

Endbericht zum Forschungsvorhaben

„Entwicklung eines Verfahrens zur industriellen Produktion von Präpuppen
der Fliege *Hermetia illucens* zur Futterproteinproduktion.

“



Erstellt von



An der Birkenpfehlheide 10 · 15837 Baruth

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Ministeriums für Wirtschaft des Landes Brandenburg und der EU gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt der Veröffentlichung liegt beim Autor.

Investition in Ihre Zukunft!



EUROPÄISCHE UNION

Europäischer Fonds für
Regionale Entwicklung

www.efre.brandenburg.de

Inhalt:

Aufgabenstellung und Projektziel	4
Voraussetzungen unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde	4
Wissenschaftlicher und technischer Stand an den angeknüpft wurde.....	4
Planung und Ablauf des Vorhabens	5
AP 1 Entwicklungsvorbereitung.....	6
AP 2 Substratoptimierung	6
2.1 Substratbeschaffung.....	7
2.2 Fütterungsversuche.....	7
AP 3 Logistik.....	7
3.1 Substratversorgung	7
3.2 Umsetzung und Verwertung der Reststoffe.....	8
3.3 Transport der Endprodukte	8
AP 4 Produktionsablauf	9
AP 5 Ernte	9
AP 6 Aufarbeitung	10
6.1 Abtöten.....	10
6.2 Pressversuche.....	10
AP 7 Analytik, Lagerung, Haltbarkeit, Fütterungsversuche.....	11
7.1 Analytik.....	11
7.2 Lagerung und Haltbarkeit	15
7.3 Fütterungsversuche.....	15
7.3.1 Vorversuch – Fütterung von Karpfen	15
7.3.2 Fütterungsversuch mit Lachs (Atlantic Salmon).....	16
7.3.3 Fütterungsversuch mit Steinbutt (Turbot)	16
7.3.4 Versuch zur Eignung von Hermetiamehl zur Fütterung von Broilern in der Starter- und Growerphase	18
AP 8 Zulassung.....	20

AP 9 Reinigung, Hygiene, Klima, Lüftung	24
9.1 Reinigung / Hygiene	24
9.2 Klima / Lüftung	25
Fazit / Konsequenzen für die Unternehmensentwicklung.....	26
Präsentationen und Veröffentlichungen.....	26

Aufgabenstellung und Projektziel

Die Verknappung von Fischmehl und die ökologisch nicht mehr vertretbaren Konsequenzen der Fischmehlgewinnung machen die Entwicklung alternativer Verfahren zur Gewinnung von Futterproteinen notwendig. Dem Einsatz von pflanzlichen Proteinen in der Futtermittelherstellung sind ernährungsphysiologische Grenzen gesetzt, so dass andere Quellen gefunden werden müssen. Insektenmehle sind daher weltweit Gegenstand der Forschung. Es ist jedoch derzeit in Europa noch keine Technik bekannt, die im industriellen Maßstab eingesetzt wird um Protein aus Präpuppen der Fliege *Hermetia illucens* zu produzieren. Projektziel war es, ein solches Verfahren zu entwickeln und damit eine industrielle Technologie zu konzipieren, zu konstruieren und zu testen, mit der ein marktfähiges, zugelassenes, qualitativ hochwertiges und reproduzierbares Produkt von gleichbleibend guter Qualität zuverlässig erzeugt werden kann.

Voraussetzungen unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Die Grundsätze des Zucht- und Produktionsverfahrens von *Hermetia illucens* sind im Jahr 2005 im Rahmen einer Machbarkeitsstudie (Stamer, A., Katz, P. „Erschließung alternativer Proteinquellen zum Fischmehl für Forellenfuttermittel“, Forschungsvorhaben 04OE020 der Bundesanstalt für Ernährung und Landwirtschaft) erarbeitet worden. Seit diesem Jahr wird die Fliegenart in Kultur gehalten, zunächst bei der Fa. Katz Biotech AG und später bei der Hermetia Futtermittel GbR (HFG). Die HFG wurde gegründet, um bei der Mehlproduktion eine industrielle Größenordnung zu erreichen. Von der Katz Biotech AG wurde das Grundwissen der Fliegenproduktion übernommen und weiter entwickelt. Klimatisierte Räumlichkeiten für die Forschung und Entwicklung waren in den Anlagen der Katz Biotech AG vorhanden und konnten genutzt werden.

Wissenschaftlicher und technischer Stand an den angeknüpft wurde.

Veröffentlichungen zum Thema *Hermetia illucens* sind seit den 1970er Jahren aus den USA bekannt. Dr. Craig Sheppard von der Tifton University in Georgia ist hier als Pionier zu nennen. Dr. Paul Olivier forscht seit Jahrzehnten im Bereich Abfallreduzierung, alternative Energieträger und Hermetia-Produktion. Er entwickelte spezielle Hermetia-Produktionsbehälter zur Abfallreduktion im Hausbereich. Diese Gefäße sind patentiert und werden weltweit vertrieben. An der ETH Zürich und der Eidgenössischen Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz wird am Thema Hermetia-Produktion seit 2006 geforscht. Der Fokus dieser Arbeiten liegt auf der Reduzierung

organischer Abfälle vor dem Hintergrund der Ressourcennutzung an tropischen Standorten. Alle der genannten Arbeiten haben ihren Schwerpunkt in der Reduktion von Abfällen. Der Ansatz der *Hermetia* GbR, eine Maximierung der Proteinausbeute zu erreichen, wurde bisher nicht verfolgt.

Der Stand der eigenen Arbeiten zu Beginn des Projektes kann wie folgt zusammengefasst werden: Eine Zuchtpopulation von *Hermetia illucens* war vorhanden und der Produktionsablauf unter Laborbedingungen war stabil. Eine vorläufige betriebswirtschaftliche Extrapolation der Herstellkosten ergab ein positives Ergebnis (Stamer, A., Katz, P. 2005). Fütterungsversuche mit Forellen an der Universität Göttingen bestätigten die grundsätzliche Eignung des Hermetiamehls als Fischfutter (STAMER et al., 2007¹).

Planung und Ablauf des Vorhabens

Das Ziel des FuE Projekts „die Entwicklung einer industriellen Technologie zur Produktion von Insektenprotein“ wurden in 3 Etappenziele (Meilensteine) untergliedert. Insgesamt 10 Arbeitspakete wurden erstellt, wobei 6 Arbeitspakete den 3 Meilensteinen direkt zugeordnet wurden.

Die Unterteilung ergab sich wie folgt:

Arbeitspaket 1 Entwicklungsvorbereitung

Meilenstein 1: Massenproduktion der Präpuppen

Arbeitspaket 2 Substratoptimierung

Arbeitspaket 3 Logistik

Arbeitspaket 4 Produktionsablauf

Meilenstein 2: Entwicklung einer Technik zur Separierung der Fettfraktion, zur Endtrocknung und Formulierung des Produkts

Arbeitspaket 5 Ernte

Arbeitspaket 6 Aufarbeitung

Meilenstein 3: Die Gewinnung von Erkenntnissen zur Lagerfähigkeit bzw. deren Steigerbarkeit und Reststoffbehandlung

Arbeitspaket 7 Analytik, Lagerung, Haltbarkeit

¹STAMER, A.; NEIDIG, R.; WESSELS, S.; HÖRSTGEN-SCHWARK, G. (2007): Protein Concentrates for Animal Feedstuff Derived from Fly-Massproduction: *Hermetia*-Meal as an Alternative to Fishmeal, Tropentag, October 9-11, 2007, Witzenhausen

Flankierende Arbeitspakete

Arbeitspaket 8	Zulassung
Arbeitspaket 9	Reinigung, Hygiene, Klima / Lüftung

AP 1 Entwicklungsvorbereitung

Im Rahmen dieses Arbeitspaketes wurden die nachfolgenden Arbeitspakete vorbereitet und die Entwicklungsziele genauer festgelegt. Die Ziele des Projektes wurden dokumentiert und in einem Anforderungskatalog zusammengefasst. Die Abarbeitung der Arbeitspakete wurde zeitlich koordiniert. Der entwickelte Projektplan war die Grundlage für die Durchführung des Projektes. Die Kontrolle des Projektfortschrittes wurde auf Basis der Meilensteine und des Projektplans durchgeführt. Strukturen für die innerbetriebliche Kommunikation wurden erstellt.

