

Untersuchungen zur Kompostierbarkeit von paraffinbeschichteten Verpackungsmaterialien

Dieter Baier, Kerstin Streurs, Konrad Soyez

Abstract

Sustainable development in the technical sphere calls for the broader application of biodegradable material. As packaging material, papers coated with paraffins are widely used. To manage these materials in biowaste management systems, they have to be proven as compostible. In the paper, results of the investigation of the compostibility of paraffine coated packaging materials are reported. The research is done after the German Bioabfallverordnung and the DIN 56900. It is shown, that these materials can be composted in a mixture with source separated biowaste up to 10 % of mass. If papers pieces of about 25 sq. cm were used, the paper itself, as well as the paraffine coatings were totally degraded in a composting period of 100 days. But crushed and folded pieces, which normally occur in households, were degraded only by 34 resp. 8 %. The results thus indicate, that an application in this way is possible, but a pre-treatment and a certain preparation of the coated papers are necessary.

Zusammenfassung

Für eine nachhaltige Wirtschaftsweise ist die Nutzung biologisch abbaubarer Materialien unumgänglich. Die geforderten Anwendungseigenschaften stehen dem Einsatz derartiger Materialien aber in manchen Fällen entgegen. Bei Verpackungen für Lebensmittel werden hydrophobe Eigenschaften verlangt. Dafür sind mit Paraffin beschichtete Papiere im Gebrauch. Die wasserabweisende Eigenschaft schränkt die Verwertung durch eine Kompostierung ein. Im Bericht wird die Kompostierbarkeit von paraffinbeschichteten Papieren nach den Vorhaben der DIN 56900 und der Bioabfallverordnung untersucht. Es zeigt sich, daß die Materialien in Mischungen mit Bioabfall bis zu einem Massenanteil von 10 % problemlos kompostiert werden könne. Im Falle stark zerkleinerter Papiere werden die Paraffinüberzüge vollständig abgebaut, gefaltete und zerknüllte Papiere aber nur zu etwa einem Drittel bzw. einem Zehntel. Das belegt, daß diese Materialien bioabbaubar sind, aber eine Vorbehandlung oder Präparation der Beschichtung zweckmäßig ist.

Einleitung und Zielstellung

Für eine nachhaltige Wirtschaftsweise ist die Nutzung biologisch abbaubarer Materialien unumgänglich (SOYEZ, 1998). Die geforderten Anwendungseigenschaften stehen dem Einsatz derartiger Materialien aber in manchen Fällen entgegen. Bei Verpackungen für Lebensmittel, wo der Schutz des Gutes höchstes Ziel ist, werden zum Beispiel hydrophobe Eigenschaften verlangt. Bereits seit längerem sind dafür mit Paraffin beschichtete Papiere im Gebrauch, z.B. für Fleischerzeugnisse und Backwaren. Die wasserab-

weisende Eigenschaft ist dem biologischen Abbau derartiger Verpackungen hinderlich. Das schränkt auch die schadlose Beseitigung nach deren Gebrauch ein.

Daher ist zu klären, inwieweit sie durch biologische Prozesse abgebaut werden. Das Verpackungsmaterial soll aber nicht nur biologisch abbaubar, sondern auch kompostierbar sein, um in die normalen Wege der Abfallentsorgung eingebunden zu werden. Der Nachweis der Kompostierbarkeit ist zu erbringen. Er soll zeigen, daß das Papier in der für das jeweilige Verfahren vorgesehenen Behandlungszeit abzubauen ist. Die Abbauprodukte im Kompost sollen optisch nicht als Verunreinigungen wahrgenommen werden und die Kompostqualität nicht ungünstig beeinflussen.

Seit 1998 ist dafür die DIN-Norm V 54900 „Prüfung der Kompostierbarkeit von Kunststoffen“ (DIN, 1998) verbindlich, die eine mehrstufige Prüfung der eingesetzten Materialien auf ihre biologische Abbaubarkeit einschließlich der Kompostierung in Intensiv- und in Extensivanlagen vorsieht. Bei letzteren handelt es sich z.B. um eine offene Mietenkompostierung, wie sie in der überwiegenden Zahl der Kompostierungsanlagen angewendet wird. Auch diese einfachen Anlagen müssen sicherstellen, daß ein praktisch rückstandsloser Abbau der Substanzen erfolgt. Dabei ist zu berücksichtigen, daß nicht das Material allein - in diesem Falle beschichtete Papiere -, sondern immer ein Gemisch von zu entsorgendem Material und den ohnehin über eine Kompostierung zu verwertenden Materialien verarbeitet wird. Das sind getrennt gesammelte Biomassen, landwirtschaftliche Abprodukte sowie Strukturmaterial. Im Falle von Papier und Pappe läßt die Bioabfallverordnung vom 1.10.98 die Zugabe des nur in kleinen Mengen, etwa 10 Massen-%, zu.

