

Der Mineralwasserabfüllstation im burgenländischen St. Martin war nur ein kurzes Dasein beschieden. Von Kaufleuten und Technikern konzipiert, einem Wiener Heilmittelwerk ohne sachverständige Meinungsbildung errichtet, stand für dieses Objekt bereits am Eröffnungstage die Todesstunde fest. Die Anlage war weder zur Entkeimungsfiltration noch zur Sterilabfüllung in der Lage, weil weder Einrichtungen zur Entkeimung und Keimfreiheit vorhanden noch Vorkehrungen zur aseptischen Arbeitsweise getroffen worden sind. Hierzu kamen Undichtigkeiten der kunststoffbeschichteten Papierbeutel, als deren Ursache von H. Schaden und H. Celta 1961 erstmals bestimmte Mikroorganismen erkannt und nachgewiesen worden sind. Das heißt, daß Kunststoffmaterialien nicht die enorme Beständigkeit besitzen, die ihnen von industrieller Seite zugesprochen wird, sondern der Lebenstätigkeit von bestimmten Mikroorganismen in erstaunlich kurzer Zeit erliegen. Überraschend scheint, daß Kunststoffe von Mikroorganismen angegriffen werden, obwohl sie ein Kunstprodukt sind, das es erst seit etwa einem Vierteljahrhundert gibt. Diese Tatsache ist von H. Schaden und H. Celta in den letzten sechs bis acht Jahren schlüssig bewiesen worden. Man fragt sich, was aus den Polyäthylen- und Polypropylenrohren werden wird, die in den fünfziger und sechziger Jahren in der Hoffnung verlegt wurden, man entginge dadurch ein für allemal der unterirdischen Korrosion, wie sie an Metallrohren aufzutreten pflegt. Wir haben diese Forschungsrichtung intensiviert und zunächst definierte Kunststoffe nacheinander darauf untersucht, ob und von welchen Mikroorganismen diese angreifbar sind. Es war zunächst notwendig, allgemeine Grundlagen festzulegen, das heißt Mikroorganismen zu finden, welche Anzeichen eines korrosiven Verhaltens gegenüber den genannten Substanzen erkennen ließen, und Methoden zu entwickeln, mit Hilfe derer der Korrosionsvorgang zu erfassen ist. Bei der Planung der Neusiedler-See-Wasserleitung, der längsten

Dückerleitung Europas, wurden diese modernsten Erkenntnisse der Wissenschaft erstmals gezielt zum Einsatz gebracht. Die näher diskutierten Materialien wurden unsererseits eingehend untersucht, wobei sich ergab, daß gerade das zur Rohrherstellung bevorzugt verwendete Polyäthylen Nährstoffcharakter besaß. Es wird unmittelbar angegriffen und abgebaut und hat sich somit gegenüber Mikroorganismen als nicht korrosionsfest erwiesen.

Das Studium des Ablaufes dieses bakteriellen Stoffabbaues legte den Gedanken nahe, diese Vorgänge in entsprechender Weise zu lenken und Anlagen zu schaffen, in denen sich auf engem Raum, und zwar gesteuert, diese Prozesse abspielen, also die Entwicklung einer spezifischen Recycling-Technologie angestrebt wird. Das gesamthygienische Problem der Abfallwirtschaft erfordert vordringlich eine solche Verfahrenstechnik, die geeignet ist, Volumen und Gewicht der Abfallstoffe zu verringern und durch erneute Stoffumwandlung wieder dem Kreislauf zuzuführen. Unser Technologie-Programm hat also zum Ziel, Mikroorganismen in großtechnischem Maßstab zum Abbau von Abfallstoffen, insbesondere von Kunststoffen, einzusetzen und damit die bisherigen Verfahrenstechniken durch neuartige Technologien zu ergänzen. Nachdem es gelungen war, die hierfür erforderlichen Mikroorganismen in Kultur zu nehmen, ist die Lösung des Problems bereits in Sicht und die technischen Möglichkeiten zur Beherrschung der Kunststoff-Müll-Lawine dabei gegeben. Der mikrobielle Abbau neuartiger synthetischer Verbindungen ist im besonderen ein Beweis dafür, daß die adaptiven Fähigkeiten der Mikroorganismen für die Ökologie von besonderer Bedeutung sind. Polyäthylen ist ein synthetischer Kohlenwasserstoff. Der Grund, weshalb einige Mikroben sich recht schnell an den Verbrauch dieses Kunststoffes angepaßt haben, ist wahrscheinlich der, daß viele Mikroben natürlich vorkommende Kohlenwasserstoffe verbrauchen können. Die bekanntesten sind die methanoxydierenden Bakterien, aber wir kennen

auch Bakterien, Schimmel- und Hefepilze, die in der Lage sind, Öl-Kohlenwasserstoffe zu oxydieren. In vielen Fällen, zum Beispiel bei vielen Kohlenwasserstoffen, werden die abbauenden Enzyme bei den Mikroorganismen allerdings erst langsam adaptiert. Die Untersuchungsmethoden betreffend muß unterschieden werden, welchem Ziel die Untersuchungen dienen sollten. Nachdem es sich um Klärung grundsätzlicher Fragen handelte, waren Zeit- und Arbeitsaufwand nur von untergeordneter Bedeutung.

