

Q-bag packaging machinery GmbH & Co. KG

Siemensstraße 1
71409 Schwaikheim

„Entwicklung einer neuen ökologischen Verpackungsgeneration für
pulvrige Schüttgüter“

Abschlußbericht über ein Entwicklungsprojekt,
gefördert unter dem Az: 24419 von der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt

Verfasser: Willi Krieger

Schwaikheim, März 2008

1. Projektkennblatt

der
Deutschen Bundesstiftung Umwelt



Az	24419 - 22	Referat	Fördersumme	82.643,00 €
----	-----------------------	---------	-------------	--------------------

Antragstitel **Entwicklung einer neuen ökologischen Verpackungsgeneration für pulvrige Schüttgüter**

Stichworte

Laufzeit	Projektbeginn	Projektende	Projektphase(n)
22 Monate	25.09.2006	24.07.2008	

Zwischenberichte

Bewilligungsempfänger	Q-bag packaging machinery GmbH & Co. KG Siemensstraße 1 71409 Schwaikheim	Tel:	07195 5809 22
		Fax	
		Projektleitung	Willi Krieger
		Bearbeiter	

Kooperationspartner***Zielsetzung und Anlass des Vorhabens***

Im Rahmen des Vorhabens möchte die Firma Q-bag eine neuartige Verpackungstechnologie demonstrieren, die rein durch konstruktive Gestaltung der Verpackungseinheit eine Reduzierung des benötigten Materialeinsatzes von 35 bis zu 50 % ermöglicht. Die so genannte Filmdose verbessert dabei den Produktschutz zusätzlich und hilft insbesondere aluminiumhaltige Kunststoffverpackungen und Papier-/Pappe-/Kartonagen-Verbunde zu substituieren.

Durch das neuartige Konzept lassen sich stabile formerhaltende Verpackungseinheiten herstellen, die darüber hinaus einen verbesserten Produktschutz ermöglichen.

Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

Siehe nächste Seite

Darstellung der Arbeitsschritte und der angewandten Methoden

Die Entwicklungsarbeiten werden in mehreren Stufen durchgeführt. Hierbei wird von den grundlegenden Überlegungen der Filmdose die ein optimiertes selbst stabilisierendes Verpackungssystem auf der Basis dünnwandiger Folien darstellt ausgegangen und dann die einzelnen relevanten Technologien weiter entwickelt.

Maschinentechnologie

Auf der Basis einer vorhandenen Versuchsanlage konnte bereits gezeigt werden, dass sich zylindrische Hohlkörper zu einer Filmdose formen lassen. Die wesentlichen weiteren Arbeiten werden sich nun damit befassen, zum einen die Integration der Boden- und Deckelelemente in den zylindrischen Hohlkörper geeignet zu entwickeln. Darüber hinaus muss die Inline-Fähigkeit der Maschinentechnologie dargestellt werden.

Siegelverfahren

Die Siegelung der einzelnen Folienelemente der Filmdose (das thermische Verschweißen der Kunststofffolien) stellt einen wesentlichen Prozessschritt dar. Hier sind insbesondere luftdichte Siegelnähte erforderlich, die mit hoher Prozesssicherheit erzeugt werden müssen. Während die Längsnaht des zylindrischen Hohlkörpers mit thermischen Siegelverfahren sicher zu beherrschen ist, ergeben sich für die Siegelung der Boden- und Deckelelemente wesentlich höhere Anforderungen. Neben der Formgebung kommt es hierbei insbesondere zu mechanischen Deformationen der Seitenwand bzw. des Deckel-/Bodenelements. Beides muss sicher beherrscht werden können, so dass sich die wesentlichen Entwicklungsarbeiten auf die Prozessentwicklung und –Optimierung dieser Siegelung konzentrieren werden.

Funktionselemente

Um die Filmdose für den späteren Einsatz möglichst vielfältig einsetzen zu können, sollen geeignete Funktionselemente integriert werden. Wichtige Punkte werden hierbei die Integration von Überdruckventilen (um ausgasende Schüttgüter wie Kaffee einzubringen) oder wieder verschließbare Deckel mit und ohne integrierte Aufreißfolie sein. Grundsätzlich ist immer sich zu stellen, dass kein Unterdruck innerhalb der Dose existiert, da sonst die mechanische Stabilität nicht mehr gegeben ist.

Ergebnisse und Diskussion

Im Rahmen der Projektarbeiten gelang es der Firma Q-bag ein Konzept für eine neue ökologische Verpackungsgeneration für pulvrige Schüttgüter zu entwickeln und maschinentechnisch umzusetzen. Die sogenannte „Foliendose“ besteht dabei aus einem zwei- oder dreischichtigen Kunststoffverbund um die geeigneten Verpackungseigenschaften zu erzielen. Die Herstellung erfolgt in mehreren Stufen, wobei das folienartige Ausgangsmaterial zuerst zu einem Schlauch geformt wird, in diesen dann eine Bodenfolie eingesiegelt wird und die Dose nach oben mit einem Deckel abgedichtet wird.

Durch die optimale Verpackungsform, und die Selbststabilisierung der runden Foliendose können stabile Verpackungseinheiten aus den dünnen Folien hergestellt werden. Die Anwendung wurde bisher an Kaffeepads demonstriert und hat die technischen Vorteile dieser Verpackungsart sehr gut aufzeigen können.

Die ökologischen Vorteile ergeben sich zum einen in einem geringeren Materialeinsatz und zum anderen in einem sortenreinen Recycling, das mit dem Folienmaterial erzielt werden kann. Mit Hilfe der Foliendose kann das Totvolumen einer Verpackung grob halbiert werden, wobei am Beispiel der Kaffeepads die doppelte Anzahl der Foliendosen in einer Endverpackungseinheit Platz findet. Dadurch ergibt sich in Summe eine deutlich bessere Ausnutzung des vorhandenen Packvolumens was allein bei den 4 bisher ausgelieferten Anlagen zu einer Einsparung von ca. 160 LKW-Fahrten führt.

Die hohen technologischen Anforderungen an die Foliendose und deren Herstellung konnten im Rahmen des Projektes gut gelöst werden. Es gibt ein großes Interesse von Seiten des Marktes an dem neuen Verpackungskonzept und es wurden bereits 180 Anfragen bearbeitet. Ein größeres Hemmnis hat sich durch den etwas höheren Maschinenpreis der Anlage ergeben, wobei trotz der besseren ökologischen Rahmenbedingungen, die sich mit Hilfe der Foliendose ergeben, die Verpackungspreise doch ausschlaggebend für den Einsatz sind, selbst wenn es sich hier um Unterschiede im zehntel-Cent Bereich handelt.