In dem hier dargestellten Vorhaben wurden paraffinbeschichtete Verpackungsmaterialien aus dem Lebensmittelbereich unter den genannten Rahmenbedingungen untersucht. Sie ergänzen bereits vorliegende Untersuchungen zur Kompostierbarkeit von Beschichtungen mit Palmfett, Stearin und Biowachs-Emulsionen (BAIER, 1998).

Die Untersuchungen sollen Auskunft über die Kompostierbarkeit der eingesetzten Papiere unter praxisrelevanten Bedingungen geben, insbesondere um zu überprüfen, ob offene Mieten für die Mitverwertung von beschichteten Abfallpapieren geeignet sind. Das bezog sich auf die generelle Eignung derartiger Systeme (Low-Tech-Anlagen), aber auch auf die zu erwartenden Effekte der Mitverwertung in Hinsicht auf die Kompostqualität und die möglichen Entsorgungsmengen.

Material und Methoden

In die Untersuchungen wurden Papiere mit einer Beschichtung mit einem Paraffin verwendet, das eine C-Verteilung gemäß Abbildung 1 (obere Kurve) aufwies. In vorgelagerten Untersuchungen waren die chemische Unbedenklichkeit und die vollständige biologische Abbaubarkeit des Paraffins bereits nachgewiesen (WENZEL-H., 1997). Die nachfolgenden Untersuchungen sollten daher Auskunft über die Kompostierbarkeit geben.

Die Kompostierung fand in Versuchseinrichtungen unterschiedlicher Art und Größe statt, um die Effekte der technischen Randbedingungen abzuklären, wie sie bei der Mitverwertung von derartigen Papieren in der Kompostierungspraxis vorliegen können – siehe Tabelle 1.

Tab. 1.: Verwendete Reaktorsysteme

Versuchseinrichtung	Art	Volumen (m ³)	Rottesteuerung	Zwangselüftung
Reaktor	Kleintechnisch	0,150	ja	Ja
Reaktor	Großtechnisch	60	ja	Ja
Trapezmiete	Großtechnisch	200	nein	Nein

In den Reaktorkompostierungen war die Behandlungsdauer auf 14 Tage begrenzt und zielte auf die Herstellung eines Frischkompostes. Im Vergleich mit den Mietenkompostierungen hatten diese Versuche lediglich orientierenden Charakter. Die Mietenkompostierung hatte die Herstellung eines Fertigkompostes bei einer Prozeßdauer von 100 Tagen zum Ziel.

