

Universität für Bodenkultur Wien  
Interuniversitäres Department für Agrarbiotechnologie, IFA-Tulln  
Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie

# **Einfluss von Trockenschlempe (DDGS) mit und ohne NSP-spaltende Enzyme auf die Mast- und Schlachtleistung von Broilern**

Masterarbeit

eingereicht von

Gertrude Freudenberger

H 066 456/ 0640248

Betreuer:

ao. Univ. Prof. Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang WETSCHEREK

Dipl.-Ing. Dr. Karl SCHEDLE

Wien, November 2011

<b>1. Einleitung</b> .....	<b>4</b>
<b>2. Literatur</b> .....	<b>7</b>
2.1. Broilermast Allgemein .....	7
2.1.1. Grundlagen und Besonderheiten der Verdauung.....	7
2.1.2. Broilerfütterung .....	9
2.1.3. Broilerhaltung .....	10
2.2. Nährstoffversorgung.....	10
2.2.1. Energiebedarf.....	11
2.2.2. Eiweißbedarf .....	12
2.3. Trockenschlempe.....	18
2.3.1. Allgemeines.....	18
2.3.2. Nicht-Stärke-Polysaccharide .....	23
2.3.3. Einsatz in der Fütterung .....	25
<b>3. Material und Methode</b> .....	<b>28</b>
3.1. Versuchsort.....	28
3.2. Versuchsdauer .....	28
3.3. Tierherkunft.....	28
3.4. Versuchsdurchführung .....	28
3.4.1. Versuchsplan .....	30
3.4.2. Boxen und Einstreu .....	30
3.4.3. Stallklima .....	30
3.4.4. Fütterung.....	31
3.5. Untersuchungsparameter .....	37
3.5.1. Nährstoffanalysen der Alleinfuttermischungen .....	37
3.5.2. Merkmale der Mastleistung.....	37
3.5.3. Merkmale der Schlachtleistung .....	38
3.6. Statistische Auswertung .....	40
<b>4. Versuchsergebnisse</b> .....	<b>42</b>
4.1. Futtermittelanalysen .....	42
4.2. Mastleistung .....	46
4.2.1. Tierverluste .....	46

4.2.2. Lebendmasse-Entwicklung.....	47
4.2.3. Futteraufnahme .....	52
4.2.4. Futteraufwand .....	52
4.3. Schlachtleistung.....	53
4.3.1. Allgemeine Schlachtleistung .....	53
4.3.2. Organgewichte und Abdominalfett .....	54
4.3.3. Wertvolle Teilstücke.....	55
<b>5. Diskussion .....</b>	<b>57</b>
<b>6. Zusammenfassung .....</b>	<b>65</b>
<b>7. Summary.....</b>	<b>67</b>
<b>8. Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>69</b>
<b>9. Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>71</b>
<b>10. Literaturverzeichnis.....</b>	<b>72</b>

## 1. Einleitung

Die Geflügelmast hat in Österreich in den vergangenen Jahren stetig an Bedeutung gewonnen. Gründe für den gestiegenen Konsum an Geflügelfleisch stellen einerseits die günstigen ernährungsphysiologischen Eigenschaften von Geflügelfleisch, hochwertiges Protein und niedriger Fettgehalt, die einfache Zubereitungsmöglichkeit und der immer größer werdende Wunsch nach gesunder Ernährung dar.

Der Produktionswert der Geflügelproduktion erhöhte sich in der Vergangenheit kontinuierlich. In den Jahren 2007 und 2008 beruhte der Anstieg auf Erhöhungen des Erzeugerpreises, im Jahr 2009, das von der Wirtschaftskrise geprägt war, kam es trotz dieser zu einer Steigerung des Produktionsvolumens. Im Jahr 2010 konnte das Produktionsvolumen erneut um 7,4% erhöht werden im Vergleich zu 2009 (BMLFUW, 2011).

Österreich weist 2010 eine Bruttoeigenerzeugung von 120.989 t auf (die Versorgungsbilanz wird in Tabelle 1 dargestellt). Das entspricht einer Menge von 72,3 Mio. geschlachteten Hühnern im Jahr 2010 (+2,8%). Trotz des gestiegenen Hühnerfleischanfalls (+5,9%) sank der Selbstversorgungsgrad um 3% auf 72%.

**Tabelle 1: Versorgungsbilanz für Geflügel nach Arten 2009 (BMLFUW, 2011)**

	Hühner	Puten	Enten	Gänse	Insgesamt
<b>Bruttoeigenerzeugung (t)</b>	99.450	21.070	109	360	120.989
<b>Nettoerzeugung (t)</b>	100.137	23.990	112	360	124.598
<b>Einfuhr (t)</b>	49.177	47.543	4.769	1.563	103.052
<b>Ausfuhr (t)</b>	40.033	19.260	376	26	59.696
<b>Inlandsverbrauch (t)</b>	109.281	52.272	4.504	1.898	167.955
<b>Pro-Kopf-Verbrauch (kg)</b>	13,1	6,3	0,5	0,2	20,1
<b>Selbstversorgungsgrad (%)</b>	91	40	2	19	72

Der Pro-Kopf-Verbrauch an Geflügelfleisch ist jedoch gegenüber dem Vorjahr um 0,8 kg auf 20,1 kg gestiegen. Betrachtet man den Geflügelfleisch- und den allgemeinen Fleischkonsum genauer, lässt sich längerfristig ein Substitutionseffekt zu Gunsten von Geflügelfleisch und zu

Lasten von dunklem Fleisch erkennen (wie Tabelle 2 zeigt) (BMLFUW, 2011 und BMLFUW, 2010).

**Tabelle 2: Pro-Kopf-Verbrauch in Österreich in kg ( BMLFUW, 2011)**

<b>Jahr</b>	<b>Fleisch insgesamt</b>	<b>Rindfleisch</b>	<b>Schweinefleisch</b>	<b>Geflügelfleisch</b>
<b>1980</b>	97,1	25,7	54,4	11,1
<b>1990</b>	101,8	22,4	60,1	13,7
<b>1995</b>	96,7	19,5	57,7	15,3
<b>2000</b>	102,5	19,6	60,7	17,1
<b>2001</b>	98,2	18,4	56,8	18,4
<b>2002</b>	98,5	18,8	57,2	17,9
<b>2003</b>	99,0	18,8	57,8	17,7
<b>2004</b>	99,3	17,6	57,2	19,2
<b>2005</b>	99,9	18,0	56,8	20,2
<b>2006</b>	98,4	18,2	56,8	18,7
<b>2007</b>	100,1	18,2	58,0	19,8
<b>2008</b>	98,4	18,4	56,4	19,3
<b>2009</b>	100,0	18,3	56,8	20,1

Mitunter einen Grund für die zunehmende Produktion und den gestiegenen Konsum an Geflügelfleisch findet man mit Sicherheit in den Konsumentenwünschen. Umfangreiche Analysen der RollAMA (rollierende Agrarmarkt-Analyse – Marktforschungsinstrument der Agrarmarkt Austria Marketing GmbH) haben aufgezeigt, dass sich die Konsumenten frische, regionale Lebensmittel wünschen. Auch der Wegfall von langen Transportwegen zum Schutz der Umwelt und des Klimas sind für den Konsument immer mehr von Bedeutung, und nicht zu vergessen der Wunsch nach einer gesunden ausgewogenen Ernährung (BMLFUW, 2010 und BMLFUW, 2011). Diese Ansatzpunkte werden auch von der Agrarpolitik genutzt um die heimische Landwirtschaft zu stützen.

Eine Herausforderung in der Broilermast stellt aber sicherlich die Versorgung der Tiere mit hochwertigem Futterprotein dar. Vor dieser Herausforderung sieht man sich in der

gesamten Nutztierhaltung gestellt. Für die Proteinversorgung stehen einerseits die Ausgangsprodukte (Getreide, Körnerleguminosen) und andererseits deren Nebenprodukte zur Verfügung. Aufgrund des weltweit steigenden Bedarfs an Nahrungsmitteln müssen Alternativen in der Futterproteinversorgung gefunden werden. In der europäischen Gemeinschaft beträgt die Selbstversorgung an Futterprotein derzeit nur 23%. Das bedeutet, man ist sehr stark auf einen Futtermittelimport angewiesen. Importiert werden vor allem Nebenprodukte der Ölsaatenverarbeitung (Sojaextraktionsschrot). Das Problem hier wiederum besteht darin, dass am Weltmarkt nahezu nur gentechnisch veränderter Sojaextraktionsschrot zur Verfügung steht (SCHENKEL, 2010).

Eine mögliche heimische Alternative wäre der Einsatz von Trockenschlempe (Distiller's Dried Grains with Solubles DDGS), ein Nebenprodukt der Bioethanolerzeugung. In Österreich fallen derzeit jährlich rund 190.000 t DDGS an (AGRANA, 2009). DDGS wird derzeit in der Wiederkäuerfütterung problemlos eingesetzt, dort ist DDGS bereits eine Alternative zum Sojaextraktionsschrot geworden. DDGS kann in der Milchviehfütterung als geeignete Eiweißkomponente eingesetzt werden (URDL, 2010). In der Monogastriden Ernährung stellen vor allem das unausbalancierte Aminosäurenmuster und der hohe Anteil an Nicht-Stärke-Polysacchariden (NSP) eine Herausforderung dar (DLG, 2009). Die NSP-Fraktion kann insbesondere beim Geflügel eine negative Auswirkung auf die Verdauung und somit in weiterer Folge auf die Parameter der Mast- und Schlachtleistung haben. Im Bereich der Schweinemast wurden bereits einige Untersuchungen abgeschlossen, die einen Einsatz von bis zu 30% DDGS in den Futtermischungen ohne negative Auswirkungen auf die Mast- und Schlachtleistung erlauben (PUNZ et.al., 2010).

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, die Einsatzmöglichkeit von DDGS, mit und ohne NSP-hydrolysierendem Enzymzusatz, in der Broilermast zu ermitteln. Dazu wurden die Mast- und Schlachtleistungsparameter herangezogen.

## **2. Literatur**

### **2.1. Broilermast Allgemein**

Oberstes Ziel der Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere ist eine bedarfsgerechte Versorgung an Nährstoffen, um das jeweilige Leistungspotenzial ausnutzen zu können und zufriedenstellende Leistungen zu erzielen. Dabei müssen aber die Gesundheit und das Wohlbefinden der Tiere sowie die Produktqualität erhalten bleiben. Neben der Versorgung mit Nährstoffen, muss ferner der ökonomische Aspekt wie zum Beispiel die Kosten der Futtermittel, und der damit verbundene Futteraufwand berücksichtigt und optimiert werden. Die bedarfsgerechte Fütterung nimmt somit eine außerordentlich zentrale Rolle ein.

#### **2.1.1. Grundlagen und Besonderheiten der Verdauung**

Um Geflügel bedarfsgerecht und artgerecht mit Nährstoffen versorgen zu können ist es Voraussetzung, die Merkmale des Verdauungstraktes zu kennen und zu verstehen. Aufgrund seiner physiologischen und anatomischen Besonderheiten stellt das Huhn hohe Ansprüche an den Nährstoffgehalt, die Wertigkeit und die Verdaulichkeit der eingesetzten Komponenten in der Ration.

Geflügel zählt zu den Omnivoren (Allesfressern). Im Vergleich zu den übrigen Nutztieren hat das Huhn nur einen sehr kurzen Verdauungskanal im Verhältnis zur Körperlänge. Beim Schaf hat der Verdauungstrakt das 25 – 30fache der Körperlänge, beim Schwein das 15fache der Körperlänge und beim Geflügel nur das sechs-fache der Körperlänge (KIRCHGESSNER et.al., 2010). Hieraus lässt sich ableiten, weshalb das Geflügel so hohe Ansprüche an die Nährstoffversorgung stellt. Aus der Länge des Verdauungskanals resultiert, dass die Nahrung eine dementsprechend kurze Verweildauer im Magen aufweist und eine dementsprechend hohe Verdaulichkeit von Nöten ist (JEROCH et.al., 2008).

Im Wesentlichen zeichnet sich der Verdauungskanal vom Geflügel durch folgende Merkmale aus: zur Nahrungsaufnahme dient der Schnabel, die Gestalt und Funktion richten sich nach Art und Weise der Nahrungsaufnahme. Aufgrund des Fehlens von Backen, Backenmuskulatur und der Zähne, wird das Futter aufgenommen und ohne ausreichende

Zerkleinerung geschluckt. Zudem wird das Futter im Schnabel nur wenig mit muzinreichem Speichel vermischt. Das grobe Futter wird rasch in den Kropf ab geschluckt. Der Kropf ist eine drüsenlose, beutelförmige Erweiterung der Speiseröhre und dient der Speicherung und Einweichung der Nahrung. Des Weiteren reguliert der Kropf die Magenfülle, er steuert die Abgabe des Nahrungsbreis in den Magen. Der Magen von Geflügel gliedert sich in zwei aufeinander folgende Mägen. Am Beginn steht der Drüsenmagen, hier beginnt der enzymatische Verdauungsprozess. Es werden die Sekrete der Magendrüsen sowie Salzsäure in den Magen geleitet. Dem Drüsenmagen anschließend folgt der Muskelmagen. Seine Wand wird aus einer starken Schicht glatter Muskulatur gebildet. Durch die intensive Muskelkontraktion wird die Nahrung zerkleinert. Grit (kleine Steinchen bzw. harte Futterpartikel) unterstützen hierbei den Zerkleinerungsprozess. Nachdem der Nahrungsbrei zerkleinert und die enzymatische Verdauung bereits eingesetzt hat, folgt der Hauptteil des enzymatischen Abbaus im Dünndarm. Der Dünndarm ist der Hauptort des enzymatischen Nährstoffaufschluss und Absorption der Nährstoffe. Im Dünndarm nehmen neben der Dünndarmschleimhaut, die Verdauungssäfte der Leber und des Pankreas an der Verdauung teil. Es folgt der Dickdarm, dieser ist relativ kurz und dient in erster Linie der Resorption von Wasser und Salzen, hierdurch kommt es zu einer Eindickung des Darminhaltes. Eine weitere Besonderheit stellt die Ausbildung von zwei Blinddärmen dar. Sie sind der Hauptort der mikrobiellen Verdauung. Es gelangt jedoch nur ein geringer Teil des Futters in die Blinddärme zum Bakteriellen Um- und Abbau. Durch die geringe mikrobielle Verdauungskapazität im Blinddarm kann Geflügel nur einen belanglosen Teil von Zellwandbestandteilen verwerten. Die Blinddärme werden mit jedem zehnten Absetzen von Darmkot entleert. In dementsprechend großen Abständen erfolgt auch die Befüllung der Blinddärme. Der Enddarm mündet in die Kloake, die sich aus einem Kotraum, Harnraum und Endraum zusammensetzt. Über die Kloake erfolgt die Ausscheidung von Kot und Harn gemeinsam (KIRCHGESSNER et.al., 2008; JEROCH et.al., 2008 und SALOMON, 1993).

Auf diese Eigenschaften des Verdauungstraktes muss in der Broilerfütterung Rücksicht genommen werden, sie bilden die Grundlagen für eine erfolgreiche Broilermast.

### 2.1.2. Broilerfütterung

Bei der Fütterung muss auf die grundlegenden Nährstoffansprüche sowie die beeinflussenden Kriterien der Futteraufnahme Rücksicht genommen werden. In der Praxis hat sich in der Broilerfütterung als gängigste Methode die Phasenfütterung mit Alleinfuttermitteln bewährt.

Bei der Futteraufnahme stehen Form, Farbe, Größe und Konsistenz der Futtermittel im Vordergrund. Optische und taktile Reize sind bedeutsamer als der Geschmack des Futtermittels (JEROCH et.al., 2008). Als Konsequenz ergibt sich der Einsatz von pelletierten Futtermitteln in der Praxis. Durch deren Einsatz kann gewährleistet werden, dass die Tiere mit jedem Bissen eine entsprechende Energie- und Eiweißversorgung erhalten. Bei hofeigenen Mischungen (insbesondere bei Mehlfutter) muss speziell darauf zu achten, dass alle Futterkomponenten eine einheitliche Partikelgröße aufweisen, um eine selektive Futteraufnahme zu vermeiden (KIRCHGESSNER et.al., 2008 und JEROCH et.al., 2008).

Durch den Einsatz von Alleinfuttermitteln kann zudem die bedarfsgerechte Versorgung an Nährstoffen sicher gestellt werden. Die Alleinfuttermittel werden auf die jeweilige Wachstumsphase abgestimmt, um eine Über- oder Unterversorgung zu vermeiden (JEROCH et.al., 2008). In der Broiler Kurzmast bis fünf Wochen sollen mindestens zwei verschiedene Alleinfuttermittel eingesetzt werden. In der Praxis hat sich aus ökonomischen und ökologischen Aspekten der Einsatz von drei Alleinfuttermitteln bewährt. In den ersten zehn bis 14 Tagen wird den Küken ein Hühner-Starterfutter mit höherem Proteingehalt (mind. 22% Rohprotein) angeboten. Danach folgt bis zum 28. Masttag ein Hühnermastfutter I mit einem entsprechenden Energie- und Rohproteinverhältnis (mind. 18% Rohprotein). Hier soll es zu keiner großen Änderungen der Futterkomponenten kommen, um die Akzeptanz, die Futteraufnahme und die Futtermittelverwertung nicht negativ zu beeinflussen. Für die Endmast kommt ein Hühnermastfutter II mit höheren Energie- und geringeren Rohproteingehalten zum Einsatz. Dem Starterfutter und dem Hühnermastfutter I sollte ein Coccidiostaticum zur Prophylaxe von Kokzidiose beigemischt werden. Daher ist es nötig, mindestens drei Tage vor der Schlachtung auf ein anderes Alleinfutter zu wechseln (KIRCHGESSNER et.al., 2008). Das Futter wird den Tieren für gewöhnlich zur freien Aufnahme, *ad libitum*-Fütterung, angeboten. Das Futter steht den Tieren somit mengenmäßig und zeitlich unbegrenzt zur

Verfügung. Eine restriktive Fütterung oder kontrollierte Fütterung kommen in der Broilermast nicht zum Einsatz. Bei den Alleinfuttermischungen muss man zudem noch beachten, dass die Futterraufnahme vor allem durch den Energiegehalt beeinflusst wird. Die Futterraufnahme steigt mit einer niedrigeren Energiedichte. Daraus resultiert, dass die Nährstoffgehalte an den jeweiligen Energiegehalt angepasst werden müssen.

Die Wasserversorgung der Broiler muss über entsprechende Tränkeinrichtungen gesichert werden. Auf die Wasserqualität muss besonderes Augenmerk gelegt werden, die Tiere reagieren auf Geschmacksveränderungen im Wasser stärker und empfindlicher als im Futter (JEROCH et.al., 2008).

