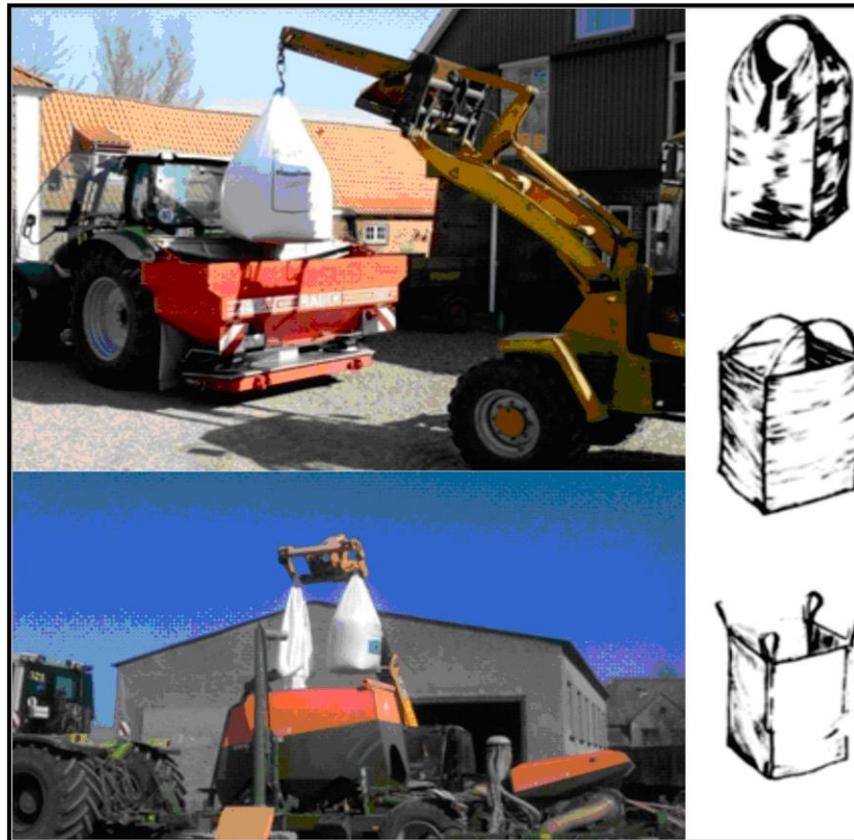




Rationalisierungs-Kuratorium  
für Landwirtschaft

# Düngerlogistik

## Big Bags oder lose Ware



Marten Mouglin  
Prof. Dr. Yves Reckleben

## **Düngerlogistik – Big Bags oder lose Ware**

**September 2015**

**M. Sc. Marten Mougín** war Student im Studiengang Agrarwissenschaften an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel und ist heute Mitarbeiter bei der Kowalzer Landhof GmbH & Co.KG, Hauptstraße 24, 18195 Kowalz

**Prof. Dr. Yves Reckleben** ist Lehrstuhlinhaber für das Fachgebiet Landtechnik in der Außenwirtschaft an der Fachhochschule Kiel – Fachbereich Agrarwirtschaft in Osterrönfeld

Herausgeber:

Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft (RKL e.K.)

Albert Spreu

Grüner Kamp 15-17, 24768 Rendsburg, Tel. 04331-708110, Fax: 04331-7081120

Internet: [www.rkl-info.de](http://www.rkl-info.de); E-mail: [mail@rkl-info.de](mailto:mail@rkl-info.de)

Die vorliegende Arbeit ist das Ergebnis einer von der Prof.-Udo-Riemann-Stiftung geförderten Untersuchung.

Sonderdruck aus der Kartei für Rationalisierung

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit Zustimmung des Herausgebers

Was ist das RKL?

Das Rationalisierungs-Kuratorium für Landwirtschaft ist ein bundesweit tätiges Beratungsunternehmen mit dem Ziel, Erfahrungen zu allen Fragen der Rationalisierung in der Landwirtschaft zu vermitteln. Dazu gibt das RKL Schriften heraus, die sich mit jeweils einem Schwerpunktthema befassen. In vertraulichen Rundschreiben werden Tipps und Erfahrungen von Praktikern weitergegeben. Auf Anforderung werden auch einzelbetriebliche Beratungen durchgeführt. Dem RKL sind fast 1400 Betriebe aus dem ganzen Bundesgebiet angeschlossen.

Wer mehr will als andere, muss zuerst mehr wissen. Das RKL gibt Ihnen wichtige Anregungen und Informationen.

# Inhalt

<b>1.</b>	<b>Problemstellung .....</b>	<b>583</b>
<b>2.</b>	<b>Düngerlogistik im Praxisvergleich .....</b>	<b>584</b>
2.1	Lose Ware.....	584
2.2	Big Bag.....	585
<b>3.</b>	<b>Versuchsdurchführung und Ergebnisse.....</b>	<b>588</b>
3.1	Mehrkosten bei Big Bags.....	591
3.1.1	Rüst- und Ladekosten.....	592
3.1.2	Ermittlung der Rüst- und Ladekosten .....	594
3.2	Einsparungen beim Einsatz von Big Bags .....	595
3.2.1	Rüst- und Fahrtkosten.....	595
3.2.2	Opportunitätskosten.....	598
<b>4.</b>	<b>Schlussfolgerungen.....</b>	<b>599</b>
<b>5.</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>603</b>

## 1. Problemstellung

Die Frage ist für jeden Betrieb gleich: Soll der Dünger zum Frühkaufspreis eingekauft werden oder just in Time. Wird der Dünger zum Frühkaufspreis eingekauft, bleibt die Frage nach dem Lagerraum und ist dieser auf dem eigenen Betrieb oder beim Landhandel. Besonders für kleinere Betriebe ohne eigenen Lagerraum ist der Lagerraum beim Landhandel interessant, allerdings auch mit größeren Herausforderungen behaftet. Die Öffnungszeiten, auch am Wochenende, und die Wartezeiten, wenn auch andere Berufskollegen zum gleichen Zeitpunkt die Düngemaßnahme durchführen wollen, nehmen zu.

Seit mehreren Jahren nimmt die Zahl der Big Bags in der Düngelagerung zu. Besonders die Vorteile der Qualitätserhaltung aufgrund der luftdichten Außenhaut, die Stapelbarkeit auf dem eigenen Betrieb - ohne extra Lagerraum und die verlustarme Dosierung in den Anbaustreuer sind zahlreiche Vorteile, die für den Big Bag als Lager sprechen.

Doch wie sieht es wirklich mit den Big Bags aus? Dieser Frage wurde in einem von der Professor Udo Riemann Stiftung geförderten Projekt in 2012/13 nachgegangen. Besonders die Frage nach der Befüll- und Entladezeit auf dem landwirtschaftlichen Betrieb sowie die Handhabbarkeit standen für dieses Projekt im Vordergrund. Die Erhebungen in der Praxis wurden auf verschiedenen Betrieben mit unterschiedlicher Hektar- und Technikausstattung durchgeführt. Ein Ackerbaubetrieb in Schleswig-Holstein, am Rande des östlichen Hügellandes in Felde, ein Ackerbaubetrieb in Polen sowie ein Betrieb in der nordfriesischen Marsch wurden betrachtet. Die erhobenen Daten wurden dann in drei „virtuelle“ Betriebe überführt die mit 75 ha, 220 ha und 530 ha Fläche ausgestattet sind. Die Wirtschaftlichkeit der Big Bag- Lagerung des Düngers wurde anhand von standardisierten Fruchtfolgen mit Raps, Weizen und Gerste und den gemessenen Zeitaufwendungen für das Düngerladen berechnet. Als Datenbasis für die Erlösseite stehen die Preise des zweiten Halbjahres 2012 sowie die in 2012 in den Regionen geernteten Mengen zur Verfügung.

Ziel ist es, die Vor- und Nachteile beider Düngerketten herauszuarbeiten (vgl. Tabelle 1) und unter Praxisbedingungen auf verschieden großen Betrieben zu überprüfen.

**Tabelle 1:** Vor- und Nachteile der verschiedenen Düngerketten im Rahmen der Untersuchung

Düngerkette	lose Ware	Big Bag
<b>Vorteile</b>	Frühkaufoption unabhängig vom Landhandel (bei eigenem Lagerraum)	Frühkaufoption unabhängig vom Landhandel leicht zu dosieren qualitätserhaltende Lagerung des Düngers
<b>Nachteile</b>	Lagerraum für verschiedene Dünger,	keine extra Lagerräume (einzig befestigter Untergrund) Zeitaufwand und Verladetechnik

## 2. Düngerlogistik im Praxisvergleich

Unterschiedliche Eigenschaften von Mineraldüngern sind neben dem Preis, Arbeits-, Transport- und Lagerkosten wertbestimmend.

In der folgenden Tabelle 2 werden die wichtigsten Eigenschaften von Mineraldüngern aufgeführt.