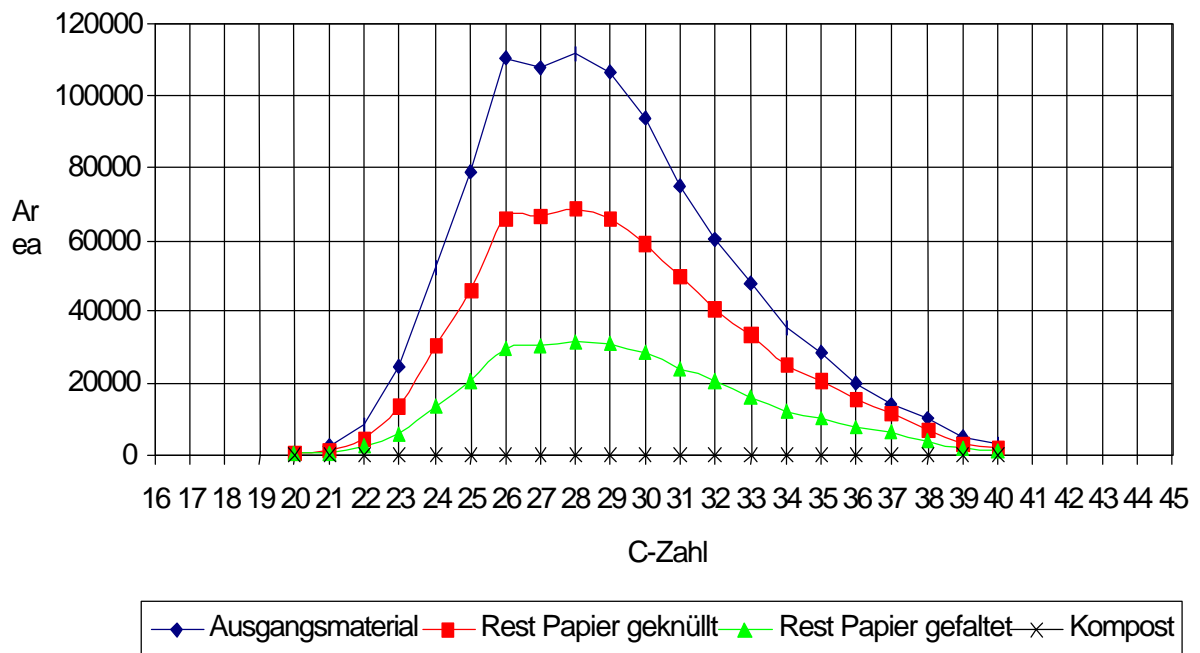


Abb. 1: C-Verteilung des Ausgangsmaterials und der abgebauten Materialien

Die Mischung der Kompostausgangskomponenten entsprach den Bedingungen des Routinebetriebes von entsprechenden Kompostierungsanlagen. In allen Fällen handelte es sich um Bioabfall- und Grüngutmischungen, die einen Anteil von 20 Massen-% Strukturmaterial in Form von unbelasteten Alt- und Restholzpartien aufwiesen. Das C/N-Verhältnis lag bei 23.

Für die Untersuchungen wurde das Papier auf eine Stückgröße von etwa 25 cm² zerkleinert (Schnipsel) und mit dem Kompostausgangsmaterial vermischt. Der Massenanteil Papier in der Mischung lag bei 10 %. Die fertige Mischung wurde in 30 l fassende Gazesäcke gefüllt und in die Trapezmiete eingebaut. Neben den Untersuchungen gemäß DIN V 54900 wurden zerknüllte und gefaltete Papiere untersucht, um zu prüfen, wie sich diese typischen Formen von Abfallpapieren aus Haushalten während der Rotte verhalten.

Während der Kompostierung erfolgte die Erfassung der charakteristischen bioprozeßtechnischen Parameter und Bilanzdaten im Rahmen der verfügbaren Meßtechnik sowie eine regelmäßige Bonitur und Analyse des Untersuchungsmaterials.

Ergebnisse

Nachfolgend steht die Behandlung von paraffinierten Papieren in offenen Mieten im Vordergrund. Die Auswertung erfolgte durch

- Eine Bonitur einschließlich der fotografischen Dokumentation des Abbauverhaltens
- Eine Einschätzung des Kompostierungsprozesses (Prozeßregime) und Bestimmung der Bioprozeßparameter
- die Bestimmung des Paraffinabbaus
- die Untersuchung des Fertigkompostes nach den Qualitätskriterien des LAGA-Merkblattes M10.

Bonitur

Die Bonitur der Proben erfolgte wöchentlich. Diese wurden visuell auf Farbe und Struktur untersucht. Nach etwa 4 Wochen war eine Gelbverfärbung der Papierschnipsel erkennbar. Damit ging auch eine deutliche Reduzierung der sichtbaren Anteile des Papiers einher. Nach 10 Wochen war kein Papier mehr erkennbar. Lediglich beim Auseinanderbrechen von Klumpen ließen sich Reste erkennen, aber nicht mehr sicher identifizieren. Die gefundenen Mengen waren visuell nicht als störend hinsichtlich der äußeren Qualität des Kompostes wahrnehmbar.

Anders sah es bei geknülltem bzw. gefaltetem Papier aus. Zwar zeigte die Oberfläche deutliche Erosionen, aber auch nach 10 Wochen waren die Papiere im Haufwerk noch deutlich erkennbar.