Öffentlichkeitsarbeit und Präsentation

Das weitere Vorgehen wird durch die aktive Vermarktung der neuen Verpackungstechnologie durch die Firma Q-bag geprägt, die anhand von konkreten Anfragen versuchen wird weitere Systeme zu spezifizieren und so geeignete Lösungen für unterschiedliche Verpackungsanforderungen auf der Basis einer Filmdose umzusetzen.

Auf der Basis der über 180 Anfragen, die aufgrund von Messebesuchen und direkten Ansprachen von Kunden bisher eingegangen sind, bietet sich eine Basis das neue Konzept einer breiten Öffentlichkeit zu präsentieren.

Fazit

Im Rahmen der Projektarbeiten konnte gezeigt werden, dass die Filmdose unter Berücksichtigung der technologischen Anforderungen von Seiten des Marktes mit der neu entwickelten Maschinentechologie gefertigt werden kann. Die technologischen und die ökologischen Vorteile gegenüber bestehenden Verpackungen haben sich in den Entwicklungsarbeiten bestätigt.

Inhaltsverzeichnis

1. Projektkennblatt	2
2. Verzeichnis von Bildern, Zeichnungen, Grafiken und Tabellen	6
3. Zusammenfassung	7
4. Einleitung	8
5. Hauptteil	11
<i>Entwicklungsarbeiten Filmdose</i>	11
<i>Maschinenentwicklung</i>	20
<i>Diskussion der Ergebnisse</i>	24
<i>Ökologische, technologische und ökonomische Bewertung</i>	25
<i>Maßnahmen zur Verbreitung der Vorhabensergebnisse</i>	27
6. Fazit	28
7. Literaturverzeichnis	29

2. Verzeichnis von Bildern, Zeichnungen, Grafiken und Tabellen

Abbildungsverzeichnis:

<u>Abbildung 1: Herstellung des Grundkörpers der Foliendose</u>	12
<u>Abbildung 2: Einsiegelung des Bodens in die Filmdose</u>	13
<u>Abbildung 3: Detailaufnahme der Bodeneinsiegelung</u>).....	14
<u>Abbildung 4: Ablegen der Filmdose in die Transporteinheit</u>	15
<u>Abbildung 5: Transportsystem Filmdose zur Abfülleinrichtung</u>	15
<u>Abbildung 6: Einsiegelung des Deckels</u>	16
<u>Abbildung 7: Fertig konfektionierte und befüllte Foliendose</u>	17
<u>Abbildung 8: Detailaufnahme der seitlichen Siegelnaht</u>	18
<u>Abbildung 9: Eingesiegelter, wiederverschließbarer Deckel der Filmdose</u>	18
<u>Abbildung 10: Filmdose mit aufgebrachtem Überdruckventil</u>	19
<u>Abbildung 11: Neu entwickeltes folienbasiertes Überdruckventil (rechts Detaildarstellung)</u>	20
<u>Abbildung 12: Beschichteter Siegelbutton zur Verhinderung des Anhaftens des Folienmaterials</u>	21
<u>Abbildung 13: Spezielle Konstruktion des geteilten Ambosses um eine stabile formschlüssige Verbindung zu ermöglichen.</u>	22
<u>Abbildung 14: Verschiedene Siegelbackenkonstruktionen</u>	22
<u>Abbildung 15: Simulation der mechanischen Deformation der Sonotrode während der Siegelung</u>	23

Tabellenverzeichnis:

<u>Tabelle 1: Vergleich der Taragewichte der Foliendose im Vergleich zum Beutel und der Kartondose</u>	25
<u>Tabelle 2: Vergleich der Packvolumen der Foliendose im Vergleich zum Beutel</u>	26

3. Zusammenfassung

Im Rahmen der Projektarbeiten gelang es der Firma Q-bag ein Konzept für eine neue ökologische Verpackungsgeneration für pulverige Schüttgüter zu entwickeln und maschinentechnisch umzusetzen. Die sogenannte „Foliendose“ besteht dabei aus einem zwei- oder dreischichtigen Kunststoffverbund um die geeigneten Verpackungseigenschaften zu erzielen. Die Herstellung erfolgt in mehreren Stufen, wobei das folienartige Ausgangsmaterial zuerst zu einem Schlauch geformt wird, in diesen dann eine Bodenfolie eingesiegelt wird und die Dose nach oben mit einem Deckel abgedichtet wird.

Durch die optimale Verpackungsform, und die Selbststabilisierung der runden Foliendose können stabile Verpackungseinheiten aus den dünnen Folien hergestellt werden. Die Anwendung wurde bisher an Kaffeepads demonstriert und hat die technischen Vorteile dieser Verpackungsart sehr gut aufzeigen können.

Die ökologischen Vorteile ergeben sich zum einen in einem geringeren Materialeinsatz und zum anderen in einem sortenreinen Recycling, das mit dem Folienmaterial erzielt werden kann. Mit Hilfe der Foliendose kann das Totvolumen einer Verpackung grob halbiert werden, wobei am Beispiel der Kaffeepads die doppelte Anzahl der Foliendosen in einer Endverpackungseinheit Platz findet. Dadurch ergibt sich in Summe eine deutlich bessere Ausnutzung des vorhandenen Packvolumens was allein bei den 4 bisher ausgelieferten Anlagen zu einer Einsparung von ca. 160 LKW-Fahrten führt.

Die hohen technologischen Anforderungen an die Foliendose und deren Herstellung konnten im Rahmen des Projektes gut gelöst werden. Es gibt ein großes Interesse von Seiten des Marktes an dem neuen Verpackungskonzept und es wurden bereits 180 Anfragen bearbeitet. Ein größeres Hemmnis hat sich durch den etwas höheren Maschinenpreis der Anlage ergeben, wobei trotz der besseren ökologischen Rahmenbedingungen, die sich mit Hilfe der Foliendose ergeben, die Verpackungspreise doch ausschlaggebend für den Einsatz sind, selbst wenn es sich hier um Unterschiede im zehntel-Cent Bereich handelt.

Hieraus resultiert auch das weitere Vorgehen, da die Firma Q-bag anhand von konkreten Anfragen versuchen wird weitere Systeme zu spezifizieren und so geeignete Lösungen für unterschiedliche Verpackungsanforderungen auf der Basis einer Filmdose umzusetzen.

4. Einleitung

Pulvrige Schüttgüter sind ein typisches Produkt in der Nahrungsmittelindustrie, das in unterschiedlichsten Formen am Markt angeboten wird. Konkret konzentrierten sich die Arbeiten im Rahmen des Projektes auf den Bereich des gemahlten Kaffees, wo im Jahr in Deutschland alleine 413.000 Tonnen verbraucht wurden. Hier war der Trend hin zu vorkonfektionierten Einmalpads seit einigen Jahren sehr stark, und stellt hinsichtlich der Verpackung einen höheren Anspruch als dies bisher bei den Vakuumverpackungen der Fall war.