Das stetige Vordringen der Kunststoffe in Gebiete, die sie in unmittelbarem Kontakt mit dem Menschen, der menschlichen Nahrung, dem Trinkwasser bringen, oder ihre zunehmende Verwendung auf medizinischem Gebiet verlangt neue Kriterien der Beurteilung, die mit physikalischen und chemischen Kennzahlen allein nicht gegeben werden kann. Hier handelt es sich um die biologische Wertigkeit, für die bis jetzt als einziges eingehender untersuchtes Merkmal das Verhalten von Mikroorganismen zur Verfügung steht.

Die zur Mineralisierung führenden mikrobiologischen Vorgänge können auf verschiedenen Wegen zustande kommen. Es ist denkbar, daß einige Spezies mit der Fähigkeit zur Umsetzung des betreffenden Stoffes von Anfang an vorhanden waren und sich im Laufe der Zeit stärker vermehrten. Es könnte jedoch auch eine Mutantenbildung und Selektion durch Zuchtwahl oder adaptive Veränderungen an einem größeren Ausschnitt der normalerweise vorhandenen Mischpopulation wirksam gewesen sein. Dieser Anpassungsprozeß erfordert einen Vorgang, der Mutation genannt wird und als chemische Veränderung in der DNS (Desoxyribonukleinsäure), welche die Erbinformation trägt und den Charakter eines Organismus bestimmt, aufgefaßt wird. Bestimmte molekularbiologische Operationen führen eine Änderung der genetischen Information bzw. eine Änderung der Erbsubstanz herbei. Die Behandlung von Bakterienstämmen mit UV-, Gamma- oder Röntgenstrahlen erhöht die Mutationsrate bei denjeni-

gen Individuen, die nicht getötet werden, und auf diese Weise haben wir Mutanten erhalten, mit deren Hilfe eine mehr als dreihundertfache Stoffwechselleistung möglich war. Vor allem spielt die systematische Variation der Züchtungsbedingungen und die Selektion der Stämme eine große Rolle, um die Quantität zu steigern, seit bekannt ist, daß bei gewissen Antibiotikabildnern Stämme isolierbar waren, die ein tausendfach gesteigertes Produktionsvermögen im Vergleich zu den ursprünglichen Kulturen aufzubringen imstande waren. Wenn ein Mikroorganismus erst auch nur die Spur eines interessanten Stoffes gebildet hat, sollte es prinzipiell immer möglich sein, einen hochproduzierenden Stamm zu entwickeln. Alle industriell verwendeten Stämme sind Mutanten, und ihre Produktivität ist streng gehütetes Geheimnis der Industrie.

Die mikrobiologischen Methoden beruhen auf der eingehenden Kenntnis der Lebensbedingungen und des Stoffwechsels der Mikroorganismen. Unter natürlichen Verhältnissen werden alle biochemischen Prozesse durch Zusammenwirken verschiedener Bakterien bewirkt. Dies ist einer der wesentlichen Gründe für die rasche und vollständige Umwandlung der organischen Stoffe. Die Stoffwechselvorgänge in der Bakterienzelle und in der Gesamtpopulation sind über Regelmechanismen, wie induzierbare Enzym-Synthese, Repression, Hemmung, sinnvoll koordiniert. Diese Abstimmung bedingt bei Multisubstratsystemen, wie es Großstadtmüll darstellt, eine überwiegend nacheinander folgende Aufnahme von Nahrungsstoffen. Durch die induzierbare Enzymsynthese besitzen Bakterien die Fähigkeit, sich über qualitative und quantitative Veränderungen der Enzymkonstitution sehr schnell auf ein spezifisches Nahrungsangebot einzustellen. Die bessere Kenntnis der grundlegenden biochemischen Reaktionen bei der biologischen Abfallbeseitigung bringt uns in der Praxis zum erweiterten Verständnis der Vorgänge, die bisher nur unter rein empirischen Gesichtspunkten erfaßt werden konnten. Gute und zuverlässige Ergebnisse für die Praxis sind nur durch tiefgreifende,

theoretisch gut fundierte Forschungsarbeit zu erreichen.

