

BE-013

BERICHTE

**UNTERSUCHUNGEN ZUM
ABBAUVERHALTEN VON
STÄRKEHÄLTIGEN MÜLLSÄCKEN UNTER
PRAXISNAHEN
KOMPOSTIERBEDINGUNGEN**

**Magistrat der Stadt Wien
Magistratsabteilung 48**



**UNTERSUCHUNGEN ZUM
ABBAUVERHALTEN VON
STÄRKEHÄLTIGEN MÜLLSÄCKEN UNTER
PRAXISNAHEN
KOMPOSTIERBEDINGUNGEN**

UBA-BE-013

Wien, Juni 1994

**Bundesministerium für Umwelt,
Jugend und Familie**



PROJEKTLEITUNG: Cristina TRIMBACHER (UBA)

AUTOREN: Alexander BRADL (MA 48 – Kompostwerk Lobau)
Hans DITRICH (UBA)
Cristina TRIMBACHER (UBA)

UNTERSUCHUNGEN:

Temperatur, Wassergehalt: MA 48 – Kompostwerk Lobau

pH-Wert, Leitfähigkeit,
Glühverlust, Schwermetalle (AAS): Labor der MA 48

Licht- und Elektronenmikroskopie: UBA Analytik I/Mikroskopie

Impressum:

Medieninhaber und Herausgeber: Umweltbundesamt, 1090 Wien, Spittelauer Lände 5

© Umweltbundesamt, Wien, Juni 1994

Alle Rechte vorbehalten
ISBN 3-85457-176-3

INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung	S. 1
2. Versuchsanordnung	S. 1
3. Untersuchungsmethoden	S. 2
4. Ergebnisse	S. 3
5. Schlußfolgerungen	S. 6
6. Abbildungsteil	S. 8

1. Einleitung

Auf Ersuchen der Sektion V (Abfallwirtschaft) des Bundesministeriums für Umwelt, Jugend und Familie wurde vom Umweltbundesamt in Kooperation mit der MA 48 der Gemeinde Wien ein Pilotversuch zum Abbauverhalten von stärkehaltigen Kunststoffolien unter praxisnahen Kompostierbedingungen durchgeführt. Dabei lag der Schwerpunkt der Untersuchungen von Seiten der MA 48 auf den verfahrenstechnischen Details während der Kompostierung dieser Foliensäcke, von Seiten des Umweltbundesamtes auf den Strukturveränderungen des Probematerials im Verlauf der Rotte. Die Ergebnisse der Studie sollten als Entscheidungshilfe dienen, inwieweit dieses Material - entsprechend der Bundesverordnung über die getrennten Sammlung biogener Abfälle (1. 7. 94) - für die Sammlung von Biomüll zulässig erscheint.

2. Versuchsanordnung

In der Abfallbehandlungsanlage Rinterzelt wurden 250 Foliensäcke mit einem Fassungsvermögen von je 5 l mit gemischtem, pflanzlichen Abfall befüllt. Zum Teil wurden die Sammelsäcke offen gelassen, zum Teil zugebunden, um eventuell eintretende Gärungsprozesse bestimmen zu können. Laut Angaben der Herstellerfirma besteht dieses Material aus 60 % denaturierter Maisstärke gebunden an ein Copolymer des Vinylalkohols sowie den Zusatzstoffen Glycerin, Harnstoff und Verarbeitungsmitteln. Nach einer achttägigen Lagerung in Biotonne-Behältern wurde das Probematerial am 27. 10. 93 in das Kompostwerk Lobau der MA 48 transportiert. Dort wurde eine eigene Miete aufgesetzt (5 m x 5 m x 1 m), die Müllsäcke eingebracht und mit Kompostmaterial aus der täglichen Anlieferung bedeckt. Die gesamte Rottezeit des Versuchsmaterials betrug 72 Tage, am 8. 1. 94 wurde der Kompostierungsversuch beendet.

3. Untersuchungsmethoden

Im Kompostwerk Lobau wurde vor Ort täglich die Temperatur gemessen und der Wassergehalt des Versuchsguts bestimmt. Zur Überprüfung des genauen Temperaturverhaltens der Versuchsmiete wurden sechs Temperaturfühler (PT 100) in die Miete eingebracht und die Daten auf einem Schreiber aufgezeichnet.

In den Labors der MA 48 erfolgten die Analysen der Parameter pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit, Glühverlust und die Gehalte an Schwermetallen des Kompostes aus der Versuchsmiete gemäß ÖNORM-Entwurf S 2200 (Gütekriterien für Komposte aus biogenen Abfallstoffen). Zur Bestimmung des Ausgangsglühverlustes und des Endglühverlustes wurde der Trockenrückstand des Kompostes bei 550°C verglüht. Die Schwermetallanalysen der Elemente Nickel (Ni), Kupfer (Cu), Zink (Zn), Blei (Pb) und Quecksilber (Hg) erfolgten mittels Flammen-AAS (Atomabsorptionsspektrometrie). Die Bestimmung von Cadmium (Cd) wurde mit der Graphitrohr-AAS durchgeführt.

Für die licht- und elektronenmikroskopischen Untersuchungen im Umweltbundesamt wurden zu Beginn 2 x wöchentlich, dann 1 x wöchentlich Folienproben aus dem Zentrum der Miete entnommen. Diese wurden für 6 Tage bei 50°C getrocknet. Zum lichtmikroskopischen Stärkenachweis wurden kleine, mechanisch vorgereinigte Teile der Proben mit einer 1 : 1 mit Aqua bidest. verdünnten Jod-Kaliumjodid-Lösung nach Lugol angefärbt, gespült und anschließend untersucht. Für die Beobachtung im Rasterelektronenmikroskop wurden Aufsichten und Querschnitte der Folienproben auf Aluminiumtischchen montiert und mit Gold besputtert. Zusätzlich wurde eine Probenserie für 48 h in 33-%igem Alkohol gereinigt und anschließend mit Ultraschall behandelt, um Strukturveränderungen der Testsubstanz im Verlauf der Rotte besser beobachten zu können. Die Untersuchungen wurden an einem ZEISS DSM 950 bei einer Beschleunigungsspannung von 15 kV durchgeführt.