Eine weitere Arbeit innerhalb des Arbeitspaketes war die Auswahl neuer Mitarbeiter und deren Einarbeitung, sowie die Verteilung der Aufgaben innerhalb der Arbeitspakete. Insgesamt wurden 10 Mitarbeiter neu eingestellt.

AP 2 Substratoptimierung

Zur Aufrechterhaltung der Population wurden die Larven der *H. illucens* bis zu Beginn der Arbeiten im Januar 2009 mit Weizenkleie, Legehennenmehl und Grünschnitt gefüttert. Weizenkleie und Legehennenmehl wurde eingekauft, Grünschnitt (Tabak, Tomaten, Ackerbohnen) fällt in der Nützlingsproduktion in der Katz Biotech AG regelmäßig als Abfallprodukt an.

Bereits durchgeführte Versuche aus dem Jahr 2005 (Forschungsvorhaben 04OE020 „Erschließung alternativer Proteinquellen zum Fischmehl für Forellenfuttermittel“) haben gezeigt, dass sich Legehennenmehl als ideales Nahrungssubstrat für die Larven eignet. Die Larven entwickeln sich in diesem Substrat sehr gut. Das gute Nährstoffangebot, das in großen Anteilen aus hochverdaulichen Getreideproteinen besteht, sorgte für einen schnellen und hohen Biomasseertrag. Legehennenmehl diente in allen im Rahmen dieses Projektes bisher durchgeführten Versuchen als Positivkontrolle.

2.1 Substratbeschaffung

Der erste Schritt für die Versuche zur Substratoptimierung war die Substratbeschaffung.

Hermetia illucens gehört zu den Aasfressern, d.h. in freier Natur ernähren sich die Larven der Fliege von verrottenden und/oder verwesenden organischen Substanzen wie Abfallprodukte, Aas, Pflanzenreste oder Mist.

Als erstes wurde im gemeinsamen Brainstorming überlegt, welche Substrate, sprich organische Abfallprodukte, in Frage kommen und beschafft werden müssen.

Es wurden Quellen interessanter Substrate ermittelt und diese Substrate beschafft.

2.2 Fütterungsversuche

In umfangreichen Fütterungsversuchen wurden die Substrate bewertet. Darüber hinaus wurden theoretisch interessante Kombinationen unterschiedlichster Futtermittel auf ihre Eignung für die Fütterung von *Hermetia*-Larven überprüft.

AP 3 Logistik

3.1 Substratversorgung

Die Substratversorgung stellt für eine wirtschaftliche Produktion und die technische Realisierbarkeit einen wichtigen Eckpfeiler dar. Aufgrund der benötigten Substratmengen ist eine enge Zusammenarbeit mit Firmen der Entsorgungswirtschaft für den kommerziellen Erfolg unerlässlich. Die Entsorgungswirtschaft ist sehr stark durch gesetzliche Einflüsse geprägt. Änderungen der Gesetzeslage, die auf EU-Ebene und auch auf nationaler Ebene immer stringenter wird, haben erhebliche Einflüsse auf die Stoffströme. Die Verarbeitung und wirtschaftliche Verwertung des Stoffstroms benötigt Expertenwissen und Erfahrung. Insbesondere die stoffliche Einordnung und damit die jeweilige Genehmigungssituation sind entscheidend für eine wirtschaftliche Vorgehensweise bei der Verwertung der Substrate. Es hat sich während des Projekts gezeigt, dass die Einbindung von Experten und einschlägigen Organisationen unerlässlich ist. Je näher die Produktion der Larven zu Substratquellen stattfindet, umso geringer werden die Kosten für die Logistik und umso einfacher wird die Abwicklung.

Logistikkosten setzen sich zusammen aus

- Beschaffungsnebenkosten (Akquise)
- Verpackung

- Transportkosten (Fahrzeug, Treibstoff, Maut)
- Lagerkosten (AfA, Kühlung)
- Kapitalbindung
- Überwachung
- Verwaltung (Transportpapiere, IT)

Für das Projekt wurden verschiedene Substrate eingesetzt und im Hinblick auf die dahinter steckende Logistik bewertet.

3.2 Umsetzung und Verwertung der Reststoffe

Die Umsetzung bzw. Verwertung der Substrate, die frei von Verunreinigungen z.B. durch Plastik sind, durch die Larven folgt dem „Regenwurmprinzip“. Es entsteht Kompost oder eine Vorstufe dazu, die mit geringem Aufwand einer Nachkompostierung unterzogen werden kann. Die Entsorgung kann aufbauend auf Erfahrungen der deutschen Kompostwirtschaft erfolgen. Hochwertiger Kompost kann in kleine Einheiten von 5 bis 20 l verpackt und über Baumärkte und Gartencenter vertrieben werden. Kostenfrei entsorgt werden kann Kompost über Selbstabholung von Privatleuten oder Gewerbetreibenden. Größere Mengen Kompost sind zur Ausbringung auf landwirtschaftlichen Flächen vorgesehen. Der Landwirt stellt seine Fläche unter der Voraussetzung der für ihn kostenfreien Ausbringung zur Verfügung. Im ersten Fall fallen Erlöse an, die allerdings mit Investitionen und Aufwand verbunden sind. Es muss in eine Absackstraße investiert, die Produkte an den Baumarkt geliefert und die Abrechnung durchgeführt werden. Nicht zu unterschätzen sind die Aufwände für das Marketing und den Vertrieb. Im zweiten Fall muss für gute Zugänglichkeit gesorgt sein, und es müssen genügend Nachfrager in der Nähe des Standorts vorhanden sein. Im dritten Fall geht man von Kosten von ca. 20 € pro Tonne Restsubstrat aus, wenn die Felder zur Ausbringung nicht weiter als 30 km im Umkreis liegen.

3.3 Transport der Endprodukte

Die Endprodukte – getrocknete Mehle mit verschiedenen Fettstufen – sind mindestens sechs Monate lagerfähig. Die Lagerung erfolgt bei ca. 15° C und 60 % rel. Luftfeuchtigkeit. Damit ist gewährleistet, dass keine Veränderung des Produkts innerhalb des Zeitraums erfolgt. Es muss noch gewährleistet werden, dass keine Schädlinge wie Ratten, Mäuse aber auch Vögel eindringen können. Das Produkt ist ab diesem Zeitpunkt ein Futtermittel und unterliegt der Futtermittelüberwachung. Die Logistik

muss die Rückverfolgbarkeit vom Einsatz als Futtermittel (Endverbraucher) bis zur Produktion (Hersteller) gewährleisten. Beim Transport zur Futtermühle ist darauf zu achten, dass für Futtermittel zugelassene Transportbehälter eingesetzt werden. Dafür kommen geschlossene Transport – LKWs (Tankfahrzeuge für Mehle) oder aber verschlossene Big Bags in Frage. Ebenfalls möglich sind geschlossene Container. Bei Big Bags und Containern, die im Umlaufbetrieb eingesetzt werden, sind Reinigungsschritte und eine Überprüfung auf Beschädigung einzuführen. Zur Verfolgung von Umwelteinflüssen wie Temperatur und Luftfeuchtigkeit werden mit jedem Transport elektronische Data-Logger mitgeschickt. Diese Geräte sind inzwischen sehr preisgünstig (ca. 8 €), robust und einfach per USB Schnittstelle auszulesen. Extreme Umwelteinflüsse, die die Produktqualität beeinflussen können und im schlimmsten Fall das Produkt unbrauchbar machen, können so festgestellt werden.

AP 4 Produktionsablauf

Die Hermetiaproduktion kann in die Schritte Fliegenzucht, Eiablage und -ernte, Larvenschlupf und Versorgung der L1 und Versorgung bis zur Präpuppe unterteilt werden. Im Rahmen des Projektes wurden die Abläufe in den Teilschritten optimiert, so dass ein wirtschaftlicher Produktionsablauf etabliert werden konnte.

AP 5 Ernte

Zunächst wurde geprüft, in wie weit es möglich ist, das natürliche Abwanderungsverhalten der Larven von *Hermetia illucens* kurz vor der Verpuppung zu nutzen. Bei Eintritt in die Präpuppenphase (Verdunkelung der Cuticula) wandern die Larven unter natürlichen Bedingungen selbständig aus dem Substrat ab, sofern dies eine hohe Feuchtigkeit aufweist. Bei trockenen Substraten, welche mit steilen Barrieren umgeben sind, bleiben die Präpuppen hingegen an der Oberfläche liegen, da sie zum Erklimmen von starken Steigungen die Oberflächenspannung der sie umgebenden Feuchtigkeit nutzen.

