräben mit leichtem Gefälle (0,1–0,2%) gezogen. Zu beiden Seiten erfolgen die Baumpflanzungen. Für die anzupflanzenden Hölzer existiert ein aufnahmefähiger Brennholz- und Nutzholzmarkt. Folgende Baumarten sind zur Pflanzung empfohlen worden:

Eukalyptus, Populus nigra, Gmelina arborea, Cassia siamea, Dalbergia sissoo, Melaleuca leucadendron und evtl. Tectona grandis.

Normale Kulturpflanzen vermögen die an eine Wasserbedarfsdeckung durch Abwasser (5–7 mm tägliche Verdunstung) gekoppelten Nährstoffmengen nicht schadlos zu verarbeiten. Nur Waldbestand ist in der Lage die Nährstoffe und hohe Wassermengen in Holz-Biomasse umzusetzen. Bis zu 16 dt N pro Hektor und Jahr gleichviel PO_4 -Menge werden auf die Fläche gebracht.

Die Durchwurzelung der lateritischen Böden ist bei Forstnutzung wesentlich günstiger für eine Boden-Filterwirkung zu beurteilen als bei Acker- oder Grünlandnutzung. Forst als Dauerkultur garantiert ständige Begrünung und ganzjähriger Wasser- und Nährstoffaufnahme bei geringster Gesundheitsgefährdung der Menschen.

Das in Kanalnetzen zusammengeführte städtische und Industrieabwasser wird nach Vorbehandlung (DIN 19650) so angehoben, das es in freiem Gefälle den Verwertungsflächen zufließen kann. In Halbschalen, die quer zum allgemeinen Gefälle verlegt sind und als Feldzuleiter dienen, wird das Abwasser den eigentlichen, den Baumbestand durchziehenden Bewässerungsfurchen zugeführt. Das System des Grabeneinstaus besitzt ein großes Retentionsvermögen, ist gegen Stoßbelastungen unempfindlich und kann deshalb neben dem Abwasser auch vorkommende Starkniederschläge „verdauen“.

Hohe Niederschläge in den Monaten Juli-September verstärken den Leachingeffekt, der bei ständiger Wasserzufuhr existent ist und zur Beseitigung der durch das Wasser akkumulierten Salze ausreicht.

Die gewählte Tiefe der Gräben soll Verstopfungen durch Laubfall verhindern und ständiges Nacharbeiten vermeiden. Die Bäume werden jeweils an den Rand einer