Allgemein werden pulvrige Schüttgüter entweder in formstabilen Papier-Pappe-Kartonagen verbunden oder Folienbeuteln abgefüllt. Für den speziellen Bereich der Kaffeepads, die einen kontinuierlich steigenden Anteil an den Kaffeeverkäufen aufweist, bieten sich beide Verfahren prinzipiell an.

In Deutschland wurden allein 24.000 Tonnen Papier-Pappe-Kartonagenverbund pro Jahr (Zahlen aus dem Jahr 2001) verbraucht. [UBA 1]

Weiterhin wurden im Jahr 2003 in Deutschland ca. 413.000 Tonnen Kaffee verbraucht, wofür ca. 75 % im Haushalt verbraucht werden. Hiervon fallen ca. 50 Prozent in Form von 500g-Verpackungen an was ca. 312 Millionen Kaffeeverpackungen pro Jahr ergibt.

Diese werden im Allgemeinen aus Folienmaterial mit einem Flächengewicht von ca. 130 g/m² hergestellt, sodass sich pro bisher eingesetzter Verpackung ein Gewicht von ca. 14 g ergibt. In der Summe führt dies zu rund 4.364 Tonnen Packmaterial pro Jahr. Das Einsparpotential der Filmdose gegenüber typischen gängigen Verpackungsmitteln liegt bei ca. 50 Prozent im Vergleich zu einer Pappdose mit Membran- und Kunststoffdeckel oder 38 Prozent im Vergleich zu einer normalen Kaffeeverpackung.

Im Rahmen des Projekts konzentrierten sich die Arbeiten daher auf die Umsetzung einer Foliendose speziell für den Einsatz bei Kaffeepads, wodurch sich weitere Effekte aufzeigen ließen. Die direkte Einsparung an Material beträgt hier nur knapp 30 Prozent gegenüber einem einfachen Beutel bzw. 70 Prozent im Vergleich zur Kartondose. Darüber hinaus lässt die Foliendose aber eine deutlich dichtere Verpackung der Kaffeepads zu die je nach Beutel eine 30 bis 50 Prozent höhere Packungsdichte ergibt.

Die Foliendose stellte somit zu Beginn des Projektes eine technische Möglichkeit dar, um formstabile Verpackungen bei optimiertem Einsatz von Packmaterial aufbauen zu können. Die wesentlichen Arbeiten, die im Rahmen des Projektes durchgeführt wurden sollten die Prozesstechnologie so weiterentwickeln, dass eine prozesssichere Herstellung der Foliendose möglich wurde.

Die Firma Q-bag hatte zu Beginn anhand einer Testanlage prinzipiell zeigen können, dass eine Foliendose herstellbar ist. Im Rahmen des Projektes sollte dann das Konzept der Filmdose weiter ausgearbeitet werden, um einen breiteren Einsatz zu ermöglichen. Besondere Schwerpunkte der Arbeiten konzentrierten sich dabei auf die Integration der Boden- und Deckenelemente, die Prozesssicher entwickelt werden musste. Hierzu wurden verschiedene Verfahrensentwicklungen umgesetzt, um die Siegelnähte (thermisch und Ultraschall) geeignet herstellen zu können und eine gasdichte Verbindung zu erzielen.

Ein wichtiger Entwicklungsanteil bestand der Entwicklung der Integration der Boden- und Deckenelemente, die als eine kritische Verbindungsstelle in der Foliendose identifiziert worden waren. Als Ausgangsmaterial sollte Schwerpunktmäßig eine mehrschichtige Kunststoffolie eingesetzt werden, wobei im Auslappbereich der Seitennaht erstmals eine Innen/Außensiegelung integriert werden musste. Weiterhin musste der Deckel in den zylindrischen Hohlkörper integriert und mit einem prozesssicheren Verfahren gesiegelt werden.

Einen weiterer Schwerpunkt der Arbeiten stellte die Entwicklung und Konstruktion der Maschinentechologie dar. Die Filmdose sollte in einem Inlineprozess direkt in die Verpackungsstraße integriert werden, wofür eine geeignete Maschinentechologie zur entwickeln war, die es ermöglichte die Filmdose zuverlässig und mit der vorgegebenen Taktgeschwindigkeit herzustellen. Darüber hinaus musste ein geeignetes Handlingsystem entwickelt werden, um die im ungefüllten Zustand labile Filmdose sauber zu führen ohne sie mechanisch zu deformieren.

Die Entwicklung der Prozessführung der Siegelung sowohl für die Seitennähte als auch für die Verbindung der Boden- und Deckenelemente stellten dabei hohe Anforderungen an die Prozesssicherheit. Hier lagen die kritischen Stellen, an denen später Undichtigkeiten auftreten können, sodass hier beide Verfahren sowohl die thermische als auch die Ultraschall-Siegelung untersucht wurden und hinsichtlich der hiermit erzielbaren Dichtigkeit (besonders Sauerstoffdichtigkeit) genauer bewertet

werden sollten. Hierbei ergab sich eine Besonderheit, da bei der Herstellung der Filmdose erstmals eine Außen-/Innensiegelung durchgeführt werden sollte, die im Gegensatz zu den bisher bei den Folien eingesetzten Innen-/Außensiegelung deutlich höhere Ansprüche an die Prozessführung aufweist.

Um einen breiten Einsatz der Filmdose zu ermöglichen war es notwendig geeignete Funktionselemente zu entwickeln. Ein wesentlicher Entwicklungsschritt sollte hier bei der Entwicklung eines angepassten Überdruckventils darstellen, das bei nachgasendem Packgut wie zum Beispiel Kaffee den Anstieg des Innendrucks limitiert. Die Filmdose benötigt einen gewissen Innendruck um eine erhöhte Stabilität zu erreichen, diese darf aber nicht zu groß werden, da sich sonst die Dose mechanisch verformt. Aus diesem Grund musste ein neues Überdruckventil entwickelt werden das erst bei einem Überdruck über 100 Millibar schaltet.

Nach der mechanischen Konstruktion und dem Aufbau der einzelnen Funktionsbaugruppen sollte dann eine Demonstrationsanlage aufgebaut werden, mit der die seriengerechte Erzeugung der Filmdosen demonstriert werden konnte. In einer nachgelagerten umfangreichen Testphase die sowohl im Haus der Firma Q-bag als auch bei einem Testkunden durchgeführt werden sollte, war geplant die Anlage im praktischen Einsatz intensiv zu testen. Schwerpunkte sollten hier insbesondere die Stabilität des Siegelprozesses und das Handling der labilen Hohlkörper während der Herstellung der Filmdose, aber auch die Integration der Funktionselemente sein.