### **2.1.3. Broilerhaltung**

Die Broilermast vollzieht sich überwiegend in Bodenhaltung mit kurz gehäckseltem Stroh oder Hobelspänen als Einstreu. Die Haltungsbedingungen haben neben der Futterraufnahme und der Tiergesundheit maßgeblichen Einfluss auf eine erfolgreiche Produktion.

Im Geflügelsektor wird schon sehr lange mit Beleuchtungs- und Temperaturprogrammen gearbeitet. Oberstes Ziel muss es sein, den Tieren optimale stallklimatische Bedingungen anzubieten. Beim Einstellen der Eintagsküken soll im Stall eine Temperatur von 32°C erreicht werden. Die Temperatur kann danach täglich um 0,5 bis 1°C gesenkt werden, sodass mit dem siebten Tag eine Temperatur von 27°C herrscht. Eine weitere Temperaturabsenkung erfolgt bis zum 21. Tag auf 20 bis 21 °C, diese Temperatur bleibt bis zum Mastende konstant. Die Beleuchtungsintensität beträgt in den ersten 48 Stunden 24 Stunden (mindestens 20 Lux) und wird danach je nach Haltungsprogramm auf mindestens sechs Stunden Dunkelphase verringert (JEROCH et.al., 2008).

## **2.2. Nährstoffversorgung**

Um das Leistungspotenzial der wachsenden Tiere vollständig ausschöpfen zu können, muss während der Mastperiode vorrangig die Energie- und Rohproteinversorgung angepasst

werden. Auch der Bedarf an den übrigen Nährstoffen (Mengen- und Spurenelemente) muss angepasst werden, jedoch ergeben sich hier minimale Veränderungen.

Aufgrund des hohen Wachstums der Broiler in den ersten Lebenswochen ist in dieser Zeit eine intensive Fütterung erforderlich. Der sich ergebende Nährstoffbedarf beruht auf der veränderten chemischen Zusammensetzung der wachsenden Tiere im Verlauf der Mastperiode. In der Kurzmast können männliche und weibliche Tiere gemeinsam gefüttert werden, da der Geschlechtsdimorphismus erst nach der fünften Lebenswoche verstärkt zum Ausdruck kommt. Die weiblichen Tiere weisen jedoch während der gesamten Mastperiode (Kurzmast fünf Wochen) geringere Lebendmassen und eine um fünf bis sechs Prozent schlechtere Futtermittelverwertung als die männlichen Tiere auf (KIRCHGESSNER et.al., 2008).

### 2.2.1. Energiebedarf

Die Ermittlung des Energiebedarfs erfolgt für Mastgeflügel am Beispiel eines wachsenden männlichen Broilers. Der Energiebedarf wird in Form der N-korrigierten scheinbar umsetzbaren Energie ( $AME_N$ ) ausgedrückt. Für die Bedarfsberechnung muss neben dem Erhaltungsbedarf ( $480 \text{ kJ } AME_N / \text{kg LM}^{0,75}$ ), der Ansatz an Energie in Form von Körperprotein und -fett, sowie deren Teilwirkungsgrade bekannt sein (JEROCH et.al., 2008). Die  $AME_N$  bringt zum Ausdruck, dass die Energieverlust über Kot und Harn auch endogenen Ursprungs berücksichtigen (KIRCHGESSNER et.al., 2008).

Der Energiebedarf muss immer in Zusammenhang mit dem Proteinbedarf (siehe Tabelle 3) gesehen werden, da der Protein- und Fettansatz von zahlreichen Faktoren (Genetik, Alter, Geschlecht, Fütterung) beeinflusst werden (KIRCHGESSNER et.al., 2008).

Die Berechnung des Energiebedarfs kann mit folgender Gleichung erfolgen (GfE 1999):

$$AME_N [\text{kJ/d}] = 480 \times LM_{\text{kg}}^{0,75} + RPE/0,52 + RFE/0,84$$

RPE = Retinierte Proteinenergie (kJ/d) = Proteinansatz in Federn und Tierkörper (g/d) x 23,86

RFE = Retinierte Fettenergie (kJ/d) = Fettansatz (g/d) x 39,77

Teilwirkungsgrad retinierte Proteinenergie = 0,52

Teilwirkungsgrad retinierte Fettenergie = 0,84

**Tabelle 3: Ermittelter Energie- und Rohproteinbedarf von Broilern nach GfE 1999 (KIRCHGESSNER et.al., 2008)**

Alter	LM am Ende der Woche <sup>1</sup> in g		AME <sub>N</sub> -Bedarf <sup>2</sup> MJ/d		XP-Bedarf <sup>2</sup> g/d		XP : AME <sub>N</sub> <sup>2</sup> g/MJ	
	m	w	m	w	m	w	m	w
1	170	150	0,32	0,28	5,3	4,6	16,8	16,5
2	400	360	0,65	0,62	10,4	9,9	16,1	16,0
3	750	690	1,14	1,07	17,9	16,4	15,7	15,4
4	1.230	1.110	1,60	1,46	24,4	21,7	15,3	14,8
5	1.770	1.560	1,98	1,77	29,7	25,1	15,0	14,2

m = männlich; w = weiblich

<sup>1</sup> Mittlere LM in der Mastwoche = (LM<sub>n-1</sub> + LM<sub>n</sub>) / 2 ist notwendig für die Kalkulation des Erhaltungsbedarfes

<sup>2</sup> Werte sind mit entsprechenden Sicherheitszuschlag für Futterverluste zu versehen (~5%)

### 2.2.2. Eiweißbedarf

Wie der Energiebedarf orientiert sich auch der Proteinbedarf am Proteinansatz und dem Erhaltungsbedarf. In der Berechnung des Proteinbedarfs muss man auf den Ansatz für Feder- und Körperprotein eingehen (JEROCH et.al., 2008).

Federn bestehen aus 82% Protein, sie beeinflussen den Protein- und den Aminosäurenbedarf im Mastverlauf wesentlich. Federn enthalten im Vergleich zu Körperprotein wenig Lysin und Methionin, hingegen aber hohe Gehalte an Cystein (KIRCHGESSNER et.al., 2008).

Der Proteinbedarf kann mit folgender Gleichung ermittelt werden (GfE 1999):

$$\text{XP (g/d)} = \text{XP}_m \times \text{LM}_{\text{kg}}^{0,67} + (\text{XP}_F + \text{XP}_{\text{TK}}) / \text{Verwertung}$$

XP = Rohproteinbedarf

XP<sub>m</sub> = Proteinerhaltungsbedarf = 2,8 g/kg LM<sup>0,67</sup>/d

XP<sub>F</sub> = Proteinansatz in Federn, g/d

XP<sub>TK</sub> = Proteinansatz im Tierkörper ohne Federn, g/d

Verwertung = mittlerer Verwertungsgrad des Futterrohproteins für den Ansatz = 0,6g/d

In der Geflügelernährung gibt es strenggenommen keinen Bedarf an Rohprotein per se, sondern einen Bedarf an essentiellen Aminosäuren. Folglich ist das zugeführte Aminosäurenmuster entscheidend. Das optimale Verhältnis der Aminosäuren, wie es im Idealprotein der Fall ist, ändert sich im Mastverlauf. Dem Idealprotein kommt hinsichtlich der Proteinverwertung (Minimierung der N-Ausscheidung) und der Vermeidung von Imbalancen große Bedeutung zu. Aufgrund des sich ändernden Bedarfs an essentiellen Aminosäuren ist es nicht möglich, für die gesamte Mastperiode immer dasselbe Idealprotein zu verwenden (JEROCH et.al., 2008).

Zur Ermittlung des Aminosäurenbedarfs kann folgende Gleichung herangezogen werden:

$$\mathbf{AS\ (g/d) = (AS_m + AS_F + AS_{TK}) / Verwertung}$$

AS = Bedarf einer Aminosäure

AS<sub>m</sub> = Nettoerhaltungsbedarf der Aminosäure, g AS/kg LM x LM (kg)/d

AS<sub>F</sub> = Ansatz der Aminosäure im Federprotein, g/d

AS<sub>TK</sub> = Ansatz der Aminosäure im Tierkörperprotein ohne Federprotein, g/d

Verwertung = mittlerer Verwertungsgrad der Futteraminosäure für ihren Ansatz

Aminosäuren werden demzufolge ihrer ernährungsphysiologischer Bedeutung in essentielle, semiessentielle und nicht essentielle Aminosäuren eingeteilt. Die Einteilung der Aminosäuren nach den ernährungsphysiologischen Gesichtspunkten stellt Tabelle 4 dar.

*Essentielle Aminosäuren* können vom Organismus nicht selbst gebildet werden, sie müssen mit der Nahrung zugeführt werden.

*Nichtessentielle Aminosäuren* können im Organismus bei ausreichender Menge aus anderen Aminosäuren synthetisiert werden.

*Semiessentielle Aminosäuren* können im Organismus aus anderen Aminosäuren, wenn diese in ausreichender Form zu geführt werden, synthetisiert werden.

*Limitierende Aminosäuren* sind Aminosäuren die, weil sie in einer zu geringen Menge in der Ration enthalten sind, die Leistungen hemmen, obwohl die übrigen Aminosäuren ausreichend vorhanden sind (JEROCH et.al., 2008).

**Tabelle 4: Einteilung der Aminosäuren nach ernährungsphysiologischen Gesichtspunkten (GfE, 1999)**

<b>Essentielle Aminosäuren (durch das Huhn nicht synthetisierbar)</b>	<b>Synthetisierbar aus anderen Aminosäuren<sup>1</sup></b>	<b>Nichtessentielle Aminosäuren (ausreichend synthetisierbar durch das Huhn)</b>
<b>Arginin</b>	Tyrosin	Alanin
<b>Lysin</b>	Cystein	Asparaginsäure
<b>Histidin</b>	Hydroxylysin	Asparagin
<b>Leucin</b>		Glutaminsäure
<b>Isoleucin</b>		Glutamin
<b>Valin</b>		Hydroxyprolin
<b>Methionin</b>		Glycin <sup>2</sup>
<b>Threonin</b>		Serin <sup>2</sup>
<b>Tryptophan</b>		Prolin <sup>3</sup>
<b>Phenylalanin</b>		

<sup>1</sup> Tyrosin wird aus Phenylalanin; Cystein aus Methionin und Hydroxylysin aus Lysin synthetisiert

<sup>2</sup> Unter bestimmten Bedingungen können Glycin und Serin nicht ausreichend für ein maximales Wachstum vorhanden sein, Glycin und Serin müssen in diesen Fällen synthetisiert werden.

<sup>3</sup> Wenn Rationen aus kristallinen Aminosäuren zusammengesetzt sind, dann kann Prolin für ein maximales Wachstum begrenzend sein.

Lysin gilt in der Monogastriden Ernährung als die erstlimitierende Aminosäure in den Futtermitteln. Lysin wird beim Geflügel hauptsächlich im Körperprotein angesetzt, im Federprotein werden überwiegend die schwefelhaltigen Aminosäuren angesetzt. Daher ändert sich während des Mastverlaufs der Bedarf an Lysin und den übrigen Aminosäuren sowie deren Verhältnis zu Lysin. Die Bedarfsableitung der essentiellen Aminosäuren, sowie die Versorgungsempfehlung der Aminosäuren sind in den Tabellen 5 und 6 dargestellt. Die Bedarfsangaben der Aminosäuren werden immer auf ein MJ AME<sub>N</sub> bezogen, um bei unterschiedlichen Energiegehalten die jeweils erforderliche Aminosäurenversorgung sicher zu stellen (KIRCHGESSNER et.al., 2008).

**Tabelle 5: Bedarfsableitung von essentiellen Aminosäuren bei Broilern (KIRCHGESSNER et.al., 2008)**

Aminosäure	Nettobedarf für Erhaltung mg/kg LM	Aminosäurezusammensetzung g/100 g XP		Gesamtverwertung <sup>1</sup>
		Tierkörper (ohne Federn)	Federn	
Lysin	41	7,0	1,8	0,68
Methionin	38	2,5	0,6	0,70
Methionin + Cystein	72	3,8	8,8	0,66
Threonin	65	3,9	4,8	0,65
Tryptophan	10	1,0	0,7	0,66
Arginin	63	6,9	7,0	0,68
Valin	60	5,5	7,9	0,63
Isoleucin	56	4,2	5,4	0,67
Leucin	91	7,1	8,0	0,69
Phenylalanin	31	4,3	5,1	0,68
Phenylalanin + Tyrosin	160	7,1	7,8	0,68
Histidin	22	2,1	0,6	0,65

<sup>1</sup> Produkt aus intermediäre Verwertung x wahre präcaecale Verdaulichkeit (Einzelangaben bei GfE 1999)

**Tabelle 6: Empfehlungen zur Aminosäurenversorgung von Broilern (KIRCHGESSNER et.al., 2008)**

Aminosäure	Mastwoche					
	0 – 3 <sup>1</sup>		4 – 6 <sup>1</sup>		7 – 8 <sup>1</sup>	
	g/MJ AME <sub>N</sub>	Lys = 100	g/MJ AME <sub>N</sub>	Lys = 100	g/MJ AME <sub>N</sub>	Lys = 100
<b>Lysin</b>	0,89	100	0,78	100	0,66	100
<b>Methionin</b>	0,32	36	0,29	37	0,26	40
<b>Methionin + Cystein</b>	0,59	66	0,63	81	0,62	94
<b>Threonin</b>	0,58	65	0,57	73	0,54	82
<b>Tryptophan</b>	0,14	16	0,13	16	0,11	17
<b>Arginin</b>	0,93	104	0,89	114	0,80	121
<b>Valin</b>	0,83	93	0,82	105	0,76	115
<b>Isoleucin</b>	0,60	67	0,58	74	0,54	83
<b>Leucin</b>	0,97	109	0,94	120	0,87	132
<b>Phenylalanin</b>	0,57	64	0,53	68	0,45	69
<b>Phenylalanin + Tyrosin</b>	1,01	113	1,01	129	0,99	150
<b>Histidin</b>	0,29	33	0,26	33	0,23	34

<sup>1</sup> Angaben betreffen die erste Woche des jeweiligen Altersabschnittes

Für die Qualität von DDGS stellt somit der Gehalt an verdaulichen Aminosäuren, vorrangig der Gehalt an essentiellen verdaulichen Aminosäuren, den wertbestimmend Faktor dar (CROMWELL et. al., 1993).

Um die Aminosäuren-Verdaulichkeit beurteilen zu können wird eine Bilanz der Nährstoffe im Verdauungstrakt gebildet. Mit der Nahrung aufgenommene Nährstoffe, die nicht wieder über den Kot ausgeschieden werden, gelten als verdaut und resorbiert. Jedoch muss besonders bei der Aminosäuren-Verdaulichkeit berücksichtigt werden, dass ausgeschiedene Aminosäuren auch endogener Herkunft stammen können. Korrigiert man die

ausgeschiedenen Aminosäuren um die endogene Herkunft, erhält man die wahre Aminosäuren-Verdaulichkeit.

**Formel zur Berechnung der wahren Verdaulichkeit:**

$$\text{wVK \%} = I - \frac{F - E}{I} * 100$$

wVK = wahrer Verdauungskoeffizient

I = Nährstoffmenge im Futter

F = Nährstoffmenge im Kot

E = endogene Nährstoffe im Kot

Die präcaecale Aminosäuren-Verdaulichkeit entspricht der Nährstoffverdaulichkeit bis zum Ende des Caecum. Besonders bei Monogastriden ist die präcaecale Aminosäuren-Verdaulichkeit essentiell. Denn Aminosäuren, die in den Dickdarm gelangen, werden zwar verdaut und resorbiert, nicht aber in Form von Aminosäuren sondern in Form von mikrobiellen Abbauprodukten (JEROCH et.al., 2008).

Bedingt durch den Herstellungsprozess kommt es in DDGS jedoch im Vergleich zum Ausgangsmaterial zu reduzierten Gehalten an verdaulichen Aminosäuren, vorwiegend Lysin, Threonin, Arginin, Histidin und Tryptophan, da diese empfindlich gegenüber hohen Temperaturen sind (BATAL und DALE, 2006).

Um DDGS erfolgreich in der Geflügelernährung einsetzen zu können scheint es nötig zu sein, die Bioverfügbarkeit der Aminosäuren von DDGS zu kennen. Hauptproblem stellen aber nach wie vor der teilweise stark schwankenden Gehalte an verdaulichen Aminosäuren dar. Um eine ausgewogene Ration erstellen zu können, muss der Gehalt an Energie und verdaulichen Aminosäuren (vor allem Lysin) im Vorfeld ermittelt werden, um diese entsprechende zu kompensieren. Dadurch wird ein DDGS-Einsatz ohne Leistungsdepression ermöglicht (BANDEGAN et. al., 2009).

### **2.3. Trockenschlempe**

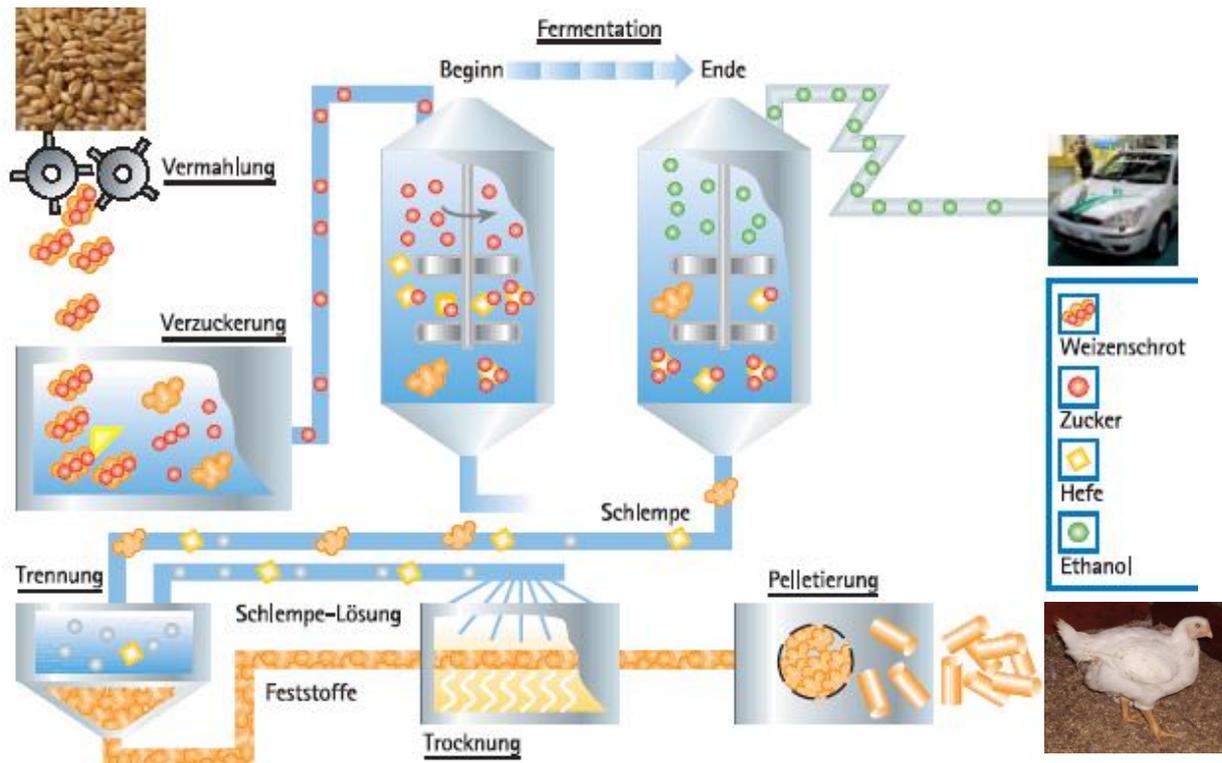
Trockenschlempe (Distillers Dried Grains with Solubles – DDGS) fällt als ein Nebenprodukt bei der Bioethanolerzeugung an. In Österreich werden derzeit jährlich cirka 190.000 t Trockenschlempe vom Bioethanolwerk in Pischelsdorf produziert. Der Herstellungsprozess bedingt, dass DDGS weitgehend frei von Stärke bzw. deren Abbauprodukte und reich an Inhaltsstoffen wie Eiweiß, Fett, Mineralstoffe und Faser ist.