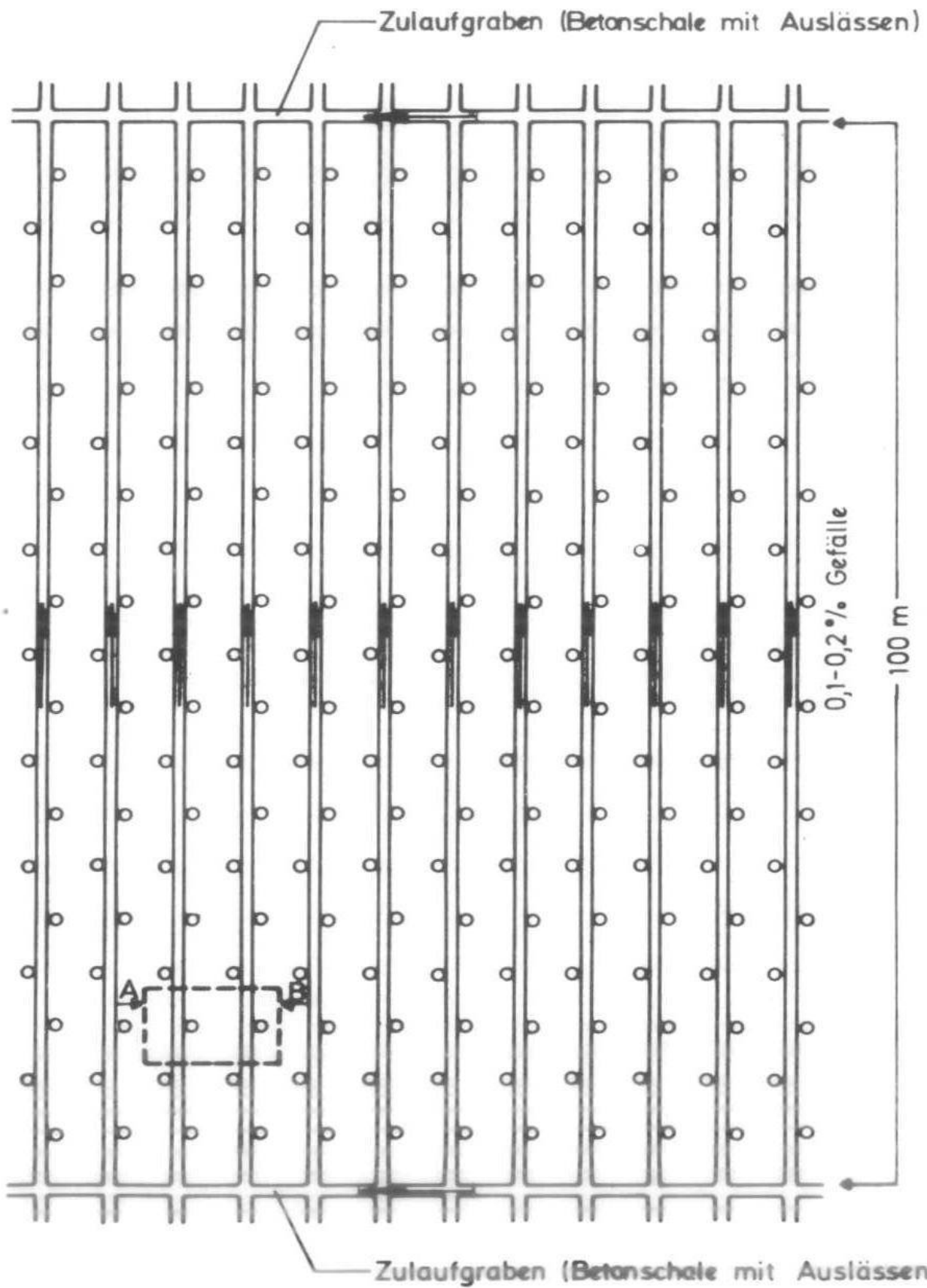


Abbildung 1: Abwasserverteilungs- und Bepflanzungsschema, Pflanzdichte zu 50% angedeutet