4. Ergebnisse

4. 1. Ergebnisse aus komposttechnischer Sicht

Am 43. und am 56. Tag der Rottezeit wurde die Miete mit einem Radlader umgesetzt. Dabei konnte aus technischer Sicht keinerlei Beeinträchtigung des Gerätes durch in der Walze hängengebliebene Reste der Foliensäcke festgestellt werden. Dieses Verhalten ist wahrscheinlich auf die geringe Größe (5 l Haushaltsgröße) der Testsubstanz zurückzuführen.

Nach 8 bis 10 Tagen Rottezeit war im Kern der Miete eine der thermophilen Phase entsprechende Temperatur von 55°C - 60°C erreicht und blieb mit unwesentlichen Schwankungen im Beobachtungszeitraum erhalten (Abb. 1). Zum Vergleich wurde parallel dazu ebenso die Außentemperatur für die Dauer des Kompostierungsversuches ermittelt.

Die gemäß ÖNORM ermittelten Werte des Kompostes aus der Versuchsmiete lagen alle, mit Ausnahme des etwas erhöhten Wassergehaltes, in den für die Qualitätskriterien festgelegten Sollbereichen (Abb. 2). Die Konzentrationen der Schwermetalle Nickel (Ni), Kupfer (Cu), Zink (Zn), Blei (Pb), Quecksilber (Hg) und Cadmium (Cd) waren gering und unterschritten die in der ÖNORM dafür festgelegten Grenzwerte (Abb. 3).

4. 2. Ergebnisse aus materialanalytischer Sicht

Die Foliensäcke zeigten makroskopisch bereits nach zwei Wochen Rottezeit gelbe bis bräunliche Verfärbungen des Materials. Zusätzlich verringerten sich die Elastizität und die Zugfestigkeit der Testsubstanz. Im weiteren Verlauf des Kompostierungsversuches zerfielen die Foliensäcke in bräunliche Streifen (ca. 20 cm lang, 3 - 5 cm breit) von spröder, pergamentartiger Beschaffenheit. Diese Fragmente waren auch am Ende der Rotte noch in gleicher Form erkennbar.

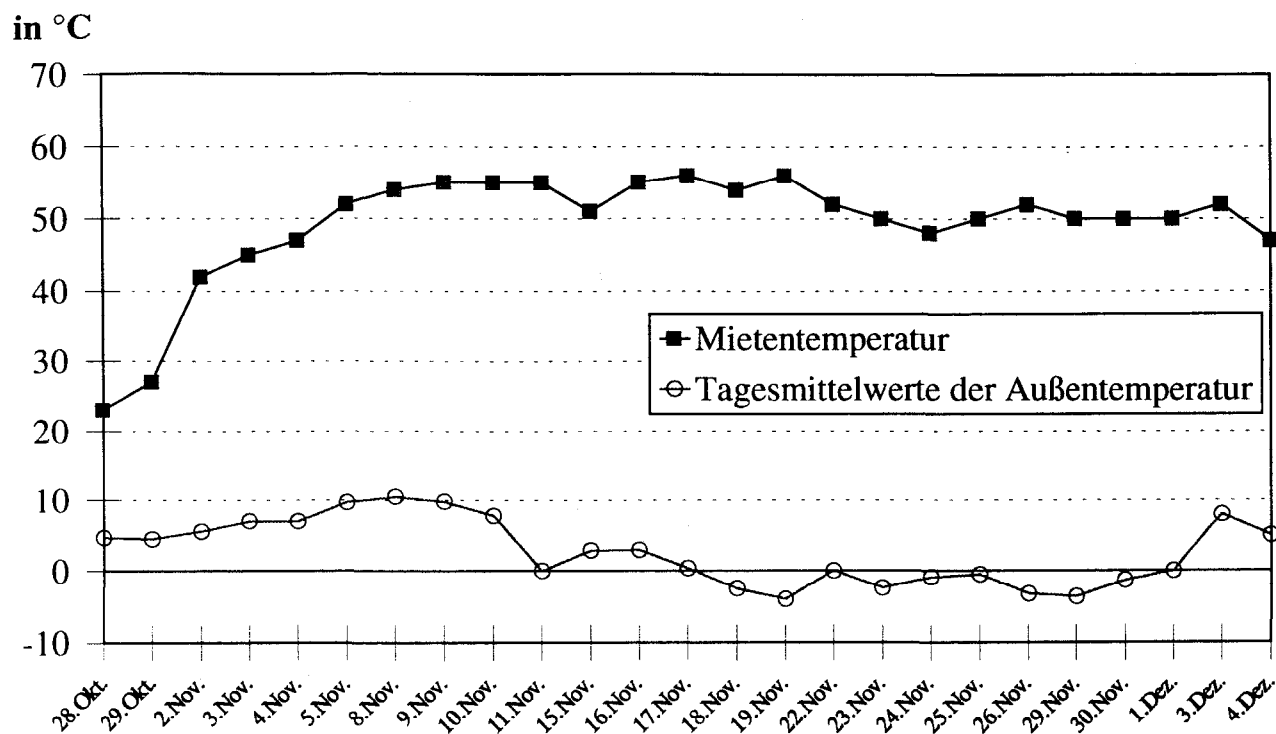


Abb. 1: Temperaturverlauf beim Versuch mit stärkehaltigen Kunststoffolien.

Datum	Wassergehalt % FS	Glühverlust % TS	pH-Wert	Leitfähigkeit mS/cm
28.10.93	64,20	64,80	6,20	3,08
3.11.93	61,32	66,10	7,10	3,56
11.11.93	59,07	59,60	6,90	2,36
18.11.93	54,87	61,30	6,90	2,64
25.11.93	52,42	55,00	7,10	2,35
9.12.93	67,88	60,20	6,60	3,45
22.12.93	62,41	53,60	7,60	1,88
8.1.94	61,51	50,30	7,20	1,44
Sollbereich	25 - 50	≥20		2,0 - 4,0

Abb. 2: Physikalische Eigenschaften und org. Substanz (GV) des Kompostes.