Aus diesem Grund wurden die Larven zu Beginn der Versuche in um 45° geneigten Plastiktonnen gehalten, welche zu ca. einem Drittel mit Substrat gefüllt wurden. Bei

Eintritt der Mehrheit der Larven in das Präpuppenstadium (nach ca. 4 Wochen) wurde die Feuchtigkeit in den Tonnen künstlich erhöht, um das Abwandern zu erleichtern und anzuregen. Vor die Öffnungen der Tonnen wurden Kisten mit Sand gestellt, in welcher sich die Präpuppen nach der Abwanderung trocken laufen und dann in die Puppenruhe eintreten sollten. Leider konnte die Synchronität der Larven nicht ausreichend gewährleistet werden, so dass kein einheitliches Abwandern stattfand. Außerdem kam es durch die künstlich erzeugte Feuchtigkeit im Substrat zu hohen Absterberaten.

Als Konsequenz daraus wurde im Rahmen des Projekts ein Verfahren entwickelt das die Ernte von Präpuppen zu einem definierten Zeitpunkt ermöglicht.

AP 6 Aufarbeitung

6.1 Abtöten

Das Abtöten der Präpuppen erfolgt derzeit durch Einfrieren bei ca. -24° C. In Zukunft ist angedacht, den Prozess der Abtötung durch einen kurzen Kochvorgang in Wasser zu realisieren, um Energiekosten zu sparen. Weitere Untersuchungen bezüglich der optimalen Kochdauer sind dabei nötig. Grundsätzlich gilt, dass die Kochdauer so lange wie nötig jedoch so kurz wie möglich gehalten werden sollte, um einen Einschluss der Fettkörper innerhalb der Zellen durch eine Koagulation der Proteinkomponenten zu verhindern (siehe nächstes Kapitel).

6.2 Pressversuche

Insekten verfügen nicht über ein speziell definiertes Fettgewebe, wie es beispielsweise bei Wirbeltieren der Fall ist. Hingegen wird das Fett in sogenannten Fettkörpern (fat bodies) in jeder einzelnen Zelle in Form von Triacylglycerol (TAG) gespeichert und kann von dort bei Bedarf remobilisiert werden. Da die Fliegen von *H. illucens* (Adulte) keinerlei Nahrung mehr zu sich nehmen, verfügen die Tiere am Ende ihrer Larvalentwicklung über einen sehr hohen Fettgehalt (ca. 35% in der Trockenmasse). Für eine Nutzung als Einzelfuttermittel (besonders für die Fischzucht) muss dieser Fettgehalt deutlich reduziert werden, um die Rationsgestaltung der Züchter zu vereinfachen und die

Nutzung der mittlerweile weit verbreiteten Pelletierungs-Technik auch mit Hermetiamehl zu ermöglichen. Hohe Fettgehalte würden die Pelletierung erschweren.

Die Entfettung kann mit Hilfe spezieller Pressen erfolgen. Im Rahmen des Projektes wurden unterschiedliche Typen von Pressen getestet und ein Verfahren entwickelt Fett auf mechanischem Wege vom Protein zu trennen.

AP 7 Analytik, Lagerung, Haltbarkeit, Fütterungsversuche

7.1 Analytik

Alle Analysen wurden von der LUFA-ITL GmbH, Kiel durchgeführt.

In der folgenden Tabelle ist einmal exemplarisch der Wasser-, Protein- und Fettgehalt am Ende eines mechanischen Entfettungsvorganges dargestellt.

	Einheit	Ergebnis	Wert i.d.TS	Wert in 88% TS	Methode
Nährwerte/Inhaltsstoffe					
Wasser	%	29,1			VDLUFA III 3.1
Rohprotein (Nx6,25)	%	41,4	58,4	51,4	VDLUFA III 4.1.1
Gesamt-Rohfett	%	6,8	9,6	8,4	VDLUFA III 5.1.1 B

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.n. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Nachweisgrenze nicht nachzuweisen.

Das Zeichen "<...(+)" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff wurde im Bereich zwischen Nachweisgrenze und Bestimmungsgrenze qualitativ nachgewiesen.

Die tatsächliche Nachweis- oder Bestimmungsgrenze kann in Einzelfällen (z.B. Matrixeffekte, zu geringes Probenvolumen) vom angegebenen Wert des Verfahrens abweichen.

Erläuterung: Substanz: OS=Originalsubstanz, TS=Trockensubstanz

Die nächste Tabelle zeigt das Aminosäurespektrum eines entfetteten Präpuppenmehls

	Unit	Result Value in DM	result in 88% DM	Method
Aminoacids				
Lysine	%	3,39		according EG 98/64 L 257/16
Methionine	%	1,04		according EG 98/64 L 257/16
Cystine	%	0,39		according EG 98/64 L 257/16
Asparaginic acid	%	5,23		according EG 98/64 L 257/16
Threonine	%	2,21		according EG 98/64 L 257/16
Serine	%	2,48		according EG 98/64 L 257/16
Glutaminic acid	%	5,43		according EG 98/64 L 257/16
Proline	%	3,16		according EG 98/64 L 257/16
Glycine	%	3,38		according EG 98/64 L 257/16
Alanine	%	3,53		according EG 98/64 L 257/16
Valine	%	3,43		according EG 98/64 L 257/16
Isoleucine	%	2,47		according EG 98/64 L 257/16
Leucine	%	4,11		according EG 98/64 L 257/16
Tyrosine	%	3,26		according EG 98/64 L 257/16
Phenylalanine	%	1,85		according EG 98/64 L 257/16
Histidine	%	1,59		according EG 98/64 L 257/16
Arginine	%	2,72		according EG 98/64 L 257/16

Explanation: "<", n.d.: not detected, below limit of detection .

The actual limit of detection can be different to the standard value for a particular analysis due to matrix effects or insufficient sample volume.

Remark: OM=original matter, DM=dry matter

Die Tabelle 9 zeigt die von der FAO (Food And Agriculture Organization of the United Nations) für Fischmehl angegebenen Gehalte an Aminosäuren.

Tab. 9: Aminosäurespektrum von Fischmehl aus Heringen und „Weißem Fisch“ (Quelle: FAO 2001²)

	<i>herring meal</i>	<i>white fish meal</i>
<i>amino acid</i>	<i>g/100 g protein</i>	<i>g/100 g protein</i>
lysine	7.7	6.9
methionine	2.9	2.6
tryptophan	1.2	0.9
histidine	2.4	2.0
arginine	5.8	6.4
threonine	4.3	3.9
valine	5.4	4.5
isoleucine	4.5	3.7
leucine	7.5	6.5
phenylalanine	3.9	3.3
cystine	1.0	0.9
tyrosine	3.1	2.6
aspartic acid	9.1	8.5
serine	3.8	4.8
glutamic acid	12.8	12.8
proline	4.2	5.3
glycine	6.0	9.9
alanine	6.3	6.3

²FAO (2001): Fish Meal, TORRY ADVISORY NOTE No. 49,

<http://www.fao.org/wairdocs/tan/x5926e/x5926e01.htm#Composition%20and%20nutritional%20value>

Die ersten 10 hier aufgelisteten Aminosäuren werden im Allgemeinen als essentielle Aminosäuren für wachsende Tiere betrachtet. Im Vergleich zu Fischmehl sind die absoluten Gehalte des Hermetiamehls deutlich geringer (vergleiche Prüfbericht 11 und Tabelle 9). Betrachtet man jedoch die relativen Gehalte an essentiellen Aminosäuren zueinander, wird deutlich, dass Fischmehl und das Hermetiamehl hier ein ähnliches Aminosäuremuster aufweisen. Der relative Gehalt der verschiedenen essentiellen Aminosäuren zum Gehalt an Lysin wird in Abbildung 24 verdeutlicht. Dies ist insofern interessant, da bereits ein zu geringer Gehalt an einer essentiellen Aminosäure dazu führt, dass auch alle anderen Aminosäuren schlechter resorbiert werden. Eine Betrachtung der

relativen Aminosäuregehalte zueinander gibt demnach Aufschluss darüber, welche Aminosäuren limitierend wirken könnten und bei welchen somit eine Zugabe von freien Aminosäuren sinnvoll ist.