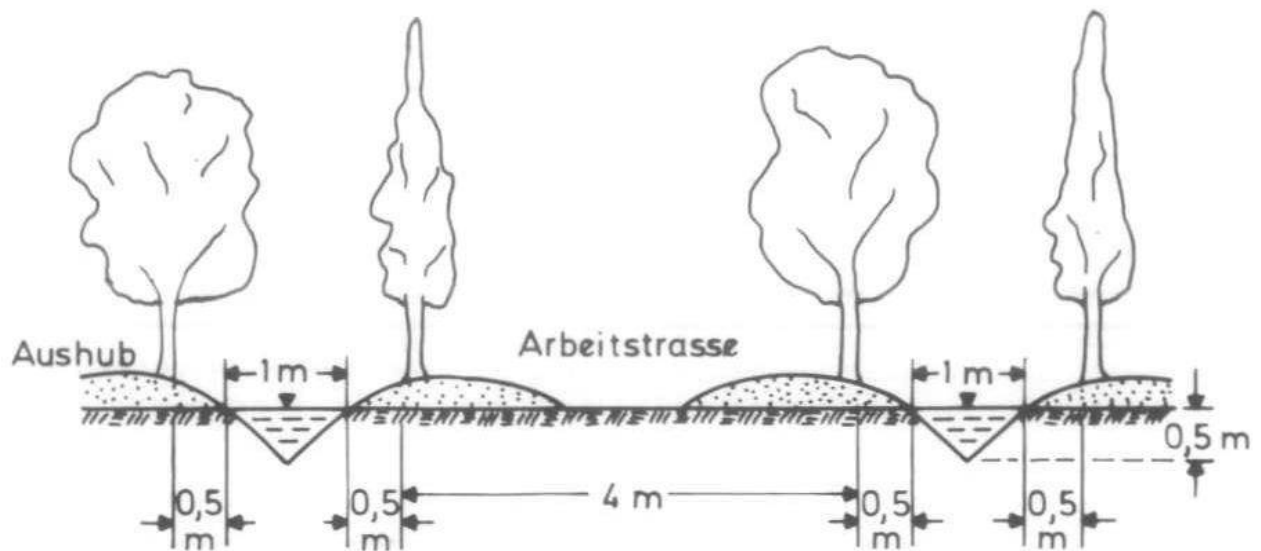


Abbildung 2. Schnitt A—B aus Abbildung 1

Furche im Dreiecksverband gepflanzt. Dadurch können sie mit ihren Wurzeln direkt Zugang zum Nährstoffträger erlangen und dennoch hohe Standfestigkeit behalten. Bei 2500 mm Jahreswassergabe plus 856 mm Jahresniederschlag muß der Boden durchschnittlich täglich 9 mm oder 1,04 l/s Wasser aufnehmen. Dafür sind 2–15 mm/h Permeabilität völlig ausreichend. Nach Furchenabdichtungen durch Bildung von Sielhäuten ist Nacharbeiten erforderlich. Am Ende der 1. 100 m langen Sektion ist wieder eine quer zum Gefälle liegende Halbschale so zu verlegen, daß sie sowohl Abwasser in die 2. 100 m-Sektion leiten, als auch Überschußwasser aus der 1. Sektion bei Bedarf aufnehmen kann. Diese Installationsweise hat den Vorteil, daß Abwasser auch bei Überlastung nicht unmittelbar, sondern erst nach Furchenpassage in den Vorfluter gelangen kann. Hervorzuheben ist, daß diese Art der Abwasserverwertung nicht wartungsfrei ist. Durch Öffnen oder Schließen von Klappen müssen die Abwasserströme in die einzelnen Sektionen geleitet werden. Übrigens muß das gesamte Areal gegen Ziegen, Schafe und Holzdiebe mit einem Drahtzaun gesichert sein.

Ohne Landerwerb und Entschädigungen sind die Gesamtkosten auf 808–970, also rund 1000 ₺/ha (Naira/ha), entsprechend 3693 DM/ha, kalkuliert worden. Die spezifischen Kosten betragen 3 ₺ pro Kopf oder 4 Kobo/m³. Umrechnungskurs: 1 ₺ = 3,70 DM; 1 ₺ = 100 Kobo.

4. Müllverwertung

Die in hochzivilisierten Ländern vermutlich den Gipfel überschrittene Müllwäine befindet sich in Ländern niedriger geographischer Breiten erst im unteren Drittel der mitteleuropäischen Mengenentwicklungskurve.

Amerikanische und westeuropäische Niveaus werden auch kaum erreicht werden können, denn brennbare und irgendwie verdauliche Stoffe finden Wiederverwendung als Heizmaterial oder in der Tierernährung. Nur einige Küchenabfälle, Konservendosen, Kunststoffe, Lumpen, Lederwaren u.ä. wandern in die Abwurschächte mehrstöckiger Häuser, auf die Straßen oder in offene Kanalisationen.

Von Zeit zu Zeit werden die Müllstoffe aus den Abwurfschächten abgefahren. Mit Weiden- oder Bastkörben räumen städtische Arbeiter die Schächte und befüllen damit offene Lastkraftwagen. Trauben von Menschen (Erwachsene und Kinder) inspizieren zwischen Stadtrand und Deponie die Ladung vor allem nach Papier, Lumpen, Lederresten und Metallen. So wurde es vom Autor in vielen nord- und westafrikanischen Städten beobachtet. Infolge des trockenen Klimas sind diese Manipulationen nicht so ekelerregend wie es den Anschein haben könnte.

In anderen Städten und Ländern wird der Straßenmüll zusammengefeget und angezündet. Stinkende Rauchschwaden durchziehen dann Straßen und Plätze, da Eiweiße (Kadaver) mit verbrannt werden.

In Ländern mit ausgeprägten Regenzeiten und Monsunperioden erledigen Hochwässer Straßen- und Kanalreinigung zu Lasten der Vorfluter, Flüsse, Unterlieger und der Mündungstrichter (Südostasien).