**Tabelle 2:** Eigenschaften von Mineraldünger (nach WELTE, ET AL., 1985)

Eigenschaften	Wertmerkmale, Wirkung
Löslichkeit	sofortige oder verlangsamte Wirkung
Körnung	Rieselfähigkeit
Korngrößenspektrum	leichte Streufähigkeit (kein Stauben)
Mischung oder chemische Synthesen von Nährstoffkombinationen	Einzeldünger oder Mehrnährstoffdünger
Sonderzusätze	Spezialdünger z.B. mit Spurenelementen
Beimengungen und Nebenbestandteile	zusätzliche Nährstoffwirkungen z.B. Kalk, Kieselsäure
pH-Wert Änderung	basische, saure oder neutrale Düngersalze
Aggregatzustand	fest oder flüssige Mineraldünger

Auf Grund der genannten physikalischen-, chemischen- und technischen Eigenschaften können Mineraldünger zahlreiche Möglichkeiten auf das Wachstum einer Pflanze ausüben. Dies setzt zusätzlich einen hohen Sachverstand für die Anwendung voraus, um mögliche Belastungen der Umwelt zu vermeiden. Weiterhin gibt es für die Pflanze keine Unterscheidungsmöglichkeit zwischen organischen und mineralischen Düngermitteln, so dass mit Hinsicht auf Qualität der produzierten Erzeugnisse eine gleichbleibende Güte gewährleistet werden kann (vgl. Reckleben, 2006)

### 2.1 Lose Ware

Ein Flachlager kann auf eine vielfältige Art gestaltet werden. Fußböden sollten aus Beton bestehen, da diese durch hohe Einzellasten und flächigen Lasten beansprucht wird. Für den Zeitraum der Einlagerung und der Entnahme kommen Punktbelastungen aus dem Ladeverkehr mit Schleppern, Gabelstaplern oder Radladern hinzu (Hersel, 2006). Durch Ladeschaufeln und Ladegabeln wirken schleifende, schlagende oder stoßende

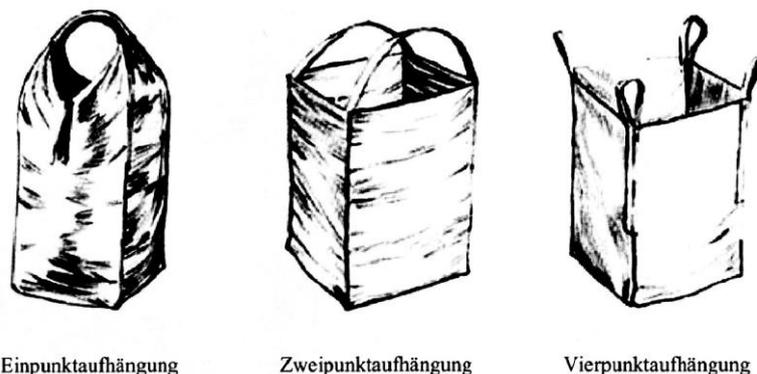
Kraftaufwendungen auf den Hallenboden. Um eine Dauerhaftigkeit des Flachlagers sicherzustellen wird eine Bewährung des Bodens empfohlen. Dies erfolgt über Baustahlmatten um den Druckbelastungen entgegenzuwirken. Im Hinblick auf Verschleiß des Betonbodens empfiehlt die Deutsche Industrienorm (DIN) 1045 die Expositionsklasse XM 1 (Hersel, 2006). In dieser Expositionsklasse wird von einem befahren mit luftbereiften Fahrzeugen ausgegangen, mit einem Reifendruck unter 6 bar ( $RD < 6 \text{ bar}$ ). Die Widerstandsfähigkeit des Betons ist abhängig von der Gesteinskörnung, deren Korngrößen und dem Grobkornanteil im Oberflächenbereich. Feinkörniger Beton bzw. Beton mit hohem Mörtelanteil ist weniger Verschleißstabil als Beton mit niedrigem Mörtelanteil. Um eine Wasserdiffusion durch den Lagerboden zu vermeiden, sorgt eine Bau Folie als Trennschicht zwischen Unterbaumaterial und Betonplatte für einen trockenen Hallenboden. Die Kunststofffolie mit einer Stärke von mindestens 0,3 mm dient als Sicherung vor Feuchtigkeit und schützt das Lagergut.

## 2.2 Big Bag

Big Bags sind in allen Bereichen, in denen Schüttgüter anfallen, anzufinden: So wird bereits ein Großteil der deutschen Saatgutlogistik in Big Bags gehandhabt und im europäischen Ausland wird der Düngerumschlag in gleicher Weise in flexiblen Großbinden befördert. Der internationale Ausdruck ist Flexible Intermediate Bulg Container „FBIC“ (BIG BAG). In England werden bereits über 80 % der Düngermittel in Big Bags transportiert (Brody, et al., 1997), dieser Trend setzt sich auch in Skandinavien, den baltischen Staaten und Osteuropa weiter fort.

Die flexiblen Transportbehälter sind ausgerichtet für ein Produktvolumen von 0,5 bis 3 m<sup>3</sup> und Traglasten von einer halben Tonne bis zu zwei Tonnen. Die Big Bags sind gut stapelbar, durch das geringe Leergewicht von ca. 3 kg sowie einer enormen Tragfähigkeit wird ihr Einsatz zunehmend lanciert (Niermann, 2011). Ein weiterer Vorteil ist die leichte Handhabung in Bezug auf das Befüllen bzw. Entleeren. Durch die glatten Innenseiten und möglichen Ein- und Auslauföffnungen ist ein Befüllen oder Entleeren schnell möglich. Die Big Bags können von oben befüllt und von unten entleert werden. Infolge dessen ist somit auch ein hoher Anwenderschutz gegeben, da es zu keiner Berührung mit dem Inhalt kommt.

Big Bags sind in verschiedenen Ausführungen erhältlich, neben der Tragfähigkeit sind vor allem die Schlaufen und deren Anzahl von Bedeutung. Die Schlaufen als Teil des Mantels sind besonders für die Verwendung von Bedeutung, wie nachfolgende Abbildung zeigt.



**Abbildung 1:** Aufhängungslösungen für Big Bags

Das am häufigsten eingesetzte Hebehilfswerkzeug ist die Pallettengabel, die vornehmlich an Gabelstapler, aber auch an Frontladerschleppern und Radladern zu finden ist. Die Zwei-Zinkige-Forker ist der Grund für den Einsatz von mehrschlaufigen Big Bags.

Die Bauarten der Big Bags sind bislang nicht genormt. Es gibt jedoch bestimmte Anforderungen, die bei der Herstellung und dem Gebrauch eingehalten werden müssen. Big Bags können individuell nach Verbraucherwünschen und Einsatzgebieten in unterschiedlichen Ausfertigungen und Größen produziert werden, wodurch es viele verschiedene Bauarten gibt.

Alle Bauarten werden gemäß DIN EN ISO 21898 vor dem Einsatz geprüft und zertifiziert. Zertifiziert wird unter anderem die Nenntragfähigkeit (SWL) und der Sicherheitsfaktor (SF). Die Nenntragfähigkeit (SLW) ist die maximale Last, die ein BIG BAG tragen darf (DIN EN ISO 21898, 2005). Der Sicherheitsfaktor ist der Quotient aus maximaler Prüflast einer Belastungsprüfung und der vorgesehenen Nenntragfähigkeit.

Der einzuhaltende SF liegt bei:

BIG BAG für hohe Beanspruchung: 8:1

BIG BAG für normale Beanspruchung: 6:1

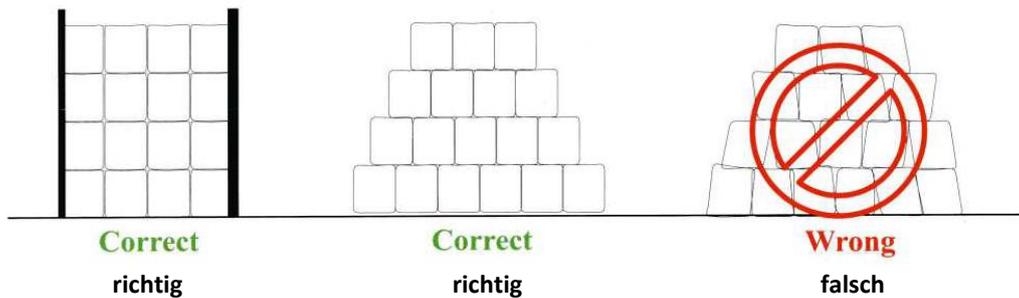
(DIN EN ISO 21898, 2005)

Geprüft wird zum einen der Kompressions- und Stapeldruck und zum anderen die maximale Hebebeanspruchung. Big Bags sind ein- oder mehrwegfähig. Mehrwegfähige Big Bags werden entleert, entstaubt, auf Beschädigungen untersucht und ggf. repariert. Diesen Vorgang nennt man Rekonditionierung. Big Bags mit dem SF von 6:1 dürfen im Beschädigungsfall nicht wiederverwendet oder repariert werden. Big Bags für hohe Beanspruchung (SF 8:1) hingegen schon (Oppermann, et al., 2010).

In Folge des Befüll- und Entleerungsprozesses ereignet sich eine kontinuierliche statische Aufladung durch Reibung, die an der Oberfläche des Big Bags zur Entladung mit Funkenbildung führen kann. Es kann genug Energie erzeugt werden, um eine Zündung, gefährliche Stromschläge oder Explosionen entstehen zu lassen (Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften, 2004). Mit Hinblick auf der unternommenen Einteilung der Gefahrgutklassen von Düngemitteln sollten antistatische Big Bags eingesetzt werden, um eine Gefahr sowohl beim Transport als auch im Düngerlager abzuwenden.

Bei der Lagerung von Dünger in Big Bags ist wichtig, dass die gefüllten Big Bags vor Witterung (Sonneneinstrahlung, Feuchtigkeit, etc.) und vor Nagetieren geschützt werden. Dies betrifft insbesondere die Freilagerung, die grundsätzlich möglich ist, wovon aber abgeraten wird. Auch Big Bags die mit einem Inliner versehen sind, sollten bevorzugt „unter Dach“ aufbewahrt werden um die Qualität des Düngers nicht zu gefährden.

Big Bags werden hauptsächlich im Blocklager gelagert, d.h. eine Fläche auf der die Big Bags auf Paletten oder direkt auf dem Boden stehen. Zusätzlich können diese ein- oder mehrlagig untergebracht werden. Besteht die Möglichkeit die gefüllten Big Bags höher als in zwei Lagen aufzuschichten, muss darauf geachtet werden, dass genügend Stabilität vorhanden ist. Besteht die Möglichkeit die Big Bags zwischen zwei Wänden zu stapeln, so ist dies die stabilste Lagermöglichkeit. Ist dies nicht durchführbar ist auch die freitragende Unterbringung möglich. Hierzu sollten die Big Bags in Pyramidenform übereinander gestellt werden, dabei ist es wichtig, dass die Big Bags mit ausreichend Versatz übereinander stehen um die Statik zu sichern. In der folgenden Abbildung wird schematisch verdeutlicht wie die Großgebündesäcke ordnungsgemäß gelagert werden.



**Abbildung 2:** Stapelung von gefüllten Big Bags (Anderson, 2011)

Eine alternative Lagerart wäre die Einlagerung der Big Bags in ein Hochregallager. Dort steht der Big Bag auf einer Palette, die in verschiedene Fächer einsortiert werden. Der Vorteil des Hochregallagers ist ein sicherer Stand der Säcke, aber auf Grund eines hohen Platzanspruches und eines intensiven Kapitalbedarfs wird vom Hochregallager abgeraten.