Problemelemente		Grenzwerte der Kompostklasse	
		I	II
Nickel (Ni)	55,3	42	60
Kupfer (Cu)	37,6	70	100
Zink (Zn)	192	210	400
Cadmium (Cd)	0,5	0,7	1
Quecksilber (Hg)	0,1	0,7	1
Blei (Pb)	48,6	70	150

Abb. 3: Schwermetallgehalte im Kompost in mg/kg TS.

Die Untersuchung der Foliensäcke im Lichtmikroskop ließ eine intensive Stärkereaktion und somit deutliche Anfärbung des gesamten Materials erkennen. In einer längsorientierten, faserförmigen Grundstruktur der Matrix lag die Stärke in Form von granulären Partikeln vor. Im Verlauf der Rotte nahm die Anfärbbarkeit zwar ab, verschwand aber nicht vollständig.

Bei der Untersuchung mit dem Rasterelektronenmikroskop zeigte sich neben einer sehr raschen Besiedelung der Folienoberflächen mit abbauenden Mikroorganismen (Pilzhyphenbewuchs bereits während der Lagerung in den Biotonne-Behältern) auch eine Änderung in der Struktur des Materials. Durch Korrosionsvorgänge während der Rotte trat nach ca. drei Wochen die fibrilläre Kunststoffmatrix hervor, welche jedoch auch am Ende des Kompostierungsversuches in gleicher, wenn auch etwas aufgelockerter Form vorlag. Die durchschnittliche Dicke der Foliensäcke reduzierte sich von 50 µm auf ca. 35 µm.

5. Schlußfolgerungen

5. 1. Schlußfolgerungen aus komposttechnischer Sicht

Die Foliensäcke scheinen sich bei der Behandlung mit dem Umsetzgerät neutral zu verhalten bzw. dieses technisch nicht zu beeinträchtigen.

Der Abbau der Säcke in der Kompostmiete entspricht nicht dem von der Herstellerfirma angegebenen Abbauverhalten.

Aus Sicht der Kompostierung (Freilandkompostwerk Lobau) kann dem Produkt nicht zugestimmt werden, da das Material eine zu lange Rottezeit bis zum vollständigen Abbau aufweist.

Sollten die Foliensäcke dennoch zum Einsatz kommen, wäre in jedem Fall eine ausreichende Kennzeichnung derselben notwendig.

5. 2. Schlußfolgerungen aus materialanalytischer Sicht

Am Ende des Versuchszeitraumes (72 Tage) war das aus dem Kern der Miete entnommene Testmaterial noch nicht ausreichend makroskopisch abgebaut. Zahlreiche größere Fragmente der Foliensäcke waren noch eindeutig mit freiem Auge sichtbar.

Die lichtmikroskopischen Befunde zeigen, daß am Ende der Rottezeit die Stärke nicht vollständig aus der Kunststoffmatrix herausgelöst bzw. abgebaut wurde.

Mit Hilfe des Rasterelektronenmikroskopes konnte zwar die Besiedelung der Folienproben mit abbauenden Organismen (Bakterienlager) und eine Auflockerung der Grundstruktur nachgewiesen werden, doch ließ auch diese Methode einen vollständigen Abbau der Testsubstanz nicht erkennen.

Es sei jedoch darauf hingewiesen, daß eine mechanische Vorbehandlung der Foliensäcke in Form von Schreddern oder ähnlicher Zerkleinerung die Rottezeit verkürzen würde. Durch die dadurch entstehende größere Gesamtoberfläche der Folien würde deren Abbau durch Mikroorganismen beschleunigt werden.

Aufgrund der Ergebnisse der vorliegenden Studie wird seitens des ho. Ressorts zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht an eine Novellierung der Bundesverordnung über die getrennte Sammlung biogener Abfälle und damit an eine Öffnung zugunsten synthetischer Sammelsäcke gedacht.

6. Abbildungsteil



Abb. 4: Befüllen der Foliensäcke mit biogenem Abfall.



Abb. 5: Entleerung des Versuchsgutes aus dem Rotopress-Müllwagen im Kompostwerk Lobau.



Abb. 6: Aufsetzen der Foliensäcke mittels Radlader.



Abb. 7: Versuchsmiete mit eingebrachtem Probematerial.



Abb. 8: Geöffnete Miete am 72. Tag der Rottezeit.



Abb. 9: Unvollständig abgebaute Foliensäcke am Ende des Kompostierungsversuches.