In einem nachfolgenden Optimierungsprozess sollten die während der Testphase aufgetretenen Fehler korrigiert werden und selektiv funktionelle Verbesserungen für die Anlage entwickelt werden.

5. Hauptteil

Entwicklungsarbeiten Filmdose

Im Rahmen des Projektes wurde ein vollständig neuer Ansatz zur Herstellung einer flexiblen Filmdose untersucht und bis zu einem seriengerechten Demonstrationssystem weiterentwickelt. Als besonders kritisch stellten sich im Rahmen der Entwicklungsarbeiten die Herstellung der Siegelnähte und insbesondere die Boden- und Deckensiegelung heraus. Durch die geforderte Gasdichtigkeit (Insbesondere Sauerstoffdichtigkeit) der Verpackung mussten die Siegelnähte dicht ausgeführt werden und dies bei einer hohen Prozesssicherheit gewährleistet sein.

Zur Herstellung der Filmdose wurde ein mehrstufiger Prozess entwickelt, bei dem aus einer Folie als Ausgangsmaterial die Foliendose aus mehreren Flächenelementen hergestellt wird. In der folgenden Bildabfolge ist der erste Schritt, die Herstellung des Grundkörpers dargestellt. Die als Rollenware zugelieferte Ausgangsfolie wird hierzu definiert von der Rolle abgeschnitten und über einen runden Tragkörper gelegt auf dem dann in der zweiten Stufe die Siegelung der Seitenwand mit Hilfe eines thermischen Siegelungsverfahrens erfolgt. Dies ist im linken Bildteil zu sehen.





Abbildung 1: Herstellung des Grundkörpers der Foliendose

Die Foliendose wird auf ihrem runden Träger dabei auf einem Rondell in der Maschine von Station zu Station weiterbewegt. In der nächsten Station erfolgt das Einbringen des Bodens in den vorgefertigten Grundkörper. Dazu wird der Grundkörper auf seinem zylindrischem Träger exakt positioniert, sodass in der

nächsten Stufe der Boden eingelegt und mit Hilfe eines Ultraschallverfahrens gesiegelt werden kann. Aus Gründen der Prozesssicherheit sind dabei zwei Siegelstationen hintereinander angeordnet die nacheinander angefahren werden. Bei der Ultraschallsiegelung hat sich nach vielen Vorversuchen gezeigt, dass eine gute Qualität nur durch einen sehr stabilen mechanischen Aufbau erzielt werden kann. Die Firma Q-bag verwendet hier einen geteilten Amboss der aber während des Siegelprozesses über eine spezielle Verzahnung einen formschlüssigen mechanischem Verbund mit seinem Gegenstück eingehen muss, um mechanische Deformationen während des Siegelprozesses zu vermeiden. Diese würden sich nachteilig auf die Prozessqualität auswirken.

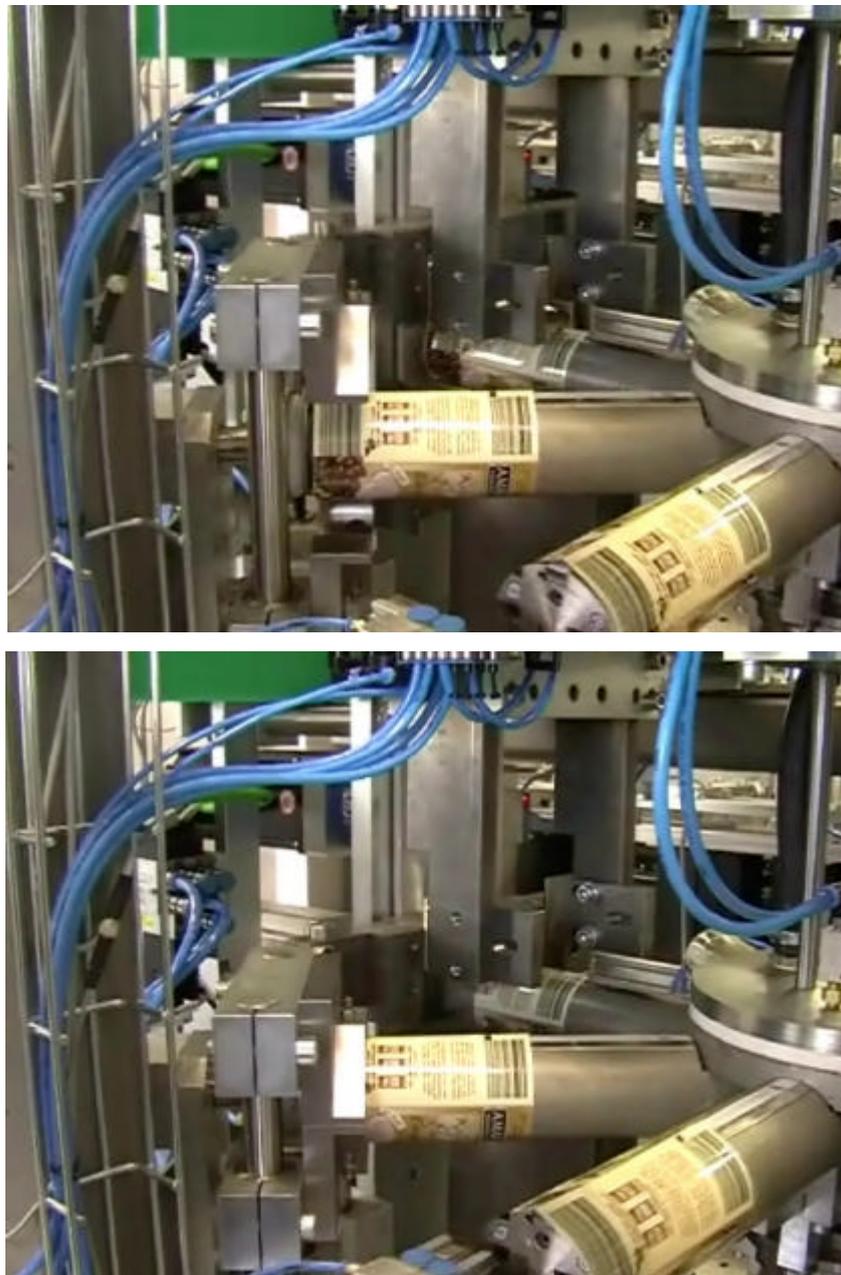


Abbildung 2: Einsiegelung des Bodens in die Filmdose

Im folgenden Bild ist die Einbringung des Bodens nochmals im Detail dargestellt.