Müllablagerungen erfolgen aber auch außerhalb der Städte in Flußbetten, Bergen, Urwald und sie dienen zuweilen auch der Unlandauffüllung z.B. zur Landgewinnung aus Sumpfgeländen.

4.1 Müllmengen

Es besteht eine enge positive Korrelation zwischen Abfallmenge (Müllmenge) und Lebensstandard. Daraus hat sich der Begriff „Wohlstandsmüll“ geprägt.

Trotz geringer spezifischer Müllmengen gegenüber den USA und Westeuropa, fallen aufgrund mangelnder Entsorgungseinrichtungen und hoher Bevölkerungszahlen auf engem Raum (Städte) beachtliche Müllmengen in der 3. Welt an.

ATANASIU (3) nennt folgende spezifische Müllmengen für verschiedene Weltstädte:

Istanbul	250 kg/E·a	Izmir	300 kg/E·a
Kairo	160 kg/E·a	Algerien	150 kg/E·a
Penang	150 kg/E·a	Algier, 2000	325 kg/E·a*
Singapore	210 kg/E·a	Kalkutta	180 kg/E·a
Osaka	265 kg/E·a	Liverpool	315 kg/E·a
Bandung	360 kg/E·a	Bundesrepublik D.	500 kg/E·a**

* Schätzung TABASARAN, (1978) pers. Mittlg.

** Ohne Autoreifen und Autowracks, Stat. Jb. 1980

4.2 Müllqualität

Auch bei der Müllqualität kommen unterschiedliche soziale Schichten zum Ausdruck. Teilweise können Müllwerker den angelieferten Müll bestimmten Stadtteilen zweifelsfrei zuordnen. Dies ist in warmen Klimaten nicht anders als bei uns. Während sich in gemäßigt-kühlen Klimaten die chemische und physikalische Müllzusammensetzung zwischen Winter- und Sommerhalbjahr gravierend unterscheidet, sind die Schwankungen in niederen geographischen Breiten unbedeutend.

Ähnlich dem Abwasser genießt auch der Müll nicht das notwendige Interesse seitens der Kommunen und der Bevölkerung. Entsprechend schlecht steht es um Qualitätsuntersuchungen. Eine interessante Zusammenstellung zitiert ATANASIU (1975)

Tabelle 3. Eigenschaften der Durchschnittsproben von Stadtmüll aus Kalkutta, aufgeteilt nach versch. Herkünften (in v.H.)

Herkünfte der Müllprobe	H ₂ O	pH	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Org. Sub.	C	C:N
Wohnviertel, Bevölkerung mit:								
niedrigem Einkommen	42,1	7,3	0,6	0,5	0,4	34,0	18,9	31,6
mittlerem Einkommen	41,6	7,2	0,5	0,6	0,4	34,9	19,4	37,0
hohem Einkommen	40,5	7,3	0,5	0,6	0,4	35,1	19,5	37,5
Slums	45,0	7,4	0,6	0,6	0,4	31,6	17,5	31,4
Handels- und Geschäftsviertel	40,2	7,2	0,4	0,6	0,3	39,0	21,7	50,8
Marktviertel	43,7	6,9	0,6	0,6	0,4	39,3	21,8	42,1
Industrieviertel	51,3	7,2	0,7	0,6	0,7	40,1	22,3	32,9

zit. ATANASIU n. A.D. BHIDE et al., Indian J. Environ Hlth. 14, No. 1, 80–87, 1972

Bezüglich des Feuchtegehaltes können mikrobielle Umsetzungen stattfinden. Bei mindestens 35% Wassergehalt sind Abbau und Kompostierung möglich. Auch ist ausreichend organische Masse (Umsetzungsmaterial) vorhanden. Mit Ausnahme des pH-Wertes, er liegt in Deutschland zwischen 8,0–8,5, befinden sich die Angaben nach Tabelle 3 in guter Übereinstimmung mit Analysendaten deutscher Müll-Klärschlamm-Komposte, nicht etwa mit Rohmüll! P₂O₅ und K₂O liegen in Kalkutta sogar noch um 25–30% höher, so daß eine Kompostierung vor landbau-licher Verwendung in Kalkutta entfallen könnte.