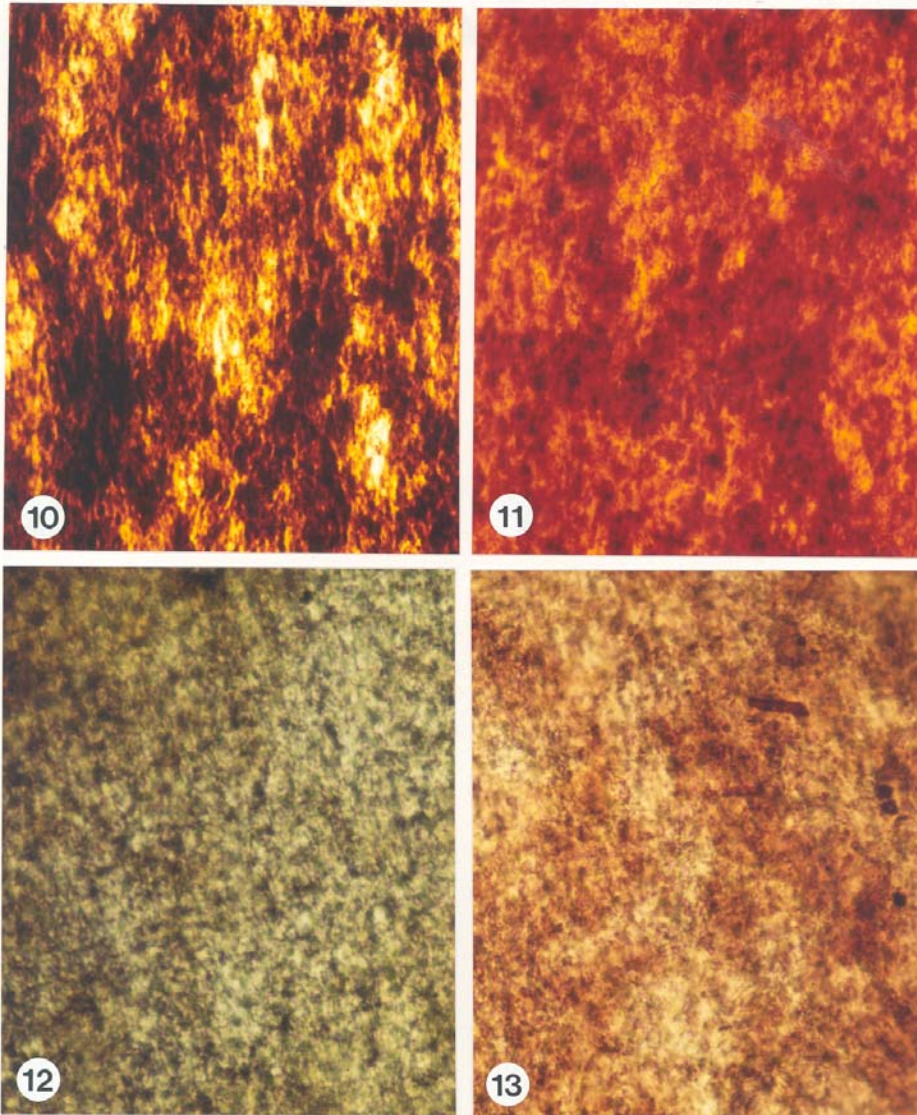


Abb. 10-13: Lichtmikroskopische Aufnahmen der stärkehaltigen Folienproben. Vergrößerung: 60fach. Nullprobe unbehandelt (*Abb. 10*), Foliensäcke nach 1 Woche Biotonne (*Abb. 11*), nach 6 Tagen (*Abb. 12*) und 9 Tagen (*Abb. 13*) versuchsweiser Kompostierung.

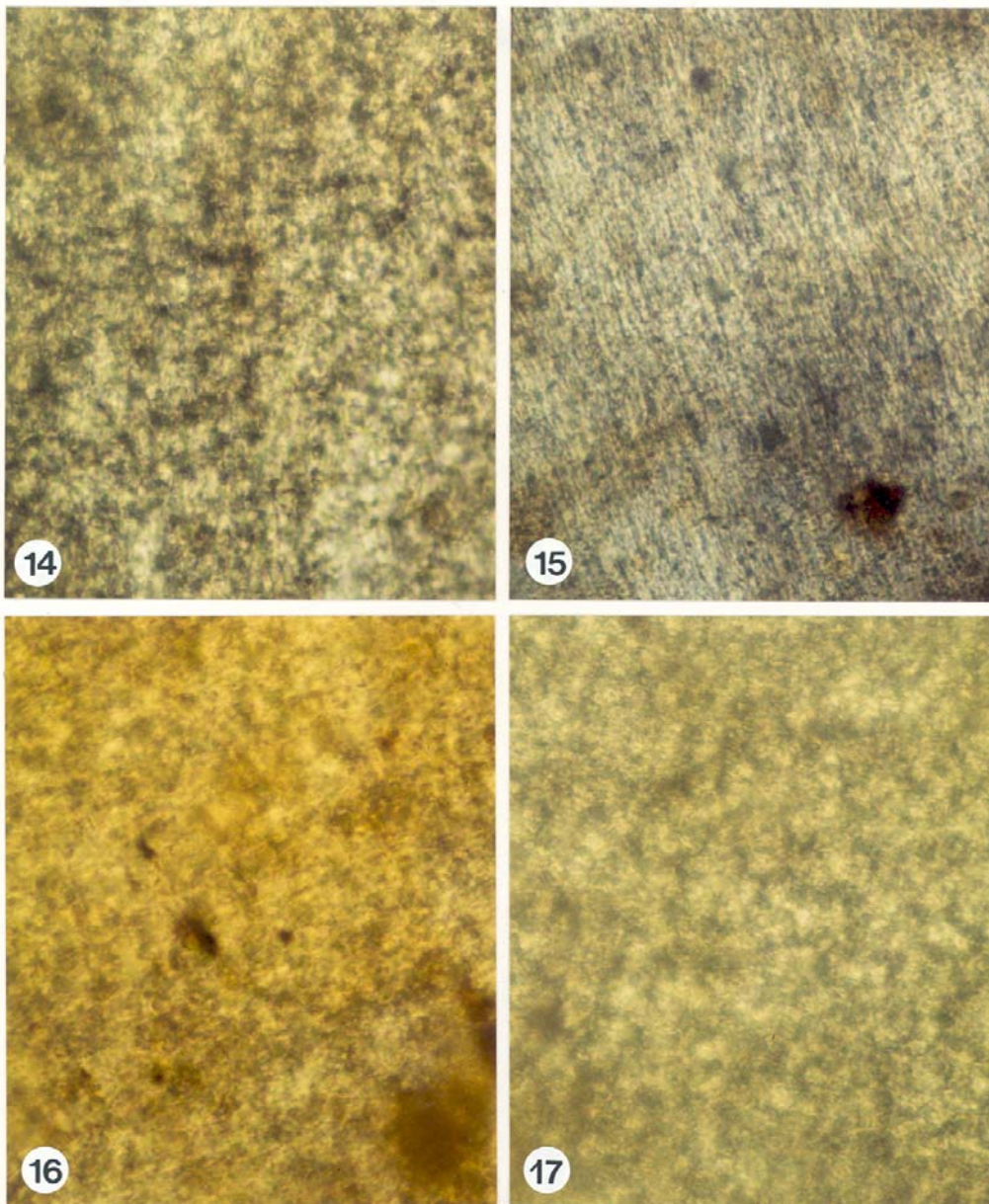


Abb. 14-17: Lichtmikroskopische Aufnahmen der Foliensäcke nach 13 Tagen (*Abb. 14*), nach 23 Tagen (*Abb. 15*), nach 36 Tagen (*Abb. 16*) und nach 72 Tagen (*Abb. 17*). Die Anfärbbarkeit des Materials (Stärkenachweis) nimmt zwar ab, verschwindet aber nicht vollständig.