Die Lagerung von Düngermitteln in Big Bags ist grundlegend einfacher als eine Lagerung von loser Düngerware. Probleme von Big Bag-Waren sind lediglich die Anfälligkeit von Beschädigung durch mechanische Stöße bei unachtsamen Umgang und Schäden durch Nagetiere. Die Düngerqualität ist, laut Aussagen von Landwirten, aus Big Bags höher einzuschätzen als bei lose Düngerwaren. Auf Grund des Inliners im Big Bag zieht der Dünger keine Feuchtigkeit an, somit wird ein Verbacken und Verkrusten der Dünger vermieden. Obendrein entsteht kein Staub durch beispielsweise Schneckenabrieb oder Mahlabrieb beim Laden mit Frontlader oder Radlader. Während ein Flachlager unter Umständen nicht nur besenrein, bei reiner Nutzung als Düngerlager, sondern auch mit Hochdruckreiniger gesäubert werden muss, entfällt dies bei einer Unterbringung des Düngers im Big Bag. Lediglich der Gewebesack muss entsorgt werden, wenn es sich nicht um einen mehrwegfähigen Big Bag handelt.

Die Entsorgung ist möglich, indem der Sack in das Recycling-System PAMIRA (Packmittel-Rücknahme Agrar) eingegliedert wird. Beim PAMIRA-System handelt es sich um eine umweltgerechte Entsorgung für landwirtschaftliche Verpackungen, die bundesweit kostenfrei einmal jährlich an über 300 Sammelstellen stattfindet (May, 2010).

Die Big Bag-Düngerkeette hat den Vorzug, dass der Dünger vom Handel auf den Hof geliefert wird und der Betrieb ihn dann entweder einlagert oder direkt ausbringt. Durch die sehr guten Lagereigenschaften der Big Bags kann der Dünger auch im Frühbezug gekauft werden und im eigenen Lager untergestellt werden. Hierdurch ergibt sich auch der Vorteil, dass der Dünger in der Streusaison stets vor Ort ist. Eine Bindung an die Öffnungszeiten des Handels besteht nicht mehr.

Der innerbetriebliche Transport der Big Bags erfolgt durch einen Transporthaken oder durch eine Palettengabel. Beide Hebevorrichtungen sind am Front-, Rad- oder Teleskoplader befestigt. Der Transporthaken erhöht durch seinen hohen Anhängepunkt die notwendige Höhe des Ladefahrzeuges, wodurch das Beladen von Anhängern und Düngerstreuern erleichtert wird. Mit der Palettengabel ist es möglich den BIG BAG sowohl an den Anhängeschlaufen als auch den stehenden Big Bag auf der Palette zu transportieren. Um den Dünger auf dem Feld auszubringen besteht die Möglichkeit bei Hof nahen Flächen den Düngerstreuer direkt auf dem Betrieb zu befüllen. Das Füllen des Streuers wird durch den verknoteten Auslaufstutzen erleichtert. Durch ein vorzeitiges Verschließen des Stutzens können auch Teilmengen aus dem Big Bag entnommen werden.

Die Qualität des Düngers ist bei Transport in Big Bags sehr gut. Dadurch dass der Landwirt nicht mit dem Dünger in Berührung kommt bleibt das Korngrößenspektrum konstant. Es entsteht im Gegensatz zur losen Düngerkette kein Abrieb durch den Umschlag mit Frontlader, Förderschnecke oder sonstigem.

### 3 Versuchsdurchführung und Ergebnisse

Für eine aussagefähige Analyse werden die regionalspezifischen Eigenschaften der untersuchten Betriebe genutzt. Die in den Untersuchungsbetrieben zur Bewirtschaftung stehende Flächenausstattung wird in drei Größenklassen untergliedert. Es wird ein Betrieb mit 75 ha landwirtschaftlicher Nutzfläche (LN) gerechnet, ein weiterer Betrieb mit 220 ha LN und ein dritter Betrieb mit einer Größe von 530 ha zu bewirtschaftender Fläche. Angesichts der Größenverteilung erfolgt die Nomenklatur der landwirtschaftlichen Unternehmen in den Betrieb KLEIN, Betrieb MITTEL und den Betrieb GROSS.

Die Fruchtfolgegestaltung ergibt sich aus der Annahme, die zu jeweils  $\frac{1}{3}$  Winterraps, 10 % Wintergerste und dem Rest Winterweizen. Das Ertragsniveau liegt für Wintergetreide bei 90 dt/ha und für Winterraps bei 42 dt/ha. Die äußere Verkehrslage der typischen Beispielbetriebe beläuft sich auf eine mittlere Hof-Landhandels-Entfernung von acht Kilometern. Die mittlere Größe der bewirtschafteten Flächen liegen bei 6,5 ha für den Betrieb KLEIN, 8,5 ha beim Betrieb MITTEL und 11 ha beim Betrieb GROSS.

Die angewandten Methoden der vorliegenden Studie entstammen der dynamischen Investitionsrechnung. Zur Vereinfachung wird angenommen, dass die landwirtschaftlichen Betriebe unter dem Regelbesteuerungssatz fallen, d.h., sie optieren. Dies hat den Vorteil, dass die in der Kalkulation anfallenden Preise zu Nettokonditionen taxiert werden können.

In der nachfolgenden Tabelle 3 sind zur Übersicht alle relevanten Daten und Leistungen zu den Betrieben aufgeführt.

**Tabelle 3:** Überblick über die Beispielbetriebe

<b>Betrieb</b>	<b>KLEIN</b>	<b>MITTEL</b>	<b>GROSS</b>
<b>Flächenausstattung [ha]</b>	<b>75</b>	<b>220</b>	<b>530</b>
davon			
Winterraps	25,00	73,33	176,66
Winterweizen	42,50	124,67	300,34
Rapsweizen	25,00	73,33	176,66
Stoppelweizen	17,50	51,33	123,67
Wintergerste	7,50	22,00	53,00
<b>Ertragsniveau [dt/ha]</b>			
Winterraps		42,00	
Winterweizen		90,00	
Rapsweizen		94,00	
Stoppelweizen		86,00	
Wintergerste		90,00	
<b>Entfernung Hof-Landhandel [km]</b>		<b>8,00</b>	
<b>Besteuerung</b>		<b>Regelbesteuerung</b>	

Der gegenwärtige technische Stand der Betriebe wird im Folgenden näher definiert. Die Maschinenausstattung der Betriebe ist so konzipiert, dass ein Vergleich zwischen einer losen Düngerkette mit Lagerung beim Landhandel und dem Verfahren mit abgesacktem Big Bags erfolgen kann. Die Untersuchungsbetriebe sind komplett eigenmechanisiert.

Der **Maschinenbestand des Betriebes KLEIN** ist auf zwei Schlepper mit 80 und 100 PS ausgelegt. Der 80 PS-Schlepper ist mit einem Frontlader ausgerüstet. Die jährlichen Feldarbeitsstunden belaufen sich auf 7,3 h/ha die zu gleichen Anteilen auf die Traktoren aufgeteilt werden. Die Nutzungsdauer der Zugmaschinen beträgt zwölf Jahre, aufsummiert mit Reparaturkosten und Abschreibung ergibt sich ein Stundensatz von 19,30 €/h bei dem 100 PS-Schlepper und 19,09 €/h bei dem 80 PS-Frontlader Trecker. Weiterhin gehört zum Maschinenbestand ein 1 500 l fassender Düngerstreuer. Für die nachfolgende Vergleichsrechnung wird für den Betrieb angenommen, dass der Landwirt mit seinem Schlepper-Düngerstreuer-Gespann zum örtlichen Landhandel fährt und sich jeden einzelnen Streuers dort abholt. Da der Landwirt an die Öffnungszeiten des Landhandels gebunden ist, wird unterstellt, dass er im Frühjahr nicht zu optimalen Bodenverhältnissen (Frost) den Dünger ausbringen kann. Als Alternative wird aufgezeigt, dass Big Bags durch den Landhandel zum Betrieb gebracht werden und der Landwirt die Big Bags mit Hilfe des Frontladers auf dem Hof in den Streuer überlädt, dies kann flexibel zu allen Tageszeiten erfolgen, was folglich heißt, der Betriebsleiter kann zu bestmöglichen Fahrverhältnissen den Dünger ausbringen.

Der **Fuhrpark des mittleren Betriebes** hat drei Schlepper, mit Leistungen von 135 bis 175 PS. Auch in diesem Betrieb ist der kleinste Traktor mit einem Frontlader ausgestattet. Die Feldarbeitsstunden belaufen sich ebenfalls auf 7,3 h/ha. Die Aufschlüsselung der Feldarbeitsstunden ist wie folgt: 20 % der Feldarbeitsstunden erledigt der 175 PS Schlepper, die 150 PS Zugmaschine absolviert 50 % der Feldarbeitsstunden und die Frontlader Maschine verrichtet 30 % der anfallenden Arbeitsstunden. Folglich errechnen sich Auslastungskosten der Gerätschaften von 31,74 €/h für den großen Traktor, 10,88 €/h für den mittleren Pflegeschlepper und 18,92 €/h für die Frontlader Maschine bei einer Nutzungsdauer von jeweils 10 Jahren. Zur Abrundung des Maschinenparks gehört ein 2200 l umfassender Düngerstreuer. Für die Vergleichsrechnung wird unterstellt, dass der Landwirt in einen 16 t Dreiseitenkipper und eine Düngerschnecke mit einer Überladeleistung von 200 t/h investiert und mit diesem Gespann den Dünger vom Landhandel abholt. Die Kosten die durch den Kauf der Maschinen entstehen liegen bei 29.500 €. Das Gegenmodell sind Big Bags, die wie im Betrieb KLEIN durch den Landhandel geliefert werden, auf dem Betriebshof auf einen Anhänger gesetzt und anschließend zum Feld gefahren werden, um sie dort am Feldrand in den Düngerstreuer zu überladen. Für die Kosten des Anhängers ist ein Pauschalansatz von 58,40 €/Tag zu verrechnen. Dieser Satz ergibt sich aus den jährlich anfallenden Kosten pro Jahr aufgeteilt in Alternativeinsatzgebiete wie z.B. Einsatz zur Getreideabfuhr oder Düngerzufahren.