Einschätzung des Kompostierungsprozesses und Bioprozeßparameter

Diese Auswertungen dienten dem Ziel festzustellen, ob ein ordnungsgemäßer Kompostierungsprozeß stattgefunden hat und wo Optimierungspotentiale liegen. Während des Prozesses wurden die Reaktionsbedingungen so eingestellt, daß ein optimaler Kompostierungsprozeß durchlaufen werden konnte. Das praktizierte Fahrregime ist für den Routinebetrieb der Kompostierung vor Ort typisch und wurde während der Versuche unverändert beibehalten. Besondere äußere Bedingungen (z.B. starke Kälte oder Hitze) traten während der Rotte nicht auf.

Die bioprozeßtechnischen Parameter wurden ständig verfolgt. Die Temperatur wurde täglich gemessen und aufgezeichnet. Durch regelmäßige Probenahmen erfolgte die Bestimmung von Feuchte, Schüttdgewicht, Glühverlust, pH-Wert und Rottegrad. Als Leitgröße für die Prozeßsteuerung diente die Temperatur. Bei Unterschreiten einer Temperatur von 52 °C erfolgte das Umsetzen, im Gesamtverlauf zweimal. Während des 100-tägigen Rotteprozesses war in der Miete eine normale Temperaturentwicklung zu verzeichnen. Der Temperaturverlauf läßt auf eine hohe biologische Aktivität des Rottegutes schließen.

Im Rahmen dieser Untersuchungen wurden sowohl das Material aus der Miete ohne Papierzusatz als auch der Inhalt der Probensäcke untersucht. Dabei ergaben sich keine signifikanten Unterschiede bei den Bioprozeßparametern. Nach Ablauf der Kompostierung wurde der Rottegrad V erreicht, d.h. das paraffinierte Papier beeinflusst den Rottegrad des hergestellten Kompostes aus dem Bioabfall- und Papiergemisch im Vergleich zum Referenzmaterial ohne Papierzusatz nicht.

Bestimmung des Paraffinabbaus

Zur Bestimmung des Paraffinabbaus wurden die nach der Kompostierung noch auffindbaren Papierreste analytisch untersucht. Von den ursprünglich eingesetzten 6 kg Papierschnitzel konnten nach der Kompostierung nur noch 13,6 g (Kompost + geringe Anteile Schnipsel) wiedergefunden werden, während das geknüllte und auch das gefaltete Papier fast unverändert war.

Sowohl das Ausgangsmaterial (mit Paraffin beschichtetes Papier) als auch die noch auffindbaren Papierreste (Rest Papier geknüllt, Rest Papier gefaltet, Rest Papier Schnipsel) und der daraus resultierende Kompost wurden mit n-Hexan extrahiert und anschließend gaschromatographisch analysiert. Die Kohlenstoff-Verteilung der Materialien ist in Abbildung 1 im Vergleich zum Ausgangsmaterial dargestellt. Bei den geschnipselten Papieren sind Paraffine praktisch nicht mehr nachweisbar, analog bei den mit diesen Beimengungen erzeugten Fertigkomposten. Die erzielten Abbauraten zeigt Tabelle 2.

Tab. 2: Abbaurate von unterschiedlich vorbehandeltem Papier

Kompostierungsprobe	Abbaurate [%]
Rest Papier geknüllt	34
Rest Papier gefaltet	8

Rest Papier Schnipsel	100
Kompost	100

Dabei ist die Abbaurate bei den gefalteten und geknüllten Partien auf den extrahierten Paraffinanteil des Ausgangsmaterials bezogen und bei den Papierschnipseln sowie dem resultierenden Kompost auf die Gesamtmenge Paraffin, die mit den 6 kg Papier eingebracht wurde.

Es zeigt sich deutlich, daß sich mit Paraffin beschichtetes Papier, das als Schnipsel mit dem Kompost vermischt wird, besser biologisch abbaut, als Papier, das geknüllt oder gefaltet in den Kompost eingebracht wird. Dabei ist bei dem geknüllten Papier die Angriffsfläche größer als bei dem gefalteten, so daß hier dort ein höherer Abbau des Paraffins festzustellen ist.

Untersuchung des Fertigkompostes nach Qualitätskriterien des LAGA – Merkblattes M 10

Sowohl mit als auch ohne Papierzusatz wird der in den Versuchen gewonnene Kompost den Qualitätsanforderungen des LAGA-Merkblattes M 10 gerecht. Die in der DIN V 54900 vorgeschriebene Prüfung der Pflanzenverträglichkeit ergab keine negativen Ergebnisse.