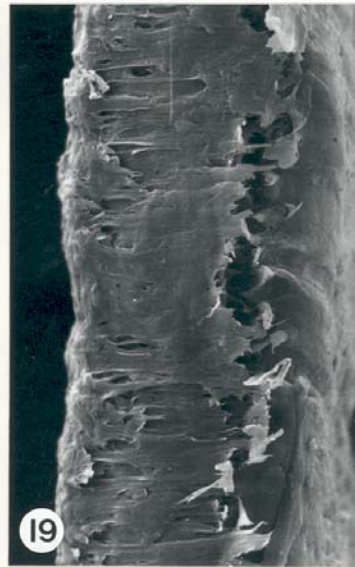
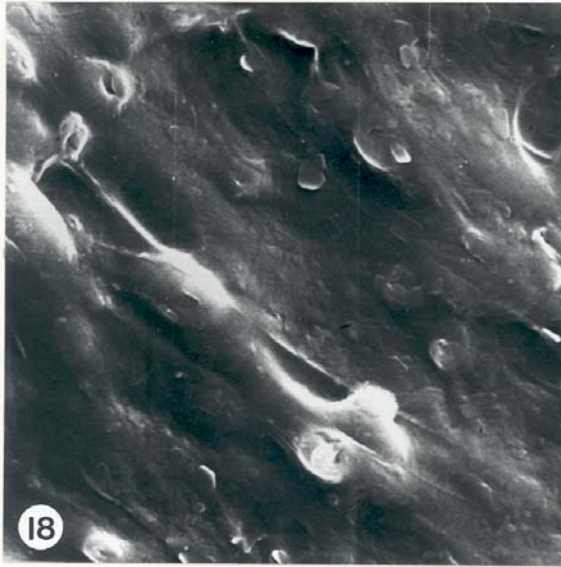


Abb. 18. 19: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen der Foliensäcke in Aufsicht und im Querschnitt nach 8 Tagen Biotonnen-Lagerung. Die Oberfläche ist noch weitgehend homogen strukturiert.

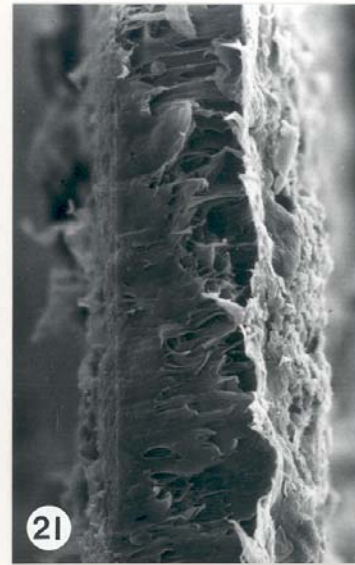
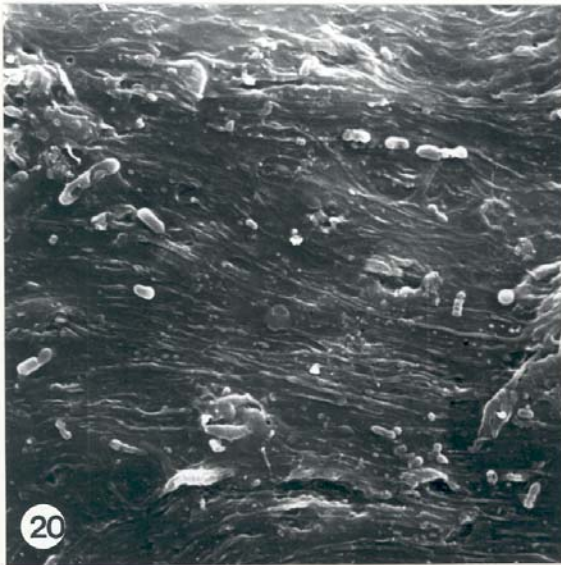


Abb. 20. 21: REM-Photos von Foliensproben nach 6 Tagen Kompostierung, beginnende Ausbildung von Bakterienlagern.

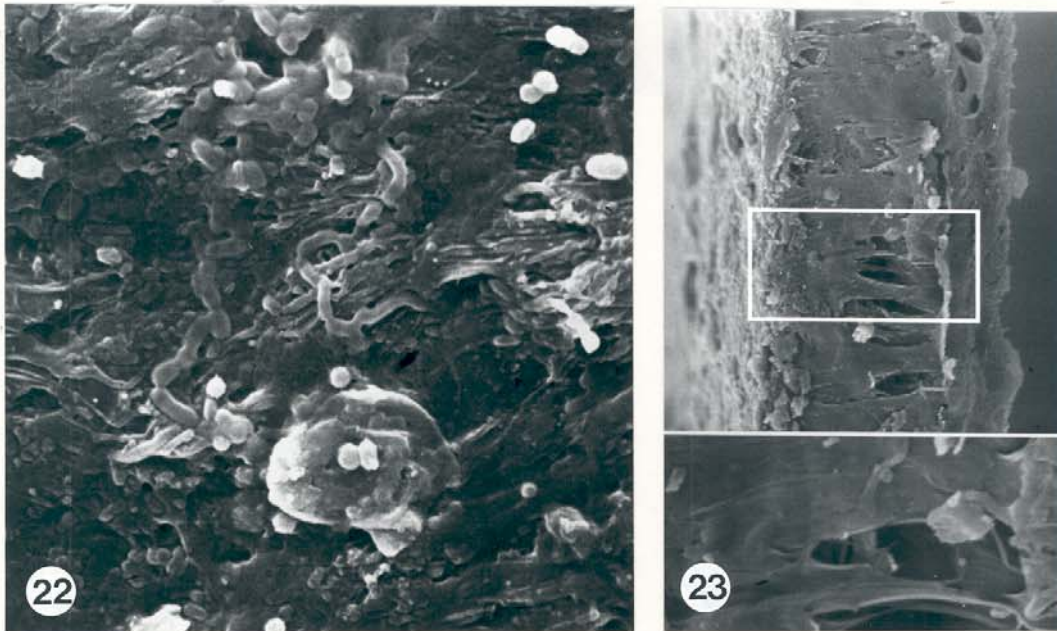


Abb. 22, 23: REM-Aufnahmen von Foliensäcken nach 16 Tagen Rotte, heterogen strukturierte Oberfläche durch Korrosionsvorgänge bei der Kompostierung.