Ralph L. Harding jun., der geschäftsführende Vizepräsident des amerikanischen Verbandes der Kunststoffindustrie, hat 1972 vor dem internationalen Kunststoff- und Kunstharz-Kongreß in Mailand über „Müllprobleme und das Wachstum der Kunststoffe“ referiert. Er erklärte: „Nur wenn wir die Herausforderung sofort und energisch anpacken, können wir verhindern, daß die Probleme der Brennbarkeit von Kunststoffen und deren Beseitigung die Zukunft der Kunststoffindustrie ernstlich gefährden!“ Harding betont, daß in der Öffentlichkeit die Tendenz bestehe, besonders synthetische Erzeugnisse wie Kunststoffe als die Hauptverantwortlichen für die Verschmutzung unserer Umwelt hinzustellen. Weiters wurde festgestellt, daß bisher kein Lebewesen gefunden werden konnte, dessen Enzymsystem diese künstlichen Polymere so anzugreifen vermag, wie dies bei vielen Organismen gegenüber der Zellulose oder dem Lignin möglich ist. Der oft geäußerte Wunsch, Kunststoffabfälle, die in ständig steigender Masse anfallen und deren Vernichtung durch Verbrennen bekanntlich Schwierigkeiten bereitet, durch „Kompostieren“ mit Hilfe von Organismen zu beseitigen, hat gegenwärtig noch keine Aussicht auf baldige Realisierung.

Im USA-Gesundheitsministerium will man die Frage der Abfallbeseitigung nicht mehr im Sinne einer Vernichtung, sondern einer Wiederverwendung der Abfälle verstanden wissen. Die neue Fragestellung soll lauten: Wie kann man Abfallstoffe möglichst wirtschaftlich wiederverwenden, damit sie nicht mehr zur Umweltverschmutzung beitragen? Damit hat man der Erkenntnis Rechnung getragen, daß jeder Versuch einer Vernichtung immer und in jedem Fall eine Belastung von Wasser, Luft oder Boden mit sich bringt. Nur wenige Biologen ahnten oder erkannten die Regenerierungsmöglichkeiten im Abfall, in dem die Städte zu ersticken drohen. 50 Prozent aller Produkte, die heute auf der Welt hergestellt werden, bestehen aus Stoffen, die nicht verrotten. Allein in

Österreich werden jährlich 40.000 Tonnen unverrottbarer Plastikgegenstände auf die Müllablagerung gebracht. Infolge ihrer spezifischen Standhaftigkeit — für Plastikhüllen haben Wissenschaftler der Pennsylvania University einige Jahrhunderte angeben — kumulieren also die auf Müllplätzen deponierten Kunststoffe und nehmen prozentuell zu. Sie sind die Leitfossilien dieses Jahrhunderts. Man hatte bisher Müllgruben aufgefüllt und sah sich dabei, bei zunehmender Wasserarmut, in erschreckendem Umfange der Verseuchung des Grundwassers ausgesetzt.

Die Müllverbrennung aber wurde, abgesehen von den hohen Kosten, zu einer weitläufigen Belästigung. Solche Quellen der Luftverschmutzung werden zunehmend unter die Lupe genommen.

Aus diesen Problemen heraus entwickelte sich die Müllaufbereitung nach dem biologischen Prinzip der Kompostierung von organischen und anorganischen Abfallstoffen. Bei diesem neuen Verfahren tritt keine Fäulnis mehr auf und damit auch keine Geruchsbelästigung. Durch diesen Prozeß entsteht ein Kompost, der wie gute Gartenerde aussieht und praktisch nur mehr aus den Ausscheidungsprodukten der Mikroorganismen besteht, welche die Müllsubstanz restlos verdaut haben. Zur Vorbereitung einer wirtschaftlich rentablen Produktion, die frühestens in ein bis zwei Jahren möglich sein wird, laufen derzeit die wissenschaftlichen Versuche. Grundsätzlich sollte man trachten, aus dem Müll möglichst viel Humus zu gewinnen. Qualitätskompost soll dem Boden nicht nur seine Gärfähigkeit, sondern auch seine Wasserhaltekraft und Durchlüftung wiedergeben. Kompostieren bedeutet mehr als lediglich die wirtschaftliche Beseitigung kommunaler Abfälle. Man verhütet gleichzeitig den Humusschwund, die Verschmutzung der Flüsse durch Bodenerosion, die Grundwasserverknappung und Verstepfung und dient der Gesundheit des gesamten Biokreislaufes. Das allerdings sind Gesichtspunkte, die der Gedankenwelt vieler Zeitgenossen noch fernliegen. Es ist schwer, konservative Denkvorgänge einer neuen Entdeckung anzupassen.