Der **Fahrzeugbestand des großen Betriebes** besteht drei Schleppern ergänzt durch einen Teleskoplader. Die Traktoren haben ein Leistungsspektrum von 175 bis 240 PS, wobei es sich um zwei gleiche Schlepper mit 175 PS handelt und einen Großschlepper mit 240 PS. Auf Grund der gleichen Produktionsintensität wie bei den Betrieben KLEIN und MITTEL wird auch beim Betrieb GROSS von 7,3 Feldarbeitsstunden/ha ausgegangen, so dass, die Aufteilung der

Arbeitsstunden zu je 30 % auf die 175 PS-Schlepper fallen und 25 % der 240 PS-Schlepper erledigt. Die Verbleibenden 15 % vollendet ein Teleskoplader. Auf der Kostenseite entstehen Aufwendungen in Höhe von 16,92 €/h beim großen Traktor und 10,29 €/h bei den 175 PS-Zugmaschinen. Die Ausgaben für den Teleskoplader berechnen sich auf 14,22 €/h. Die Nutzungsdauer der Traktoren und des Teleskopladers unterscheiden sich. Bei den Schleppern werden 8 Jahre unterstellt, beim Teleskoplader wird eine Nutzungszeit von 10 Jahren angenommen. Komplettiert wird der Maschinenpark durch einen Düngerstreuer mit einem Fassungsvermögen von 3000 l. Für die Systemgegenüberstellung wird eine Investition in einen Überladewagen unterstellt, mit dem der Mineraldünger vom Landhandel geholt wird. Die Investitionskosten belaufen sich hierbei auf 38.000 €. Als Alternative werden Big Bags wie im Betrieb MITTEL mit Hilfe eines Anhängers zum Feldrand zugefahren. Die anfallenden Kosten für den Anhänger und den Überladewagen werden, wie in Betrieb MITTEL, aufgeschlüsselt in einen Tagessatz, indem berücksichtigt wird, dass der Anhänger bzw. Überladewagen nicht nur zum Düngern benötigt wird, sondern auch in anderen Bereichen eingesetzt werden kann. Der Tagessatz für den 18 t Anhänger beträgt 64,40 €, für den Überladewagen beläuft sich der Verrechnungssatz auf 79,40 €/Tag. Die zu düngenden Mengen pro Jahr sind in nachfolgender Tabelle aufgeführt.

**Tabelle 4:** Gesamtdüngermengen der Modellbetriebe

Σ Düngermengen Betrieb KLEIN		
Harnstoff	179,63 dt	17,96 t
Kalkammonsalpeter	92,59 dt	9,26 t
DAP	98,25 dt	9,83 t
40er Kali	134,38 dt	13,44 t
SSA	135,42 dt	13,54 t
Σ Düngermengen Betrieb MITTEL		
Harnstoff	526,90 dt	52,69 t
Kalkammonsalpeter	271,60 dt	27,16 t
DAP	288,20 dt	28,82 t
40er Kali	394,17 dt	39,42 t
SSA	397,22 dt	39,72 t
Σ Düngermengen Betrieb GROSS		
Harnstoff	1269,35 dt	126,94 t
Kalkammonsalpeter	556,17 dt	55,62 t
DAP	694,30 dt	69,43 t
40er Kali	949,58 dt	94,96 t
SSA	956,94 dt	95,69 t

Die durchschnittlich pro Jahr zu düngenden Menge für den Betrieb KLEIN beträgt ca. 70 t, der Betrieb MITTEL düngt 188 t und der Betrieb GROSS düngt jährlich 443 Tonnen.

### 3.1 Mehrkosten bei Big Bags

Für den Einsatz von gesacktem Dünger in Big Bags folgen für das landwirtschaftliche Unternehmen Kosten, die quantifiziert werden müssen. Diese Kosten beinhalten den höheren Aufwand für das Absacken des Düngers beim Landhandel und die Rüst- und Ladekosten, die beim Umschlag auf dem Betrieb anfallen. In den Aufwendungen des Landhandels sind die Belastungen für das Absacken und den Transport zum Landwirt enthalten.

Im vorstehenden Kapitel (Tabelle 4) sind die gesamten Düngermengen, die für die Betriebe KLEIN, MITTEL und GROSS benötigt werden, aufgeführt.

Beim Gebrauch von Big Bags ist es nur möglich ganze Säcke zu ordern. Somit sind die jeweils ermittelten Düngermengen der einzelnen Düngersorten auf ganze Säcke aufzurunden (siehe Tabelle 4). Die Aufwendung für Absacken und Transport sind mit 12,50 € pro Big Bag bzw. Tonne taxiert (Bremer, 2012). Für den Landwirt KLEIN fallen für alle Düngersorten und Düngezeitpunkte Kosten von 825,00 € im Jahr an. Gleichmaßen zum Betrieb KLEIN ist für die Landwirte MITTEL und GROSS die entsprechende Aufstellung durchgeführt worden. Die Belastung für den Hof MITTEL sind bei einer Menge von 190 Big Bags im Jahr mit 2.375,00 € berechnet. Der Betrieb GROSS erhält seine gesamte Düngermenge in 444 Big Bags. Die Mehrkosten, die durch die abgesackte Ware entsteht beziffern sich auf 5.550,00 €.

**Tabelle 5:** Mehrkosten für Big Bags

<b>Σ Düngermengen Betrieb KLEIN</b>				
	benötigte Menge	Menge in BB	Mehrkosten pro BB und t	Mehrkosten für Big Bags
Harnstoff	17,96 t	18,00	12,50 €	225,00 €
Kalkammonsalpater	09,26 t	10,00	12,50 €	125,00 €
DAP	09,83 t	10,00	12,50 €	125,00 €
40er Kali	13,44 t	14,00	12,50 €	175,00 €
SSA	13,54 t	14,00	12,50 €	175,00 €
<b>Summe</b>		<b>66,00</b>		<b>825,00 €</b>
<b>Σ Düngermengen Betrieb MITTEL</b>				
	benötigte Menge	Menge in BB	Mehrkosten pro BB und t	Mehrkosten für Big Bags
Harnstoff	52,69 t	53,00	12,50 €	662,50 €
Kalkammonsalpater	27,16 t	28,00	12,50 €	350,00 €
DAP	28,82 t	29,00	12,50 €	362,50 €
40er Kali	39,42 t	40,00	12,50 €	500,00 €
SSA	39,72 t	40,00	12,50 €	500,00 €
<b>Summe</b>		<b>190,00</b>		<b>2.375,00 €</b>
<b>Σ Düngermengen Betrieb GROSS</b>				
	benötigte Menge	Menge in BB	Mehrkosten pro BB und t	Mehrkosten für Big Bags
Harnstoff	126,94 t	127,00	12,50 €	1.587,50 €
Kalkammonsalpater	55,62 t	56,00	12,50 €	700,00 €
DAP	69,43 t	70,00	12,50 €	875,00 €
40er Kali	94,96 t	95,00	12,50 €	1.187,50 €
SSA	95,69 t	96,00	12,50 €	1.200,00 €
<b>Summe</b>		<b>444,00</b>		<b>5.550,00 €</b>

### 3.1.1 Rüst- und Ladekosten

Ein weiterer Kostenpunkt sind Rüst- und Ladekosten die beim Betrieb mit Big Bags anfallen. Big Bags werden mit dem Frontladerschleppern, Rad- oder Teleskoplader bewegt. Um festzustellen wie viel Zeit benötigt wird, um einen Big Bag zu verladen ist ein empirischer Versuch durchgeführt worden. Bei diesem Versuch sind auf vier unterschiedlichen Betrieben in Schleswig-Holstein und Polen Zeitmessungen erfolgt, bei denen mit verschiedenen Mobilladern Big Bags in Düngerstreuer bzw. Überladewagen geladen wurden.

#### **Zeitermittlung für die Handhabung von Big Bags**

Der Zeitbedarf wurde bei allen Betrieben im Rahmen dieser Untersuchung, in gleicher Weise, folgendermaßen durchgeführt:

- Den Big Bag anhängen
- Mit dem Mobillader zum Düngerstreuer/Anhängen/Überladewagen fahren
- BIG BAG aufschneiden
- Dünger auslaufen lassen
- Nach dem Auslaufen zurück zum Ausgangspunkt fahren und den Big Bag abnehmen

Der Versuch lief auf allen Betrieben wie folgt ab: Der Fahrer des Teleskopladers ist an den Big Bag herangefahren, hat das Fahrzeug verlassen und den Big Bag an die Palettengabel gehängt. Anschließend ist er wieder auf den Lader gestiegen, ca. 40 m aus der Maschinenhalle gefahren, den BIG BAG über den Überladewagen gehoben und vom Teleskoplader abgestiegen, auf den Überladewagen hinaufgegangen und dort den Sack mit Hilfe eines Messers aufzuschneiden. Nach dem Auslaufen ist der Fahrer zurück zum Ausgangspunkt gefahren und hat den Big Bag von der Palettengabel abgenommen.

Insgesamt sind 18 Zeitmessungen für die Handhabung von Big Bags durchgeführt wurden. Im Mittel werden pro Big Bag 2,85 Minuten gebraucht. Den Großteil der knappen drei Minuten nimmt das Auslaufen des Düngers, mit 105 Sekunden, in Anspruch. Zum Anhängen des Big Bags werden im Durchschnitt ca. 12 Sekunden gebraucht. Die Hin- und Rückfahrt zum Überladeort ist abhängig vom Weg der zurückgelegt werden muss. Auf dem untersuchten Großbetrieb wurden hierfür knappe 23 Sekunden, bzw. 31 Sekunden gemessen. In der Rückfahrt ist jedoch das Abnehmen des Big Bags miteinbegriffen (ca. 8 Sekunden). Für das Verladen von 18 Big Bags a 1000 kg sind 51,28 Minuten von Nöten. Dies ergibt eine Verladeleistung von ca. 21 t/h.