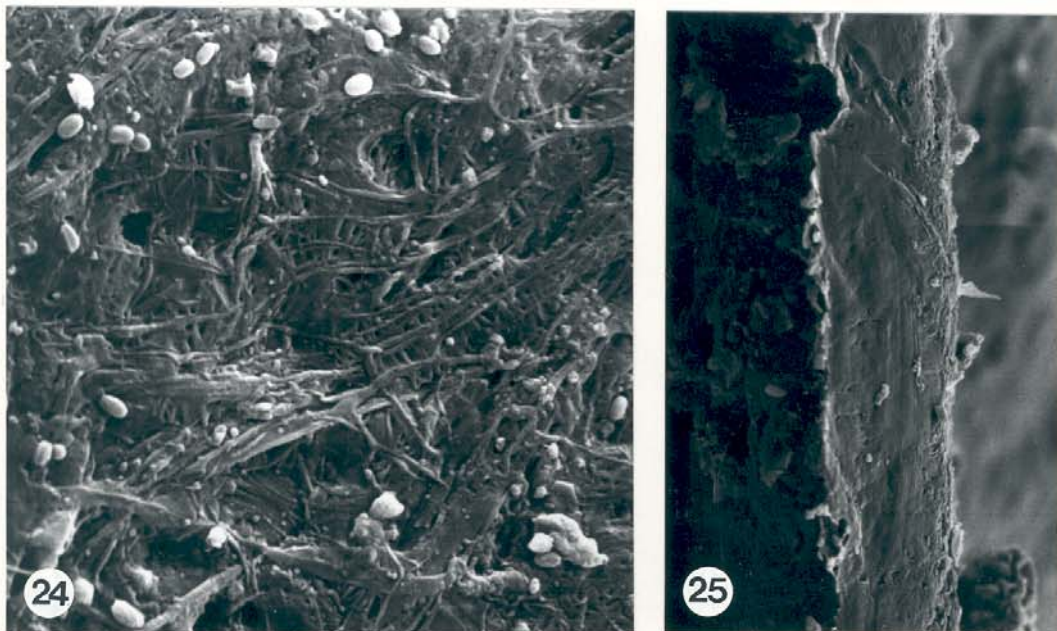


Abb. 24, 25: Aufsicht und Querschnitt der Foliensäcke am 20. Tag der Rotte.

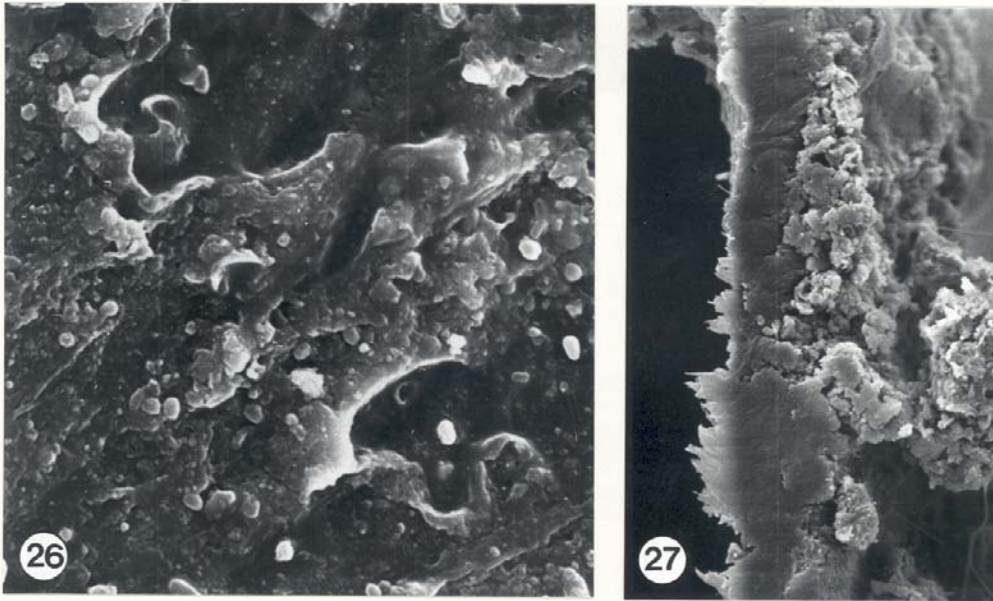


Abb. 26, 27: REM-Photos des Versuchsgutes nach 23 Tagen Kompostierungsdauer, eine dicke Schichte aus Mikroorganismen ("plaque") überzieht die Oberfläche.