DDGS steht der Tierernährung seit Jahrzehnten zur Verfügung. Früheren Generationen von DDGS dienten verschiedene, nicht einheitliche, Getreidemischungen als Ausgangsmaterialien. Heute kommt DDGS aus der Ethanolproduktion, bei der als Rohstoffe vornehmlich Mais und Weizen zum Einsatz kommen. Durch die Verbesserung der Herstellungstechnologien, insbesondere des Trocknungsprozesses, sowie der Züchtung von speziellen Sorten bei den Ausgangsprodukten für die Bioethanolerzeugung, kann DDGS heute als Eiweißquelle für monogastrische Nutztiere eingesetzt werden (BATAL und DALE, 2006).

Nach CROMWELL et. al. (1993) scheint DDGS aufgrund seiner Energie- und Rohproteingehalte, sowie den konzentrierten Anteil an wasserlöslichen Vitaminen (vor allem Vitamine des B-Komplex) und Mineralstoffen ein geeignetes Eiweißfuttermittel in der Tierernährung zu sein (CROMWELL et. al., 1993).

#### **2.3.1. Allgemeines**

Der Herstellungsprozess von Bioethanol und DDGS ist in Abbildung 1 schematisch dargestellt.



**Abbildung 1: Schematische Darstellung der Erzeugung von DDGS (nach URDL, 2010)**

Nach dem Vermahlen der Rohstoffe (Mais, Weizen, etc.) erfolgt die Einmischung, hier werden Wasser, Enzyme und Nährstoffe zugesetzt. Die zugesetzten Enzyme dienen vor allem als Katalysatoren, um die Abbaureaktion der Stärke zu Zuckermolekülen zu beschleunigen. Während der Verflüssigung der Maische werden also die Stärkemoleküle abgebaut, anschließend wird die Maische abgekühlt und der nächste Prozessschritt folgt, die Verzuckerung. Diese erfolgt gleichzeitig mit der Fermentation. Der Maische werden Hefen beigesetzt, die unter Luftabschluss die Glucosemoleküle als Nährmedium nutzen und aus Zucker Ethanol erzeugen. Nach abgeschlossener Fermentation wird mittels Destillation Ethanol und Maische getrennt. Hier fällt nun als Nebenprodukt Schlempe an, diese wird zentrifugiert, um Fest- und Flüssigstoffe voneinander zu trennen. Die Feststoffe werden getrocknet, die Flüssigstoffe zusätzlich eingedickt. Anschließend werden die getrockneten Feststoffe erneut mit den nun sirupartigen Flüssigstoffen vermischt, pelletiert und getrocknet (AGRANA, 2009).

Aufgrund des Herstellungsverfahrens erklärt sich, warum sich bestimmte Fraktionen wie Fett, Eiweiß, Mineralstoffe, B-Vitamine und Faser anreichern, während andere Nährstoffe dagegen wie Stärke kaum noch in DDGS enthalten sind (DLG, 2009).

Die DLG und auch andere Studien wie von BATALE und DALE (2006), RICHTER et. al., (2006) machten im Vergleich mit älteren Studien wie die von WALDROUP et.al., (1981) deutlich, dass sich die heutigen DDGS in ihrem Futterwert und somit auch in ihren Einsatzmöglichkeiten von den „alten“ DDGS wesentlich unterscheiden.

Die von der DLG 2009 veröffentlichte Stellungnahme zum Einsatz von DDGS in der Geflügelernährung betont, dass eine strikte Differenzierung der Trockenschlempen nach ihren Ausgangsprodukten (Mais, Weizen, Triticale, Gerste oder Roggen) unumgänglich scheint, um entsprechende Einsatzempfehlungen abgeben zu können (DLG, 2009).

Der Futterwert, die Nährstoffgehalte, vor allem die Aminosäuren Verdaulichkeit und die Einsatzmöglichkeiten und -grenzen werden in erster Linie vom Nährstoffgehalt der jeweiligen Ausgangsrohstoffe, der Herstellungstechnologie insbesondere aber durch den Trocknungsprozess bestimmt (BANDEGAN et.al., 2009; BATAL und DALE, 2006 und SCHEDLE, 2011b). Die Tabellen 7 und 8 stellen die unterschiedlichen Nährstoffgehalte sowie Aminosäuren-Verdaulichkeit verschiedener DDGS (je nach Ausgangsprodukt) dar.

**Tabelle 7: Nährstoffgehalte verschiedener DDGS mit unterschiedlichen Ausgangsrohstoffen in g/kg Frischmasse (SCHEDLE, 2011b)**

Rohstoff	Energie AME <sub>N</sub>	XP	Lysin	% Lysin im XP
Weizen/Mais	9,17	333	8,2	2,5
Weizen/Gerste	10,2	390	7,9	2,0
Mais	9,7	278	7,6	2,7
Weizen	9,9	357	9,2	2,6

**Tabelle 8: Verdaulichkeit der Aminosäuren von unterschiedlichen DDGS in % (SCHEDELE, 2011b)**

Rohstoff	Lysin	Methionin	Threonin
Weizen/Gerste <sup>1</sup>	79	76	71
Mais <sup>2</sup>	76	84	81
Weizen <sup>1</sup>	45	78	64
<sup>1</sup> präcaecale Aminosäurenverdaulichkeit			
<sup>2</sup> totale Aminosäurenverdaulichkeit			

CROMWELL et.al. (1993) sind in ihrer Untersuchung genau auf diese Produktionstechnischen Aspekte und deren Auswirkung auf die physikalischen und chemischen Charakteristika sowie den Nährstoffgehalten und den daraus resultierenden Einsatzmöglichkeiten eingegangen. Sie beurteilten DDGS verschiedenen Ursprungs nach deren Farbe, Geruch und Nährstoffgehalten, sowie einen möglichen Zusammenhang dieser Faktoren mit der Herstellungstechnologie. Die Untersuchung kam zu der Schlussfolgerung, dass die DDGS Qualität in erster Linie der Gehalt an verdaulichen Aminosäuren, wesentlich durch den Trocknungsprozess beeinflusst wird. Eine Überhitzung führt zu reduzierten Aminosäuregehalten (herbeigeführt durch eine Maillard Reaktion) und wirkt sich daher wertmindernd auf das Endprodukt aus. Farbe und Geruch können zur Beurteilung der Qualität und Nährstoffgehalte herangezogen werden. In dunklen DDGS mit verbranntem Geruch sind vor allem die Konzentrationen von Lysin, Arginin, Cystein negativ beeinflusst. Hingegen weisen helle (goldgelbe Farbe) und frei von verbranntem Geruch DDGS eine höhere Konzentration an verdaulichen Aminosäuren auf. Wie unter Punkt 2.2.2. angeführt, sind für die Qualität, die Konzentrationen an verdaulichen Aminosäuren verantwortlich (CROMWELL et.al., 1993).

Eben diese präcaecale Verdaulichkeit der Aminosäuren untersuchten BANDEGAN et.al. (2009) anhand von fünf verschiedenen DDGS Mustern, die mit dem Ausgangsprodukt Weizen verglichen wurden. Beurteilt wurden die SID (standardisierte ileale Aminosäuren Verdaulichkeit) und die AID (scheinbare Aminosäuren Verdaulichkeit), wobei die Rationsgestaltung auf Basis der SID erfolgen sollte. Die Untersuchung zeigte eindeutig auf,

welche Aminosäuren die größten Schwankungen haben, welche sehr gut und welche schlecht Verfügbar sind. Berücksichtigt man diese Erkenntnisse in der Rationsgestaltung, und führt eine nötige Supplementierung mit synthetischen Aminosäuren durch, steht einem verstärkten Einsatz von DDGS in der Geflügelmast nichts im Wege. Die unterschiedlichen Gehalte der Aminosäuren im DDGS und dem Produkt der Weizentrockenschlempe sind in Tabelle 9 dargestellt.

**Tabelle 9: standardisierte ileale (SID) und scheinbare (AID) Verdaulichkeit von Rohprotein und Aminosäuren von Weizen und DDGS (BANDEGAN et.al., 2009).**

Nährstoff	Weizen		DDGS <sup>1</sup>	
	AID in %	SID in %	AID in %	SID in %
<b>Rohprotein</b>	85,4	88,4	67,0	69,1
<b>Essentielle AS</b>				
<b>Arginin</b>	80,7	83,9	68,2	70,8
<b>Histidin</b>	83,6	86,3	63,7	65,7
<b>Isoleucin</b>	86,9	91,1	68,8	71,7
<b>Leucin</b>	87,6	90,8	73,4	75,6
<b>Lysin</b>	77,5	82,1	35,6	40,0
<b>Methionin</b>	89,9	92,4	73,7	75,7
<b>Phenylalanin</b>	89,0	99,3	79,2	86,4
<b>Threonin</b>	74,0	85,1	54,8	62,2
<b>Valin</b>	82,4	87,0	64,7	67,8

<sup>1</sup> Durchschnitt der fünf DDGS Muster, basierend auf den Verdauungskoeffizient

BATAL und DALE (2006) untersuchten in ihrer Studie ebenfalls die wahre Verdaulichkeit der Energie und Aminosäuren in DDGS. Es wurden 17 DDGS Muster auf den Energiegehalt, Gehalt an verdaulichen Aminosäuren und auf eine etwaige Korrelation zwischen Aminosäuregehalt und Farbe untersucht. Sie kamen in ihrer Untersuchung zu einem ähnlichen Ergebnis wie BANGEDAN (2009) und CROMWELL et. al. (1993). Lysin ist die Aminosäure mit dem geringsten Gehalt, gefolgt von Cystein und Threonin. Diese Gehalte werden überwiegend durch den Trocknungsprozess beeinflusst. Ersichtlich wird dies auch

hier durch das Vorhandensein einer Korrelation zwischen DDGS Farbe und Gehalt an verdaulichen Aminosäuren (BATAL und DALE, 2006).

Diese Untersuchungen verdeutlichen den Einfluss des Trocknungsprozess auf die Qualität und die Einsatzmöglichkeit der DDGS. Es kommt auch zum Ausdruck, das heutige DDGS hochwertigere Eiweißquellen als noch vor einigen Jahrzehnten sind und bei entsprechender Rationsgestaltung ohne Bedenken bis zu 25% im Hühnermastfutter eingesetzt werden können.

### **2.3.2. Nicht-Stärke-Polysaccharide**

Durch die Fermentation der Stärke bei der Erzeugung von DDGS kommt es zu einer Anreicherung der Fraktion der Nicht-Stärke-Polysaccharid (NSP).

NSP sind spezifische Zellwandkohlenhydrate von Pflanzen, die einen antinutrativen Effekt bewirken. Diese unlöslichen Anteile sind für Monogastriden weitgehend unverdaulich, zudem beeinflussen sie Verdaulichkeit von wertvollen Nährstoffen wie Stärke, Eiweiß und Fett negativ. Darüber hinaus kann der lösliche Anteil von NSP durch die erhöhte Viskosität die Verdauungs- und Resorptionsprozesse verschlechtern.

Neben der schlechten Proteinqualität war diese Fraktion in der Vergangenheit das wertmindernde Kriterium für den Einsatz von DDGS bei den monogastrischen Nutztieren. Heute werden eigene Sorten für die Ethanolherzeugung gezüchtet, diese Sorten zeichnen sich durch einen höheren Stärkegehalt aus. Außerdem kann durch den Einsatz von entsprechenden NSP-spaltenden Enzymen antinutrativen Effekten entgegen gewirkt werden.

Unter NSP versteht man im engeren Sinn Polysaccharide, die in Pflanzen vorkommen, jedoch nicht zur Stärke zählen. Darunter fallen unter anderem Cellulose, 1-3, 1-4- $\beta$ -Glucane, Arabinoxylane (Pentosane), Mannane, Galactane, Xyloglucane, Inulin und Pectine. Diese Substanzen kommen überwiegend in den Zellwänden der Pflanzen vor, daher auch die Bezeichnung als „pflanzliche Gerüstsubstanz“. Der tierische Organismus bildet keine Enzyme aus, um diese NSP's abzubauen.

Die wichtigsten Vertreter der NSP sind die 1-3, 1-4- $\beta$ -Glucane und die Pentosane, die sich überwiegend aus Xylose und Arabinose zusammensetzen. Diese Verbindungen weisen durch ihre wechselnden Seitenketten eine „lockere“ Struktur auf. Diese Struktur bewirkt, dass sich die Verbindungen in Säuren und Laugen leichter lösen, und sich auch teilweise wasserlösliche Fraktionen bilden (JEROCH et. al., 2008).

Die erhöhte Viskosität im Verdauungskanal kann unter anderem für die antinutrativen Effekte der NSP verantwortlich gemacht werden. Zum einem Verursachen NSP einen sogenannten „Käfigeffekt“, das heißt, die unlöslichen Komponenten bilden eine Hülle um andere Nährstoffe (isolieren diese); folglich können Verdauungsenzyme das Substrat nicht abbauen und Nährstoffe können nicht verdaut werden. Durch die erhöhte Viskosität im Darmtrakt kommt es zu einer Reduktion der Passagerate, folglich sinkt die Verdaulichkeit, da die Enzymwirkung reduziert, und der mikrobielle Nährstoffabbau (vermehrte Gefahr von Durchfall) erhöht wird. Eine verminderte Verdaulichkeit wirkt sich in weiterer Folge negativ auf das Leistungspotential der Tiere aus. Die verminderte Passagerate bewirkt eine abnehmende Futteraufnahme und eine daraus resultierende Unterversorgung an Nährstoffen. Ein weiterer zusätzlicher negativer Effekt beruht darauf, dass sich durch die verminderte Passagerate und erhöhte Viskosität Darmbakterien überdurchschnittlich vermehren, im Darmtrakt bis zum Dünndarm nach oben wandern und Durchfall verursachen können (BEDFORD, 1993 und JEROCH et.al., 2008).

Allgemein erreicht man durch den Einsatz von Futterenzyme, dass antinutrativ wirkende Futterinhaltsstoffe gespalten werden und somit eine Erhöhung des Nährstoffabbaus erreicht wird. Es werden Enzyme zugesetzt die entweder nicht, oder nicht in ausreichender Form, vom Körper gebildet werden (JEROCH et.al., 2008).

Durch den Zusatz von Futterenzymen, in diesem Fall von NSP-hydrolysierenden Enzymen, kann den antinutrativen Effekten entgegen gewirkt werden. Die, durch die hydrolysierende Enzymwirkung, teilweise eingesetzte Verdauung bewirkt, dass die übrigen körpereigenen Enzyme ihre Wirkung verbessern können. Dies resultiert in einer verbesserten Verdaulichkeit und dadurch ein entsprechend verbessertes Leistungspotential der Tiere (BEDFORD, 1993).

DUSEL et.al. (1998) führte eine Untersuchung mit Xylanase Supplementierung bei auf Weizen basierenden Rationen durch. In seinen Ergebnissen bestätigt er ebenfalls den positiven

Einfluss von NSP-hydrolysierenden Enzymen auf die Reduzierung der Viskosität im gesamten Darmtrakt (DUSEL et.al., 1998).

Die Untersuchungen von TRAUTWEIN et.al. (2008) bestätigen ebenfalls den positiven Effekt der NSP-hydrolysierenden Enzym Supplementierung bei DDGS haltigen Rationen. In ihrem Versuch zeigt sie deutlich auf, dass der Enzymzusatz, im Vergleich zu einer Ration mit DDGS ohne Enzymzusatz, die Viskosität im Darm signifikant positiv beeinflusst. Es kann eine Einsatzempfehlung im Rahmen von 10% DDGS in der Ration abgegeben werden, jedoch nur unter kombiniertem Einsatz mit einem NSP-Enzym. Durch diese Kombination können gleiche Mastleistungen erwartet werden wie bei herkömmlichen Rationen ohne DDGS (TRAUTWEIN et.al., 2008).

Einen weiteren positiven Effekt durch die Kombination von DDGS und NSP-hydrolysierenden Enzym konnten RICHTER et.al. (2008) nachweisen. Diese Untersuchung befasst sich jedoch mit der Wirkung unterschiedlicher DDGS Gehalte und Enzymergänzungen auf die Aufzucht von Junghennen und den späteren Einfluss auf deren Legeleistung. RICHTER et.al. kamen zu dem Ergebnis, dass sich in der Junghennen Aufzucht ein Einsatz von 15% DDGS in der Ration mit einer NSP-Enzym Supplementierung signifikant positiv auf die Lebendmasse und die Futtermittelverwertung auswirken. Die darauffolgende Legeperiode bleibt von der Aufzucht unbeeinflusst. Auch während der Legeperiode ist ein Einsatz von bis zu 15% DDGS in der Ration möglich (RICHTER et.al., 2008).

### **2.3.3. Einsatz in der Fütterung**

Um Einsatzempfehlungen bzw. Einsatzgrenzen von DDGS in der Geflügelmast abzugeben, wurden bereits in der Vergangenheit wie von WALDROUP et.al. (1981) Untersuchungen durchgeführt. Wie in unter vorangegangenen Punkten bereits erläutert ist es nötig, mit der „neuen“ Generation von DDGS ebenfalls Untersuchungen durchzuführen. Aufgrund der optimierten Produktionstechnologie ist die „neue“ Generation an DDGS ein weitaus besserer Nährstofflieferant.