#### Beobachtung:

Die Zeiten für das Auslaufen der Ware sind recht unterschiedlich, von 81 Sekunden bis 137 Sekunden. Dies ist darauf zurückzuführen, dass beim Einschnitten des Sackes der erste Schnitt exakt sitzen muss. Problem beim Einschnitt: Wenn die Innenhülle nicht gleich beim ersten Schnitt durchtrennt wird, bilden sich „Blasen“ mit dem Inliner (Engel, 2012). Dies führt zu erheblichen Verzögerungen beim Auslauf des Gutes. Große Unterschiede gibt es auch beim Anhängen der Säcke. Im Großbetrieb sind durchschnittlich knappe 12 Sekunden gebraucht worden. Der niedrigste Wert bei acht Sekunden, der höchste ist jedoch fast doppelt so hoch und beträgt 15 Sekunden. Hier haben die Versuche an den unterschiedlichen Standorten gezeigt, dass es ganz entscheidend ist, um was für ein Big Bag

es sich handelt. Die Handhabung eines Einschlaufen Big Bags geht deutlich schneller von statten als ein BIG BAG mit vier Schlaufen. Bei den 40 Zeitmessungen, die auf den vier Betrieben durchgeführt wurden, ergab sich ein Mittelwert von 2,46 Minuten pro Big Bag. Es wurde sowohl mit Teleskopladern, als auch mit Frontladerschlepper und Radlader verladen. Die Art des Mobilladers hat ebenfalls einen großen Einfluss auf die Verladeleistung. Ein Rad- oder Teleskoplader ist deutlich wendiger als ein Frontladerschlepper. Mit Hilfe des Knickgelenkes eines Radladers ist es möglich den Big Bag nach rechts, bzw. links zu schwenken, um den Dünger gleichmäßig im Streuer zu verteilen. Dies ist mit einem Frontladerschlepper nicht möglich.

Hier bietet sich an den Düngerstreuer von der Seite zu befüllen. Der BIG BAG wird dann einfach mit dem Frontlader über den Streuer gehoben und durch Vor- oder Rückwärtsfahren wird die Düngerware gleichmäßig im Streuer verteilt. Beim Einsatz mit einem Teleskoplader ist es möglich in Abhängigkeit von der Hubleistung der Maschine auch zwei Big Bags an die Palettengabel zu hängen. Dies steigert die Verladeleistung enorm.

Als weitere Beobachtung haben die Versuche gezeigt, dass der Fahrer der Maschinen genau abschätzen muss, ob der Streuer so weit leer ist, dass ein bzw. zwei ganze Big Bags in die Maschine passen. Hier hat sich gezeigt, dass es sinnvoll ist zuerst eine Plane unter den Düngerstreuer zu legen, für den Fall, dass Dünger über die Bordwände hinausläuft. Diese Empfehlung gilt insbesondere dann, wenn noch keine Erfahrung mit Big Bags vorhanden sind (Engel, 2012).

Das Überlaufen kann vermieden werden, indem die Big Bags nicht über der Mitte der Maschine aufgeschnitten werden, sondern gleichmäßig rechts und links verteilt werden.

Die Qualität des Düngers leidet nur geringfügig durch den Transport und Lagerung in Großbinden. Feuchtigkeit ist in keinen die 40 untersuchten Säcke eingetreten. Vereinzelt ist Staubabrieb in den Säcken verbackt. Diese sind wahrscheinlich beim Absacken entstanden. Die verbackten „Klumpen“ befinden sich auf den Boden der Big Bags, und sind auch nur in jenen Säcken gefunden worden, die im Stapel in der untersten Schicht lagen. Abbildung 3 zeigt zwei verbackte DAP-Bruchstücke.



**Abbildung 3:** Verbackter DAP

Das linke Bruchstück in Abbildung 3 zeigt die glatte Unterseite, die sich auf dem Boden des Big Bags befindet. Das rechte Stück zeigt die grobporige Oberseite. Die Säcke standen ca. acht Monate im Düngerlager. Die Klumpen konnten durch einfaches Zerdrücken in der Hand zerkleinert werden.

### 3.1.2 Ermittlung der Rüst- und Ladekosten

Für die landwirtschaftlichen Betriebe KLEIN, MITTEL und GROSS entstehen unterschiedliche Rüst- und Ladekosten. In den nachfolgenden Erläuterungen werden die individuellen Verfahrenssysteme berechnet und definiert.

Der **Landwirt KLEIN** lässt den Dünger in Big Bags zu sich durch den Landhandel auf den Hof bringen. Der Dünger wird von ihm mit Hilfe seines Frontlader Schleppers in den Düngerstreuer geladen. Nachdem der befüllte Streuer ausgestreut ist, wird der nächste Streuer wieder auf dem Betrieb vollgemacht. Der Landwirt holt schlussendlich jeden einzelnen Streuer von seinem Betrieb. Die Kosten, die hierbei entstehen sind in Tabelle 61 zusammengefasst.

Der Betrieb KLEIN benötigt im Jahr 66 Tonnen Dünger. Multipliziert mit der durchschnittlichen Verladezeit, ergibt dies eine Verladezeit von 2,71 h/Jahr. Die Verladezeit multipliziert und aufsummiert mit den in Tabelle 6 unterstellten fixen- und variablen Kosten ergeben sich jährlich 137,72 € für das Verladen. Zu den Ladekosten werden die Rüstkosten addiert. Bei einer durchschnittlichen Hof-Feldentfernung von 1,7 km belaufen sich die Rüstkosten auf 7,84 € pro Streuer. Werden die Rüstkosten pro Streuer mit der Düngermenge vervielfacht, ergeben sich Rüst- und Ladekosten von 655,21 € im Jahr.

**Tabelle 6:** Rüst- und Ladekosten Betrieb KLEIN

Ø Zeit/BB Verladung	2,46 min
Verladen mit Schlepper 2 + Frontlader	19,09 €/h
Lohn	20 €/h
Diesel	10 l/h
Dieselpreis	1,18 €/l
variable Kosten	11,8 €/h
Düngermenge	66 t
Verladezeit	2,71 h
<b>totale Ladekosten per anno</b>	<b>137,72 €</b>
Hof-Feldentfernung	1,7 km/h
Ø Geschwindigkeit Straße	30 km/h
pauschal Zuschlag	2 min
<b>Rüstzeit</b>	<b>8,8 min/Streuer</b>
Lohn	20 €/h
Schlepper 1	19,3 €/h
Diesel	12 l/h
Dieselpreis	1,18 €/l
variable Kosten	53,46 €/h
<b>Rüstkosten</b>	<b>7,84 €/Streuer</b>
Anzahl Streuerladungen	66 /Jahr
<b>Σ Rüst- und Ladekosten für Big Bags</b>	<b>655,21 €/Jahr</b>

Für den **Betrieb MITTEL** ist eine äquivalente Rechnung zum Betrieb KLEIN aufgestellt worden, mit dem Unterschied, dass der Betrieb MITTEL mit einem Schlepper-Anhängergespann den Dünger zum Feld zufährt. Dies bedeutet, der Landwirt lädt die Big Bags auf einen Anhänger, fährt mit diesem zum Feld und überlädt am Feldrand den Dünger in den Streuer. Für die erforderliche Zeit, die zum Beladen des Anhängers mit einem Big Bag benötigt wird, ist die durchschnittliche Verladezeit von 2,46 Minuten um den durchschnittlichen Wert für das Auslaufen bereinigt worden. Unter den getätigten Annahmen entfallen 180,48 € pro Jahr für das Beladen des Anhängers auf dem Hof. Für die Fahrt zum Feld, bei einer unterstellten Hof-Feldentfernung von 2,7 km, entstehen Kosten für Düngerezufahren von 1.591,16 €. Das Überladen vom Anhänger in den Düngerstreuer erfordert weitere 392,90 €. Letztendlich belaufen sich die Rüst- und Ladekosten für 190 Tonnen Dünger des Landwirt MITTEL auf 2.164,53 € im Jahr.

Auch für den **Betrieb GROSS** sind die Rüst- und Ladekosten errechnet worden. Landwirt GROSS bringt den Dünger ebenfalls zum Feld, um die Leistung beim Düngerstreuen zu erhöhen. Be- und Entladen übernimmt in dem Unternehmen ein Teleskoplader, die durchschnittliche Hof-Feldentfernung liegt bei 4,1 km. Die Düngermenge die zu den unterschiedlichen Entwicklungsstadien gestreut werden, summieren sich zu 444 Tonnen im Jahr auf. Die Kosten, die für Rüst- und Ladearbeiten entfallen belaufen sich auf 3.335,44 € im Jahr.

## **3.2 Einsparungen beim Einsatz von Big Bags**

Vorab sind Aufwendungen aufgeführt, die entstehen, wenn die unterschiedlichen Betriebe ihre Düngerlogistik auf abgesackte Ware umstellen. Wenn die Landwirte jedoch bei ihrem bisher angewandten System beibehalten, entfallen auch hier Belastungen, die aufgeführt werden müssen. Diese Aufwendungen werden im Folgenden betrachtet.

### **3.2.1 Rüst-und Fahrtkosten**

Der Betrieb KLEIN holt beim System der losen Düngerkette den Dünger mit seinem Streuer direkt beim Landhandel ab. Um Aufwendungen bei dieser Methode zu berechnen werden im ersten Schritt die Anzahl der Fahrten zum ortsansässigen Landhandel ermittelt.

Aus dem aufgestellten Düngeplan (Tabelle 4) ist ersichtlich, wie viel Dünger die Betriebe pro Jahr ausstreuen. Abgeleitet aus der Maschinenausstattung und dem Düngeplan ergibt sich die Anzahl der Fahrten. Im nächsten Schritt wird ermittelt wie viel Streuer für die vorhandene Fläche geholt werden müssen. Da der Landwirt nur ganze Fahrten zum Landhandel machen kann, auch wenn er nur einen halben Streuer benötigt, werden die Ergebnisse auf ganze Zahlen aufgerundet.