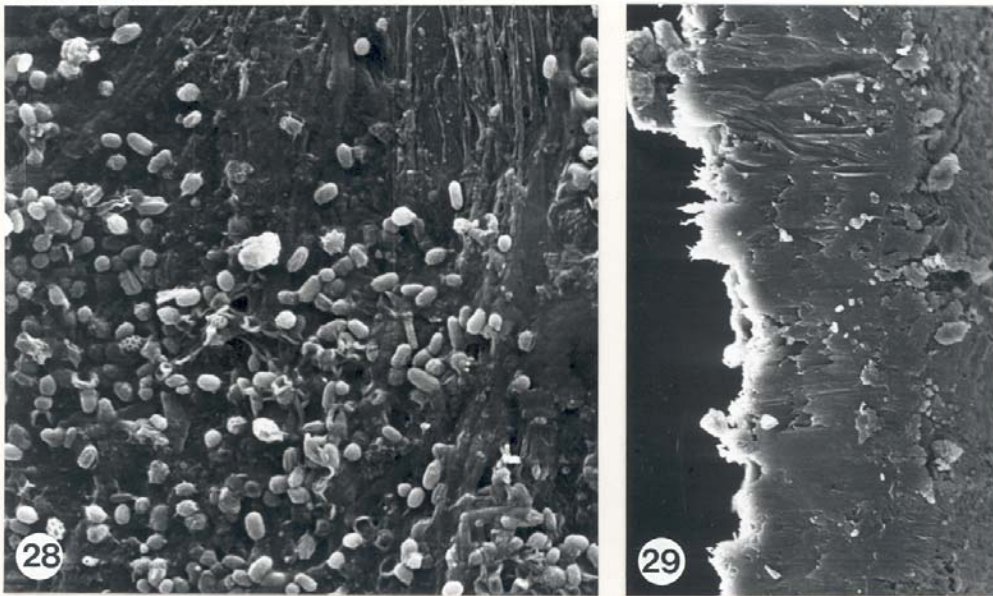


Abb. 28, 29: Aufsicht und Querschnitt von Foliensäcken am 28. Tag der Rotte.

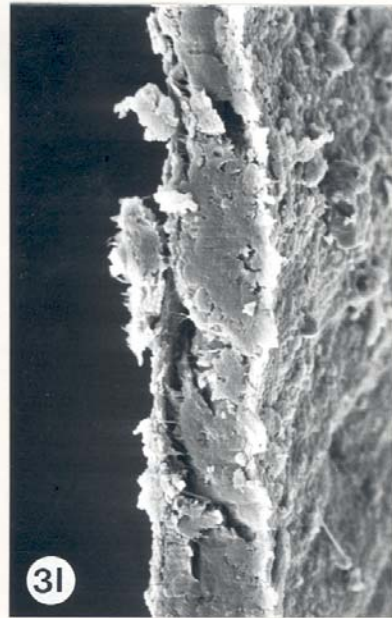
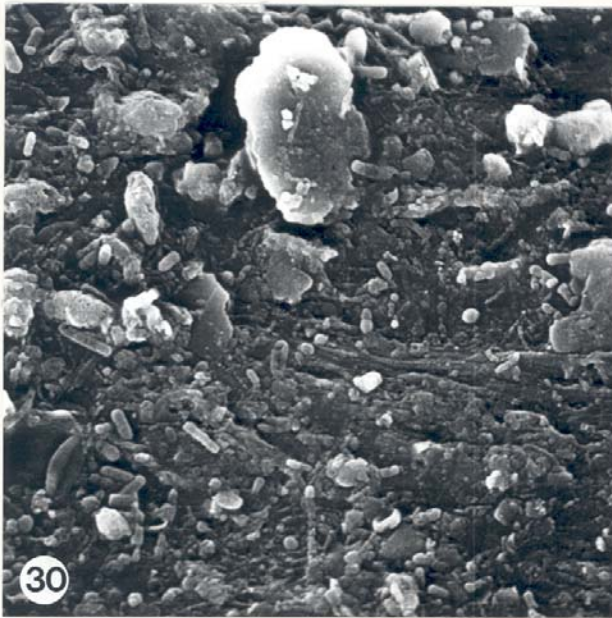


Abb. 30, 31: Folienproben in Aufsicht und im Querschnitt nach 56 Tagen Kompostierungsdauer, neben Mikroorganismen bedecken Schmutzpartikel massiv die Oberfläche der Folien.

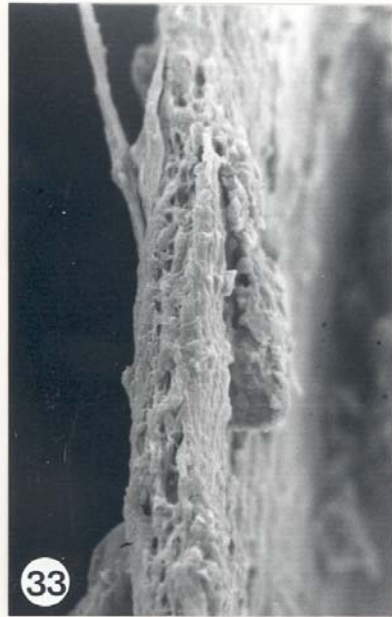
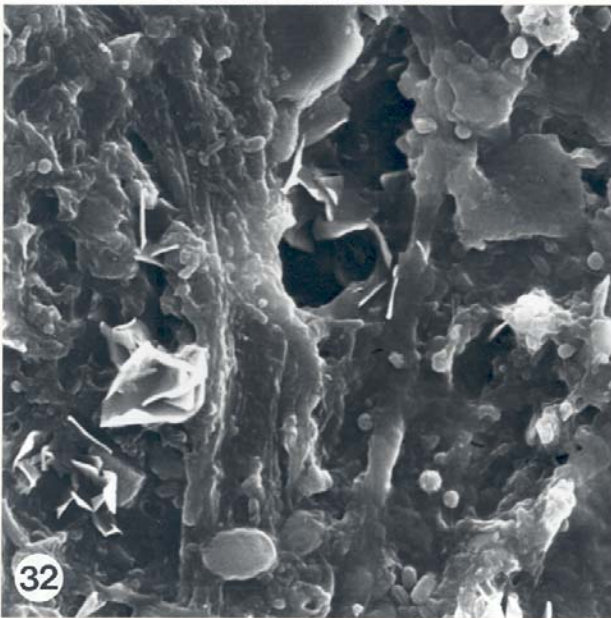


Abb. 32, 33: Foliensäcke am letzten Tag der versuchsweisen Kompostierung.