Im Hinblick auf die Abfallverwertung sind also die Mikroben von entscheidender Bedeutung. Die Eigenschaft, welche die Mikroben in diesem Zusammenhang so wertvoll macht, ist ihre außerordentliche chemische Vielseitigkeit. Es scheint, als könnte fast jedes vom Menschen hergestellte Material von irgendwelchen Mikroben zerstört oder abgebaut werden. Wir wissen noch wenig über die Biochemie dieser Vorgänge, und auch unsere Kenntnis von den beteiligten Mikroorganismen ist noch sehr begrenzt. Diese Wissenslücke ist dadurch entstanden, daß die Grundlagenforschung auch auf diesen Gebieten seit langem hinter der praktischen Erfahrung herhinkt. Das wenige, das wir über die Funktionen der kunststoffabbauenden Bakterien wissen, läßt deutlich werden, wie lohnend eine konsequente, grundlegende wissenschaftliche Erforschung der mikrobiologischen Vorgänge bei der Abfallbeseitigung sein könnte. Aber Forschung, von der nichts weiter zu erwarten ist als eine Förderung des Gemeinwohles, ohne daß für irgendeine Person oder Gruppe finanzieller Gewinn zu erwarten ist, interessiert niemanden. Meistens wird sie aber von einer Handvoll passionierter Idealisten nur deshalb durchgeführt, weil die Dinge außer Kontrolle geraten. Das Problem ist in erster Linie ein Verwaltungsproblem, denn für diese Vernachlässigung gibt es keine wissenschaftlichen Gründe. Auch ist die Forderung, unsere wissenschaftlichen und technologischen Möglichkeiten in wirklich humanem und sozialem Sinne zu nutzen, statt sie in den Dienst des wirtschaftlichen Konkurrenzkampfes zu stellen, heute schon fast zum Allgemeingut geworden.

Die Fragen, die beim Studium der an Zerstörungsprozessen beteiligten Mikroben auftreten, sind von ungeheurer wissenschaftlichen Interesse, weil sie die chemischen Grenzen des Lebens betreffen, also gewissermaßen die äußersten Extreme der Biochemie dieser Erde. Ein unübersehbares Schrifttum hat aus einem — allerdings komplizierten — Zusammenhang zwischen Verbesserung und Schädigung der Existenzbedingungen auf der Erde eine Frage von

Schuld und Sühne gemacht. Der moderne Warenvertrieb ist aber ohne Kunststoffe und Kunststoffverpackungen kaum mehr vorstellbar. Was diese für Werterhaltung und Hygiene leisten, ist ausreichend bekannt. Verschiedene Synthesepapiere sind allein wegen ihrer Wasser- und Zerreißfestigkeit für die unterschiedlichsten Anwendungsgebiete hervorragend geeignet. Kunststoffe, die es bis zu unserem Jahrhundert auf der Erde nicht gab, werden von Mikroorganismen angegriffen und in erstaunlich kurzer Zeit zerstört. Damit wäre die chemische Industrie eines ihrer größten Probleme los. Niemand könnte ihr mehr vorwerfen, sie produziere Millionen Tonnen Abfall, der niemals zu beseitigen ist. Was sie ja bislang tat!

Um Wissenschaft und Technik, angewandte Forschung und experimentelle Entwicklung im vollsten Sinne zugunsten des Landes zu verwenden, muß nicht nur ein positives „Klima“ für Wissenschaft und Forschung existieren, sondern auch eine echte Bereitschaft vorhanden sein, wissenschaftliche und technische Neuheiten so rasch als möglich zu verwerten. Das wiederum setzt eine Einstellung voraus, die der Neuerung freundschaftlich gegenübersteht und die Schwierigkeiten, die Neuerungen auf jedem Gebiet mit sich bringen, zu überwinden sucht. Auch ist es oft so, daß eine mit großem Aufwand an Geist und Geld erarbeitete neue Erkenntnis eine ganze Anzahl neuer Fragen auftauchen läßt. Es fällt leichter, einige Zweige der Grundlagenforschung zu finanzieren, als die aufwendigere angewandte Forschung und die besonders kostspielige Umsetzung der Ergebnisse in das produktionsnahe Prototypstadium. Die systematische Umweltforschung steckt derzeit noch in den Kinderschuhen, ihr Ausbau und ihre Förderung sind dringend geboten. Tatsächlich ist allein diese Forschungsrichtung imstande, die Zusammenhänge der Umweltproblematik und ihre sachliche und zeitliche Erstreckung deutlich zu machen. Auch kann nur die systematische Umweltforschung jene Kategorien bereitstellen, die zum Erarbeiten der mit Recht geforderten „Umweltbilanz“ notwendig sind.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Natur und Land \(vormals Blätter für Naturkunde und Naturschutz\)](#)

Jahr/Year: 1973

Band/Volume: [1973_1-2](#)

Autor(en)/Author(s): Anonym

Artikel/Article: [Lösung des Müllproblems in Sicht! 34-37](#)