#### **Beispiel:**

Landwirt KLEIN hat 17,5 ha Stoppelweizen im Anbau. Der Phosphatentzug des Stoppelweizens wird durch 136,96 kg DAP ausgeglichen. Das Düngerstreuvolumen beträgt 1500 l. Unter den Annahmen, dass ein Volumen von 1 l gleich 1 kg Dünger entspricht, ist es

möglich mit einer Düngerstreuerfüllung 10,95 ha zu streuen. Wird im Anschluss der Quotient aus dem Anbauumfang vom Stoppelweizen und der zu streuenden Flächen pro Düngerstreuer gebildet und dieser dann auf eine ganze Zahl aufgerundet, dann ist das Ergebnis die Anzahl der Fahrten zum Landhandel für die entsprechende Düngersorte zu der entsprechenden Anbaufrucht, in diesem Fall DAP zu Stoppelweizen.

Das oben erläuterte Beispiel ist für alle Früchte mit allen Düngersorten durchgerechnet worden. Durch die zeitlich anfallenden Düngergaben zu den unterschiedlichen EC-Stadien wird die Fläche sechs Mal mit dem Düngerstreuer abgefahren. Im Fall des oben genannten Beispiels DAP werden jeweils zwei Düngerstreuerfüllungen zu den einzelnen Früchten verteilt. Die Summe ist folglich acht. D.h., der Landwirt fährt acht Mal mit seinem Schlepper-Düngerstreuer-Gespann zum Landhandel um den Entzug von Phosphat auf seinem Betrieb auszugleichen. Wird im Folgenden nun die Summe aus allen Nährstoffen und allen Überfahrtzeitpunkten gebildet, so kommen als Ergebnis 56 Fahrten zum Handel heraus.

Aus dem ersten Schritt zur Ermittlung der jährlichen Fahrtkosten folgt nun der zweite Schritt, indem die Fahrten zum Landhandel mit Zeitwerten und folglich mit Aufwendungen untermauert werden. Aus der Betriebsvorstellung ist zu entnehmen, dass die landwirtschaftlichen Betriebe acht Kilometer vom Landhandel entfernt sind. Diese Strecke hinterlegt mit einer durchschnittlichen Geschwindigkeit von 30 km/h, einer Wartezeit von zehn Minuten an der Waage, sechs Minuten für die Durchführung des Wiegevorgangs (Leerwiegung und Vollwiegung) und einem pauschalen Zuschlag für nicht vorhersehbare Zwischenfälle beläuft sich die Rüstzeit für eine Fahrt vom Betrieb zum Landhandel auf 62 Minuten (siehe Tabelle 7).

**Tabelle 7:** Jährliche Fahrtkosten Betrieb KLEIN

<b>Berechnung der Kosten für die Fahrt zum Handel mit Schlepper und Schleuderstreuer</b>	
Entfernung Hof-Landhandel	8 km
Ø Geschwindigkeit Straße	30 km/h
Warten vorm Wiegen	10 min
Wiegen	6 min
Laden	8 min
pauschal Zuschlag	6 min
<b>Rüstzeit</b>	<b>62 min</b>
Lohn	20 €/h
Schlepper 1	19,30 €/h
Diesel	12 l/h
Dieselpreis	1,18 €/l
variable Kosten	53,46 €/h
Rüstzeit per anno	57,87 h
<b>jährl. Fahrtkosten</b>	<b>3.093,54 €</b>

Im weiteren Fortgang wird die Rüstzeit mit der Anzahl der in Schritt eins ermittelten Fahrten zum Landhandel multipliziert. Das Zwischenergebnis von 57,87 Stunden ist die Rüstzeit per

anno. Die Rüstzeit wird anschließend mit der Summe aus fixen und variablen Kosten vervielfacht und liegt für den Betrieb KLEIN in einer Höhe von 3.093,54 € im Jahr.

Die Rüst- und Fahrtkostenberechnung für die Betriebe MITTEL und GROSS ist übereinstimmend zum Betrieb KLEIN aufgestellt. Der Unterschied zur losen Düngerkette besteht darin, dass die Betriebe nicht mit dem Düngerstreuer-Schlepper-Gespänn zum Landhandel fahren, sondern der Landwirt MITTEL holt den Dünger mit einem Dreiseitenkipper und überlädt am Feldrand mit einer Düngerschnecke und der Landwirt GROSS führt diesen Arbeitsgang gemäß der Betriebsbeschreibung mit einem Überladewagen durch.

Der erste Schritt zur Ermittlung der Rüstkosten ist die Quantifizierung der Fahrten zum Landhandel. Der Betrieb MITTEL fährt mit seinem Schlepper und Dreiseitenkipper 26-mal im Jahr zum Händler und holt die zu düngenden Nährstoffe. Der Betrieb GROSS muss nahezu doppelt so viele Fahrten durchführen, nämlich 47, um die Düngermenge für seine 530 ha heranzuschaffen. Im folgenden Schritt werden 26 bzw. 47 Touren wie in der vorstehenden Rechnung in Tabelle 7 mit Zeitwerten und Auslagen hinterlegt. Das Ergebnis für die Betriebe MITTEL und GROSS ist in Tabelle 8 aufgeführt.

Die Fahrtkosten belaufen sich beim Unternehmer MITTEL auf 1.617,32 € im Jahr und beim Landwirt GROSS auf 2.322,20 € per anno. Ergänzt werden die Kosten für das Zufahren des Düngers zum Feldrand. Hierbei ist berücksichtigt, dass mit zunehmender Betriebsgröße die durchschnittliche Hof-Feldentfernung vom Betrieb KLEIN zu Betrieb GROSS ansteigt. Weiterhin ist unterstellt, dass die Löhne entgegengesetzt zur Hof-Feldentfernung sinken. Beim Landwirt KLEIN wird davon ausgegangen, dass der Betriebsleiter selbst auf dem Schlepper sitzt. Dies hat zur Folge, dass ein hoher Stundenlohn unterstellt wird, bei den Betrieben MITTEL und GROSS sind Mitarbeiter die ausführenden Arbeitskräfte, welche ein geringeres Lohnniveau aufweisen.

Die Kosten, die für das Zufahren des Düngers zum Feldrand anfallen werden mit 1.591,16 € für den Betrieb MITTEL und 2.501,87 € für den Betrieb GROSS angenommen.

Als Dritte Kostenstelle entstehen Aufwendungen für das Überladen des Düngers in den Düngerstreuer. Beim System MITTEL wird der Dünger vom Dreiseitenkipper mittels einer externen Düngerschnecke in den Streuer geladen. Hierbei fallen Kosten in Höhe von 689,09 € an. Der Großteil dieser Summe stammt aus den jährlichen Unterhaltungskosten der Düngerschnecke. Beim Betrieb GROSS ist die Unterhaltung der Düngerschnecke bereits in den Aufwendungen für den Überladewagen pro Tag enthalten und somit nicht extra ausgewiesen. Folglich werden die jährlichen Überladekosten für den Betrieb GROSS mit 15,18 € angenommen.

**Tabelle 8:** Rüst- und Fahrtkosten Betrieb MITTEL und Betrieb GROSS

Betrieb MITTEL		Betrieb GROSS	
Berechnung der Kosten für die Fahrt zum Handel mit Schlepper und Dreiseitenkipper		Berechnung der Kosten für die Fahrt zum Handel mit Schlepper und Überladewagen	
Entfernung Hof-Landhandel	8 km	Entfernung Hof-Landhandel	9 km
Ø Geschwindigkeit Straße	30 km/h	Ø Geschwindigkeit Straße	31 km/h
Warten vorm Wiegen	10 min	Warten vorm Wiegen	10 min
Wiegen	6 min	Wiegen	6 min
Laden	20 min	Laden	16 min
pauschal Zuschlag	6 min	pauschal Zuschlag	6 min
<b>Rüstzeit</b>	<b>74 min</b>	<b>Rüstzeit</b>	<b>70 min</b>
Lohn	15 €/h	Lohn	12 €/h
Schlepper 3 + Frontlader	18,92 €/h	Schlepper 3	10,29 €/h
Diesel	14 l/h	Diesel	17 l/h
Dieselpreis	1,18 €/l	Dieselpreis	1,18 €/l
fixe + variable Kosten	50,44 €/h	fixe + variable Kosten	42,35 €/h
Rüstzeit per anno	32,07 h	Rüstzeit per anno	54,83 h
<b>jährl. Fahrtkosten</b>	<b>1.617,32 €</b>	<b>jährl. Fahrtkosten</b>	<b>2.322,20 €</b>
Dünger zufahren		Dünger zufahren	
Transport mit Dreiseitenkipper	58,42 €/Tag	Transport mit Überladewagen	95,79 €/Tag
Zeitpunkte	23 Tage	Zeitpunkte	23 Tage
Hof-Feldentfernung	2,7 km	Hof-Feldentfernung	4,1 km
Ø Geschwindigkeit Straße	30 km/h	Ø Geschwindigkeit Straße	30 km/h
pauschal Zuschlag	2 min	pauschal Zuschlag	3 min
<b>Rüstzeit</b>	<b>12,80 min</b>	<b>Rüstzeit</b>	<b>18,40 min</b>
Lohn	15 €/h	Lohn	12 €/h
Schlepper 3 + Frontlader	18,92 €/h	Schlepper 3 + Frontlader	10,29 €/h
Diesel	14 l/h	Diesel	17 l/h
Dieselpreis	1,18 €/l	Dieselpreis	1,18 €/l
fixe + variable Kosten	50,44 €/h	fixe + variable Kosten	42,35 €/h
<b>jährl. Kosten für Dünger zufahren</b>	<b>1.591,16 €</b>	<b>jährl. Kosten für Dünger zufahren</b>	<b>2.501,87 €</b>
Dünger überladen		Dünger überladen	
jährl. Kosten Düngerschnecke	675 €	jährl. Kosten Düngerschnecke	in den Kosten/Tag enthalten
Überladeleistung	200 t/h	Überladeleistung	350 t/h
Gesamtdüngermenge	187,81 t	Gesamtdüngermenge	442,64 t
Zeit	0,94 h	Zeit	1,26 h
Lohn	15 €/h	Lohn	12 €/h
<b>jährliche Überladekosten</b>	<b>689,09 €</b>	<b>jährliche Überladekosten</b>	<b>15,18 €</b>

### 3.2.2 Opportunitätskosten

Bei der Methode der losen Düngerkette entstehen für die landwirtschaftlichen Unternehmen Opportunitätskosten, die bei der Ausführung mit abgesackten Big Bags erwirtschaftet werden könnten.