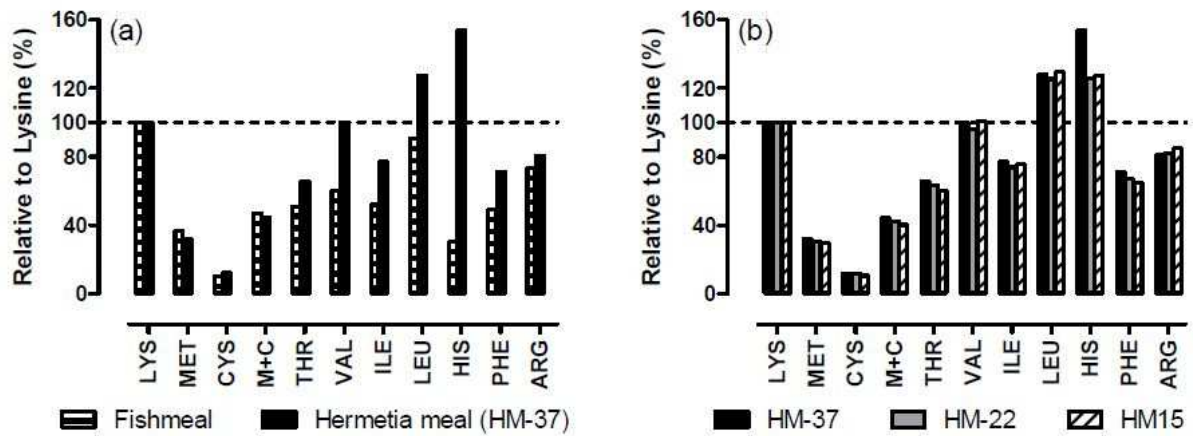


Abb. 24: prozentualer Gehalt an essentiellen Aminosäuren relativ zu Lysin von Fischmehl und Hermetiamehl (HM-37 mit 37 % Rohfett in der TS, HM-22 mit 22 % Rohfett in der TS, HM-15 mit 15 % Rohfett in der TS) (Quelle: Elwert et al. 2010³)

Es ist zu erkennen, dass vor allem das Verhältnis der Aminosäure Histidin zum Lysingehalt im Hermetiamehl günstiger ausfällt als bei Fischmehl. Ähnliches trifft für Valin, Leucin und Isoleucin zu.

Ein weiterer ernährungsphysiologisch wichtiger Faktor ist die Fettsäurekomposition des Hermetiamehls. Diese wird in Prüfbericht 12 dargestellt.

³ELWERT, C.; KNIPS, I.; KATZ, P. (2010): A novel protein source: Maggot meal of the Black Soldier fly (*Hermetia illucens*) in broiler feed, 11th Symposium on Pig and Poultry Nutrition: 140-142.
<http://www.feedtest.de/Publikationen/2010%20SGE%20Hermetia%20meal.pdf>

Die nachfolgenden Tabelle zeigt die Fettsäurezusammensetzung bei Hermetiapräruppen.

	Einheit	Ergebnis	Deklaration	Substanz	Methode
Fettsäureverteilung in % der Gesamtfettsäuren					
Caprylsäure C 8:0	%	<0,1			analog DGF C VI 10a/11a
Caprinsäure C 10:0	%	0,9			analog DGF C VI 10a/11a
Laurinsäure C 12:0	%	45,6			analog DGF C VI 10a/11a
Myristinsäure C 14:0	%	6,3			analog DGF C VI 10a/11a
Myristoleinsäure C 14:1	%	0,2			analog DGF C VI 10a/11a
Pentadecansäure C 15:0	%	<0,1			analog DGF C VI 10a/11a
Palmitinsäure C 16:0	%	14,3			analog DGF C VI 10a/11a
Hexadecansäure trans-Isomere C 16:1 trans	%	<0,1			analog DGF C VI 10a/11a
Palmitoleinsäure C 16:1	%	2,9			analog DGF C VI 10a/11a
Margarinsäure C 17:0	%	0,1			analog DGF C VI 10a/11a
Heptadecansäure C 17:1	%	<0,1			analog DGF C VI 10a/11a
Stearinsäure C 18:0	%	1,9			analog DGF C VI 10a/11a
Octadecansäure trans-Isomere C 18:1 trans	%	<0,1			analog DGF C VI 10a/11a
Ölsäure C 18:1	%	13,6			analog DGF C VI 10a/11a
Petroselinensäure C 18:1	%	<0,1			analog DGF C VI 10a/11a
cis-Vaccensäure C 18:1	%	0,2			analog DGF C VI 10a/11a
Octadecadiensäure trans-Isomere C 18:2 trans	%	<0,1			analog DGF C VI 10a/11a
Linolsäure C 18:2	%	12,2			analog DGF C VI 10a/11a
Octadecatriensäure trans-Isomere C 18:3 trans	%	<0,1			analog DGF C VI 10a/11a
alpha-Linolensäure C 18:3	%	1,3			analog DGF C VI 10a/11a
gamma-Linolensäure C 18:3	%	<0,1			analog DGF C VI 10a/11a
Octadecatetraensäure C 18:4	%	<0,1			analog DGF C VI 10a/11a
Arachinsäure C 20:0	%	<0,1			analog DGF C VI 10a/11a
Eicosensäure C 20:1	%	<0,1			analog DGF C VI 10a/11a
Eicosadiensäure C 20:2	%	<0,1			analog DGF C VI 10a/11a
Eicosatriensäure C 20:3	%	<0,1			analog DGF C VI 10a/11a
Eicosatetraensäure C 20:4	%	<0,1			analog DGF C VI 10a/11a
Eicosapentaensäure C 20:5	%	<0,1			analog DGF C VI 10a/11a
Heicicosansäure C 21:0	%	<0,1			analog DGF C VI 10a/11a
Behensäure C 22:0	%	<0,1			analog DGF C VI 10a/11a
Docosensäure trans-Isomere C 22:1 trans	%	<0,1			analog DGF C VI 10a/11a
Docosensäure C 22:1	%	<0,1			analog DGF C VI 10a/11a
Docosadiensäure C 22:2	%	<0,1			analog DGF C VI 10a/11a
Docosatriensäure C 22:3	%	<0,1			analog DGF C VI 10a/11a
Docosatetraensäure C 22:4	%	<0,1			analog DGF C VI 10a/11a
Docosapentaensäure C 22:5	%	<0,1			analog DGF C VI 10a/11a
Docosahexaensäure C 22:6	%	<0,1			analog DGF C VI 10a/11a
Tricosansäure C 23:0	%	<0,1			analog DGF C VI 10a/11a
Lignocerinsäure C 24:0	%	<0,1			analog DGF C VI 10a/11a
Nervonsäure C 24:1	%	<0,1			analog DGF C VI 10a/11a
Summe gesättigter Fettsäuren	%	69,1 ^{x)}			analog DGF C VI 10a/11a
Summe einfach ungesättigter Fettsäuren	%	16,9 ^{x)}			analog DGF C VI 10a/11a
Summe mehrfach ungesättigter Fettsäuren	%	13,5 ^{x)}			analog DGF C VI 10a/11a
Summe trans-Fettsäuren	%	n.n.			analog DGF C VI 10a/11a

Erläuterung: Das Zeichen "<" oder n.n. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff ist bei nebenstehender Nachweisgrenze nicht nachzuweisen.

Das Zeichen "<...(+)" oder n.b. in der Spalte Ergebnis bedeutet, der betreffende Stoff wurde im Bereich zwischen Nachweisgrenze und Bestimmungsgrenze qualitativ nachgewiesen.

Die tatsächliche Nachweis- oder Bestimmungsgrenze kann in Einzelfällen (z.B. Matrixeffekte, zu geringes Probenvolumen) vom angegebenen Wert des Verfahrens abweichen.

x) Einzelwerte, die die Nachweis- oder Bestimmungsgrenze unterschreiten, wurden nicht berücksichtigt.

Erläuterung: Substanz: OS=Originalsubstanz, TS=Trockensubstanz

In Hinblick auf die gesättigten Fettsäuren ist zu erkennen, dass vor allem Laurinsäure (12:0) einen großen Anteil an den Gesamtfettsäuren ausmacht (45,6 %). Außerdem ist Palmitinsäure (16:0) mit

14,3 % und Myristinsäure (14:0) mit 6,3 % vertreten. Die Summe der prozentualen Anteile gesättigter Fettsäuren am Gesamtfett beträgt 69,1 %.