WALDROUP et.al. führten bereits 1981 Untersuchungen zum Einsatz von DDGS in der Broilermast durch. Es wurden zwei Grundrationen mit unterschiedlichen Energiegehalten

gemischt. Der Energiegehalt in der Ration wurde einmal konstant bei 3.200 ME kcal/kg („Fixed Energy“) gehalten und einmal sank der Energiegehalt mit ansteigender Konzentration an DDGS („Optimum Energy“). DDGS Konzentrationen waren 0, 5, 10, 15, 20, 25%. Die Mastperiode ging über 42 Tage und erfasste als Parameter die Mastleistung der Broiler. Das Ergebnis der Untersuchung zeigt auf, dass ein Einsatz von bis zu 25% DDGS in der Ration möglich ist. Die Verwertung der Futterenergie belegt auch, dass Broiler in der Lage sind, die Energie der Ration unabhängig vom DDGS Gehalt annähernd gleich zu verwerten (WALDROUP et.al., 1981).

Zu beachten ist, dass sich die Untersuchung von WALDROUP et.al. auf die sogenannte „alte“ Generation auf DDGS bezieht.

Als unerlässlich beim Einsatz von DDGS stellen sich genaue Kenntnisse der Energie- und Nährstoffgehalte, insbesondere der Gehalte an verdaulichen Aminosäuren heraus. Um diese Gehalte fest zu stellen wurden zahlreiche Analysen und Untersuchungen wie zum Beispiel von DLG (2009), BANDEGAN et.al. (2009) CROMWELL et.al. (1993) sowie von BATAL und DALE (2006) durchgeführt, um eine entsprechende Datengrundlage zur Beurteilung der Futtermittelqualität zu schaffen.

Allgemein gültig für die Rationserstellung ist die Notwendigkeit, den Energiegehalt der Ration durch entsprechende Supplementierung von Aminosäuren in Bezug auf den Energiegehalt zu optimieren (LUMPKINS et.al., 2004).

LUMPKINS et.al. (2004) kamen nach ihren zwei Versuchen mit unterschiedlichen Dosierungsstufen zur Schlussfolgerung, dass im Starterfutter bis zu 12% DDGS beigemischt werden können und im HMF I und II bis zu 15% DDGS. Auch ein Einsatz bis zu 20% DDGS ist möglich, unter der Voraussetzung dass eine entsprechend ausreichende Lysin Supplementierung stattfindet (LUMPKINS et.al., 2004).

WANG et.al. (2007a) und (2007b) kommen nach ihren Untersuchungen zum Resümee, dass hochwertige DDGS bis zu 15% teilweise auch 20%, in der Endmast bis zu 30%, in der Ration eingesetzt werden kann. Beimischungen im Ausmaß von 15% DDGS erlauben vergleichbare Mast- und Schlachtleistungsparameter als bei DDGS-freier Fütterung. Besitzt die eingesetzte DDGS einen hohen Gehalt an verdaulichen Aminosäuren können auch 20% beigemischt

werden. Bei einem Gehalt von 30% muss mit reduzierten Lebendmassen, Futtermittelverwertung und geringeren Brustgewichten gerechnet werden (WANG et.al., 2007a und WANG et.al., 2007b).

Zu einem anderen Ergebnis kommen RICHTER et.al. (2006) und SCHEDLE (2011a). In ihren Untersuchungen sprechen sie von einem möglichen DDGS Einsatz von 5 bzw. 8% in der Ration. Nur mit diesen DDGS Gehalten konnten vergleichbare Mast- und Schlachtleistungsergebnisse erzielt werden, als bei DDGS-freier Fütterung (RICHTER et.al., 2006 und SCHEDLE, 2011a).

Bei einem bereits abgeschlossenen Hühnermastversuch mit 0, 8, 16 und 24% DDGS im Hühnermastfutter wurden mit 8% DDGS im Mastfutter gleiche Mast- und Schlachtleistungen erzielt, wie mit DDGS-freiem Alleinfutter (SCHEDLE, 2011a). Im vorliegenden Fütterungsversuch wurde der Einfluss von DDGS, sowie der Zusatz von NSP-spaltenden Enzymen auf die Mast- und Schlachtleistung von Masthühnern untersucht.

### **3. Material und Methode**

Im Fütterungsversuch, wurden die Einsatzmöglichkeiten von DDGS, mit und ohne NSP-hydrolysierendem Enzymzusatz, in der Broilermast und deren Auswirkung auf die Mast- und Schlachtleistung ermittelt.

#### **3.1. Versuchsort**

Der Versuch wurde im Geflügelversuchsstall Äußere Wimitz 3, A-9311 Kraig, durchgeführt.

#### **3.2. Versuchsdauer**

Der Fütterungsversuch wurde am 19. Juli 2010 begonnen und nach 36 Masttagen mit der Schlachtung der Tiere am 24. August 2010 beendet. Am Tag nach der Schlachtung wurden 72 ausgewählte Schlachtkörper in die wertvollen Teilstücke zerlegt. Die Schlachtung der Tiere fand direkt am Versuchsort statt.

#### **3.3. Tierherkunft**

Für den Versuch wurden 360 Eintagsküken der Hybridmastlinie Ross 308 von der Brüterei Helmut Wolin, Feschnigstraße 100, A-9020 Klagenfurt, angekauft. Die Küken wurden gemischt geschlechtlich aufgestellt und hatten ein Durchschnittsgewicht von 43 g.

#### **3.4. Versuchsdurchführung**

Die 360 Ross 308 Eintagsküken wurden zufällig auf 24 Boxen (je 15 Tiere pro Box) aufgeteilt. Die Küken waren nicht nach Geschlecht sortiert. Die Boxen hatten eine Grundfläche von 3m<sup>2</sup> und waren mit Hobelspänen eingestreut. Jede der Boxen war mit einer Infrarotwärmelampe, einem Futtertrog und einer Hängerundtränke ausgestattet. Jeweils vier Boxen wurden einer der sechs Futtergruppen zugeteilt. Die Luftzufuhr wurde temperaturabhängig über Ventilatoren geregelt. Die Abbildungen 2 und 3 zeigen den Versuchsstall und die vorbereiteten Boxen.



**Abbildung 2: Ansicht der vorbereiteten Boxen für die Küken**



**Abbildung 3: Innenansicht des Versuchstalls**

### 3.4.1. Versuchsplan

Der Versuchsplan ist in Tabelle 10 dargestellt.

**Tabelle 10: Der Versuchsplan**

Merkmale	Futtergruppe					
	1	2	3	4	5	6
DDGS, %	8	8	16	16	24	24
Tiere, n	60	60	60	60	60	60
Boxen, n	4	4	4	4	4	4
NSP-hydrolysierendes Enzym	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja
Fütterung	<i>ad libitum</i>					
Mastdauer, Tage	36					

### 3.4.2. Boxen und Einstreu

Alle Boxen des Stalles waren identisch ausgestattet. Jeweils zwölf Boxen waren beidseitig eines Versorgungsganges angeordnet. Die Grundfläche war rechteckig und betrug drei Quadratmeter (3 x 1 m), die Einfassung war aus Holzbrettern angefertigt, die Abtrennung zwischen den Boxen sowie deren Front war 130 cm hoch und aus einem Drahtgitter (Maschenbreite 1 x 1 cm) gefertigt.

Jede Box wurde mit einer Kunststoffolie ausgelegt, mit sieben kg staubfreien Hobelspänen eingestreut und die Oberfläche geglättet. Um eine Plattenbildung zu vermeiden war es nötig, die Einstreu regelmäßig durch zu mischen und wieder gleichmäßig zu verteilen. Außerdem war jede Box mit einer Infrarotwärmelampe, einem Futtertrog und einer Hängerundtränke ausgestattet.

### 3.4.3. Stallklima

Die Beleuchtung erfolgte mittels Neonröhren, die mit einer Zeitschaltuhr geregelt wurden. Zusätzlich waren südseitig fünf Fenster vorhanden, durch die diffuses Tageslicht drang.

In den ersten zwei Masttagen wurde der Stall 48 Stunden durchgehend beleuchtet, danach wurde die Lichtphase auf 18 Stunden bis zum Mastende gesenkt. Während der Dunkelphase herrschte eine Beleuchtungsintensität von maximal fünf Lux.

Für die Be- und Entlüftung im Stall sorgten drei elektrisch gesteuerte Ventilatoren, diese waren nordseitig angeordnet und regulierten sowohl die Frischluftzufuhr, als auch die Temperaturregelung. Um eine entsprechende Luftzufuhr zu gewährleisten wurde die Luftrate auf mindestens 4m<sup>3</sup>/h/kg Lebendmasse geregelt. Die Ventilatoren waren von Mastbeginn bis Mastende ständig in Betrieb. Zusätzlich wurden die Fenster mit der vierten Mastwoche leicht gekippt.

Die Temperatur wurde mittels Wärmelampen geregelt, welche von einem Thermostat gesteuert wurden. Sobald die Temperatur einen definierten Sollwert unterschritten bzw. überschritten hat, schalteten sich die Infrarotwärmelampen automatisch wieder ein bzw. aus. Zu Beginn des Versuches wurde eine Temperatur von 29°C erreicht, um den Wärmebedürfnissen der Küken gerecht zu werden. Mit steigender Lebendmasse der Tiere wurde die Temperatur kontinuierlich auf 20°C abgesenkt.

Durch das automatische Zusammenwirken von Wärmelampen und Ventilatoren konnte während der gesamten Mastperiode immer für das richtige Stallklima gesorgt werden. Zur Kontrolle der Temperatur und Luftfeuchtigkeit waren in der Mitte des Stalls ein Thermometer, ein Hygrometer sowie ein Minimum-Maximum-Thermometer angebracht.

#### **3.4.4. Fütterung**

Wie bereits aus dem Versuchsplan hervorging, gab es insgesamt sechs Futtergruppen, wobei jeweils zwei Futtergruppen die gleiche Dosierung an DDGS in der Ration aufwiesen (Dosierungsstufen von 8, 16 und 24%). Von jeder Konzentrationsstufe wurde die Hälfte des Futters mit einem NSP-spaltenden Enzymzusatz versetzt. Zum Einsatz kam ein handelsübliches Präparat (Enzym Roxazyme G2G UT09020004, DSM, Holland). Das Enzympräparat wurde in einer Konzentration von 200 g je Tonne den Rationen beigemischt. Von jeder Futtergruppe gab es vier Wiederholungen.

Über die gesamte Mastperiode kamen drei unterschiedliche Alleinfuttermischungen (drei-Phasenfütterung) zum Einsatz. Das Starterfutter (12,35 MJ ME/kg, 22% XP) wurde vom ersten bis zum 14. Masttag verabreicht. Das Hühnermastfutter I (12,8 MJ ME/kg, 21% XP)

wurde in der Zeit vom 15. bis zum 28. Masttag verfüttert. Vom 29. Masttag bis zum Mastende wurde Hühnermastfutter II (12,7 MJE ME/kg, 20% XP) eingesetzt. Vom Starter- und Hühnermastfutter I wurde allen Tieren die gleiche Menge verfüttert. Mais und DDGS (Actiprot®) wurden direkt am Versuchsort in einer Schrotmühle geschrotet. Die Einzelkomponenten der Alleinfuttermischungen wurden dann anschließend in einem Schrägmischer gemischt.

Das Futter wurde den Tieren in geschroteter Form über Futtertröge *ad libitum* angeboten. Die zur Fütterung eingesetzten Tröge hatten ein Fassungsvermögen von einem dreiviertel bzw. zwei Kilogramm Futter. Die kleineren Futtertröge wurden während der Starterphase eingesetzt und danach gegen die größeren Futtertröge (zwei Kilogramm Fassungsvermögen) ausgetauscht. Durch den Einsatz unterschiedlicher Futtertröge konnte die Futtermverschwendung reduziert werden, sowie ständig frisches Futter angeboten werden. Die Tröge wurden immer morgens, mittags und abends mit frischem Futter aus den Vorratskübeln angefüllt, wobei die Tröge immer nur zu dreiviertel befüllt wurden, um eine Futtermverschwendung zu vermeiden. Daher war es vor allem gegen Mastende nötig, die Tröge laufend zu kontrollieren und zu befüllen. Gereinigt wurden die Futtertröge nach Bedarf.

Zur Wasserversorgung waren Hängerundtränken installiert, die morgens und abends gereinigt wurden.

Aufgrund der steigenden Konzentration an DDGS in der Ration, konnten die Konzentrationen an Sojaextraktionsschrot, Mais, Dicalciumphosphat und Viehsalz gesenkt werden. Um den Phytin-P besser nutzen zu können wurde ZY-Phytase 5000 der Mischung zugesetzt.

Die deklarierten Roh Nährstoffe-, Aminosäuren-, Mineralstoff- und Vitamingehalte der Futtermischungen sind in Tabelle 11, die Rezepturen der Futtermischungen in Tabellen 12, 13 und 14 angeführt.

Tabelle 11: Soll-Nährstoffgehalte der Alleinfuttermischungen

	<b>Starter</b>	<b>Hühnermastfutter I</b>	<b>Hühnermastfutter II</b>
<b>ME, MJ/kg</b>	12,35	12,80	12,70
<b>Rohprotein, %</b>	22,00	21,00	20,00
<b>Lysin, %</b>	1,38	1,30	1,10
<b>Methionin, %</b>	0,58	0,55	0,52
<b>Threonin, %</b>	0,87	0,80	0,70
<b>Tryptophan, %</b>	0,25	0,21	0,19
<b>Ca, %</b>	0,90	0,85	0,80
<b>P, %</b>	0,60	0,60	0,55
<b>Na, %</b>	0,12	0,12	0,12
<b>Mn, mg/kg</b>	100	100	100
<b>Vitamin A, IE/kg</b>	12.000	12.000	10.000
<b>Cholin-Cl, mg/kg</b>	400	400	200
<b>Loxidan, mg/kg</b>	100	100	100
<b>ZY-Phytase, FTU/kg</b>	500	500	500
<b>Monensin-Na, mg/kg</b>	100	100	-

Tabelle 12: Rezeptur der Starter-Futtermischung

Futtergruppe						
Futtermittel	1	2	3	4	5	6
DDGS, %	8,000	8,000	16,000	16,000	24,000	24,000
Mais, %	50,220	50,220	46,800	46,800	43,370	43,370
Sojaextraktionsschrot-hp, %	33,380	33,380	28,390	28,390	23,390	23,390
Unifrutol, %	4,900	4,900	5,380	5,380	5,870	5,870
Futterkalk, %	1,447	1,447	1,732	1,732	2,019	2,019
Di-Ca-P (26 % Ca, 17 % P), %	0,885	0,885	0,461	0,461	0,037	0,037
Viehsalz, %	0,186	0,186	0,100	0,100	0,014	0,014
Vitaminprämix G <sup>1)</sup> , %	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Spurenelementprämix G <sup>2)</sup> , %	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056
L-Lysin, %	0,430	0,430	0,549	0,549	0,669	0,669
DL-Methionin, %	0,258	0,258	0,257	0,257	0,256	0,256
L-Threonin, %	0,058	0,058	0,089	0,089	0,119	0,119
L-Tryptophan, %	-	-	0,006	0,006	0,020	0,020
Cholin-Cl, %	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080
Elancoban, %	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
ZY-Phytase, %	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Antioxidans, %	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
NSP-Enzym <sup>3)</sup>	-	200ppm	-	200ppm	-	200ppm

<sup>1)</sup> In 1 kg Vitaminprämix G waren enthalten: 40.000.000 i.E. Vitamin A, 16.500.000 i.E. Vitamin D, 165.000 mg Vitamin E, 13.500 mg Vitamin K, 10.000 mg Vitamin B1, 25.000 mg Vitamin B2, 15.000 mg Vitamin B6, 75 mg Vitamin B12, 230.000 Nicotinsäure, 65.000 mg Pantothenensäure, 6.500 mg Folsäure und 400 mg Biotin.

<sup>2)</sup> In 1 kg Spurenelementprämix G waren enthalten: 120 g Fe, 120 g Zn, 180 g Mn, 30 g Cu, 2 g J, 2 g Co, 0,8 g Se.

<sup>3)</sup> Als NSP-abbauendes Enzym wurde eingesetzt: Roxazyme G2G UT09020004.

Tabelle 13: Rezeptur der Hühnermastfutter I - Futtermischung

Futtergruppe						
Futtermittel	1	2	3	4	5	6
DDGS, %	8,000	8,000	16,000	16,000	24,000	24,000
Mais, %	51,310	51,310	47,890	47,890	44,470	44,470
Sojaextraktionsschrot-hp, %	31,020	31,020	26,020	26,020	21,020	21,020
Unifrutol, %	6,330	6,330	6,820	6,820	7,310	7,310
Futterkalk, %	1,292	1,292	1,582	1,582	1,869	1,869
Di-Ca-P (26 % Ca, 17 % P), %	0,955	0,955	0,531	0,531	0,110	0,110
Viehsalz, %	0,187	0,187	0,102	0,102	0,016	0,016
Vitaminprämix G <sup>1)</sup> , %	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030	0,030
Spurenelementprämix G <sup>2)</sup> , %	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056
L-Lysin, %	0,403	0,403	0,523	0,523	0,643	0,643
DL-Methionin, %	0,240	0,240	0,239	0,239	0,238	0,238
L-Threonin, %	0,027	0,027	0,057	0,057	0,088	0,088
L-Tryptophan, %	-	-	-	-	-	-
Cholin-Cl, %	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080	0,080
Elancoban, %	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
ZY-Phytase, %	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
Antioxidans, %	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
NSP-Enzym <sup>3)</sup>	-	200ppm	-	200ppm	-	200ppm

<sup>1)</sup> In 1 kg Vitaminprämix G waren enthalten: 40.000.000 i.E. Vitamin A, 16.500.000 i.E. Vitamin D, 165.000 mg Vitamin E, 13.500 mg Vitamin K, 10.000 mg Vitamin B1, 25.000 mg Vitamin B2, 15.000 mg Vitamin B6, 75 mg Vitamin B12, 230.000 Nicotinsäure, 65.000 mg Pantothenensäure, 6.500 mg Folsäure und 400 mg Biotin.

<sup>2)</sup> In 1 kg Spurenelementprämix G waren enthalten: 120 g Fe, 120 g Zn, 180 g Mn, 30 g Cu, 2 g J, 2 g Co, 0,8 g Se.

<sup>3)</sup> Als NSP-abbauendes Enzym wurde eingesetzt: Roxazyme G2G UT09020004.