Abbildung 3: Detailaufnahme der Bodeneinsiegelung)

In der nächsten Stufe erfolgt dann das Ablegen der Filmdose um diese befüllen zu können. Die Filmdose ist während dieser Zeit mechanisch noch nicht sehr stabil, sodass ein spezielles Transportsystem entwickelt wurde, mit dem die Dosen formstabil zur Abfüllstation transportiert werden können.

Die erste Prototypanwendung für die Filmdose ist die Verpackung von Kaffeepads. Die Maschine wird hierbei mit 45 bis 60 Takten pro Minute gefahren, sodass eine korrekte Führung der Filmdose zur Vermeidung von mechanischen Deformationen sehr wichtig ist. Die Anlage ist als Inlinesystem ausgelegt und muss daher sehr prozesssicher die Foliendose in die Abfüllstation transportieren.



Abbildung 4: Ablegen der Filmdose in die Transporteinheit

Im folgenden Bild ist das Transportsystem dargestellt, mit dem die Filmdose zur Abfülleinheit transportiert wird. Die Abfüllung erfolgt immer parallel an sechs Dosen, die in der Transporteinheit zu einem Block zusammengefasst sind.



Abbildung 5: Transportsystem Filmdose zur Abfülleinrichtung

Nachdem die Filmdose befüllt wurde muss in einem letzten Verfahrensschritt der Deckel aufgebracht werden. Die vorbereiteten Deckel werden hierbei vereinzelt in die Maschine eingefahren und auf die Filmdose aufgesetzt. Gleichzeitig erfolgt in einem dreistufigen Prozess das Einsiegeln des Deckels in die Filmdose.



Abbildung 6: Einsiegelung des Deckels

Nach Abschluss dieses Prozessschritts wird die Dose aus der Maschine entnommen und in eine gängige Kartonumverpackung eingesetzt.

Die einzelnen Prozessschritte der Herstellung der Filmdose werden inzwischen gut beherrscht und das System konnte im praktischen Einsatz bereits überzeugen.

Im folgenden Bild sind zwei unterschiedliche Filmdosen nach der Herstellung dargestellt. Die befüllte Filmdose ist dabei formstabil und kann mehrfach gestapelt werden.



Abbildung 7: Fertig konfektionierte und befüllte Foliendose

Im folgenden Bild ist eine Detailaufnahme der seitlichen Siegelnaht dargestellt. Diese verursachte während des Entwicklungsprozesses größere Probleme, da das verwendete Polypropylen bei 160 bis 180 Grad schmilzt. In dem Übergangsbereich besteht dann immer die Gefahr, dass ein sogenannter Fadenzug auftritt, das heißt, einzelne Stellen mit dem Siegelkörper verkleben und dieser aus der angeschmolzenen Oberfläche einen Faden aus flüssigen Polypropylen herauszieht.

Nach dem Abkühlen und dem Weitertransport der Dose wird dadurch der Siegelkörper bei jeder Siegelung weiter verschmutzt, sodass innerhalb kürzester Zeit die Anlage gestoppt und gereinigt werden musste. Eine Lösung konnte nur durch eine präzise Temperaturführung und eine spezielle Beschichtung der Siegelbacken erreicht werden.



Abbildung 8: Detailaufnahme der seitlichen Siegelnaht

Die vorgefertigten Deckelelemente bestehen aus einem ringförmigen Träger auf dem der Deckel aufgebracht und thermisch fixiert wird. Nach dem Einsiegeln ist der Deckel somit hermetisch dicht und kann mit Hilfe der Lasche geöffnet und wieder verschlossen werden. Die Einsiegelung des Deckels musste auch in mehreren Stufen optimiert werden, um die gewünschte Gasdichtigkeit zu erreichen. Die Einsiegelung erfolgt inzwischen in drei Stufen, um eine prozesssichere Erzeugung der Siegelnaht sicherzustellen.



Abbildung 9: Eingesiegelter, wiederverschließbarer Deckel der Filmdose

Speziell für die Filmdose musste ein Überdruckventil entwickelt werden, dass bei einem höheren Druck von ca. 100 Millibar schaltet. Bei den klassischen Folienverpackungen für Kaffee werden Überdruckventile im Bereich weniger Millibar verwendet, da ein Aufblasen der Folie durch den ausgasenden Kaffee verhindert werden soll. Die Foliendose benötigt aber einen gewissen Innendruck, mit dem die mechanische Stabilität der Filmdose verbessert wird. Das Überdruckventil muss dabei prozesssicher applizierbar sein und in der Überdruck präzise einstellbar sein.

Die Herstellung erfolgt dabei aus einer mit Kapillaren durchzogenen Folie, die von einer Deckschicht abgedeckt wird. Die Kapillaren werden einem speziellen Öl befüllt, sodass sich aus den rheologischen Eigenschaften des Öls und der Kapillardurchmesser ein definierter Schaltdruck ergibt. Die Konstruktion des Ventils musste dazu in mehreren Stufen an den höheren Schaltdruck angepasst werden, konnte aber erfolgreich abgeschlossen werden.

Im folgenden Bild ist das auf der Unterseite der Filmdose applizierte Überdruckventil dargestellt. Deutlich ist die kreisförmige Aussparung in der Mitte zu sehen, die über ein eingebrachtes Loch im Boden mit dem Innenraum der Filmdose in Verbindung steht. Die oben aufgebrachte Abdeckfolie verhindert einen direkten Gasaustausch, sodass nur über die ölgefüllten Kapillaren eine definierte Abgabe überschüssiger Luft erfolgt an die Umgebung erfolgt.



Abbildung 10: Filmdose mit aufgebrachtem Überdruckventil

Das Überdruckventil wird dabei als Rollenware angeliefert und kann über eine integrierte Appliziereinheit sehr einfach auf dem Deckel der Filmdose aufgeklebt werden.

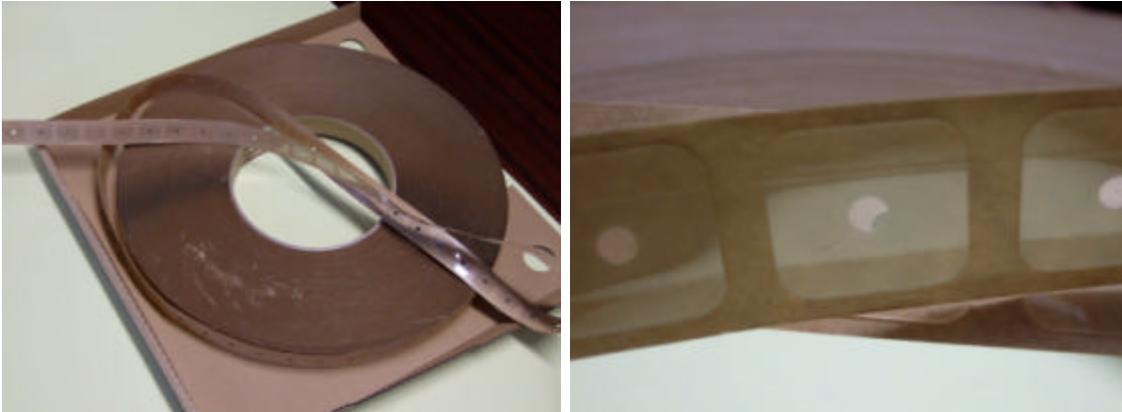


Abbildung 11: Neu entwickeltes folienbasiertes Überdruckventil (rechts Detaildarstellung)

Maschinenentwicklung

Die wesentlichen und umfangreichsten Entwicklungsarbeiten befassten sich mit den Problemen der Siegelung der Seitenflächen und der Siegelung der Deckel- und Bodenteile in der Filmdose.