Bei den einfach ungesättigten Fettsäuren ist mit größtem Anteil Ölsäure (18:1) vertreten (13,6 %). Des Weiteren sind geringe Anteile Palmitoleinsäure (16:1) zu finden (2,9 %). Insgesamt fanden sich 16,9 % einfach ungesättigter Fettsäuren im Gesamtfett.

Betrachtet man die Anteile mehrfach ungesättigter Fettsäuren im Gesamtfett des Hermetiamehls, so ist vor allem Linolsäure (18:2) vertreten (12,2 %). Außerdem war alpha-Linolensäure (18:3) mit geringen Gehalten (1,3 %) zu finden. Die Summe der prozentualen Gehalte mehrfach ungesättigter Fettsäuren am Gesamtfett betrug demnach 13,5 %. Diese sind aus ernährungsphysiologischer Sicht als besonders wertvoll zu betrachten.

7.2 Lagerung und Haltbarkeit

Eine Lagerung der Präpuppen bei -20° C ist ohne Qualitätseinbußen über mehrere Monate möglich. Eine Kühlung frisch geernteter Präpuppen bei 6 bis 10° C ist über wenige Wochen in lebender Form möglich. Danach kommt es zu einem Verderb infolge von Absterbeprozessen und Milbenbefall.

Durch Trocknung wird die Lagerfähigkeit des Produktes deutlich verbessert. Sowohl ungemahlene Präpuppen wie auch in Form von Mehl ist eine Lagerung über mehrere Monate ohne Qualitätseinbußen möglich. Als positiv wirkt sich eine luftdichte Abpackung aus.

7.3 Fütterungsversuche

7.3.1 Vorversuch – Fütterung von Karpfen

Um die grundsätzliche Eignung von Hermetialarven bzw. -präpuppen als Fischfutter zu prüfen, wurde im August 2009 ein Vorversuch mit Karpfen durchgeführt. Hierzu wurden zwei Bassins mit Wasserfilter und Belüftung beschafft. In jedes Bassin wurden jeweils 10 Karpfen mit einer Länge von ca. 7 cm gesetzt. In Variante 1 wurden die Karpfen mit Standardfischfutter gefüttert. In Variante 2 bestand das Futter aus lebenden Hermetia-Larven bzw. -Präpuppen und ergänzend etwas Brot. Es wurde täglich gefüttert, wobei so lange Futter zugegeben wurde, bis eine augenscheinliche Sättigung eingetreten war d.h. die Fische kein Futter mehr aufnahmen.

In beiden Varianten war in den ersten Tagen ein Verlust von jeweils einem Fisch zu verzeichnen. In Variante 1 sprang ein Fisch aus dem Bassin und verstarb, in Variante 2 war ein Fisch von einer Hautkrankheit befallen. Er verhielt sich apathisch und wurde, um eine eventuelle Krankheitsübertragung zu verhindern, aus dem Versuch genommen.

Bis zum Ende des Versuches im Mai 2010 kam es in beiden Varianten zu keinen weiteren Verlusten. Auch war die Größenentwicklung der Fische in beiden Varianten vergleichbar. Die Ergebnisse zeigten dass Hermetia als Futter für Fische grundsätzlich geeignet ist.

7.3.2 Fütterungsversuch mit Lachs (Atlantic Salmon)

Der Versuch wurde bei der Firma Skretting in Stavanger (Norwegen) durchgeführt. Skretting ist der weltweit größte Produzent von Fischfutter. Im Februar 2010 wurde dazu 50 kg entfettetes Hermetiamehl an Skretting geliefert. Eine Analyse erfolgte bei der Firma Agrolab.

Das Mehl hatte einen Fettgehalt von 15 % in der TS und 56 % Protein in der TS.

Leider erhielten wir von Skretting nur wenige Daten zu Versuchsaufbau, Versuchsverlauf und Endergebnissen.

Folgende Informationen wurden übermittelt:

- die Fische nahmen das Futter gut auf
- es konnte genügend Fischkot gesammelt werden um Verdaulichkeitsanalysen durchzuführen. Dies wurde als Zeichen für eine gute Futteraufnahme gewertet
- der ermittelte Proteinverdaulichkeitskoeffizient lag bei 67%. Als Vergleich wurde Fischmehl mit einem Verdaulichkeitskoeffizienten von 90% angeführt.

Bewertet man die Ergebnisse dieses Versuchs, so entsprach die Verdaulichkeit des Hermetiaproteins zwar in diesem Fall nur 74,4 % des Fischmehlproteins, da dies aber der erste Versuch mit Hermetiamehl war, ist anzunehmen, dass noch ein großes Optimierungspotential vorhanden ist.

7.3.3 Fütterungsversuch mit Steinbutt (Turbot)

Der Fütterungsversuch mit Steinbutt wurde im Auftrag am Institut für Marine Aquakultur, einer Abteilung des Instituts für Tierernährung und Physiologie der Christian Albrechts Universität Kiel, beginnend im September 2010 durchgeführt. Hierzu wurden 180 Fische mit einem Startgewicht von 55 g (+/- 1 g) in 6 Fütterungsgruppen unterteilt. Eine Diät basierte vollständig auf Fischmehl, bei den anderen Diäten wurde das Fischmehl in Schritten von 15 % durch entfettetes Hermetiamehl ersetzt. Die genaue Zusammensetzung der Diäten ist in Tabelle 10 dargestellt. Der Versuch lief über einen Zeitraum von 54 Tagen. Die Fütterung erfolgte täglich bis zur offensichtlichen Sättigung. Zweimal pro

Woche wurde eine Wachstumskontrolle durchgeführt. Des Weiteren erfolgten Blutabnahmen. Nach der Schlachtung wurden bei der Leber eine Gewichtsbestimmung sowie histologische Untersuchungen durchgeführt. Durch die Entnahme von Proben aus dem Darminhalt sollten Rückschlüsse auf chitinabbauende Bakterien und auf die Chitinaseaktivität gezogen werden.

Tab. 10: Zusammensetzung der Diäten im Fütterungsversuch mit Steinbutt

Futterdiät	FM100 %*	HM15 %**	HM30 %	HM45 %	HM60 %	HM75 %
Fischmehl	68,7	55,0	42,2	30,5	18,8	8,0
Hermetiamehl	0,0	16,6	33,3	49,9	65,5	79,2
Blutmehl	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Fischöl	9,0	8,0	6,9	5,9	4,9	3,8
Weizenstärke	14,8	13,0	10,2	7,5	5,7	5,0
Weizenkleber	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Vit./Min.-Mix	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Wassergehalt	7,5	5,6	5,6	5,8	4,9	4,5
Protein	50,7	52,3	52,2	52,9	53,6	53,4
Chitingehalt	0,0	1,5	3,1	4,6	6,1	7,4
Fette	11,8	12,3	13,5	13,3	12,5	12,2
Asche	12,0	13,1	13,3	12,6	13,9	14,5

* Fischmehl (FM) 100 %

** Ersatz des Fischmehls durch Hermetiamehl (HM) in steigenden Prozentsätzen

Tab. 11: Ergebnisse des Fütterungsversuchs

Futter	Endgewicht in g	Zunahme in g	Futteraufnahme in g	FCR in %*	SGR in % KG/Tag**
FM100%	139,2	84,5	64,0	0,76	1,73
HM15%	123,8	69,7	52,9	0,76	1,53
HM30%	119,5	64,3	52,7	0,82	1,43
HM45%	106,0	50,1	42,8	0,86	1,19
HM60%	91,2	36,3	35,5	0,98	0,94
HM75%	76,5	22,1	26,8	1,21	0,63

* Food Conversion Rate (FCR), prozentuale Futteraufnahme bezogen auf die Gewichtszunahme

** Specific Growth Rate (SGR), prozentuale Zunahme des Körpergewichts pro Tag

Die Ergebnisse zum Wachstum der Fische im Versuchszeitraum sowie Ergebnisse zur Futtermittelverwertung sind in Tabelle 11 dargestellt. Die Fischmehlvariante zeigte die besten Ergebnisse, mit zunehmendem Ersatz des Fischmehls durch Hermetiamehl verschlechterten sich die Ergebnisse.