In die dynamische Investitionsrechnung fließen nur tatsächlich anfallende Werte ein. Die Abschreibung ist eine kalkulatorische Betriebsgröße und darf somit nicht in die Investitionsrechnung einfließen. Um jedoch die Kapitalkosten zu erfassen werden diese nun um den Wert der Abschreibung bereinigt. Das Ergebnis sind die bereinigten Kapitalkosten. Für den Betrieb KLEIN nehmen diese eine Höhe von 169,80 € ein.

Die Opportunitätskosten des Betriebes MITTEL errechnen sich nur aus Kapitalbindungskosten. Da der Betriebsleiter bei Anwendung der losen Düngerkette nicht an Öffnungszeiten des Landhandels gebunden ist, bemessen sich die bereinigten Kapitalkosten

aus der Abschreibung für Dreiseitenkipper und Düngerschnecke. Mit den prozentualen Anteilen für Versicherungen und Zinsen entstehen Aufwendungen in Höhe von 2.567,87 € per anno. Abzüglich der kalkulatorischen Größe Abschreibung nehmen die bereinigten Kapitalkosten einen jährlichen Wert von 667,87 € ein.

Wie für den landwirtschaftlichen Betrieb MITTEL ist die Kostenaufstellung für den Betrieb GROSS durchgeführt worden. Die lose Düngerkette erfolgt in diesem Betrieb mit dem Überladewagen. Die Abschreibung für den Überladewagen hat eine Höhe von 2.500 €. Aufsummiert mit dem Betrag für Versicherung und Zinsen entstehen Kapitalkosten von 3.360,31 € im Jahr. Werden folglich die Abschreibungen wieder subtrahiert stehen als Ergebnis die bereinigten Kapitalkosten mit einem Wert von 860,31 € zu Buche.

## 4 Schlussfolgerungen

Die Betriebsleiter der landwirtschaftlichen Unternehmen stehen vor der Entscheidung in landwirtschaftliche Technik zur losen Düngerkette zu investieren, oder den Weg der abgesackten Düngerware einzuschlagen. Grund für den Investitionsbedarf kann veraltete Technik sein oder Ausstattung, die ihre Kapazitätsgrenze überschritten hat. Die Frage, die sich für die Betriebsleiter stellt, ist, ob die Betriebe bei dem vorhandenen System der losen Düngerlogistik bleiben und sich weitere Jahre an dieses System binden oder, ob der Schritt zur abgesackten Düngerware getätigt wird, was dann auch ein Systemwechsel in der Verfahrenstechnik zur Folge hat.

Im Rahmen der vorliegenden Studie sind für drei landwirtschaftliche Betriebe, mit unterschiedlicher Flächenausstattung, als Alternative zur losen Ware die Big Bags, auf ihre Rentabilität geprüft sowie das Ausmaß des Risikos analysiert worden.

Zu Anfang der Kalkulation wurde zunächst festgestellt, dass die Ersatzinvestition in Technik für das System der losen Düngerkette kapitalintensiver ist als die Umstellung zur Big Bag-Düngerkette. Aber auch die Big Bag-Düngerkette bringt vorab erst einmal Mehrkosten mit sich. Für Absacken des Düngers in Big Bags wird ein Preisaufschlag berechnet: 12,50 €/t. Dies bedeutet für den Betrieb KLEIN (75 ha) eine Mehrbelastung von 825 € im Jahr, der Betrieb MITTEL (220 ha) müsste 2.375 € mehr zahlen und der Betrieb GROSS (530 ha) hätte Mehrkosten von 5.550 € durch die Big Bags. Um die Dünger-Big Bags zu hantieren, fallen weitere Belastungen an. Je nach Mechanisierungsgrad des Betriebes entstehen Rüst- und Ladekosten in unterschiedlichen Größen. Die simulierten Betriebe MITTEL und GROSS wenden das Verfahren des Düngerzufahrens an, d.h., der Dünger wird dem Düngerstreuer an den Feldrand geliefert und dort überladen. Der Kostenaufwand für dieses System liegt beim Betrieb MITTEL mit 2.164,53 € pro Jahr für 190 Big Bags proportional deutlich über dem Betrieb GROSS, der zwar mit 3.335,44 € pro Jahr absolut gesehen mehr Aufwendungen hat, aber 444 Dünger-Big Bags umschlägt. Grund für diese überproportional teure Umschlagsart ist der Typ des Mobilladers. Der Betrieb GROSS arbeitet mit einem Telskoplader, der deutlich wendiger ist als der Frontladerschlepper, der im Betrieb MITTEL

eingesetzt wird. Die Rüst- und Ladekosten im Betrieb KLEIN nehmen 655,21 € im Jahr ein. Der Betrieb KLEIN überlädt den Dünger nicht am Feldrand, sondern er fährt zum Hof zurück, da so die einzige Arbeitskraft effizienter arbeitet.

Im Gegenzug zu den Rüst- und Ladekosten für Big Bags sind im vorstehenden Kapitel drei auch Rüst- und Ladekosten für die lose Düngerkette quantifiziert worden. Für den Betrieb KLEIN ist die Annahme getätigt worden, dass der Landwirt den Dünger im System der losen Düngerkette direkt vom nahe gelegenen Landhandel abholt. Für die Fahrten entstehen Kosten von 3.093,54 €. Hier entsteht Diskussionsbedarf. Die Mechanisierung des Betriebes gibt zwei Traktoren her. Somit könnte auch eine Investition in einen Anhänger getätigt werden, und der Landwirt kann dann den Dünger vom Landhandel mit dem Schlepper-Anhänger-Gespann durchführen. Der Dünger kann dann mit Hilfe des Frontladers und Leitgutschaufel in den Düngerstreuer übergeladen werden. Das System Düngerzufahren wird der Betrieb auf Grund des zu geringen Arbeitskräftebesatz nicht durchführen können.

Weiterhin ist fraglich, ob der Ablauf, den Dünger vom Landhandel zu holen, immer reibungslos von statten geht. Der Vorgang Wiegen und Warten vorm Wiegen ist mit 6 bzw. 10 Minuten (5 Minuten vor der Leerwiegung, 5 Minuten vor der Rückwiegung) angegeben. In Anbetracht, dass der Fahrer 56 mal zum Beladen fahren muss, ist mit Sicherheit das ein oder andere Mal mit erhöhten Standzeiten zu rechnen, da bei guten Witterungsbedingungen mit erhöhtem Verkehrsaufkommen beim Landhandel zu rechnen ist. Wird unterstellt, dass jede der 56 Fahrten zum Landhandel zehn Minuten länger dauert, so ändern sich die jährlichen Fahrtkosten zum Handel um ca. 500 € auf 3.592,50 €. Dies ist eine Steigerung von rund 16 % und hat dann bereits einen erheblichen positiven Einfluss auf die Rentabilität der Big Bag-Düngerkette. Dieser Aspekt lässt sich auch auf die Betriebe MITTEL und GROSS übertragen. Die Fahrten zum Landhandel mit Schlepper und Anhänger bzw. mit Überladewagen berechnen sich auf 26 Fahrten beim Landwirt MITTEL und 47 Fahrten beim Betrieb GROSS. Verlängern sich die Zeiten zum Dünger holen, so bringt dies ebenso einen positiven Impuls für die Big Bag-Düngerkette.

Um eine Leistungssteigerung des Düngerstreuers zu erreichen, wird bei den Betrieben MITTEL und GROSS Dünger zum Feld gefahren. Dass das Ziel einer höheren Flächenleistung durch kurze Rüstzeiten erreicht wird, indem der Dünger am Feldrand überladen wird, steht außer Frage.

Die Rentabilitätsanalyse des Betriebes KLEIN hat für die Umstellung auf die Big Bag-Düngerkette ein positives Ergebnis geliefert. Auf der Seite der Auszahlungen wurde mit einer jährliche Summe von 5.365,24 € kalkuliert. Diese Werte sind als hoch einzustufen und beruhen auf einem Dieselpreisniveau von 1,18 €/l zzgl. MwSt. Der Dieselpreis ist ein Wert, der gegenwärtig erzielt wird. Fällt der Preis sinkt die gesamte Rentabilität des Investitionsvorhabens. Auf der Seite der Einzahlungen sind mit hohen Ansätzen gerechnet worden. Die Mehrbelastungen von 12,50 €/t für den Einsatz Big Bags sind eher zu hoch (Bremer, 2012) als zu gering angenommen. Dies bedeutet für den Betriebsleiter, dass die Kosten mit einer hohen Wahrscheinlichkeit eingehalten werden können.

Betrachtet man die Differenzen aus den diskontierten barwertigen Rückflüssen, so ist festzustellen, dass mit Ausnahme des Investitionszeitpunktes null alle Rückflüsse positive

Zahlen einnehmen. Auf kumuliert liefert die Investitionsrechnung einen positiven Kapitalwert von 22.287,28 €. Dies besagt, dass der Landwirt durch die Investition in die Dünger-Big Bag-Kette besser gestellt ist. Die absolute Höhe von über 22.000 € bei einer Investitionshöhe von 8.980,21 € zur Periode null zeigt eine sehr hohe Vorzüglichkeit der abgesackten Düngerware. Dies spiegelt auch die Leistungs-Kosten-Differenz wider. Der Unternehmergewinn steigt jährlich um den Betrag von 2.827,04 €. Dies hat zudem steuerliche Konsequenzen, die in dieser Arbeit jedoch nicht berücksichtigt sind. Der interne Zinsfuß liefert ein Ergebnis von 14,94 %, und liegt damit gute zehn Prozentpunkte über dem kalkulatorischen Zinssatz. Dies bestätigt die vorangegangenen Ergebnisse und zeigt ebenfalls die Vorzüglichkeit der abgesackten Düngerkette an.