Tabelle 14: Rezeptur der Hühnermastfutter II - Futtermischung

Futtergruppe						
Futtermittel	1	2	3	4	5	6
<b>DDGS, %</b>	8,000	8,000	16,000	16,000	24,000	24,000
<b>Mais, %</b>	57,880	57,880	54,490	54,490	50,990	50,990
<b>Sojaextraktionsschrot-hp, %</b>	23,730	23,730	18,730	18,730	13,750	13,750
<b>Maiskleber, %</b>	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
<b>Unifrutol, %</b>	4,440	4,440	4,930	4,930	5,440	5,440
<b>Futterkalk, %</b>	1,350	1,350	1,635	1,635	1,854	1,854
<b>Di-Ca-P (26 % Ca, 17 % P), %</b>	0,741	0,741	0,316	0,316	-	-
<b>Viehsalz, %</b>	0,190	0,190	0,104	0,104	0,018	0,018
<b>Vitaminprämix G<sup>1)</sup>, %</b>	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025	0,025
<b>Spurenelementprämix G<sup>2)</sup>, %</b>	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056	0,056
<b>L-Lysin, %</b>	0,331	0,331	0,451	0,451	0,570	0,570
<b>DL-Methionin, %</b>	0,197	0,197	0,196	0,196	0,195	0,195
<b>L-Threonin, %</b>	-	-	0,007	0,007	0,037	0,037
<b>L-Tryptophan, %</b>	-	-	-	-	0,005	0,005
<b>Cholin-Cl, %</b>	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040	0,040
<b>ZY-Phytase, %</b>	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
<b>Antioxidans, %</b>	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010	0,010
<b>NSP-Enzym<sup>3)</sup></b>	-	200ppm	-	200ppm	-	200ppm

<sup>1)</sup> In 1 kg Vitaminprämix G waren enthalten: 40.000.000 i.E. Vitamin A, 16.500.000 i.E. Vitamin D, 165.000 mg Vitamin E, 13.500 mg Vitamin K, 10.000 mg Vitamin B1, 25.000 mg Vitamin B2, 15.000 mg Vitamin B6, 75 mg Vitamin B12, 230.000 Nicotinsäure, 65.000 mg Pantothersäure, 6.500 mg Folsäure und 400 mg Biotin.

<sup>2)</sup> In 1 kg Spurenelementprämix G waren enthalten: 120 g Fe, 120 g Zn, 180 g Mn, 30 g Cu, 2 g J, 2 g Co, 0,8 g Se.

<sup>3)</sup> Als NSP-abbauendes Enzym wurde eingesetzt: Roxazyme G2G UT09020004.

### **3.5. Untersuchungsparameter**

Die Datenerhebung umfasste die Analyse der Futtermischungen auf die Rohnährstoffe und die Parameter der Mast- und Schlachtleistung.

#### **3.5.1. Nährstoffanalysen der Alleinfuttermischungen**

Alle drei Alleinfuttermischungen wurden auf den Gehalt an Trockenmasse (TM), Rohprotein (XP), Rohfett (XL), Gesamtzucker (XZ), Stärke (XS), Mengenelementen (Ca, P, Na), Spurenelementen (Fe, Cu, Mn, Zn) und Aminosäuren untersucht. Die Nährstoffanalysen wurden vom Futtermittellabor Rosenau, Rosenau 3, 3252 Petzenkirchen, die Aminosäurenanalysen vom Labor des Department für Chemie, Abteilung für Biochemie der Universität für Bodenkultur in Wien durchgeführt.

#### **3.5.2. Merkmale der Mastleistung**

Zur Evaluierung der Mastleistung wurden folgende Parameter herangezogen:

- ***Tierverluste***

Von allen im Verlauf der Mast verendeten Tieren wurden der Tag des Ausfalls, die zugehörige Box und das Gewicht aufgezeichnet.

- ***Lebendmasse-Entwicklung (LM)***

Die Tiere wurden zu Versuchsbeginn, am 14. Und am 28. Masttag boxenweise, sowie am Tag der Schlachtung individuell gewogen.

- ***Futteraufwand***

Der Futteraufwand ergibt sich aus der verzehrten Futtermenge dividiert durch die LM-Zunahme. Ermittelt wurde der Futteraufwand für die drei Wiegeintervalle sowie für die Gesamtperiode.

Hierfür wurden alle Futtereinwaagen aufgezeichnet und das zu Ende jedes Wiegeintervalls verbliebene Futter aus den Futtertrögen zurückgewogen. Der Zuwachs der LM errechnet sich

aus den Wiegeabschnitten. Das Gewicht der verendeten Tiere wurde in die Berechnung mit einbezogen.

- ***Futteraufnahme***

Die Futteraufnahme wurde für jede Box und Futtergruppe für die Wiegeintervalle und die Gesamtperiode ermittelt.

### **3.5.3. Merkmale der Schlachtleistung**

Die Schlachtung erfolgte nach dem 36. Masttag am 24. August 2010 direkt am Versuchsort. Acht Stunden vor der Schlachtung wurde den Tieren das Futter entzogen, Wasser stand ihnen bis zur Schlachtung zur Verfügung. Unmittelbar vor der Schlachtung wurde von jedem Tier individuell die Lebendmasse nüchtern, mittels digitaler Waage, erhoben. Hierbei wurde jedes Tier mittels Fußmarken gekennzeichnet, um die Tiere im weiteren Versuchsverlauf der jeweiligen Box und Futtergruppe zu ordnen zu können.

Die Betäubung der Tiere erfolgte durch einen Stockschlag auf den Hinterkopf, unmittelbar darauf wurde den Tieren die Halsschlagader durchtrennt, um mit den damit verursachten entbluten den Tod herbei zu führen. Nach dem die Tiere vollständig entblutet waren, wurden sie im Wasserbad bei 58°C für zwei Minuten gebrüht und anschließend maschinell gerupft.

Im Anschluss daran wurde der Darmtrakt, die inneren Organe und das Abdominalfett entfernt, und das Gewicht der Ohne-Darm-Ware warm (ODW warm), sowie der inneren Organe und des Abdominalfettes festgestellt. Nach einer 16 stündigen Kühlung der Schlachtkörper bei +3°C wurde das Gewicht der Ohne-Darm-Ware kalt (ODW kalt) festgestellt.

Zudem wurden von 72 Tiere (von jeder Futtergruppe sechs weibliche und sechs männliche Tiere) die Schlachtkörper zerlegt und das Gewicht der wertvollen Teilstücke (Brust, Schenkel, Flügel, Ständer sowie Kopf & Hals und Restkörper) erhoben.

- ***Lebendmasse nüchtern***

Die Lebendmasse nüchtern wurde unmittelbar vor der Schlachtung, acht Stunden nach dem Futterentzug von allen Tieren einzeln erhoben.

- ***Ohne-Darm-Ware (ODW) warm***

Unter diesem Begriff wurde das Gewicht des geschlachteten Tieres ohne Federn, Blut, Herz, Leber, Magen, Abdominalfett und Verdauungstrakt verstanden. Das Gewicht wurde von den Tieren individuell am Schlachttag erhoben.

- ***Ohne-Darm-Ware (ODW) kalt***

Die ODW kalt entspricht dem Gewicht der ODW warm nach 16 Stunden Lagerung im Kühlraum bei +3°C. Das Gewicht wurde am Tag nach der Schlachtung von allen Schlachtkörpern individuell erhoben.

- ***Grillfertige Ware***

Darunter versteht man das Gewicht der ODW kalt ohne Kopf, Hals und Ständer. Das Gewicht von Kopf & Hals und Ständer wurde erhoben und aufgezeichnet.

- ***Wertvolle Teilstücke***

Jeweils sechs weibliche und sechs männliche Tiere wurden pro Futtergruppe (insgesamt 72 Tiere) nach der ODW warm ausgewählt und die grillfertige Ware in ihre Teilstücke Kopf & Hals, Brust, Schenkel, Flügel, Ständer und Restkörper zerlegt.

- ***Organgewichte***

Es wurden die Gewichte von Herz, Leber (ohne Galle) und Magen (ohne Inhalt und Hornhaut) von jedem Tier am Schlachttag erhoben.

- ***Abdominalfett***

Auch als hinteres Körperhöhlenfett bezeichnet, wurde tierindividuell am Schlachttag erhoben.

### 3.6. Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung der erhobenen Daten erfolgte nach Überprüfung der Normalverteilung der Residuen mittels zweifaktorieller Varianzanalyse und anschließendem F-Test zum globalen Niveau  $\alpha = 0,05$ . Die Irrtumswahrscheinlichkeit ( $\alpha$ -Schranke = 0,05) wurde mit 5% ( $p \leq 0,05$ ) fixiert. Als statistische Tendenz wurde  $\alpha = <0,1$  festgelegt.

Als globale Nullhypothese  $H_0$  wird zugrunde gelegt, dass sich die Mittelwerte der Versuchsgruppen nicht unterscheiden.

#### Hypothese $H_0$

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_5 = \mu_6$$

#### Modell für die Mast- und Schlachtleistung:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = abhängige Variable, beobachteter Mittelwert unter Einfluss der Faktorstufen  $i$ ,  $j$  und  $k$

$\mu$  = gemeinsame Konstante aller  $Y$ -Werte

$\alpha_i$  = unbekannter fixer Effekt der DDGS – Konzentration  $i$ ,  $i = 1, 2, 3$

$\beta_j$  = unbekannter fixer Effekt der Enzymergänzung  $j$ ,  $j = 1, 2$

$\gamma_{ij}$  = Effekt der Wechselwirkung zwischen DDGS-Konzentration  $i$  und Enzymergänzung  $j$

$\varepsilon_{ijk}$  = Zufallskomponente von  $Y_{ijk}$ , für die  $\varepsilon \sim (0, \sigma^2 * I)$  unterstellt wird.

Die Varianzanalyse für das zweifaktorielle Merkmalsmodell wurde mit dem Statistikprogramm SAS Version 9.1 mit der Prozedur GLM durchgeführt. Zunächst wurde auf Basis eines multiplen Mittelwertsvergleichs über Annahme oder Ablehnung der Nullhypothese entschieden. Bei einer signifikanten Interaktion zwischen DDGS \* Enzym,

wurde zusätzlich mittels Student-Newman-Keuls-Test (SNK-Test) ein Vergleich zwischen den Gruppen (DDGS bzw. Enzym) durchgeführt.

Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt mittels Means und deren Standardfehlern (S.E.M. = Standard Error of Means).

## **4. Versuchsergebnisse**

Nach einer Übersicht der Futtermittelanalysen (Nährstoffe und Aminosäuren) werden die Ergebnisse der Mastleistung (Tierverluste, Lebendmasse-Entwicklung, Futteraufwand) und Schlachtleistung (Allgemeine Schlachtleistung, Organgewichte und Abdominalfett sowie wertvolle Teilstücke) dargestellt.

### **4.1. Futtermittelanalysen**

Um fest zu stellen inwiefern die zusammengestellten Alleinfuttermischungen den kalkulierten Anforderungen an Nährstoffen und Aminosäuren entsprachen wurden diese untersucht.

Alle Alleinfuttermischungen wurden auf Trockenmasse (TM), Rohprotein (XP), Rohfett (XL), Gesamtzucker (XZ), Stärke (XS), Mengenelemente (Ca, P, Mg, K, Na) und Aminosäuren untersucht. Die Umsetzbare Energie (MJ ME) wurde berechnet. Die Nährstoffanalysen wurden vom Futtermittellabor Rosenau, die Aminosäureanalysen wurden im Labor des Departments für Chemie, Abteilung Biochemie der Universität für Bodenkultur in Wien durchgeführt. Die Nährstoff- und Aminosäuregehalte der analysierten Alleinfuttermitteln entsprachen den in der Tabelle 11 kalkulierten Soll-Nährstoffgehalten. Die Analyseergebnisse sind in den Tabellen 15, 16 und 17 dargestellt.

Tabelle 15: Analytierte Nährstoffgehalte im Starterfutter

	Futtergruppe					
	1	2	3	4	5	6
DDGS, %	8	8	16	16	24	24
Enzym	-	+	-	+	-	+
<i>Rohnährstoffe, g/kg</i>						
TM	908	908	914	914	907	907
XP	235	235	234	234	230	230
XL	75	75	83	83	95	95
ADF	56	56	60	60	62	62
ADL	6	6	8	8	11	11
Stärke	355	355	339	339	316	316
Zucker	47	47	44	44	39	39
ME, MJ/kg	12,75	12,75	12,71	12,71	12,61	12,61
<i>Mengenelemente, g/kg</i>						
Ca	8,6	8,6	9,1	9,1	9,3	9,3
P	5,9	5,9	5,9	5,9	6,1	6,1
Mg	1,9	1,9	1,9	1,9	2,0	2,0
K	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0
Na	0,9	0,9	1,2	1,2	1,4	1,4
<i>Aminosäuren, mg/kg</i>						
Lysin	14,9	14,9	15,0	15,0	15,4	15,4
Methionin	4,7	4,7	5,2	5,2	4,5	4,5
Cystein	3,7	3,7	3,9	3,9	3,7	3,7
Methionin+Cystein	8,4	8,4	9,1	9,1	8,2	8,2
Threonin	8,3	8,3	8,4	8,4	7,8	7,8
Tryptophan	2,6	2,6	2,5	2,5	2,4	2,4
Asparagin/säure	20,8	20,8	19,2	19,2	16,0	16,0
Glutamin/säure	43,3	43,3	45,8	45,8	44,7	44,7
Serin	9,9	9,9	9,9	9,9	9,0	9,0
Histidin	6,6	6,6	6,4	6,4	5,8	5,8
Glycin	8,6	8,6	8,5	8,5	7,8	7,8
Arginin	14,8	14,8	14,1	14,1	11,9	11,9
Alanin	10,2	10,2	10,1	10,1	9,3	9,3
Tyrosin	6,7	6,7	6,7	6,7	6,0	6,0
Valin	10,2	10,2	10,1	10,1	9,3	9,3
Isoleucin	9,2	9,2	8,9	8,9	8,0	8,0
Phenylalanin	10,7	10,7	10,6	10,6	9,6	9,6
Leucin	138,0	138,0	17,8	17,8	16,4	16,4

Tabelle 16: Analytierte Nährstoffgehalte im Hühnermastfutter I

	Futtergruppe					
	1	2	3	4	5	6
DDGS, %	8	8	16	16	24	24
Enzym	-	+	-	+	-	+
<b>Rohnährstoffgehalte, g/kg</b>						
TM	899	899	898	898	900	900
XP	215	215	217	217	216	216
XL	90	90	99	99	105	105
ADF	37	37	66	66	49	49
ADL	5	5	7	7	9	9
Stärke	375	375	351	351	327	327
Zucker	45	45	41	41	37	37
ME, MJ/kg	13,27	13,27	13,15	13,15	12,89	12,89
<b>Mengenelemente, g/kg</b>						
Ca	8,7	8,7	8,7	8,7	9,1	9,1
P	6,0	6,0	6,0	6,0	6,1	6,1
Mg	1,7	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9
K	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Na	1,1	1,1	1,2	1,2	1,4	1,4
<b>Aminosäuren, mg/kg</b>						
Lysin	13,6	13,6	13,4	13,4	13,3	13,3
Methionin	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6
Cystein	3,5	3,5	3,7	3,7	3,8	3,8
Methionin+Cystein	8,1	8,1	8,4	8,4	8,4	8,4
Threonin	7,4	7,4	7,4	7,4	7,5	7,5
Tryptophan	2,4	2,4	2,2	2,2	2,3	2,3
Asparagin/säure	18,6	18,6	17,1	17,1	16,0	16,0
Glutamin/säure	40,0	40,0	42,3	42,3	44,4	44,4
Serin	8,9	8,9	9,0	9,0	8,8	8,8
Histidin	5,9	5,9	5,7	5,7	5,7	5,7
Glycin	7,9	7,9	7,7	7,7	7,8	7,8
Arginin	13,5	13,5	12,5	12,5	12,0	12,0
Alanin	9,4	9,4	9,2	9,2	9,3	9,3
Tyrosin	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1	6,1
Valin	9,5	9,5	9,1	9,1	9,4	9,4
Isoleucin	8,4	8,4	8,0	8,0	8,1	8,1
Phenylalanin	9,7	9,7	9,5	9,5	9,6	9,6
Leucin	16,4	16,4	16,1	16,1	16,3	16,3

Tabelle 17: Analytierte Nährstoffgehalte im Hühnermastfutter II

	Futtergruppe					
	1	2	3	4	5	6
<b>DDGS, %</b>	<b>8</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>24</b>	<b>24</b>
<b>Enzym +/-</b>	-	+	-	+	-	+
<b>Rohnährstoffe, g/kg</b>						
<b>TM</b>	895	895	896	896	906	906
<b>XP</b>	201	201	202	202	206	206
<b>XL</b>	77	77	85	85	95	95
<b>ADF</b>	50	50	55	55	53	53
<b>ADL</b>	7	7	10	10	10	10
<b>Stärke</b>	408	408	383	383	360	360
<b>Zucker</b>	33	33	33	33	28	28
<b>ME, MJ/kg</b>	13,00	13,00	12,87	12,87	12,83	12,83
<b>Mengenelemente, g/kg</b>						
<b>Ca</b>	7,8	7,8	8,0	8,0	8,2	8,2
<b>P</b>	5,4	5,4	5,3	5,3	5,4	5,4
<b>Mg</b>	1,6	1,6	1,7	1,7	1,7	1,7
<b>K</b>	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0
<b>Na</b>	1,0	1,0	1,2	1,2	1,3	1,3
<b>Aminosäuren, mg/kg</b>						
<b>Lysin</b>	10,7	10,7	10,3	10,3	10,0	10,0
<b>Methionin</b>	3,7	3,7	3,8	3,8	3,9	3,9
<b>Cystein</b>	3,4	3,4	3,5	3,5	3,6	3,6
<b>Methionin+Cystein</b>	7,2	7,2	7,4	7,4	7,5	7,5
<b>Threonin</b>	7,1	7,1	6,7	6,7	6,6	6,6
<b>Tryptophan</b>	2,0	2,0	2,0	2,0	1,9	1,9
<b>Asparagin/säure</b>	16,8	16,8	15,0	15,0	13,3	13,3
<b>Glutamin/säure</b>	39,8	39,8	41,1	41,1	43,1	43,1
<b>Serin</b>	9,0	9,0	8,7	8,7	8,5	8,5
<b>Histidin</b>	5,7	5,7	5,4	5,4	5,1	5,1
<b>Glycin</b>	7,3	7,3	7,1	7,1	6,9	6,9
<b>Arginin</b>	11,8	11,8	11,1	11,1	9,9	9,9
<b>Alanin</b>	10,1	10,1	9,8	9,8	9,7	9,7
<b>Tyrosin</b>	6,1	6,1	5,9	5,9	5,9	5,9
<b>Valin</b>	8,9	8,9	8,6	8,6	8,6	8,6
<b>Isoleucin</b>	7,9	7,9	7,4	7,4	7,2	7,2
<b>Phenylalanin</b>	9,6	9,6	9,4	9,4	9,2	9,2
<b>Leucin</b>	17,9	17,9	17,4	17,4	17,4	17,4

## **4.2. Mastleistung**

Im Rahmen der Mastleistung wurden folgende Parameter untersucht: Tierverluste, Lebendmasse-Entwicklung, Futteraufwand und Futteraufnahme.