Allerdings konnte in den Varianten, bei denen das Fischmehl zu 15 % bzw. zu 30 % durch Hermetiamehl ersetzt wurde, nahezu die Werte der reinen Fischmehlvariante erreicht werden. Vergleicht man diese Ergebnisse mit den Ergebnissen von Versuchen, bei denen das Fischmehl durch andere Stoffe z.B. pflanzlichen Ursprungs ersetzt wurde, so war das Hermetiamehl stets besser zu bewerten. Da unter Praxisbedingungen versucht wird, den Fischmehlanteil in der Diät aus Kostengründen zu reduzieren, ist Hermetiamehl dort auch in Verbindung mit pflanzlichen Fischmehlersatzstoffen äußerst interessant.

Erste Ergebnisse der Untersuchungen des Darminhaltes zeigten, dass keine Aktivität von Chitinasen bzw. von Chitinabbauenden Bakterien nachzuweisen ist. Das Chitin im Hermetiamehl muss deshalb als Ballaststoff bewertet werden.

7.3.4 Versuch zur Eignung von Hermetiamehl zur Fütterung von Broilern in der Starter- und Growerphase

Hierzu wurde die Firma feedtest, Neuendorf, Deutschland beauftragt, Fütterungsversuche mit der Rasse Ross durchzuführen. Für die Starterphase wurden insgesamt 810 Hähnchen verwendet, die zu 15 Vögeln je Gruppe in Volieren gehalten wurden. Es wurde pelletiertes Futter angeboten, die Wasserversorgung erfolgte über Trinknippel. In der Starterphase wurden 5 Varianten abgetestet,

eine rein vegetarische Variante, eine Fischmehlvariante sowie 3 Hermetiamehlvarianten mit einem Fettgehalt des Hermetiamehls von 37 %, 22 % und 15 %.

Die Ration wurde so berechnet, dass mit dem Hermetiamehl das Proteinniveau des Fischmehls erreicht wurde. Da Lysin und Methionin beim Hermetiamehl im Vergleich zum Fischmehl in geringeren Mengen vorhanden ist, wurde dies durch Zugabe freier Aminosäuren ausgeglichen.

Tabelle 12 zeigt die Ergebnisse des Fütterungsversuchs in der Starterphase. Mit dem vollfetten Hermetiamehl (Fettgehalt 37 %) wurden nahezu die gleichen Ergebnisse wie beim Fischmehl erreicht. Rechnet man die Verluste bei der Fischmehlvariante mit ein, so lagen die Werte beim vollfetten Hermetiamehl sogar noch günstiger. Unerwartet war, dass die fettreduzierten Hermetiavarianten schlechtere Ergebnisse ergaben als die vollfette Variante. Möglicherweise ist dies durch den Entfettungsprozess über Pressen zu erklären. Eine Erklärung wäre, dass die Nährstoffe durch diesen Vorgang in Chitinstrukturen gepresst wurden und dadurch von den Hähnchen nicht so gut aufgeschlossen werden konnten.

Tab. 12 Resultate des Broilerversuchs in der Starterphase (Versuchstag 1 bis 10)

Diät	Gewicht in g	FC in g/Tag*	FCR**	Verluste in %	EEF***
Vegetarisch	281	25,9	1,080	1,1	220
Fischmehl	285	26,4	1,079	0,7	227
Hermetiamehl 37	286	26,4	1,073	1,3	227
Hermetiamehl 22	274	25,3	1,082	1,7	213
Hermetiamehl 15	267	24,5	1,080	2,0	207

* Zunahme in g pro Tag

** Futterverwertung (Food Conversion Rate) in g Futter zu g Gewichtszunahme

*** European Efficiency Factor, in den Futterverwertung und Verluste eingehen

Beim Versuch in der Growerphase wurde der Umfang auf 10 Tiere pro Gruppe reduziert und eine rein vegetarische Variante mit einer Hermetiamehlvariante auf der Basis von 22 % Fett verglichen. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 13. Bei der Futterverwertung ergaben sich in der vegetarischen Variante bessere Ergebnisse als bei der Hermetiavariante, wobei dies durch geringere Verluste ausgeglichen wurde. Möglicherweise können, wie in der Starterphase, durch Verwendung des Vollfett-

Hermetiamehls bessere Ergebnisse erzielt werden. Dies soll in einem weiteren Versuch überprüft werden.

Tab. 13: Resultate des Broilerversuchs in der Growerphase (Versuchstag 11 bis 24)

Diät	Gewicht in g	FC in g/Tag*	FCR**	Verluste in %	EEF***
Vegetarisch	1267	103,7	1,475	5,6	450
Hermetiamehl 22	1257	104,0	1,493	3,0	454

* Zunahme in g pro Tag

** Futterverwertung (Food Conversion Rate) in g Futter zu g Gewichtszunahme

*** European Efficiency Factor in den Futterverwertung und Verluste eingehen

Betrachtet man die Erkenntnisse aus diesen Versuchen, so ist festzuhalten, dass insbesondere in der Starterphase der Broilermast das Hermetiamehl geeignet ist Fischmehl zu ersetzen. Zu einem späteren Zeitpunkt scheinen keine wesentlichen Vorteile gegenüber handelsüblichen Futtermaterialien zu bestehen. Da in der Praxis überwiegend Diäten auf pflanzlicher Basis verwendet werden, würde Hermetiamehl mit preiswerteren Produkten konkurrieren und ist hier deshalb ökonomisch weniger interessant.

Da beim ersten Broilerversuch in der Growerphase beim teilentfetteten Hermetiamehl keine Verbesserung gegenüber der vegetarischen Kontrollvariante beobachtet werden konnte, wurde in einem weiteren Versuch bei der Firma feedtest die Eignung der Vollfettvariante gegenüber einer handelsüblichen vegetarischen Variante überprüft. Da im ersten Versuch in der Starterphase mit dieser Variante sehr gute Ergebnisse erzielt werden konnten, wurde vermutet, dass sich dies auch in der Growerphase ausprägen wird. Dies war aber nicht der Fall. Es konnten während der Growerphase keine signifikanten Unterschiede zur vegetarischen Variante beobachtet werden.

AP 8 Zulassung

Die Zulassung als Einzelfuttermittel gestaltete sich weitaus schwieriger als zu Beginn des Projekts angenommen. Vor Beginn des Projekts wurde eine Stellungnahme des damaligen Ministeriums für Ländliche Entwicklung, Umwelt- und Verbraucherschutz (MLUV) eingeholt. Es wurde kein Hinderungsgrund für die Zulassung des Hermetiamehls als proteinreiches Einzelfuttermittel gesehen (Schreiben des MLUV vom 12.12.2007). Dies wurde nach einem Besuch der Betriebsstätte in Baruth im Januar 2008 von Frau Dr. Höhn, Referat Verbraucherschutz, bestätigt. Im Frühjahr 2010 wurde in

Sachsen-Anhalt von der Fa. Feedtest Dr. Elwert ein Fütterungsversuch beantragt. Dieser wurde mit Hinweis auf die Verordnung (EG) Nr. 999/2001 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 22. Mai 2001 mit Vorschriften zur Verhütung, Kontrolle und Tilgung bestimmter transmissibler spongiformer Enzephalopathien (BSE/TSE) und die Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 vom 3. Oktober 2002 mit Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte tierische Nebenprodukte abgelehnt. Der Fütterungsversuch konnte dann nur mit einer Ausnahme-genehmigung der zuständigen Futtermittelüberwachung und unter der Auflage, dass die 900 gefütterten Broiler gekeult und keinem Verzehr zugeführt werden, durchgeführt werden. Die 1774/2002 erwies sich insofern als unkritisch, als zu diesem Zeitpunkt bereits die Verordnung (EG) Nr. 1069/2009 vom 21. Oktober 2009 mit Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte tierische Nebenprodukte und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 (Verordnung über tierische Nebenprodukte) mit dem Datum des Inkrafttretens zum 4. März 2011 veröffentlicht war. Zum Zeitpunkt der BSE – Krise im Jahr 2001 war überhaupt noch nicht angedacht tierisches Protein aus Insekten zu gewinnen. Eine große wirtschaftliche Bedeutung hatte (und hat) Fischmehl. Fischmehl wurde ausdrücklich als Ausnahme in die einschlägigen Verordnungen aufgenommen. Zur Klärung der Rechtslage wurden verschiedene Rechtsanwälte mit dem Spezialgebiet Verwaltungsrecht beauftragt die Verordnungen auf ihren Inhalt und die Anwendbarkeit zu untersuchen. Mit erheblichem Aufwand und aufwändiger Korrespondenz zur Europäischen Kommission, mit dem Vizepräsidenten des Europaparlaments Herrn Wieland, dem Europa-abgeordneten Dr. Schnellhardt, mit verschiedenen Mitarbeitern des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMLEV), den Vertretern des Landes Brandenburg bei der EU, mit Herrn Ralf Christoffers Minister für Wirtschaft und Europaangelegenheiten (MWE) des Landes Brandenburg, mit Vertretern des Ministeriums für Umwelt, Gesund und Verbraucherschutz (MUGV), mit der Amtstierärztin des Landkreis Teltow-Fläming und dem Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (LUGV) konnte bis zum Ende der Projektlaufzeit keine Zulassung erreicht werden. Folgend die zusammenfassende rechtliche Würdigung von Dr. Marcus Schriefers (Heussen Rechtsanwälte), die unter Mitwirkung von Rechtsanwalt Frank Veith, Dr. André Turiaux (Heussen Rechtsanwälte), Dr. Wilfried Kügel (Kleiner Rechtsanwälte) und Dr. Jens Guttman (Kleiner Rechtsanwälte) zustande kam:

1. Die Hermetia-Gruppe beschäftigt sich mit der Herstellung von proteinhaltigem Insektenmehl, gewonnen aus der Larve der Fliege Hermetia Illucens.

Es stellt sich die Frage, inwieweit dieses aus der Fliege gewonnene Insektenmehl als Futtermittel oder Bestandteil von Futtermitteln insbesondere für Geflügel, Schweine und

Fische verwendet werden kann. Eine Verfütterung an Wiederkäuer ist ausdrücklich nicht vorgesehen. Diese Verfütterung kommt zumindest ab März 2011 in Betracht.

2. Die Regelungen der europäischen Verordnungen ab März 2011, insbesondere der Verordnung (EG) Nr. 1069/2009 (Tierische Nebenprodukte-VO) und der Verordnung (EG) Nr. 999/2001 (TSE-VO) erscheinen bezüglich einer Verfütterung aber widersprüchlich und nicht in sich konsistent.

- 2.1 Die im Zuge der verschiedenen BSE-Fälle aufgestellte TSE-VO der EU aus dem Jahre 2001 stellt grundsätzlich das Verbot der Verfütterung von tierischen Proteinen an Wiederkäuer fest (Art. 7 Abs. 1 TSE-VO).

Abs. 2 des gleichen Artikels dehnt dieses Verbot auf andere Tiere aus für die Verfütterung dieser anderen Tiere mit „Erzeugnissen tierischen Ursprungs“; der Text verweist hierzu auf die Bestimmungen nach Anhang IV.

Nach diesem Anhang IV darf grundsätzlich an Nutztiere „verarbeitetes tierisches Protein“ nicht verfüttert werden (siehe Anhang IV, I. a) i)). Dazu wird wiederum eine Ausnahme gemacht, zu der u. a. auch die Verfütterung von Fischmehl an Nutztiere, die keine Wiederkäuer sind, gehört (siehe Anhang IV, II. A b) i)).

- 2.2 Folgt man den Verweisen der TSE-VO, dann ist festzustellen, dass unter „verarbeitetes tierisches Eiweiß“ jedes Eiweiß von Säugetieren aber auch das Eiweiß von Nichtsäugetieren fällt (siehe Anhang I Ziff. 42 der VO (EG) Nr. 1774/2002). Diese Definition würde insofern auch das Eiweiß aus Insektenmehlen erfassen; sie wird allerdings durch die neu erlassene Verordnung (EG) Nr. 1069/2009 mit Wirkung zum März 2011 aufgehoben.

Die neue „Tierische Nebenprodukte-VO“ kennt eine Definition des „verarbeiteten tierischen Eiweißes“ nicht mehr.

- 2.3 Der Begriff „Erzeugnisse tierischen Ursprungs“ in der TSE-VO, auf den sich das Verfütterungsverbot dieser Verbot nur erstreckt, ist nicht hinreichend bestimmt.

- 2.3.1 Zwar sieht die TSE-VO eine Definition des insoweit wohl identischen Begriffs „tierische Erzeugnisse“ vor und versteht hierunter „jedes Erzeugnis, das aus einem Erzeugnis hergestellt wurde, das seinerseits aus einem unter die Richtlinie 89/662/EWG oder die Richtlinie 90/425/EWG fallenden Tier hergestellt wurde, oder ein solches Erzeugnis enthält“.

- 2.3.2 Entgegen dem Wortlaut benennen die Richtlinien 89/662/EWG und 90/425/EWG aber keine konkrete Tierart, deren Erzeugnisse „tierische Erzeugnisse“ i. S. d. TSE-VO sind, sondern verweisen ihrerseits auf weitere Gemeinschaftsregelungen.

Diese sind nur teilweise tierartsspezifisch (einzelne betreffen bspw. nur Rinder etc.), teilweise sind sie hingegen allgemein gehalten und umfassen jedes Tier.

Aufgrund dieser Verweiskette sind „tierische Erzeugnisse“ demnach entweder Erzeugnisse eines beliebigen Tieres (siehe insbes. Anhang B Richtlinie 90/425/EWG) oder Erzeugnisse der insbesondere in Anhang A zur Richtlinie 90/425/EWG in den einschlägigen Gemeinschaftsregelungen explizit genannten Tiere (z. B. Schweine, Rinder, Erzeugnisse der Aquakultur).

2.3.3 Es spricht indes viel dafür, dass nicht Erzeugnisse jeden beliebigen Tieres sondern nur der in Anhang A zur Richtlinie 90/425/EWG angeführten Tiere – Insekten sind nicht genannt – Gegenstand des Verfütterungsverbots der TSE-VO sein sollen. Denn die TSE-VO sah im Verordnungsvorschlag der Kommission (1999/C 45/02) eine Definition des Begriffs „Erzeugnisse tierischen Ursprungs“ vor, die sich auf jedes Tier bezog. Diese Legaldefinition wurde aber im Laufe des Gesetzgebungsverfahrens an die jetzige Fassung angepasst und eingeschränkt; dies wäre sinnlos, wenn jedes Tier erfasst sein sollte.

Demnach fallen nach der Definition Insekten nicht unter die Tiergruppen, deren Erzeugnisse als „Erzeugnisse tierischen Ursprungs“ im Sinne der TSE-VO gelten.

3. Das insofern bestehende Verbot der TSE-VO gem. Art. 7 ist daher mit dem Wegfall der Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 erstens unbestimmt geworden, nach dem die entsprechende Definition des Begriffes „tierische Proteine“ (tierische Eiweiße in der deutschen Übersetzung) zu März 2011 wegfällt. Zweitens bestehen ganz erhebliche Zweifel, ob Insektenmehl überhaupt Gegenstand der TSE-VO ist und damit ein Verfütterungsverbot für dieses Produkt besteht.

Setzt man diese Feststellung in Beziehung zu den Erwägungsgründen, die der „Tierischen Nebenprodukte-VO“ vorangestellt sind, wonach nämlich bewusst (siehe Erwägungsgrund 35) die tierischen Nebenprodukte der Kategorie 3 nun für bestimmte Verfütterungszwecke verwendet werden dürfen und nur für solche tierischen Nebenprodukte gelten sollen, die mit einem hohen Risiko behaftet sind (siehe Erwägungsgrund 29), dann kommt man zu dem Ergebnis, dass (jedenfalls ab März 2011) die Verfütterung von Insektenmehl zumindest an Nichtwiederkäuer nicht untersagt ist.

Die Regelungen der „Tierische Nebenprodukte-VO“ beschränken vor allen Dingen die Verfütterung von tierischem Eiweiß an Tiere derselben Art (siehe Art. 11 (1) a)).

Ein Verfütterungsverbot von Insektenmehlen an Schweine, Geflügel und Fische ist deshalb zumindest den neuen Vorschriften ab März 2011 nicht mehr zu entnehmen.

4. Zudem darf Insektenmehl als Material der Kategorie 3 im Sinne der „Tierische Nebenprodukte-VO“ ohne Beachtung etwaiger Beschränkungen der TSE-VO ausgeführt werden.