Die Herstellung des zylindrischen Grundkörpers mit Hilfe einer thermischen Siegelnaht die seitlich angebracht ist. Bedingt durch das Verfahrensprinzip erfolgt bei der Filmdose erstmalig die Innen-/Außensiegelung, da die Innenschicht der Folie mit der Außenschicht in der Siegelnaht verbunden wird. Hier kommen typischerweise Polypropylen als Beschichtung zum Einsatz, was die thermische Siegelung extrem erschwerte. Der Schmelzbereich von Polypropylen liegt bei 160 bis 180 Grad Celsius und im Rahmen der Versuchen ergaben sich immer wieder Probleme mit sogenannten Fadenzug, wenn in einzelnen Bereichen ein Anhaften der flüssigen Polypropylenschicht an der Siegelbacke erfolgte, sodass während des Zurückfahrens der Siegelbacke ein Polypropylenfaden gezogen wurde. Dies führte relativ schnell zur Verschmutzung der Siegelbacke und erfordert die vollständige Reinigung der Siegelbaugruppe.

Die Projektarbeiten befassten sich mit verschiedenen Lösungsmöglichkeiten und es gelang nur durch mehrere Maßnahmen jetzt zu einer Lösung zu gelangen. Ein wichtiger erster Schritt bestand in der Beschichtung der Siegelbacken mit einem Kunststoff, der eine sehr niedrige Oberflächenenergie aufweist und somit ein Anhaften sehr schwierig wird. Im folgenden Bild ist der beschichtete Siegelbutton für die thermische Siegelung dargestellt.



Abbildung 12: Beschichteter Siegelbutton zur Verhinderung des Anhaftens des Folienmaterials

Als weitere Maßnahme wurde eine präzise Regelung der Siegeltemperatur während des Prozesses entwickelt und die Anlage integriert. Darüber hinaus erfolgte nach der Siegelung eine gezielte Kühlung der Siegelnaht, um die Temperatur schnell unterhalb des Erweichungspunktes zu bringen. Durch diese Maßnahmen konnten darüber hinaus auch mechanische Verformungen des Grundkörpers minimiert werden. Hierdurch ergibt sich ein sehr guter optischer Eindruck der Foliendose, was für die spätere Vermarktung auch eine wesentliche Voraussetzung ist.

Umfangreiche Arbeiten mussten auch für die Entwicklung der Ultraschallsiegelung durchgeführt werden. Eine wesentliche Voraussetzung zur Erzielung einer guten Siegelqualität lag in der Erzielung eines möglichst mechanisch stabilen Aufbaus, der einer Verformung der Siegelbacken während des Prozesses verhindert. Aufgrund der Prozesstechnik musste ein geteilter Amboss verwendet werden, der den Grundkörper der Foliendose während des Siegelprozess von außen umschließt. Hierzu wurde an der Trennstelle eine Formgebung entwickelt, die eine präzise und schnelle

formschlüssige Verbindung der beiden Ambossteile ermöglicht. Im folgenden Bild ist die Trennstelle mit den Passflächen dargestellt.



Abbildung 13: *Spezielle Konstruktion des geteilten Ambosses um eine stabile formschlüssige Verbindung zu ermöglichen.*

Sehr umfangreich gestalteten sich auch die Entwicklungsarbeiten zur Entwicklung der Siegelbacken, die an den geteilten Amboss angebracht sind. Hier wurden unterschiedlichste Konstruktionsprinzipien erprobt bis eine technisch brauchbare Lösung gefunden werden konnte. Im folgenden Bild sind einige Testsysteme der Siegelbacken dargestellt.



Abbildung 14: *Verschiedene Siegelbackenkonstruktionen*

Die Entwicklung der Sonotrode war dabei eng mit diesen Arbeiten verbunden. Hier mussten unterschiedliche Konstruktionen erprobt werden, bis ein zufriedenstellendes Ergebnis erzielt werden konnte.

Gemeinsam mit dem Hersteller der Sonotrode wurden daher auch umfangreiche Simulationen des Verhaltens der Sonotrode während des Siegelns durchgeführt. In der folgenden Bilderfolge sind die mechanischen Deformationen, wie sie während des Siegelprozesses an der Sonotrode entstehen in der Simulation dargestellt.

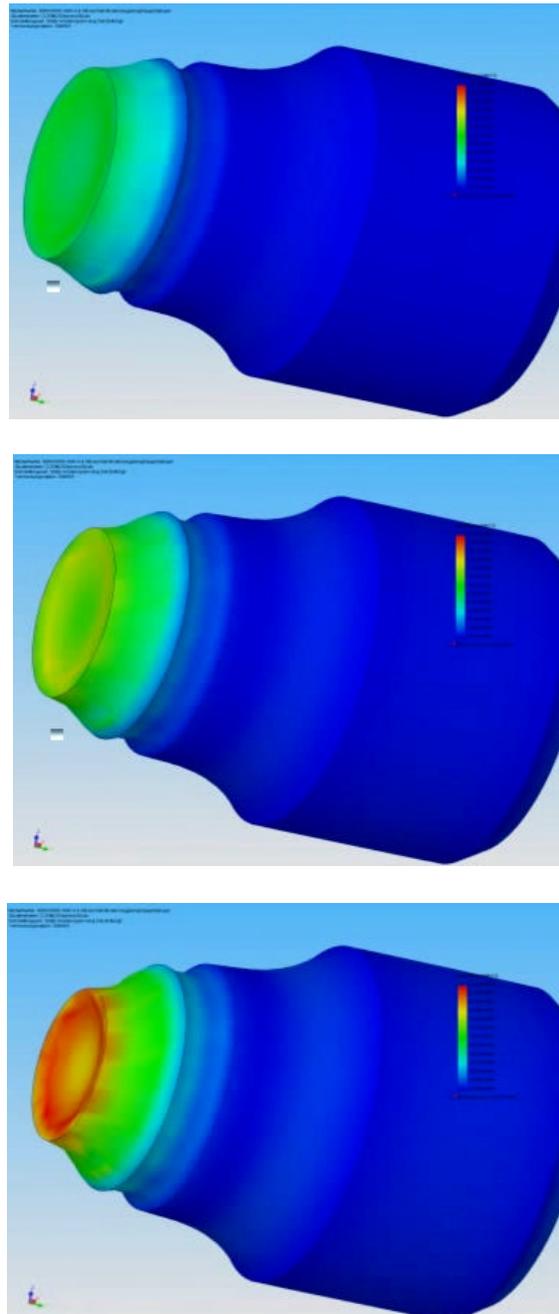


Abbildung 15: Simulation der mechanischen Deformation der Sonotrode während der Siegelung