Die Risikoanalyse für den Betrieb KLEIN hat die risikobehaftete Variable Dieselpreis untersucht. Bei einem schwankendem Dieselpreis beziehen die Kapitalwerte Größen zwischen 18.700 € und 22.600 €. Alle Werte sind somit in einem positiven Korridor angesiedelt. Wird der Kapitalwert der aus der Rentabilitätsrechnung mit den gelieferten Kapitalwerten aus der Risikoanalyse verglichen, so ist festzustellen, dass die Annahme aus der Rentabilitätsberechnung mit einem Dieselpreis von 1,18 €/l zzgl. MwSt. bereits im obersten Bereich angesiedelt ist. Folglich ist festzuhalten, dass bei weiter steigenden Dieselpreisen die Vorzüglichkeit der Big Bag-Düngerkette gegeben ist. **Als abschließendes Ergebnis aus der Rentabilitäts- und Risikoanalyse bleibt somit festzustellen, dass eine Investition in die abgesackte Düngerkette unter den oben genannten Annahmen auch unter Berücksichtigung risikobehafteter Variablen rentabel ist.**

Bei dem Landwirtschaftsbetrieb MITTEL zeigt die Rentabilitätskalkulation ebenfalls einen positiven Kapitalwert an. Die jährlichen Auszahlungen nehmen eine Größe von 4.565,43 € ein und setzen sich zu über 85 % aus Kostenblöcken zusammen, die aus Rüst- und Ladekosten stammen. Hinzu kommt in der Periode null die Investition in den Dreiseitenkipper und die Düngerschnecke. Die Kalkulation beruht auf einem Voranschlag von 29.500 € für die Maschinen. Auf der Seite der jährlichen Einzahlungen stehen 4.539,53 €. Im Jahr der zehnten Nutzungsdauer wird der Restwert, der aus dem Erlös des Dreiseitenkippers und der Düngerschnecke erzielt werden kann, hinzu addiert, so dass in dem Jahr eine Einzahlung von 15.039,53 € stattfindet. Vergleicht man die jährlichen Auszahlungen mit den jährlichen Einzahlungen, so wird auf dem ersten Blick erkannt, dass die Differenz aus beiden Zahlungsströmen nur sehr gering ist. In der Rentabilitätsberechnung erzielen die diskontierten Differenzen aus den Aus- und Einzahlungen nur geringe Überschüsse. Dies liefert Diskussionsstoff. Die kumulierten barwertigen Rückflüsse zeigen einen positiven Kapitalwert in Höhe von 18.451,74 € an. Der positive Kapitalwert wird nur erreicht, auf Grund der hohen Einsparung von 29.500 €, die der Landwirt nicht bezahlen muss, wenn er zur Big Bag-Düngerkette wechselt.

Die kumulierten barwertigen Rückflüsse steigen vom Zeitpunkt null (24.960,47 €) zum Nutzungszeitpunkt neun (25.148,09 €) leicht an. Im zehnten Nutzungsjahr sind die Einzahlungen in die Investition um 10.474,10 € höher als die Auszahlungen. Wird diese Differenz mit Hilfe des Diskontierungsfaktors auf den Zeitpunkt null diskontiert, so ist als

Ergebnis festzuhalten, dass der Kapitalwert auf 18.451,47 € fällt. Dies ist nach wie vor ein positives Ergebnis, aber unter Berücksichtigung der anfänglichen Ausgabe von 29.500 € für den Dreiseitenkipper und die Düngerschnecke ist der Kapitalwert zu gering. In Folge dieser Erkenntnisse bringt die Umstellung von loser auf gesackte Düngerkette nur Liquiditätsvorteile. **Der Landwirt MITTEL ist nicht wesentlich besser gestellt, wenn er sein Düngerbezug auf Big Bags umstellt.**

Die Leistungs-Kosten-Differenz und die interne Zinsfuß Methode bringen ebenfalls positive Angaben. Aber auch hier sind die Ergebnisse nur auf die anfängliche Auszahlung von 29.500 € gestützt und verfälschen so das Ergebnis.

Die Risikoauswertung für den Betrieb MITTEL verdeutlicht die vorstehenden Resultate noch mehr. Die Kapitalwerte schwanken unter dem risikovariablen Diesel im Bereich von 17.141,74 € bis zu 18.545,26 €. Werden die Kapitalwerte unter Einbezug von Risiko mit dem Kapitalwert aus der Rentabilitätsrechnung verglichen, bleibt zu fixieren, dass das Ergebnis aus der Rentabilitätsrechnung bereits dicht an dem höchsten zu erzielenden Kapitalwert dran liegt. Folglich müssen die zu erzielenden jährlichen Differenzen aus den Aus- und Einzahlungen in der Mehrzahl der Untersuchungsfälle ein negatives Vorzeichen haben. **Unter dem Strich ist aus Rentabilitätssicht die Umstellung von loser zur gesackten Düngerkette für den Betrieb MITTEL nicht sinnvoll.** Da die jährlich zu erzielenden Überschüsse zu gering sind bzw. negative Vorzeichen einnehmen. Unter dem betriebswirtschaftlichen Grundsatz, der heißt: Liquidität vor Rentabilität, ist es für Liquiditätsschwache Unternehmen kurzfristig betrachtet jedoch von Vorteil auf abgesackten Dünger umzusteigen. Hierdurch werden Geldmittel freigesetzt, die andere Liquiditätslücken füllen können. Der Planungszeitraum mit einer Nutzungsdauer von zehn Jahren ist jedoch als mittelfristig einzustufen. Dies bedeutet schlussendlich, dass empfohlen wird keinen Systemwechsel durchzuführen und der Betrieb MITTEL bei der losen Düngerkette bleiben sollte.

Der Landwirtschaftsbetrieb GROSS liefert eindeutige Ergebnisse, die durchweg negative Erkenntnisse für die Big Bag-Düngerkette bringen. Seitens der Auszahlungen nehmen die jährlichen Werte eine Höhe 5.699,55 € ein. Die Kostenblöcke setzten sich, äquivalent zum Betrieb MITTEL, zu 85 % aus Rüst- und Ladekosten zusammen. Obendrein kommen zur Nutzungsperiode null die Investitionskosten für den Überladewagen, die sich auf eine Höhe von 38.000 € belaufen. An dieser Stelle ist auch zu diskutieren, ob das System Dünger mit einem Überladewagen zu fahren überhaupt nötig ist. Der Landwirt kann gleichfalls wie Betrieb MITTEL auch mit einem Anhänger-Düngerschnecken-Gespann den Dünger transportieren. Um jedoch eine weitere Alternative Transportgelegenheit widerzuspiegeln ist für den Betrieb GROSS die Überladewagenvariante unterstellt worden. Die Seite der Einzahlungen in die Investition zur Big Bag-Düngerkette setzt sich zusammen aus den Mehrkosten für Big Bags von 12,50 €/t und den dazu anfallenden Rüst- und Ladekosten. Die Summe bilanziert sich auf 8.885,44 € und übersteigt, anders als im Betrieb MITTEL, damit die Auszahlungen von 5.699,55 € deutlich. Infolge dessen entsteht ein negativer diskontierter barwertiger Rückfluss. Kumuliert bei der unterstellten Nutzungsdauer von zehn Jahren liefert das Investitionsvorhaben einen negativen Kapitalwert von -4.312,99 €. Ähnlich wie bei Betrieb MITTEL zehrt die Investition von der Einsparung der Investitionskosten in der Periode

null. Anders als bei dem mittleren Betrieb ist jedoch, dass nach dem letzten Nutzungsjahr ein negativer Wert zu Buche steht. Erst durch den Verkaufserlös des Überladewagens, wodurch die Einzahlung im zehnten Jahr um 13.000 € auf 21.885,44 € erhöht wird, fällt der kumulierte barwertige Rückfluss auf einen Wert unter 0 €. Liquiditätsvorteile sind beim Betrieb GROSS nicht zu erkennen. Die Differenz aus dem Auszahlungs- und Einzahlungsstrom ist laut Risikoanalyse stets im negativen Bereich. Die Schwankungsbreite der Kapitalwerte unter variablem Dieselpreisniveau liegen im Bereich von -5.920,61 € und -4.225,73 €. **Die Rentabilitäts- und Risikoanalyse kommen somit übereinstimmend zu dem Ergebnis, dass der Betrieb GROSS bei der losen Düngerkette bleiben sollte.**

Die vorgenannten Ausführungen beleuchten unterschiedliche Mechanisierungswege der Düngerlogistik. Beide Wege haben, wie bereits aufgeführt, Vor- und Nachteile. Für kleinere landwirtschaftliche Unternehmen ist das Verfahren der Big Bag-Düngerkette durchaus eine sinnvolle Alternative. **Für größere Betriebe bleibt die lose Düngerkette wohl ein fester Bestandteil des Unternehmenskonzepts.**

## 5 Literatur

**Anderson, Lewis. 2011:** *Common sense handling guidelines for flexible intermediate bulk containers*. Minneapolis : Flexible Intermediate Bulk Container Association (BIG BAGA), 2011.

**Bremer. 2012:** *BSL Betriebsmittel Service Logistik*. s.l. : Kiel, 2012.

**Brody, Aaron L. und Marsh, Kenneth S. 1997:** *Encyclopedia of Packing Technology*. New York : John Wiley & Sons, 1997.

**Engel, Martin. 2012:** *Landwirt, Dipl.Ing.* Hof Wulfsfelde : Felde, 2012.

**Hersel, Otmar. 2006:** *Zement-Merkblatt Landwirtschaft*. Wiesbaden/Düsseldorf: Verein Deutscher Zementwerke e.V., 2006

**Mußhoff, Oliver und Hirschauer, Norbert. 2010:** *Modernes Agrarmanagement*. München : Vahlen, 2010.

**Niermann, Inga. 2011:** *BIG BAG Planung des optimalen mehrwegfähigen Schüttgutcontainers*. Hamburg : Diplomica Verlag GmbH, 2011.

**Reckleben, Yves. 2006:** *Sensorgestützte Düngestrategien zur Ertrags- und Qualitätssteigerung bei Getreide*. RKL Rendsburg, 4.1.0, S.1247 - 1266, 2006.

**Schwark, Arwed. 2005:** *Bewirtschaftung und Status von Ackerböden in Schleswig-Holstein*. VDI-MEG Nr. 433, Kiel, 2005.

**Welte, Erwin und Timmermann, Friedel. 1985.** *Düngung und Umwelt*. Stuttgart : Verlag W. Kohlhammer, 1985.