4.1 Ungeachtet dessen, dass Insektenmehl tatsächlich nicht in den Anwendungsbereich der TSE-VO fällt (siehe oben Ziff. 2.3), stellt Art. 43 Abs. 4 der „Tierische Nebenprodukte-VO“ eine *lex specialis* zur TSE-VO dar, sodass nur diese Regelung auf die Ausfuhr von Insektenmehl Anwendung findet. Dies wird dadurch ersichtlich, dass die Regelungen der TSE-VO in Art. 43 Abs. 5 der „Tierische Nebenprodukte-VO“ explizit für anwendbar erklärt werden auf „spezifisches Risikomaterial“ im Sinne der Verordnungen, worunter allerdings nur Gewebe von Rindern, Schafen und Ziegen zu verstehen ist (siehe Art. 3 Nr. 18 „Tierische Nebenprodukte-VO“ in Verbindung mit Art. 3 der TSE-VO). Fänden für die Ausfuhr die TSE-VO und die „Tierische Nebenprodukte-VO“ nebeneinander Anwendung, bedürfte es des Verweises in Art. 43 Abs. 5 der „Tierische Nebenprodukte-VO“ nicht.

4.2 Über den in Art. 43 Abs. 4 dieser Verordnung vorgenommenen Verweis auf Art. 12 der VO (EG) Nr. 1278/2002 gibt es demnach keine zusätzlichen Anforderungen, die für die Ausfuhr von Insektenmehl zu beachten wären.

Dieser Argumentation folgte dann – nach Abschluss des FuE- Projekts – im April 2011 das Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz Referat Futtermittelüberwachung.

Der nächste Schritt ist nun die Aufnahme in die Positivliste der Einzelfuttermittel.

AP 9 Reinigung, Hygiene, Klima, Lüftung

9.1 Reinigung / Hygiene

Da die Produktion von *Hermetia illucens* mit Futterstoffen stattfindet, die einem Verderb infolge Mikroorganismenbefalls ausgesetzt sein können, müssen folgende Punkte beachtet werden:

- Belastung der Mitarbeiter
- Ungünstige Veränderung des Futtersubstrats

Ein Befall des Substrats mit Pilzen (z.B. Schimmelpilzen) ist als äußerst problematisch für die Mitarbeiter anzusehen, *Hermetia*-Larven werden dadurch nur wenig, im späteren Stadium überhaupt nicht negativ beeinflusst und haben keine Probleme dieses Material umzusetzen.

Bei Milbenbefall des Substrats wird dagegen die Larvenentwicklung deutlich gestört und die Ausbeuten gehen zurück.

Ein guter Zustand des Futtersubstrats über den Produktionszeitraum kann durch folgende Maßnahmen erreicht werden:

1. Auswahl von Substraten mit geringer Verderblichkeit
2. Kurze Lagerzeiten der Substrate
3. Behandlung z.B. Hitzebehandlung vor Produktionsbeginn
4. Reinigung der Produktionseinheiten

Die Auswahl der Substrate orientiert sich zum Einen an der Verfügbarkeit, zum Anderen an der Eignung für die Produktion (vgl. AP 2 und AP 3), so dass der Verderblichkeitsaspekt nur eine untergeordnete Rolle spielen kann. Kurze Lagerzeiten der Substrate müssen zwar angestrebt werden, sind aber in der Praxis durch andere Faktoren wie Verfügbarkeit der Substrate und deren Transportmöglichkeiten überlagert. Eine Behandlung der Substrate ist denkbar, muss aber ökonomisch bewertet werden. Geht man bei einer Großproduktion von mehreren tausend Tonnen Substrat im Jahr aus, so können die Kosten einer solchen Behandlung das Verfahren in Frage stellen. Allerdings kann das Substrat bereits durch einfache Maßnahmen verbessert werden. So kann z.B. durch Wasserzugabe das Risiko von Milbenbefall reduziert werden.

Der Reinigung der Produktionseinheiten kommt eine große Bedeutung zu. Die aktuell verwendeten Produktionseinheiten können leicht durch einen Hochdruckreiniger gereinigt werden. Bei einer Großproduktion muss auf die Reinigungsmöglichkeit der einzelnen Produktionseinheiten geachtet werden. Eine Automatisierung des gesamten Arbeitsganges muss konzipiert werden.

9.2 Klima / Lüftung

Bei der Produktion von *Hermetia*-Präpuppen können in Bezug auf die Klimatisierung zwei Zeiträume unterschieden werden. In der Junglarvenphase besteht ein Wärmedefizit, während der späteren Larvalphase kommt es zu einem Wärmeüberschuss. Zu Beginn der Produktion muss deshalb das Substrat beheizt werden, später bedarf es der Wärmeabfuhr. Durch eine intelligente Gestaltung des Produktionsablaufes kann eine optimale Temperatursteuerung innerhalb der Produktionsanlage erreicht werden.

Aufgrund der Umsetzungsprozesse kommt es bei der *Hermetia*produktion u.U. zu einer starken Emission von Ammoniak. In niederen Konzentrationen stellt dieses Gas eine Geruchsbelästigung dar, in höheren Konzentrationen ist es gesundheitsschädlich. In der aktuellen Produktion gelingt es die Ammoniakkonzentration über eine Zwangslüftung auf einem erträglichen Niveau zu halten. Für eine Großproduktion muss ein Gesamtkonzept zur Kontrolle der Schadstoffkonzentration erstellt werden.

Ein weiteres Gas, das in der Produktion kontrolliert werden muss, ist das Kohlendioxid. Eine erhöhte Konzentration führt in den Vermehrungsbehältern zu einer erhöhten Abwanderungsneigung und damit zu einer Verringerung der Entwicklungsgeschwindigkeit. Über eine Zwangsbelüftung kann dieses Problem einfach gelöst werden.

Fazit / Konsequenzen für die Unternehmensentwicklung

Im Rahmen des Projektes konnten zentrale Fragen in der Produktion von *Hermetia* beantwortet werden. Herauszuheben ist die Optimierung der Produktionsabläufe von der Eiablage bis zur Präpuppengewinnung, die Bewertung verschiedenster Futterstoffe in Bezug auf ihre Eignung zur Hermetiaproduktion, und die Entwicklung von Verfahren zur Aufarbeitung des Erntegutes. Darüber hinaus zeigte sich in den Fütterungsversuchen, dass Hermetiamehl ein sehr gut geeigneter Ersatzstoff für Fischmehl ist. Auch bei der Zulassung von Hermetiamehl für die Türfütterung sind entscheidende Schritte gemacht worden. Aktueller Stand ist, dass das Landesamt für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz (LUGV), Abteilung Futtermittelüberwachung, festgestellt hat, dass Hermetiamehl in hydrolisierter Form nicht der BSE/TSE-Verordnung unterliegt und damit grundsätzlich vermarktet werden kann. Als Konsequenz daraus nimmt das Interesse von Seiten der Futtermittelproduzenten und der Tierhalter zu.

Präsentationen und Veröffentlichungen

H. Katz

Vortrag bei der Fachtagung der Gütegemeinschaft Kompost Sachsen - Thüringen e. V. am 25. März 2010 in Meerane / Sachsen mit dem Thema:

Herstellung von eiweißreichem Fischfutter als Nebenprodukt einer speziellen Kompostierung von Bioabfällen

C. Elwert, I. Knips, P. Katz,

A novel protein source: Maggot meal from *Hermetia illucens*

Posterpräsentation: 11. Tagung Schweine- und Geflügelernährung der Martin-Luther-Universität Halle Wittenberg, 23.-25. November 2010

S. Kroeckel, I. Knips, S. Wuertz, H. Katz, A. Susenbeth, C. Schulz

When a turbot catch's a fly: Evaluation of pr-pupae meal of Black Soldier Fly as fish meal substitute- growth performance and chitin digestibility of juvenile turbot (*Psetta maxima*)

Posterpräsentation: Youmares September 2011

S. Kroeckel, I. Knips, S. Wuertz, H. Katz, A. Susenbeth, C. Schulz

When a turbot catch's a fly: Evaluation of pr-pupae meal of Black Soldier Fly as fish meal substitute- growth performance and chitin digestibility of juvenile turbot (*Psetta maxima*)

Vortrag: Aquaculture Europe October 2011 (angemeldet)