Aus den C:N-Verhältnissen leitet sich die Gefahr der Stickstoffsperre bei Müll-anwendung ab. So werden N-Zudüngungen erforderlich sein, um Ertragsrückgänge zu vermeiden.

4.3 Müllanwendung

Infolge breiter Qualitätsstreuungen sind aus Sicherheitsgründen in jedem Falle Müllvorbehandlungen durch Kompostierungen mit nachgeschalteter Rotte, unter Inkaufnahme von bis zu 30% Rotteverlusten, einer Rohmüllanwendung vorzu-ziehen.

Der abgeseibte und mit Hammermühlen zerkleinerte Frischkompost wird nach 4-wöchiger Reifezeit (auf ausreichenden Wassergehalt ist in warmen Klimaten zu achten) in 2–3 cm dicker Schicht (200–300 m³/ha) auf den Boden gebracht und intensiv eingearbeitet. Das Verwehen von Papier- und Kunststoffetzen ist damit ausgeschlossen. Ohne Stickstoffzudüngungen hat das Einarbeiten mindestens 14 Tage vor Aussaat oder Pflanzung zu erfolgen, andernfalls sind keine Umsetz-oder Remobilisierungszeiten einzuhalten.

In kleinbäuerlichen Strukturen stößt die Müllverwertung auf Schwierigkeiten, allein schon wegen der Transportkapazitäten und des Einarbeitungsaufwandes in den Boden, der nur mit Maschinen sachgerecht durchgeführt werden kann.

5. Zusammenfassung

Abfallverwertung in der 3. Welt umfaßt Abwasser- und Mülleinsatz im Landbau und in der Fortwirtschaft.

Abfälle werden gegenwärtig zumeist wegen mangelnder kommunaler Entsorgungsorganisationen in nur sehr begrenztem Umfang genutzt.

Als Träger von Pflanzennährstoffen und Humusvorstufen ist die Heranziehung auch aus energetischen und Kostengründen zur Pflanzenproduktion und Bodenverbesserung sinnvoll.

Falls wegen minderer Abfallqualität Gefährdungen für die der menschlichen und tierischen Ernährung dienenden Pflanzen zu erwarten sind, kann eine Verwertung in der Forstwirtschaft empfohlen werden. Holz ist wichtiger Rohstoff und oftmals einziger Energieträger (Holzkohle) in warmen Klimaten.

Es werden Mengen- und Qualitätsangaben und Qualitätsanforderungen des Landbaues an Abfallstoffe mitgeteilt. Auf ein besonderes System der Abwasserverwertung im Forst wird hingewiesen.

5.1 Summary

Also in the third world the utilization of refuse comprises the use of waste water and dust in agriculture and forestry.

At present times waste is re-used only in small quantities in default of public organisations.

As waste water and dust are carriers of plant nutrients and rudiments of raw humus their field of application is indicated because of energetic and financial advantages in agricultural production and soil amelioration. If in case of inadequate waste-quality adversely effects to the agriculture products are possible, which may cause diseases to human beings and animals, an utilization in forestry can be recommended.

Wood is an important natural product and often the only energy for heat and power in warm climates.

Data is presented for quantities and qualities as well as for quality demands with regard to agricultural needs.

The author refers to a special system of waste water re-use in forestry.

Literatur

1. SAPPOK, B., 1960: Untersuchungen über den landbaulichen Wert der Müll- und Müllklärschlammkomposte des Dano-Kompostwerkes Duisburg-Huckingen
Diss. Bonn
2. KRETZSCHMAR, R., MANN, G., PREUSS, E., 1976: Gütekriterien des Bewässerungswassers – Bedeutung der Grenzwertvorschläge für Bewässerungswasser in der Bundesrepublik Deutschland
Unveröffentlicht, im Auftrag des BML, 1–29
3. ATANASIU, N., 1975: Probleme der Abfallwirtschaft in tropischen und subtropischen Zonen
Gießener Berichte zum Umweltschutz, H. 5, 47–62