### **4.2.1. Tierverluste**

Während der gesamten Versuchsdauer waren in Summe 34 Tieraufälle zu verzeichnen. Die meisten Tiere verendeten während der Starterphase bis zum 14. Lebenstag, insgesamt kam es in dieser Phase zu 21 Ausfällen und zusätzlich wurden acht Tiere bei der Wiegung gemerzt. Bei den gemerzten Tieren handelte es sich um sogenannte Kümmerer, deren Lebendmasse unter 80% des Boxenmittels war. Während der verbleibenden Mastperiode waren in jedem Mastabschnitt noch drei bzw. zwei weitere Tierverluste zu verbuchen.

Die meisten Tiere, die in der Starterphase verendeten, waren Kümmerer. Bei den übrigen Ausfällen handelte es sich um gut entwickelte Tiere, die aufgrund von Herztod verendet sind. Die Ausfälle der Tiere, sowie deren Lebendmassen sind in nachfolgender Tabelle 18 dargestellt.

Die Tierverluste waren über die Boxen und Futtergruppen normal verteilt.

**Tabelle 18: Anzahl der Tierverluste während der Mastperiode**

Mastabschnitt	Futtergruppe	Box	Anzahl	Gewicht in g
<b>Starterperiode 1. – 14. Tag</b>	2	2	3	105, 202, 214
	5	5	1	49
	1	7	2	64, 210
	2	8	3	47, 70, 294
	3	9	1	44
	5	11	3	59, 70, 266
	1	13	2	53, 77
	2	14	3	63, 229, 290
	4	16	1	49
	5	17	1	60
	6	18	4	50, 54, 55, 64,
	2	20	1	55
	3	21	1	297
	4	22	1	51
	6	24	2	58, 82
<b>Mastabschnitt 15. – 28. Tag</b>	3	3	1	648
	3	9	1	730
	2	20	1	830
<b>Mastabschnitt 29. – 36. Tag</b>	1	13	1	1150
	6	18	1	2340

#### 4.2.2. Lebendmasse-Entwicklung

In den Tabellen 19, 20, 21 und 22 sind die Ergebnisse der Lebendmasse-Entwicklung (LM) und Futtermittelverwertung der unterschiedlichen Mastphasen, sowie über die Gesamtperiode dargestellt.

Während der Starterperiode (1. – 14. Masttag) gab es zwischen den verschiedenen Futtergruppen weder einen tendenziellen noch einen signifikanten Unterschied bei der Entwicklung der Lebendmasse und der täglichen Lebendmassezunahme. In dieser Phase weist die Futtergruppe 4 die höchste Lebendmasse (445 g) und die Futtergruppe 1 (427 g) die geringste Lebendmasse auf. Daraus folgt, dass die Futtergruppe 4 ebenfalls die höchste

tägliche Lebendmassezunahme (28 g) verzeichnete. Jedoch war dieser Unterschied, die tägliche Lebendmassezunahme betreffend, weder signifikant noch tendenziell.

In der Mastphase I (14. – 28. Masttag) war wiederum kein Unterschied bei der Lebendmasse der Tiere zu verzeichnen. Jedoch war ein tendenzieller Unterschied der täglichen Lebendmassezunahme durch den Enzymzusatz erkennbar. Im Vergleich zu den Futtergruppen ohne Enzymergänzung (Futtergruppen 1, 3 und 5) wiesen die Futtergruppen mit Enzymzusatz (Futtergruppen 2, 4 und 6) eine um 3,33% höhere tägliche Lebendmassezunahme auf.

Im letzten Mastabschnitt (28. – 36. Masttag) waren erstmals signifikante Unterschiede sowohl bei der Lebendmasse, als auch der täglichen Lebendmassezunahme erkennbar. Die Tiere der Futtergruppen mit Enzymergänzung (Futtergruppen 2, 4 und 6) verzeichneten die höchste Lebendmasse (2122 g). Die Futtergruppen mit Enzymergänzung wiesen im Vergleich zu den Futtergruppen ohne Enzymergänzung eine um 3% höhere Lebendmasse auf, und unterschieden sich somit signifikant. Ein weiterer signifikanter Unterschied zwischen den Futtergruppen mit und ohne Enzymsupplementierung ergab sich bei der täglichen Lebendmassezunahme. Auch hier wiesen die Futtergruppen mit Enzymergänzung eine um 4,55% höhere tägliche Lebendmassezunahme auf. Die höchste tägliche Lebendmassezunahme erzielte die Futtergruppe 2 (8% DDGS und Enzymergänzung) (90 g) und unterschied sich somit signifikant von allen übrigen Futtergruppen.

Während der gesamten Mastperiode (1 - 36. Masttag) zeichnete sich nur ein tendenzieller Einfluss auf die tägliche Lebendmassezunahme bei den Gruppen mit unterschiedlicher Konzentration an DDGS ab. Die Futtergruppen (3 und 4) mit 16% DDGS in der Ration wiesen mit 57 g die höchste tägliche Lebendmassezunahme auf, gefolgt von den Futtergruppen (5 und 6) mit 24 % DDGS (55 g) und den Futtergruppen (1 und 2) mit nur 8% DDGS (54 g).

Die Abbildungen 4 und 5 zeigen die Versuchstiere während dem Mastverlauf.

Tabelle 19: Ergebnisse der Mastleistungsdaten während der Starterperiode

Merkmal	Futtergruppe						*SEM	P-Wert	P-Wert	P-Wert
	1	2	3	4	5	6				
DDGS, %	8	8	16	16	24	24		(DDGS)	(Enzym)	(DDGS* Enzym)
Enzym +/-	-	+	-	+	-	+				
Tieren, n	56	50	58	58	55	54				
LM <sup>1</sup> , 1. Tag, g	43	43	43	43	43	43	0,070	0,989	0,836	0,989
LM <sup>1</sup> , 14. Tag, g	427	433	440	445	438	433	3,769	0,477	0,794	0,860
TLMZ <sup>2</sup> , 1.-14. Tag, g/Tag	27	26	28	29	28	27	0,337	0,117	0,726	0,719
Tägl. Futteraufnahme <sup>3</sup> , 1.-14. Tag, g/Tag	37	35	37	37	36	36	0,331	0,415	0,178	0,681
Futteraufwand, 1.-14. Tag, kg/kg	1,38	1,35	1,32	1,29	1,32	1,31	0,010	0,028	0,209	0,839
<sup>1</sup> LM = Lebendmasse <sup>2</sup> TLMZ = tägliche Lebendmassezunahme <sup>3</sup> Tägl. Futteraufnahme = tägliche Futteraufnahme										

Tabelle 20: Ergebnisse der Mastleistungsdaten während der HMF I - Periode

Merkmal	Futtergruppe						*SEM	P-Wert	P-Wert	P-Wert
	1	2	3	4	5	6				
DDGS, %	8	8	16	16	24	24		(DDGS)	(Enzym)	(DDGS* Enzym)
Enzym +/-	-	+	-	+	-	+				
Tieren, n	56	49	56	58	55	54				
LM, 14. Tag, g	428	433	440	445	438	434	3,769	0,477	0,794	0,860
LM, 28. Tag, g	1369	1439	1439	1458	1397	1419	11,498	0,216	0,109	0,563
TLMZ, 14.-28. Tag, g/Tag	67	71	71	72	69	70	0,658	0,196	0,091	0,632
Tägl. Futteraufnahme, 14.-28. Tag, g/Tag	112	113	116	115	113	111	0,892	0,360	0,745	0,665
Futteraufwand, 14.-28. Tag, kg/kg	1,66	1,60	1,63	1,59	1,66	1,58	0,011	0,748	0,012	0,813

**Tabelle 21: Ergebnisse der Mastleistungsdaten während der HMF II - Periode**

Merkmal	Futtergruppe						*SEM	P-Wert	P-Wert	P-Wert
	1	2	3	4	5	6				
DDGS, %	8	8	16	16	24	24		(DDGS)	(Enzym)	(DDGS*
Enzym +/-	-	+	-	+	-	+				Enzym)
Tieren, n	55	49	56	58	55	53				
LM, 28. Tag, g	1369	1440	1439	1456	1397	1419	11,498	0,216	0,109	0,563
LM, 36. Tag, g	2019	2161	2113	2132	2048	2075	15,734	0,206	0,033	0,145
TLMZ, 28.-36. Tag, g/Tag	81 <sup>b</sup>	90 <sup>a</sup>	84 <sup>b</sup>	84 <sup>b</sup>	81 <sup>b</sup>	83 <sup>b</sup>	0,857	0,154	0,008	0,014
Tägl. Futteraufnahme, 28.-36. Tag, g/Tag	163	173	170	172	168	169	1,314	0,572	0,103	0,462
Futtermittelverbrauch, 28.-36. Tag, kg/kg	2,03	1,91	2,02	2,04	2,06	2,04	0,017	0,143	0,249	0,189

**Tabelle 22: Ergebnisse der Mastleistungsdaten während der gesamten Mastperiode**

Merkmal	Futtergruppe						*SEM	P-Wert	P-Wert	P-Wert
	1	2	3	4	5	6				
DDGS, %	8	8	16	16	24	24		(DDGS)	(Enzym)	(DDGS*
Enzym +/-	-	+	-	+	-	+				Enzym)
Tieren, n	55	49	56	58	55	53				
LM, 1. Tag, g	43	43	43	43	43	43	0,070	0,989	0,836	0,989
LM, 36. Tag, g	2019	2161	2113	2132	2048	2075	15,734	0,206	0,033	0,145
TLMZ, 1.-36. Tag, g/Tag	54	56	57	58	55	56	0,468	0,063	0,186	0,908
Tägl. Futteraufnahme, 1.-36. Tag, g/Tag	93	93	96	97	95	94	0,746	0,203	0,950	0,898
Futtermittelverbrauch, 1.-36. Tag, kg/kg	1,73	1,65	1,69	1,68	1,72	1,69	0,009	0,497	0,025	0,325



**Abbildung 4: Versuchstiere am 18. Masttag**



**Abbildung 5: Versuchstiere am 30. Masttag**

#### **4.2.3. Futteraufnahme**

Bei der täglichen Futteraufnahme ergab sich weder für eine einzelne Mastperiode, noch über die gesamte Mastphase ein Unterschied zwischen den Futtergruppen wie aus den Tabellen 19, 20, 21 und 22 ersichtlich wird.

#### **4.2.4. Futteraufwand**

Hingegen verzeichnete der Futteraufwand sehr wohl signifikante Unterschiede. Während der Starterphase (1. – 14. Masttag) wiesen die Futtergruppen mit unterschiedlichen Anteilen von DDGS in der Ration einen signifikanten Unterschied auf. Den geringsten Futteraufwand (1,31 kg/kg) verbuchten jene Futtergruppen mit 16% DDGS (3 und 4). Danach folgten die Futtergruppen (5 und 6) mit 24% DDGS Gehalt (1,32 kg/kg). Den höchsten Futteraufwand verbuchten die Futtergruppen (1 und 2) mit 8% DDGS in der Ration (1,37 kg/kg).

In der zweiten Mastphase (14. – 28. Masttag) wurde der tendenzielle Einfluss der täglichen Lebendmassezunahme durch einen um 3,64% signifikant geringeren Futteraufwand der Futtergruppen (2, 4 und 6) mit Enzymergänzung bestätigt.

Über die gesamte Mastperiode (1- 36. Masttag) ergab sich schließlich ein um 2,34% geringer Futteraufwand der Futtergruppen (2, 4 und 6) mit NSP-Enzymsupplementierung im Vergleich zu den Futtergruppen (1, 3 und 5) ohne Enzymeinsatz. Somit unterschieden sich diese beiden Futtergruppen signifikant voneinander.

### **4.3. Schlachtleistung**

Im Rahmen der Schlachtleistung wurden die Parameter der Allgemeinen Schlachtleistung (Lebendmasse zu Mastende, ODW warm, ODW kalt, Ausschachtung % und grillfertige Ware), die wertvollen Teilstücke (Brust, Schenkel, Flügel, Ständer, Kopf & Hals und Restkörper) von 72 ausgewählten Schlachtkörpern sowie die Organgewichte und Abdominalfett untersucht und ausgewertet.

#### **4.3.1. Allgemeine Schlachtleistung**

Die Ergebnisse der Schlachtleistungsdaten sind in Tabelle 23 dargestellt. Die unterschiedliche DDGS Konzentration wirkte sich überwiegend tendenziell auf die Ergebnisse aus.

Durch die Unterschiedliche DDGS Konzentration war bei der ODW warm, ODW kalt sowie bei der grillfertigen Ware ein tendenzieller Unterschied erkennbar. Bei diesen Parametern verzeichnete jeweils die Futtergruppe (3 und 4) mit 16% DDGS die höchsten Werte und die Futtergruppe (5 und 6) mit 24% DDGS Anteil die niedrigsten Werte. Bei der Ausschachtung ergab sich daraus ein signifikanter Unterschied zwischen den Futtergruppen mit unterschiedlichen DDGS Konzentrationen. Die höchste Ausschachtung (78,7%) erzielte erneut die Futtergruppe (3 und 4) mit 16% DDGS Gehalt, die geringste Ausschachtung (78,2%) verzeichnete die Futtergruppe (1 und 2) mit 8% DDGS in der Ration ( $p < 0,05$ ).

Bei den Schlachtleistungsergebnissen wurde wie bei den Mastleistungsergebnissen ersichtlich, dass sich vor allem die NSP-Enzym Supplementierung signifikant auf die Leistungsparameter auswirkt. Durch die Enzymergänzung wiesen die Futtergruppen mit Enzymergänzung (FG 2, 4 und 6) eine um 3,29% höhere Lebendmasse zu Mastende auf. Dadurch wurden ebenfalls die ODW warm (+ 3,16%) und ODW kalt (+3,20%) sowie die grillfertige Ware (+ 4,50%) signifikant beeinflusst.

Ein signifikanter Unterschied ergab sich durch die Interaktion DDGS\*Enzym bei der Ausschachtung zwischen den einzelnen Futtergruppen. Die höchste Ausschachtung verbuchte die Futtergruppe 4 (78,9%), diese unterschied sich signifikant von den Futtergruppen 2 (77,9%) 5 (78,2%) mit den geringsten Ausschachtungsprozenten. Die

Futtergruppen 1 (78,4%), 3 (78,5%) und 6 (78,5%) unterschieden sich von den übrigen Gruppen nicht.

**Tabelle 23: Ergebnisse der Schlachtleistungsdaten**

Merkmal	Futtergruppe						*SEM	P-Wert	P-Wert	P-Wert
	1	2	3	4	5	6				
DDGS, %	8	8	16	16	24	24		(DDGS)	(Enzym)	(DDGS*
Enzym +/-	-	+	-	+	-	+				Enzym)
Tiere, n	55	49	56	58	55	53				
LM, 36. Tag, g	2007	2160	2114	2144	2047	2066	14,408	0,106	0,018	0,110
ODW warm, g	1584	1681	1658	1692	1601	1622	11,923	0,078	0,031	0,379
Ausschlachtung, %	78,4 <sup>ab</sup>	77,9 <sup>b</sup>	78,5 <sup>ab</sup>	78,9 <sup>a</sup>	78,2 <sup>b</sup>	78,5 <sup>ab</sup>	0,076	0,005	0,563	0,051
ODW kalt, g	1562	1660	1636	1670	1580	1600	11,736	0,073	0,029	0,349
Grillfertige Ware, g	1405	1499	1475	1503	1422	1439	10,748	0,074	0,029	0,285

#### 4.3.2. Organgewichte und Abdominalfett

Tabelle 24 zeigt die Ergebnisse der Organgewichte und des Abdominalfettes.

Bei der Leber bestand zudem noch ein tendenzieller Einfluss je nach DDGS Konzentration, höchster Wert bei 8% DDGS (43 g) und niedrigster Wert mit 24% DDGS (41 g), sowie ein signifikanter Unterschied bei den einzelnen Futtergruppen. Durch die Interaktion DDGS\*Enzym unterschied sich die Futtergruppe 2 mit dem höchsten Wert von 47 g signifikant ( $p < 0,05$ ) von den übrigen fünf Futtergruppen.

Auch beim Magen war ein tendenzieller Einfluss der DDGS Konzentration erkennbar. Mit einer DDGS Anteil von 24% in der Ration wurden die höchsten Werte von 26 g erreicht, gefolgt von der Futtergruppe mit 16% DDGS (26 g) und der Ration mit 8% DDGS Anteil (25 g).

Beim Herz ergab sich zwischen den Futtergruppen mit Enzymzusatz (9 g) zu jenen Futtergruppen ohne Enzymergänzung (9 g) ein signifikanter Unterschied, ebenso bei der Leber (+ 6%).

Beim Abdominalfett waren zwischen den Futtergruppen keine Unterschiede zu verbuchen.

**Tabelle 24: Ergebnisse der Organgewichte und Abdominalfett**

Merkmal	Futtergruppe						*SEM	P-Wert	P-Wert	P-Wert
	1	2	3	4	5	6				
DDGS, %	8	8	16	16	24	24		(DDGS)	(Enzym)	(DDGS*
Enzym +/-	-	+	-	+	-	+				Enzym)
Tiere, n	55	49	56	58	55	53				
Herz, g	9,2	9,9	9,4	9,5	9,1	9,5	0,081	0,475	0,020	0,435
Leber, g	40 <sup>b</sup>	47 <sup>a</sup>	42 <sup>b</sup>	42 <sup>b</sup>	42 <sup>b</sup>	42 <sup>b</sup>	0,387	0,098	<0,001	<0,001
Magen, g	25	26	26	26	26	27	0,207	0,075	0,358	0,833
Abdominalfett, g	33	36	36	36	36	35	0,509	0,535	0,722	0,357

#### 4.3.3. Wertvolle Teilstücke

Aus Tabelle 25 gehen die Ergebnisse der 72 zerlegten Schlachtkörper in deren wertvollen Teilstücke hervor. Wie ersichtlich wird, ergaben sich für diese Parameter keine statistischen Unterschiede. Abbildung 6 zeigt einen zerlegten Schlachtkörper in die wertvollen Teilstücke.