Die technischen Entwicklungen konnten aber inzwischen erfolgreich abgeschlossen werden, sodass die Fildose in ihrem Herstellungsprozess sicher in allen Bearbeitungsstufen hergestellt werden kann.

Diskussion der Ergebnisse

Im Vergleich zur Antragstellung konnten alle technischen Ziele im Rahmen des Projektes erzielt werden. Trotz der teilweise sehr aufwendigen Entwicklungen um die oben dargestellten Probleme zu beheben, konnten alle Projektziele erreicht werden.

Im Bereich der Maschinenteknologie konnte das Konzept so umgesetzt werden, dass es als Inlinesystem in einer Abfüllanlage eingebracht werden kann. Die Geschwindigkeit ermöglicht hierbei zwischen 45 und maximal 60 Takte pro Minute, sodass alle typischen Anwendungen in diesem Bereich bedient werden können.

Die Siegelverfahren konnten sowohl für die Seitenwand als auch für das Einsiegeln der Deck- und Bodenelemente funktionssicher entwickelt und demonstriert werden. Hierfür mussten sowohl die thermischen Siegelverfahren durch eingesetzte Maschinenteknologie als auch das Ultraschall-Siegelverfahren in wesentlichen Punkten modifiziert werden. Hier ergibt sich auch ein großer technologischer Fortschritt für die Firma Q-bag, die damit erstmals eine Foliendose am Markt anbieten kann.

Die Integration eines wiederverschließbaren und dicht abschließenden Deckels konnte ebenfalls umgesetzt werden. Die Deckelfläche wird dabei mit dem Versteifungsring leicht verschweißt, sodass hier eine luftdichte Verbindung entsteht. Diese wird beim erstmaligen Öffnen der Dose mechanisch aufgerissen, wobei der Deckel nach dem Wiederverschließen einen guten Produktschutz ermöglicht.

In der zweiten Stufe der Arbeit konnten dann die verwendeten Folien in Zusammenarbeit mit dem Folienlieferanten weiter verbessert werden. Durch den definierten Überdruck in der Dose sowie die stabile zylindrische Form kann die Dose ein Gewicht von mehreren Kilogramm tragen.

Die für die Dose zu entwickelnden Funktionselemente umfassten dabei das Überdruckventil, die wiederverschließbaren Deckel und eine integrierte Aufreißfolie. Die Aufreißfolie wird dabei bei einfachen Dosen eingesetzt, die über keinen

wiederverschließbaren Deckel verfügen. Foliendosen mit wiederverschließbaren Deckeln werden wie oben beschrieben so vorbereitet, dass der Deckel mit dem Trägerring bereits verschweißt ist und sich hier eine luftdichte Verbindung ergibt.

Ökologische, technologische und ökonomische Bewertung

Hinsichtlich der technologischen Umsetzung verfügt die Firma Q-bag bei einem hohen Technologievorsprung gegenüber den alternativen Mitbewerbern. Inzwischen sind von zwei weiteren Wettbewerbsunternehmen ähnliche Systeme am Markt angeboten worden, die aber nicht für das breite Einsatzgebiet der pulverigen Schüttgüter geeignet sind. Inzwischen konnte die Firma Q-bag bereits vier Maschinen an den größten Kaffeeröster in Deutschland ausliefern, der hier Kaffeepads verpackt. Aufgrund der mit diesen vier Maschinen erzielten ökologischen Einsparung wurde diese bewertet und quantitativ berechnet.

Als Vergleich dienen dabei die Kartonspiralwickeldose und Folienbeutelverpackungen, die alternativ verwendet worden wäre. Die ökologische Wirkung lässt sich dabei im Wesentlichen an zwei Parameter bewerten.

Direkt wirksam ist das effektive Taragewicht der Verpackung, das direkt das Aufkommen von Verpackungsmüll bestimmt. Hierbei ist auch das Material hinsichtlich des Energieeinsatzes zur Herstellung und der Verwertbarkeit zu bewerten. Weiterhin ist das effektive Verpackungsvolumen bzw. die Packungsdichte in der Umverpackung ein wichtiger Parameter, da hier der Auslastungsgrad der Transport-LKWs beeinflusst wird.

Das Taragewicht der Foliendose im Vergleich zu den alternativen Konzepten ist in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Tabelle 1: Vergleich der Taragewichte der Foliendose im Vergleich zum Beutel und der Kartondose

<i>Verpackung</i>	<i>Tara-Gewicht</i>	<i>Bemerkung</i>
Foliendose	9 g (8 g ohne Deckel)	
Kartonspiralwickeldose	32 g	
Beutel (kleinst)	7 g	Fa. Senseo
Beutel (normal)	12 g	Fa. Melitta und andere

Die Foliendose hat hier deutliche Vorteile gegenüber den anderen Packmitteln, nur die kleinsten Beutel, die aber nur von einem Hersteller eingesetzt werden, sind hier etwas besser. Die Beutel bieten dabei nach dem Öffnen der Verpackung einen deutlich schlechteren Produktschutz, da anders als bei der Foliendose kein dicht abschließender Deckel integriert ist.

Hierbei lassen sich pro Maschine pro Jahr erhebliche Mengen an Verpackungsmaterial einsparen. Im Vergleich zur Kartondose (die auch sehr hochwertig aussieht) ergeben sich **pro Jahr ca. 480 to** Einsparung, im Vergleich zum normalen Beutel immer noch **pro Jahr ca. 63 to** Einsparung.

Für eine vollständige Betrachtung müssen aber auch die Packvolumen berücksichtigt werden. In der folgenden Tabelle sind daher die Packvolumen bzw. das Verhältnis aus Kaffeevolumen zu Packvolumen dargestellt. Das Volumen der Festbestandteile der Pads beträgt dabei ca. 190 ml.