Schlußfolgerungen

Die Untersuchungen belegen, daß die Kompostierung der paraffinbeschichteten Papiere grundsätzlich auch in Kompostierungsanlagen mit niedrigem technischen Standard erfolgen kann. Das zeigt, daß eine Mitverwertung von derartigen Papieren in der Biotonne möglich ist.

Da der Abbau nur dann vollständig war, wenn das Papier einlagig und kleinstückig in die Kompostierung gelangte, geknülltes und gefaltetes Papier aber nicht rückstandslos abbaubar war, sind Optimierungen erforderlich. Diese können sich auf die Vorbehandlung, den eigentlichen Kompostierungsprozeß, aber auch auf die Präparierung der Papiere beziehen.

Im Bereich der Vorbehandlung wäre auf eine Zerkleinerung durch Zerreißen von Verpackungen in den Haushalten zu orientieren. Das erscheint nicht als aussichtsreich, da üblicherweise Verpackungspapiere am ehesten zerknüllt in die Bioabfall gegeben werden. Eine Optimierung des Rotteprozesses in Hinsicht auf ein optimales C/N-Verhältnis, günstige Durchfeuchtung und angepaßte Temperaturführung ist ohnehin eine Forderung an jede Kompostierung. Der kleine Anteil von zu erwartendem Papier wird im praktischen Betrieb kaum eine sorgfältigere Prozeßführung als bei normalen Chargen bedingen. Aussichtsreich erscheint es, die Beschichtung an die speziellen Bedingungen anzupassen. Das soll durch die Entwicklung und Auswahl der Paraffine und die Minimierung der Beschichtungsstärke erreicht werden. Verfolgt wird weiter der Einbau von Fehlstellen in den Beschichtungen, durch die Feuchte und nachfolgend die Mikroorganismen bessere Angriffsbedingungen vorfinden, ohne daß dabei der Gebrauchswert der Papiere sinkt.

Vor dem Hintergrund einer generellen Abbaubarkeit, aber auch den technischen Problemen bei der Verwendung von derartigen Papieren erscheinen die Forderungen der Bioabfallverordnung (BioAbfVo vom 01.19 1998) als sinnvoll, die Zugabe von Papier und Pappe nur in kleinen Mengen (ca. 10 %) zu getrennt erfaßten Bioabfällen oder zur Kompostierung zuzulassen.

Literatur

BAIER, 1998

Baier, D.; Soye, K.: Technologien für die nachhaltige Bewirtschaftung von Konversionsstandorten. Studie im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Naturschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg. Potsdam, 1998.

DIN, 1998

Prüfung der Kompostierbarkeit von Kunststoffen. Teil 3: Prüfung unter praxisrelevanten Bedingungen und der Qualität der Komposte. Vornorm, DIN V 54900-3

- WENZEL-H., 1997 Wenzel-Hartung, R.; Streurs, K.: Analytische Untersuchungen zur Kompostierbarkeit von Paraffinmischungen mit nachwachsenden Rohstoffen, wachsartigen Substanzen und damit beschichteten Papieren. Hamburg, 1997.
- SOYEZ, 1996 Soyez, K.; Baier, D.; Tannenberger, K.; Prause, M.: Untersuchungen zur Kompostierbarkeit von Beschichtungsmaterialien und beschichteten Papieren. Studie, Leipzig 1996.
- SOYEZ, 1998 Soyez, K.: Anforderungen an Produktion und Technik für eine nachhaltige Entwicklung. In: Haase, W.; Soyez, K. (Hrsg.): Ökologische Technologien und nachhaltige Entwicklung. BUFZ Forschungstexte, Heft 3, Seite 54-68. Neuruppin, 1998.

Autoren

Dipl.-Ing. Dieter Baier, Gesellschaft für ökologische Technologie und Systemanalyse e.V., Neue Straße 2, 06869 Coswig/Anhalt

Dr. rer. nat. Kerstin Streurs, SCHÜMANN-SASOL Hamburg, Worthdamm 13-27, D-20457 Hamburg

Dr.-Ing. Konrad Soyez, Zentrum für Umweltwissenschaften und UP transfer GmbH, AG Ökotechnologie, Park Babelsberg 14, 14482 Potsdam