Tabelle 25: Ergebnisse der wertvollen Teilstücke

Merkmal	Futtergruppe						*SEM	P-Wert	P-Wert	P-Wert
	1	2	3	4	5	6				
DDGS, %	8	8	16	16	24	24		(DDGS)	(Enzym)	(DDGS* Enzym)
Enzym +/-	-	+	-	+	-	+				
Tiere, n	12	12	12	12	12	12				
Kopf & Hals, g	85	88	84	88	82	84	1,332	0,583	0,254	0,955
Ständer, g	73	76	77	76	72	73	1,565	0,610	0,757	0,896
Brust, g	368	413	408	406	405	414	1,449	0,533	0,255	0,432
Schenkel, g	397	396	426	418	391	406	6,752	0,242	0,871	0,785
Flügel, g	149	168	154	155	151	149	2,458	0,345	0,238	0,149
Restkörper, g	472	470	497	474	461	462	7,941	0,499	0,630	0,815



Abbildung 6: zerlegter Schlachtkörper

## 5. Diskussion

Dass DDGS eine mögliche Eiweißversorgungsquelle in der Broilermast darstellt haben WALDROUP et.al. bereits in ihrer Studie 1981 aufgezeigt. Die Studie bringt explizit zum Ausdruck, dass Broiler in der Lage sind die Futterenergie der Ration, unabhängig vom Konzentrationsgehalt an DDGS, gleichermaßen zu verwerten. Folglich kann DDGS bis zu 25% in der Ration beigemischt werden, ohne signifikant negative Auswirkungen weder auf die Mast- noch auf die Schlachtleistung.

Zu beachten gilt, dass sich die Untersuchung von WALDROUP et.al. auf die sogenannte „alte“ Generation von DDGS bezogen hat. In der Vergangenheit vollzog sich jedoch ein starker Wandel was den Futterwert und die Einsatzmöglichkeit von DDGS als Eiweißkomponente in der Tierernährung anbelangt. Zum einen diente der früher eingesetzten DDGS überwiegend verschiedenen Getreidemischungen als Rohstoff – heute fällt sie als Nebenprodukt in der Bioethanolerzeugung an, bei der eigens gezüchtete Getreidesorten (höhere Stärkegehalte) zum Einsatz kommen. Eine weitere, für die DDGS-Qualität maßgebende, Veränderung vollzog sich bei der Herstellungstechnologie, vor allem im Bereich des Trocknungsprozesses. Diese Faktoren beeinflussen den Futterwert (Nährstoffgehalt und die zur Verfügung stehenden verdaulichen Aminosäuren) maßgebend. CROMWELL et.al., (1993), BATAL UND DALE, (2006) und BANDEGAN et.al., (2009) haben sich ausführlich mit den Qualitätskriterien von DDGS auseinandergesetzt. Sie alle kommen in ihren Studien zum Fazit, dass durch den Trocknungsprozess vor allem der Gehalt an verdaulichen Aminosäuren beeinflusst wird. Durch neue schonende Prozesstechnologie, ist man in der Lage eine Überhitzung zu vermeiden, somit bleiben verdauliche Aminosäuren erhalten, folglich ist der Futterwert „neuer“ DDGS höher. Dennoch unerlässlich für einen erfolgreichen Einsatz in der Ration sind Kenntnisse über die zur Verfügung stehenden Nährstoffe und Aminosäuregehalte, um eine äquivalente Supplementierung mit synthetischen Aminosäuren durchzuführen.

Die zentralen Fragen des vorliegenden Hühnermastversuchs waren: Feststellen wie hoch DDGS in der Broilerfütterung, ohne negative Auswirkung auf die Mast- und Schlachtleistung, eingesetzt werden kann, und inwiefern sich eine NSP-hydrolysierende Enzymsupplementierung auf die Mast- und Schlachtleistung der Broiler auswirkt.

Bei den Parameter der Mastleistung wurden weder die Lebendmasse Entwicklung, die täglichen Lebendmassezunahmen, die tägliche Futteraufnahme, noch der Futteraufwand signifikant negativ durch eine höhere Dosierung von 16% beziehungsweise 24% DDGS beeinflusst. Über die gesamte Mastperiode (1. – 36. Masttag) war bei den täglichen Lebendmassezunahmen (tLMZ) sogar ein tendenziell positiver Einfluss erkennbar. Die Futtergruppen 3 und 4 (16% DDGS) erreichten die höchsten tLMZ von 57 g, gefolgt von den Futtergruppen 5 und 6 (24% DDGS) 55 g, die geringste tLMZ erreichten die Futtergruppen 1 und 2 (8% DDGS) mit 54 g. Zudem war auch während der Starterphase ein signifikanter Unterschied beim Futteraufwand durch die unterschiedlichen Konzentrationsstufen erkennbar. Wiederum verbuchten die Futtergruppen 3 und 4 (16% DDGS) mit 1,31 kg/kg den geringsten Futteraufwand, die Futtergruppen 5 und 6 (24% DDGS) lagen bei 1,32 kg/kg, den höchsten Futteraufwand verzeichneten die Futtergruppen 1 und 2 (8% DDGS) mit 1,37 kg/kg. In den folgenden Mastphasen war jedoch kein weiterer Unterschied durch die DDGS Dosierung erkennbar.

RICHTER et.al., (2006) und SCHEDLE, (2011a) kommen in ihren Untersuchungen zur Schlussfolgerung, das ein Einsatz von 5% beziehungsweise bis zu 8% DDGS in der Ration vergleichbare Mast- und Schlachtleistungsergebnisse erwarten lassen, als bei herkömmlicher Rationsgestaltung ohne DDGS Supplementierung.

Die Untersuchungsergebnisse von RICHTER et.al., (2006) und SCHEDLE, (2011a) sind teilweise konträr zu den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit, da diese eine Einsatzgrenze bis zu maximal 8% DDGS empfehlen.

In der Untersuchung von RICHTER et.al., (2006) wurden ebenfalls die Auswirkungen unterschiedlicher DDGS Konzentrationen auf die Mastleistung untersucht. Es kamen 0, 5, 10, 15 und 20% DDGS in der Ration zum Einsatz. Gefüttert wurde ein zweiphasiges Futter, mit den jeweiligen DDGS Gehalten für eine Mastperiode von 33 Tagen. Das Resultat der Untersuchung war, das nur ein Einsatz bis zu 5% DDGS in der Ration empfehlenswert ist. Nur mit dieser Konzentration war es möglich, eine vergleichbare Mastleistung zu erzielen wie bei der Kontrollgruppe mit 0% DDGS.

Zu einem ähnlichen Ergebnis kam auch SCHEDLE (2011a). Er untersuchte die Auswirkung von 0, 8, 16 und 24% auf die Mast- und Schlachtleistung von Broilern. Die Fütterung erfolgte hier

jedoch basierend auf einer drei Phasenfütterung über die Mastperiode von 36 Tagen. Seine Ergebnisse lassen eine Dosierung von bis zu 8% DDGS in der Ration zu.

Für eine mögliche höhere Dosierung an DDGS in der Ration sprechen die Untersuchungsergebnisse von LUMPKINS et.al, (2004), WANG et.al., (2007a) und WANG et.al., (2007b).

LUMPKINS et.al., (2004) kamen nach ihren zwei Versuchen mit unterschiedlichen Dosierungsstufen zur Schlussfolgerung, dass im Starterfutter bis zu max. 12% DDGS beigemischt werden können und im HMF I und II bis zu 15% DDGS. Für ihren Versuch diente die „neue“ Generation an DDGS aus der Bioethanolerzeugung. Die Untersuchung setzte sich aus zwei Experimenten zusammen. Im ersten Versuch gab es wiederum zwei Energiekonzentrationen (hoch 22% XP und 3.050 kcal ME<sub>N</sub>, nieder 20% XP und 3.000 kcal ME<sub>N</sub>) sowie zwei Dosierungsstufen an DDGS (0 und 15%). Die niedrigere Energiestufe diente dazu, um eine mögliche Grenze der Unterversorgung festzustellen. Im zweiten Versuch wurden vier Dosierungsstufen gewählt (0, 6, 12, 18% DDGS) und ein drei Phasenfutter eingesetzt. Die Ergebnisse vom ersten Versuch brachten keine Unterschiede bei der Mastleistung innerhalb der Ration bei unterschiedlichen DDGS (0 oder 15%) hervor. Im zweiten Versuch kam es bei 18% DDGS während der Starterphase zu verminderten Lebendmassezuwachs, ähnlich war es auch bei der Konzentration von 12% in der Starterration. Während der HMF I und II Phase ergaben sich keine Abweichungen. LUMPKINS et.al. sprechen auch von einem möglichen Einsatz bis zu 20% DDGS, unter der Voraussetzung dass eine entsprechend ausreichende Lysin Supplementierung stattfindet.

WANG et.al. (2007a) untersuchten steigende Gehalte von DDGS (0, 5, 10, 15, 20 und 25%) in der Ration und deren Einfluss auf die Mast und Schlachtleistung. Die Ration wurde isokalorisch und isonitrogen ausgerichtet. Während die DDGS Konzentration keinen signifikanten Einfluss auf die Lebendmasse der Tiere hatte, kam es bei Futterraufnahme und Futtermittelnutzung mit hohen Gehalten an DDGS (25%) zu einer signifikant negativen Beeinflussung. Bei Ausschachtung und Brustgewicht waren signifikante Verringerungen im Vergleich zur Kontrollgruppe (0% DDGS) zu beobachten. Noch im selben Jahr führten WANG et.al. (2007b) einen aufbauenden Versuch mit steigenden DDGS Konzentration während der Mastperiode durch. Die Rationen wurden basierend auf dem Gehalt an verdaulichen

Aminosäuren zusammengestellt. Die Gehalte an DDGS waren 0, 15 und 30%. Es wurde während der Mastperiode (Starterfutter, HMF I und HMF II) eine steigende Konzentration an DDGS (0, 15, 30%) verfüttert. Das Ergebnis zeigt auf, dass während der gesamten Mastperiode 15% DDGS ohne negative Auswirkung auf die Mast- und Schlachtleistung verfüttert werden kann. Wird bereits während der Starter und der HMF I Phase 30% DDGS in der Ration eingesetzt, führt dies zu reduzierter Lebendmasse, Futterverwertung und geringeren Brustgewichten im Vergleich zu 0 oder 15% DDGS. WANG et.al., (2007a) und (2007b) kommen nach ihren Untersuchungen zum Resümee, dass hochwertige DDGS bis zu 15% teilweise auch 20%, in der Endmast bis zu 30% Ration eingesetzt werden kann. Beimischungen im Ausmaß von 15% DDGS erlauben vergleichbarere Mast- und Schlachtleistungsparameter als bei DDGS-freier Fütterung. Besitzt die eingesetzte DDGS einen hohen Gehalt an verdaulichen Aminosäuren können auch 20% beigemischt werden. Bei einem hohen Gehalt von 30% muss mit reduzierten Lebendmassen, Futterverwertung und geringeren Brustgewichten gerechnet werden, da es eintreten kann, dass Aminosäuren wie zum Beispiel Tryptophan, Isoleucin und Arginin marginal in der Ration enthalten sind und zum limitierenden Faktor werden.

Die vorliegenden Ergebnisse geben aber keinen Hinweis darauf, dass durch Beimischungsraten von bis zu 24% DDGS, signifikant reduzierte Lebendmasse, Futterverwertung oder Schlachtleistung zu erwarten sind.

WANG et.al., (2007a) und (2007b) sowie LUMPKINS et.al., (2004) sprechen in ihren Untersuchungen auch davon, dass einige essentielle Aminosäuren nicht ausreichend supplementiert wurden, beziehungsweise Nährstoff- und Aminosäuregehalte der DDGS nicht korrekt eingeschätzt wurden. Daher kam es, dass bei Versuchsgruppen mit höherer (über 20%) DDGS Konzentration, einzelne Aminosäuren marginal enthalten waren, und folglich als limitierende Faktoren agierten. Dies wiederum würde erklären weshalb die Studien von RICHTER et.al., (2006) und SCHEDLE (2011a) nur eine Einsatzempfehlung von max. 8% DDGS in der Ration abgeben, da diese Untersuchungen nicht auf Basis der präcaecalen Aminosäuren-Verdaulichkeit durchgeführt wurden.

Weder die Schlachtleistungsergebnisse noch die wertvollen Teilstücke wurden durch die Futtergruppe beeinflusst. Durch die unterschiedlichen DDGS Konzentrationen sind

tendenzielle Einflüsse bei der ODW warm und kalt sowie bei der grillfertigen Ware ersichtlich. Die Futtergruppen 3 und 4 (16% DDGS) verbuchten bei der ODW warm (1.675 g), ODW kalt (1.652 g) und der grillfertigen Ware (1.488 g) die höchsten Werte. Die niedrigsten Werte verbuchten bei diesen Parametern jeweils die Futtergruppen 5 und 6 (24% DDGS) auf. Bei den Ausschachtungsprozenten kam es zu einem signifikanten Unterschied zwischen den Futtergruppen 3 und 4 (78,7%), Futtergruppen 5 und 6 (78,4%) und den Futtergruppen 1 und 2 (78,2%). Obwohl die Futtergruppe 24% DDGS (5 und 6) bei den zuvor beschriebenen Parametern tendenziell schlechter abschnitt als die Futtergruppe mit 16% (3 und 4) beziehungsweise 8% DDGS (1 und 2), erreichte sie eine höhere Ausschachtung als die Futtergruppe mit 8% DDGS Anteil.

Voraussetzung für einen erfolgreichen Einsatz von DDGS ist, dass die Rationsberechnung auf Basis der präcaecalen Aminosäuren-Verdaulichkeit, und einer, wenn nötigen, Supplementierung mit synthetischen Aminosäuren erfolgt.

Um den antinutrativen Effekt der NSP entgegen zu wirken wurde ein NSP-hydrolysierendes Enzym eingesetzt. Wie bereits BEDFORD et.al. (1993) beschrieben haben, bewirkt der Einsatz von NSP-hydrolysierenden Enzymen, dass die Viskosität im Darm reduziert wird, körpereigene Enzyme besser arbeiten können und antinutrativ Effekte der NSP reduziert werden.

DUSEL et.al. (1998) führte eine Untersuchung mit Xylanase Supplementierung bei auf Weizen basierenden Rationen durch. In seinen Ergebnissen bestätigt er ebenfalls den positiven Einfluss von NSP-hydrolysierenden Enzymen auf die Reduzierung der Viskosität im gesamten Darmtrakt. In seinen Schlussfolgerungen spricht er jedoch nur von einem tendenziellen verbesserten Einfluss auf die  $AME_N$  und die Nährstoffverdaulichkeit wobei bei Pentosane reichen Rationen gar nur mit einer Verbesserung der Verdaulichkeit der organischen Masse und der Rohfaser gerechnet werden kann (DUSEL et.al., 1998).

Einen deutlich erkennbaren Einfluss übte die Enzymsupplementierung auf die Mast- und Schlachtleistungsergebnisse aus. Diesen positiven Effekt der Enzymsupplementierung bestätigen auch TRAUTWEIN et.al., (2008) und RICHTER et.al. (2008) in ihren Studien.

Bei der Lebendmasse-Entwicklung war während der Starterphase kein Unterschied bei den Futtergruppen erkennbar. In der HMF I verbuchten die Futtergruppe (2, 4 und 6) mit Enzymergänzung eine um 3,33% tendenziell höhere tägliche Lebendmassezunahme. In der darauffolgenden HMF II waren schließlich eine um 4,55% signifikant höhere tägliche Lebendmassezunahme, sowie eine um 3,03% signifikant höhere Lebendmasse (2.122 g) nachweisbar.

Der Futteraufwand verzeichnete über die gesamte Mastperiode einen signifikanten Unterschied zu Gunsten der Futtergruppen mit Enzymergänzung. Der Futteraufwand dieser Futtergruppen lag bei 1,67 kg/kg über der Mastphase, und liegt somit auch unter den Kennwerten von JEROCH et.al., (2008) welcher von 1,69 kg/kg spricht. Im Vergleich dazu weisen die Futtergruppen (1, 3 und 5) ohne Enzymzusatz einen Futteraufwand von 1,71 kg/kg auf. Ein tendenzieller Einfluss war zudem auch während der HMF I erkennbar, wiederum verbuchten die Futtergruppen 2, 4 und 6 (mit Enzymergänzung) einen um 3,64% geringeren Futteraufwand.

Signifikante Unterschiede machten sich in weiterer Folge bei den Schlachtleistungsparametern bemerkbar. Die Futtergruppen mit Enzymergänzung (2, 4 und 6) wiesen eine höhere Lebendmasse (+3,29%), ODW warm (+3,16%), ODW kalt (+3,20%) und grillfertige Ware (+4,50%) auf. Auf die Ausschlachtungsprozente hatte der Enzymeinsatz keine Auswirkung. Aufgrund der höheren Lebendmasse der Tiere, wirkte sich dies in weiterer Folge positiv auf die grillfertige Ware aus.

TRAUTWEIN et.al., (2008) belegen mit ihrer Studie dass die Futtermittelverwertung von Broilern durch eine Enzymsupplementierung positiv beeinflusst wird. In ihrem Versuch zeigt sie deutlich auf, dass der Enzymzusatz, im Vergleich zu einer Ration mit DDGS ohne Enzymzusatz, die Viskosität im Darm signifikant positiv beeinflusst. Schlussfolgernd geben TRAUTWEIN et.al. (2008) die Empfehlung ab DDGS (bis zu 10%) immer in Kombination mit einem NSP-spaltenden Enzym einzusetzen. Dadurch kommt es zu keiner negativen Auswirkung auf die Lebendmasse, Futteraufnahme, Futtermittelverwertung und Darmviskosität, demzufolge kommt es zu keiner Reduktion der Mast- und Schlachtleistung.

RICHTER et.al., (2008) untersuchten die Einsatzmöglichkeit von DDGS mit kombinierter NSP-Enzym Ergänzung während der Aufzuchtphase von Legehennen. Die Ergebnisse zeigen auf,

dass eine DDGS Konzentration von bis zu 20% keinen Einfluss auf den Futteraufwand, Futterverwertung und die Lebendmasse-Entwicklung der Junghennen hat. Im Versuch kam es ab einem DDGS Gehalt von 15% zu einer zusätzlichen NSP-Enzym Supplementierung. Der zusätzliche Einsatz von einem NSP-hydrolysierenden Enzym wirkte sich signifikant positiv auf die Futterverwertung und Lebendmasse-Entwicklung der Aufzuchttiere aus. Die darauffolgende Legeleistung der Tiere blieb von der Aufzucht unbeeinflusst. Aus dieser Studie lässt sich schließen, dass DDGS bis zu 15% auch ohne Enzymergänzung erfolgreich in die Futtermischung beigemischt werden kann, und sich bei höheren Konzentrationen die Enzym Supplementierung positiv auswirkt.