Tabelle 2: Vergleich der Packvolumen der Foliendose im Vergleich zum Beutel

<i>Verpackung</i>	<i>Packvolumen</i>	<i>Volumenverhältnis</i>
Foliendose	555 ml (bis zu 20 Pads)	2,92
Beutel (kleinster)	790 ml	4,15
Beutel (normal)	1050 ml	5,52

Aufgrund des guten Volumenverhältnisses und der verwendeten Kartonverpackungen im Tray gehen auf die Grundfläche 20 Dosen, wo im Normalfall 10 Beutel Platz finden. Hieraus ergeben sich Transporteinsparungen durch das geringere Packvolumen. Für die Jahresproduktion einer Maschine im Bereich der Kaffeepads kann eine Einsparung von ca. 20 LKW Transporten auf der Basis eines großen Sattelauflegers (bei den kleinen Beuteln) und von über 40 LKW Transporten (bei den normalen Beuteln) abgeschätzt werden. Da die Distribution Deutschlandweit erfolgt, ergeben sich hier mittlere Relationsentfernungen von ca. 200-300 km, so dass sich erhebliche Einsparungen erzielen lassen.

Das System hat ein großes Echo am Markt hervorgerufen und es wurden insgesamt 180 Anfragen von interessierten Unternehmen gezählt. Ein grundsätzliches Problem der Foliendose liegt in den höheren Investitionskosten verglichen mit einem

einfachen Schlauchbeutel oder einer Kartondose, während die Betriebskosten und die ökologischen Vorteile eindeutig für die Foliendose sprechen. Hier rechnet die Firma Q-bag mittelfristig mit weiteren Aufträgen, sodass durch eine weitere Verbreitung der Maschinenteknologie die ökologischen Wirkungen der Foliendose weiter verbreitet werden können.

Aus den vielfältigen Gesprächen mit den potentiellen Kunden heraus zeigt sich auch ganz deutlich, dass hier ein hohes Interesse an der Technologie besteht, sodass mittelfristig davon auszugehen ist, dass in vielen Bereichen sich die Foliendose als ein Standardverpackungsmittel etablieren wird und dort ökologisch weniger effektive Verpackungssysteme verdrängen wird. Die vielfältigen Vorteile des geringen Gewichts, der hohen Stabilität und der Integrierbarkeit von Funktionselementen kann in dieser Form von keinem anderen Packmittel erreicht werden.

Maßnahmen zur Verbreitung der Vorhabensergebnisse

Die Firma Q-bag hat die Vorhabensergebnisse intensiv am Markt verbreitet. Neben dem Besuch der Fachmessen (zum Beispiel die Fachpack in Nürnberg) wurden auch potentielle Kunden direkt angesprochen. Das bereits dargestellte große Interesse mit 180 Anfragen zeigt sehr deutlich, dass die Filmdose neben den ökologischen Vorteilen auch technologische und für spezielle Anwendungen ökonomische Vorteile bietet. Nachteilig ist wie bereits beschrieben das für das neue Maschinenkonzept ein im Vergleich zu der bisherigen Verpackungstechnologie höheres Investitionsvolumen notwendig ist, wodurch sich die Markteinführung mittelfristig etwas verzögern wird.

Mittelfristig möchte die Firma Q-bag intensiv mit ausgewählten Pilotkunden weitere Anwendungen für die Filmdose entwickeln. Insbesondere im Bereich der Lebensmittelindustrie bieten sich hier verschiedene Ansatzpunkte, die nicht nur im Bereich pulverige Schüttgüter, sondern auch im Bereich vorkonfektionierter Nahrungsmittel. Grundsätzlich ist dabei davon auszugehen, dass bei einer großen Anzahl von Pilotanwendungen potentielle Kunden ihre oder ähnliche Produkte bereits mit der Filmdose verpackt sehen und so die Hemmschwellen für eine weitere Verbreitung gesenkt werden können. Aufgrund der Größe der Rückmeldungen von Seiten des Marktes wird sich dieser Zeitraum über die nächsten zwei bis drei Jahre hinziehen.

6. Fazit

Im Rahmen der Projektarbeiten konnte gezeigt werden, dass die Filmdose unter Berücksichtigung der technologischen Anforderungen von Seiten des Marktes mit der neu entwickelten Maschinenteknologie gefertigt werden kann. Die technologischen und die ökologischen Vorteile gegenüber bestehenden Verpackungen haben sich in den Entwicklungsarbeiten bestätigt. Die Filmdose bietet eine 30prozentige Gewichtseinsparung gegenüber normalen Beutelverpackungen. Durch ihren sortenreinen Aufbau ergibt sich darüber hinaus die Möglichkeit die Restmüllfraktionen in den Müllsortieranlagen weiter zu verringern. Die Filmdose bietet eine anspruchsvolle Verpackung für pulvrige und nichtpulvrige Schüttgüter und ermöglicht aufgrund ihres Aufbaus einen verbesserten Produktschutz im Vergleich zu gängigen Verpackungsmaterialien wie Folienbeutelverpackungen oder Kartonspiralwickeldosen.

Das geringere Packvolumen ergibt gegenüber den Folienbeutelverpackungen eine Einsparung von 30 – 50 % und vermindert somit direkt die Anzahl der notwendigen Transporte.

Trotz der vielen Vorteile mussten im Rahmen des Projektes aufwendige technische Lösungen entwickelt werden, die die Kosten für die Maschinenteknologie verteuert haben. Derzeit ergeben sich daher höhere Investitionskosten im Vergleich zu den Verpackungsmaschinen für Folienbeutel beziehungsweise Kartondosen. Inwieweit sich mittelfristig dieser Nachteil auf die weitere Verbreitung der Ergebnisse auswirkt ist derzeit noch nicht abschätzbar.

Die technologischen Vorteile haben viele potentielle Kunden überzeugt, wobei die 180 Anfragen hier das große Kundenpotential aufzeigen. Die mittelfristigen Aktivitäten der Firma Q-bag werden sich daher primär auf die Entwicklung kundenspezifischer, gegebenenfalls auch kostengünstigerer Lösungen konzentrieren und wie oben dargestellt einer breiten Etablierung von Pilotanlagen in unterschiedlichsten Bereichen. Inzwischen konnten bereits 4 Maschinen für die Verpackung von Kaffeepads verkauft werden, die als Demonstrationssystem die Leistungsfähigkeit der Technologie aufzeigen.

7. Literaturverzeichnis

- [UBA 1] Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Abfallwirtschaft Forschungsbericht 298 33719, Grundlagen für eine ökologisch und ökonomisch sinnvolle Verwertung von Verkaufsverpackungen, durchgeführt durch HTP Ingenieurgesellschaft für Aufbereitungstechnik und Umweltverfahrenstechnik Prof. Hohberg & Partner und IFEO – Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH Juli 2001; S. 29