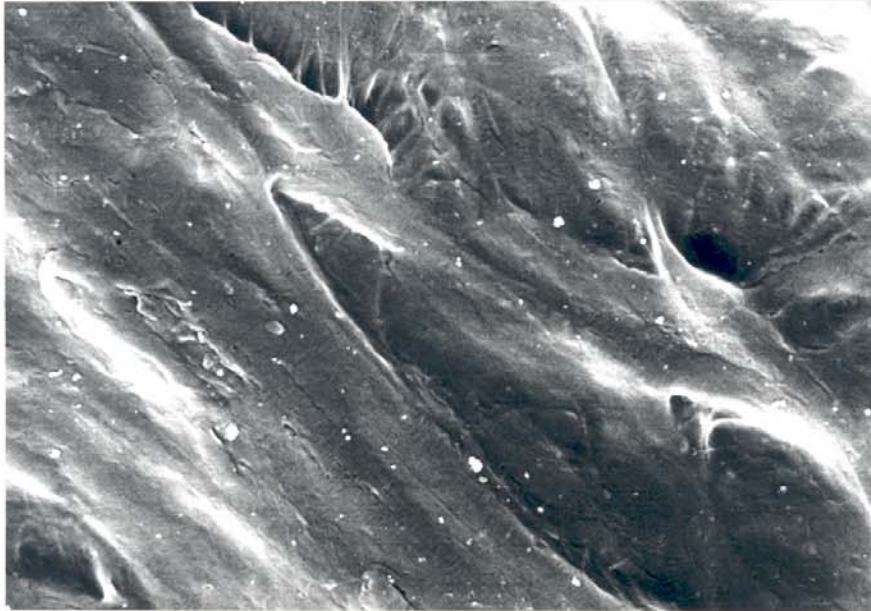


Abb. 34: REM-Aufnahme einer gereinigten Folienprobe (Nullprobe).

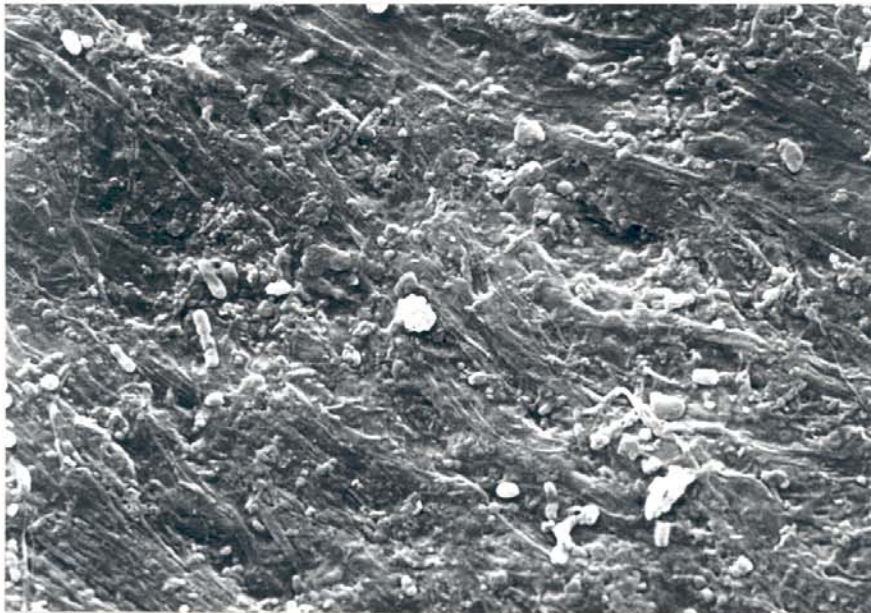


Abb. 35: Gereinigtes Probematerial nach 6 Tagen Kompostierungsdauer.

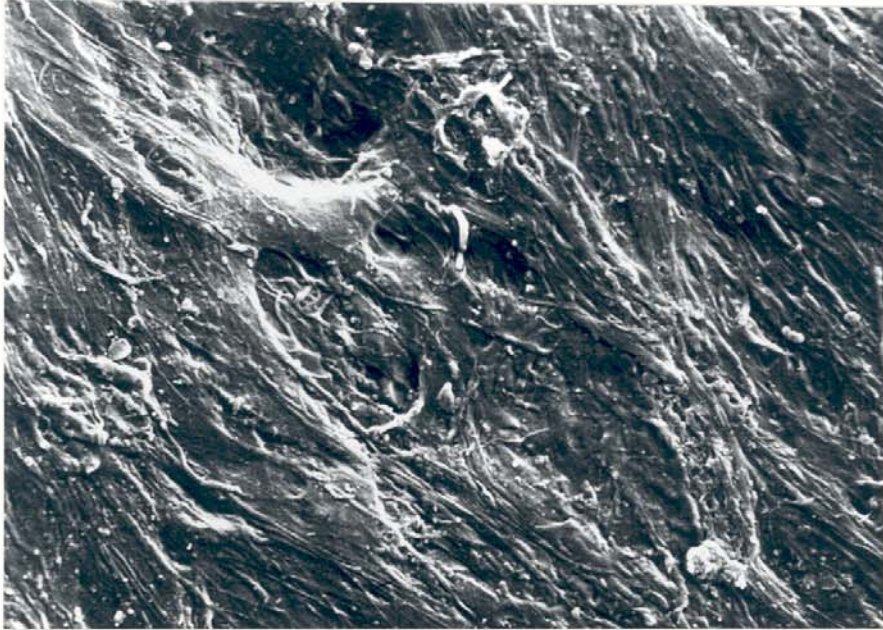


Abb. 36: REM-Photo einer gereinigten Kunststoffolie nach 13-tägiger Rottezeit.



Abb. 37: Folienprobe (gereinigt) nach 43 Tagen Kompostierung.

Alle rasterelektronenmikroskopischen Aufnahmen von Aufsichten der Folienproben sowie die Photos gereinigten Teile des Versuchsmaterials wurden bei einer Vergrößerung von 2 700 x aufgenommen. Alle Querschnitte sind 700 x vergrößert.