Die Wechselwirkung von DDGS und NSP-hydrolysierender Enzym Supplementierung bewirkte keinen wesentlichen Einfluss auf die Ergebnisse. Signifikante Unterschiede waren während der HMF II, bei den Ausschachtungsprozenten sowie den Lebergewichten erkennbar. Die Futtergruppe 2 unterschied sich bei den tLMZ (90 g) signifikant von allen übrigen Futtergruppen. Die Futtergruppe 4 erzielte die höchste Ausschachtung mit 78,9%, die Futtergruppe 2 (77,9%) und Futtergruppe 5 (78,2%) die niedrigste. Bei den Lebergewichten unterschied sich wiederum die Futtergruppe 2 signifikant von den anderen Futtergruppen.

Folglich kann das Resümee gezogen werden dass die NSP Enzym Supplementierung nicht ausschließlich auf die DDGS der Ration wirkt, sondern auch auf andere Futterkomponenten der Ration (Mais oder Soja). Da der Effekt der Enzym Supplementierung in keinen statistischen Zusammenhang mit der steigenden DDGS-Konzentration stand.

## **Schlussfolgerungen**

Allgemein kann festgehalten werden, dass ein Einsatz von DDGS in der Broilermast bis zu einem Gehalt von 24% in der Ration, ohne negative Beeinträchtigung der Mast- und Schlachtleistung möglich ist. Voraussetzung für einen erfolgreichen Einsatz von DDGS ist, dass die Rationsberechnung auf Basis der präcaecalen Aminosäureverdaulichkeit, und einer, wenn nötigen, Supplementierung mit synthetischen Aminosäuren erfolgt. Hierfür ist es erforderlich die Nährstoff- und Aminosäuregehalte des Ausgangsmaterials (DDGS) und der fertigen Futtermischung zu kontrollieren, um eine Fehleinschätzung zu vermeiden. Der

Zusatz von NSP-hydrolysierenden Enzymen wirkt sich positiv auf die Futterverwertung der Gesamtration, folglich auch auf die Mast- und Schlachtleistung, unabhängig von der DDGS Dosierung, aus.

## 6. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde der Einfluss einer steigenden (8, 16 und 24%) DDGS Dosierungen mit und ohne NSP-hydrolysierendem Enzym in einem dreiphasigen Alleinfutter, auf die Mast- und Schlachtleistung von Broilern untersucht.

Dafür wurden 360 Eintagsküken gemischt-geschlechtlich auf 24 Boxen verteilt aufgestellt, diese wiesen ein Durchschnittsgewicht von 43 g auf. Die Boxen wurden auf sechs Futtergruppen, mit je vier Wiederholungen aufgeteilt. Die Futtergruppen 1 und 2 hatten einen Anteil von 8% DDGS, die Futtergruppen 3 und 4 von 16% DDGS und die Futtergruppen 5 und 6 einen Anteil von 24% DDGS in den jeweiligen Futtermischungen. Den Futtergruppen 2, 4 und 6 wurde zusätzlich ein handelsübliches NSP-spaltendes Enzym (Roxazyme G2G UT09020004) beigemischt. Die Fütterung erfolgte *ad libitum* über Futtertröge. Zum Einsatz kam eine praxisübliche drei-Phasenfütterung: Starterfutter (12,35 MJ ME/kg, 22% XP), Hühnermastfutter I (12,8 MJ ME/kg, 21% XP) und Hühnermastfutter II (12,7 MJ ME/kg, 20% XP). Die Rationsberechnung erfolgte auf Basis der präcaecalen Aminosäurenverdaulichkeit.

Bei den täglichen Lebendmassenzunahmen war über die gesamte Mastperiode ein tendenzieller Einfluss ( $p < 0,1$ ) der DDGS Dosierungen erkennbar. Die Futtergruppen (3 und 4) mit 16% DDGS wiesen die höchste tLMZ auf (57 g), gefolgt von den Futtergruppen (5 und 6) mit 24% DDGS (55 g) und den Futtergruppen (1 und 2) mit 8% DDGS (54 g). Bei der Lebendmasse-Entwicklung und der täglichen Futterraufnahme war kein statistischer Unterschied zwischen den Futtergruppen nachweisbar. Während der Starterperiode kam es beim Futterraufwand zu einem signifikanten Unterschied ( $p < 0,05$ ), die Futtergruppen (3 und 4) mit 16% DDGS verbuchten den geringsten (1,31 kg/kg), gefolgt von den Futtergruppen (5 und 6) mit 24% DDGS (1,32 kg/kg) sowie den Futtergruppen (1 und 2) mit 8% DDGS (1,37 kg/kg).

Die Schlachtleistungsergebnisse präsentierten in erster Linie tendenzielle Einflüsse ( $p < 0,1$ ) durch die DDGS Dosierung. Die Futtergruppen (3 und 4) mit 16% DDGS hatten tendenziell höhere ODW warm (1.675 g) und kalt (1.652 g), sowie grillfertige Ware (1.488 g). Daher erreichten die Futtergruppen mit 16% DDGS auch die höchsten Ausschachtungsprozente (78,7%) und unterschied sich signifikant von den Futtergruppen (5 und 6) mit 24% DDGS (78,4%) und den Futtergruppen (1 und 2) mit 8% DDGS (78,2%). Bei den, in die wertvollen

Teilstücke zerlegten, 72 Schlachtkörpern waren keine statistischen Unterschiede nachweisbar.

Die Supplementierung mit einem NSP hydrolysierenden Enzym wirkte sich bei den Mastleistungsergebnissen während der HMF I Phase tendenziell positiv auf die täglichen Lebendmassezunahmen (+3,33%) und signifikant positiv während der HMF II Phase (+4,55%) aus. In weiterer Folge verbuchten diese Futtergruppen mit Enzymsupplementierung eine um +3,03% höhere Lebendmasse zu Mastende ( $p \leq 0,05$ ). Ein weiterer signifikant positiver Effekt war beim Futteraufwand (1,67 kg/kg) erkennbar. Bei den Schlachtleistungsparametern kam es bei den Lebendmassen, ODW warm, ODW kalt und grillfertiger Ware zu signifikant positiven Effekten durch die Enzym Beimischung.

Die Wechselwirkung von DDGS\*Enzym wirkte sich nicht wesentlich auf die untersuchten Mast- und Schlachtleistungsparameter aus. Folglich kann die Vermutung aufgestellt werden, dass die Enzymsupplementierung sich nicht auf die DDGS sondern auf die Gesamtration auswirkt.

Die Versuchsergebnisse zeigen auf, dass DDGS Konzentrationen bis zu 24% in der Ration, sich nicht negativ auf die Ergebnisse und Parameter der Mast- und Schlachtleistung von Broilern auswirken. Eine NSP-spaltende Enzym Supplementierung bewirkte unabhängig von der DDGS Konzentration eine Verbesserung der Leistungsparameter.

## 7. Summary

In this study the effect of NSP-hydrolyzing enzyme with increasing (8, 16 and 24%) DDGS concentration, within a 3-phase feeding, on the growth and carcass performance in broiler chicks was investigated.

For that reason 360 one-day-old chicks, having an average weight of 43 g, were transferred into 24 floor pens. Six different experimental groups, with four replications, were investigated. Feeding group 1 and 2 contained 8% DDGS, feeding group 3 and 4 contained 16% DDGS and feeding group 5 and 6 contained 24% DDGS in the diets. Additionally feeding group 2, 4 and 6 were supplemented with a NSP-hydrolyzing enzyme (Roxazyme G2G UT09020004). The feeding procedure was *ad libitum* in form of the conventional 3-phase feeding standard practice: chick starter (12,35 MJ ME/kg, 22% XP), chick grower (12,8 MJ ME/kg, 21% XP) and chick finisher (12,7 MJ ME/kg, 20% XP). The diets were balanced on digestible amino acid pattern.

The daily weight gain over the entire feeding period tended to be affected by the DDGS content. The feeding group with 16% DDGS showed the highest daily weight gain (57 g), followed by 24% DDGS (55 g), the lowest was recognized by 8% DDGS (54 g). Body weight and feed intake were not affected at all. During the starter period there was a significant statistical effect obvious. The feed conversion was the lowest again with 16% DDGS in the diet (1,31 kg/kg), a little bit higher was 24% DDGS (1,32 kg/kg) and the highest had 8% DDGS (1,37 kg/kg).

The carcass performance was only significantly affected by the dressing percentage. Again the feeding group with 16% DDGS showed the highest dressing percentage with 78,7%. Other parameters of carcass measurements were not affected by one of the feeding group.

Due the NSP-hydrolyzing enzyme was the daily weight gain over the feeding period significant affected. Enhanced the broiler of the feeding groups (2, 4 and 6) have shown a +3,03% higher weight at the end of the feeding period. Another statistical effect ( $p \leq 0,05$ ) was obvious at the feed conversion rate (1,67 kg/kg).

The DDGS\*Enzyme interaction didn't affect the growth and carcass performance. The effect of the NSP-enzyme was at the complete diet, not only on DDGS.

In conclusion, the results of the growth and carcass performance have shown that it is possible to add DDGS at a level of 24% to the diet of broiler chicks, without any negative impact on the growth and carcass performance. An additional NSP-Enzyme supplementing doesn't lead to any increase in performance.

## 8. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Versorgungsbilanz für Geflügel nach Arten 2008 .....	4
Tabelle 2: Pro-Kopf-Verbrauch in Österreich in kg .....	5
Tabelle 3: Ermittelter Energie- und Rohproteinbedarf von Broilern nach GfE 1999.....	12
Tabelle 4: Einteilung der Aminosäuren nach ernährungsphysiologischen Gesichtspunkten..	14
Tabelle 5: Bedarfsableitung von essentiellen Aminosäuren bei Broilern .....	15
Tabelle 6: Empfehlungen zur Aminosäurenversorgung von Broilern .....	16
Tabelle 7: Nährstoffgehalte verschiedener DDGS mit unterschiedlichen Ausgangsrohstoffen in g/kg Frischmasse .....	20
Tabelle 8: Verdaulichkeit der Aminosäuren von unterschiedlichen DDGS in % .....	21
Tabelle 9: standardisierte ileale (SID) und scheinbare (AID) Verdaulichkeit von Rohprotein und Aminosäuren von Weizen und DDGS .....	22
Tabelle 10: Der Versuchsplan.....	30
Tabelle 11: Soll-Nährstoffgehalte der Alleinfuttermischungen .....	33
Tabelle 12: Rezeptur der Starter-Futtermischung .....	34
Tabelle 13: Rezeptur der Hühnermastfutter I - Futtermischung .....	35
Tabelle 14: Rezeptur der Hühnermastfutter II - Futtermischung .....	36
Tabelle 15: Analysierte Nährstoffgehalte im Starterfutter .....	43
Tabelle 16: Analysierte Nährstoffgehalte im Hühnermastfutter I.....	44
Tabelle 17: Analysierte Nährstoffgehalte im Hühnermastfutter II .....	45
Tabelle 18: Anzahl der Tierverluste während der Mastperiode .....	47
Tabelle 19: Ergebnisse der Mastleistungsdaten während der Starterperiode.....	49

Tabelle 20: Ergebnisse der Mastleistungsdaten während der HMF I - Periode .....	49
Tabelle 21: Ergebnisse der Mastleistungsdaten während der HMF II - Periode .....	50
Tabelle 22: Ergebnisse der Mastleistungsdaten während der gesamten Mastperiode .....	50
Tabelle 23: Ergebnisse der Schlachtleistungsdaten .....	54
Tabelle 24: Ergebnisse der Organgewichte und Abdominalfett .....	55
Tabelle 25: Ergebnisse der wertvollen Teilstücke .....	56

## 9. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Schematische Darstellung der Erzeugung von DDGS .....	19
Abbildung 2: Ansicht der vorbereiteten Boxen für die Küken .....	29
Abbildung 3: Innenansicht des Versuchstalls .....	29
Abbildung 4: Versuchstiere am 18. Masttag .....	51
Abbildung 5: Versuchstiere am 30. Masttag .....	51
Abbildung 6: zerlegter Schlachtkörper .....	56

## 10. Literaturverzeichnis

AGRANA (2009): Agrana Bioethanol – Jetzt tankt die Umwelt auf. [URL: <http://www.agrana.com/pr/downloads/>] (30. April 2011).

BANDEGAN, A.; GUENTER, W.; HOEHLER, D.; CROW, G. H. UND NYACHOTI, C. M. (2009): Standardized ileal amino acid digestibility in wheat distillers dried grains with solubles for broilers. Poultry Science 88, 2592 – 2599.

BATAL, A. B. UND DALE, N. M. (2006): True Metabolizable Energy and Amino Acid Digestibility of Distillers Dried Grains with Solubles. Journal of Applied Poultry Research 15, 89 – 93.

BEDFORD, M. R. (1993): Mode of Action of Feed Enzymes. Journal of Applied Poultry Research 2, 85 – 92.

BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT- UND WASSERWIRTSCHAFT – BMLFUW (2011): Grüner Bericht 2011. Bericht über die Situation der österreichischen Land- und Forstwirtschaft, Wien.

BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT- UND WASSERWIRTSCHAFT – BMLFUW (2010): Lebensmittelbericht 2010. Wien.

CROMWELL, G. L.; HERKELMAN, K. L. UND STAHLY, T. S. (1993): Physical, Chemical, and Nutritional Characteristics of Distillers Dried Grains with Solubles for Chicks and Pigs. Journal of Animal Science 71, 679 – 686.

DLG (2009): Futterwert und Einsatz von getrockneter Weizen- und Weizen/Gerste-Schlempe aus der Bioethanolproduktion beim Geflügel – Stellungnahme des DLG-Arbeitskreises Futter und Fütterung. Frankfurt am Main: DLG-Verlag.

DUSEL, G.; KLUGE, H. UND JEROCH, H. (1998): Xylanase Supplementation of Wheat-Based Rations for Broilers – Influence of Wheat Characteristics. Journal of Applied Poultry Research 7, 119 – 131.

ESSL, A. (1987): Statistische Methoden in der Tierproduktion - Eine anwendungsorientierte Einführung. Wien: Österreichischer Agrarverlag.

JEROCH, H.; DROCHNER, W. und SIMON, O. (2008): Ernährung landwirtschaftlicher Nutztiere – Ernährungsphysiologie, Futtermittelkunde, Fütterung. 2., überarbeitete Aufl., Stuttgart: Eugen Ulmer Verlag.

KIRCHGESSNER, M.; ROTH, F.X.; SCHWARZ, F.J. und STANGL, G.I. (2008): Tierernährung. 12., neu überarbeitete Aufl. Frankfurt am Main: DLG-Verlags-GmbH.

LUMPKINS, B. S.; BATAL, A. B. UND DALE, N. M. (2004): Evaluation of Distillers Dried Grains with Solubles as a Feed Ingredient for Broilers. *Journal of Poultry Science* 83, 1891 – 1896.

PUNZ, C.; SCHEDLE, K. UND WINDISCH, W. (2010): Einfluss von Trockenschlempe (DDGS) in Kombination mit NSP-abbauenden Enzymen auf die Mast- und Schlachtleistung von Mastschweinen. In: Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie (Hrsg.): Tagungsband 9. BOKU-Symposium Tierernährung – Eiweiß in der modernen Tierernährung – Bedarf, Qualität, neue (alte) Futtermittel. Wien: 99 - 104.

RICHTER, G.; HARTUNG, H.; HERZOG, E. UND OTTO, F. (2006): Einsatz von Trockenschlempe auf Weizenbasis aus der Bioethanolherstellung bei Geflügel. In: Institut für Agrar- und Ernährungswirtschaft, Universität Halle-Wittenburg, Rodehutsord (Hrsg.): 9. Tagung Schweine- und Geflügelernährung. Halle-Wittenberg. 265 -267.

RICHTER, G.; BARGHOLZ, J.; HARTUNG, H.; CHUDASKE, C.; MÜLLER-DITTMANN, T. UND ARNHOLD, W. (2008): Fütterungsversuche zum Einsatz von Trockenschlempe aus der Bioethanolerzeugung bei Geflügel. Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft Schriftenreihe 7, 1 – 8.

SCHEDLE, K. (2011a): Einfluss von Actiprot® auf die Mast- und Schlachtleistung von Masthühner. In: Die Bodenkultur. Wien: in druck.

SCHEDLE, K. (2011b): Einsatzmöglichkeit von DDGS (Trockenschlempe) in der Broilermast. In: Arbeitsgemeinschaft für Lebensmittel – Veterinär- und Agrarwesen (Hrsg.): ALVA Tagungsbericht 2011 – Landwirtschaft, Lebensmittel und Veterinärmedizin – Zukunft der Forschung in Österreich. Wien: 130 – 132.

SCHENKEL, H. (2010): Die Versorgungssituation der Tierernährung mit Eiweißfuttermitteln. In: Institut für Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie (Hrsg.):

Tagungsband 9. BOKU-Symposium Tierernährung – Eiweiß in der modernen Tierernährung – Bedarf, Qualität, neue (alte) Futtermittel. Wien: 1 – 7.

SALOMON, F.-V. (1993): Lehrbuch der Geflügelanatomie. Stuttgart: Gustav Fischer Verlag Jena.

TRAUTWEIN, J.; CHUDASKE, C.; RÖSER, W. UND DUSEL, G. (2008): Effect of distilled dried grains with soluble, with and without supplementation of nsp-hydrolysing enzymes on broiler performance. In: Institut für Agrar- und Ernährungswirtschaft, Universität Halle-Wittenburg (Hrsg.): 10. Tagung Schweine- und Geflügelernährung. Halle-Wittenburg: 123 – 125.

URDL, M. (2010): Abschlussbericht ActiProt-Milch – Prüfung des Futterwertes österreichischer Trockenschlempe. Raumberg-Gumpenstein.

WALDROUP, P. W.; OWEN, J. A.; RAMSEY, B. E. UND WELCHEL, D. L. (1981): The Use of High Levels of Distillers Dried Grains Plus Solubles in Broiler Diets. Journal of Poultry Science 60, 1479 – 1484.

WANG, Z.; CERRATE, S.; COTO, C.; YAN, F. UND WALDROUP, P. W. (2007a): Utilizaion of Distillers Dried Grains with Solubles (DDGS) in Broiler Diets Using a Standardized Nutrient Matrix. Journal of Poultry Science 6, 470 – 477.

WANG, Z.; CERRATE, S.; COTO, C.; YAN, F. UND WALDROUP, P. W. (2007b): Use of Constant or Increasing Levels of Distillers Dried Grains with Solubles (DDGS) in Broiler Diets. Journal of Poultry Science 6, 501 – 507.