

Fütterung von Lachs, Forelle und Co.

Alternative tierische Proteine im Fischfutter

Fischmehl ist teuer, aber Raubfische brauchen einen Mindestanteil davon in der Nahrung, um ihren Bedarf an essenziellen Fett- und Aminosäuren decken zu können. Sind als Alternative Mehle aus Fliegenlarven geeignet? **Von Andreas Stamer**

Fischmehl ist in vielen Futtermitteln für Nutztiere enthalten, so im Futter für die Geflügelmast, die Ferkelaufzucht und insbesondere für die Aquakultur. Aufgrund des steigenden Bedarfs und des gleichzeitigen Rückgangs der Ressourcen aus den Weltmeeren verteuert sich dieser Rohstoff seit einigen Jahren kontinuierlich. Die überwiegende Mehrheit der in Aquakultur gezüchteten Arten, die in Europa aufgrund der Nachfrage ökonomisch interessant sind, sind Raubfische. Diese benötigen einen Mindestanteil an Fischmehl in ihrer Nahrung, denn nur dadurch kann ihr Bedarf an essenziellen Fett- und Aminosäuren gedeckt werden. Alternative Proteinträger sind bisher hauptsächlich pflanzlicher Natur und, ernährungsphysiologisch bedingt, nur begrenzt einsetzbar. Hohe Anteile an Sojaproteinen führen etwa bei Lachsen zu Organschäden, die Tauglichkeit anderer pflanzlicher Bestandteile (wie Algenmehle) ist wissenschaftlich noch nicht abschließend geklärt.

Die aktuelle Entwicklung in der Fischfutterindustrie könnte mit dem Einsatz synthetischer Aminosäuren zur erzwungenen Vegetarisierung karnivorer Tiere führen, die nicht nur aus dem Blickwinkel der ökologischen Aquakultur kritisch einzuschätzen ist. Das Dilemma: Einerseits besteht der Anspruch an eine möglichst artgerechte Ernährung, andererseits die Forderung nach einer nachhaltigen Futterproteinversorgung, vor allem im Hinblick auf die Ausbeutung von Kleinfischbeständen (wie Sandaalen und Sardellenartigen) zum alleinigen Zweck der Fischmehlherstellung. In der biologischen Aquakultur wird das Problem derzeit teilweise durch den Einsatz von Fischmehlen aus Filettierresten gelöst; mittelfristig ist jedoch mit einem Mengenproblem zu rechnen.

Alternativen zu Fischmehl

Bei der Suche nach Alternativen sind in den vergangenen Jahren erneut Proteine von wirbellosen Tieren in das Blickfeld von Forschung und Industrie gerückt. Die Massenproduktion von Würmern, Käfer- und Fliegenlarven zum Zweck der Tierernährung wird angesichts stark gestiegener Rohstoffpreise eine interessante Option. Ob Fischmehl allerdings vollständig durch Mehle aus wirbellosen Tieren ersetzt werden kann, ist noch nicht geklärt. US-amerikanische und europäische Arbeitsgruppen beschäftigen sich seit einigen Jahren mit der Produktion proteinhaltiger Mehle aus Insekten beziehungsweise deren Larven- und Puppenstadien. Die Schwarze Soldatenfliege *Hermetia illucens* ist ein Organismus, der seit Mitte der 1990er-Jahre im Süden der USA intensiv daraufhin untersucht wird, ob er zur Reduzierung organischer Abfälle eingesetzt werden kann (Sheppard et al., 1994; Bondari und Sheppard, 1981). *Hermetia illucens* kommt weltweit in warmen Regionen vor und zeichnet sich während der Larvalentwicklung durch ihren sehr raschen Umsatz der angebotenen organischen Substrate aus. Frühere amerikanische Arbeiten konzentrierten sich nur auf die Umsetzung von Geflügelmist (Beard und Sands, 1973; Shep-

Dr. Andreas Stamer

Forschungsinstitut für biologischen Landbau (FiBL)
 Fachgruppe Tiergesundheit
 Aquakultur
 Ackerstrasse, CH-5070 Frick
 Tel. + 41 / 62 / 8 65 04 19
 andreas.stamer@fibl.org



pard et al., 1992), *Hermetia illucens* akzeptiert jedoch ein breites Spektrum von Reststoffen aus der Landwirtschaft und der Lebensmittelindustrie. Ein großer Vorteil der Fliege gegenüber anderen Arten ist die Tatsache, dass die Larven nach Abschluss ihrer Entwicklung das Substrat als sogenannte Präpuppe verlassen und in diesem Stadium bereits einen vollständig entleerten Verdauungskanal aufweisen.

wicklungsgeschwindigkeit der Larven bis zur Präpuppe und wie groß die erzielte Präpuppenbiomasse zum Zeitpunkt der Auswanderung aus dem Substrat war.

Das Referenzsubstrat erbrachte die höchsten Entwicklungsgeschwindigkeiten. Hühnermist erreichte diese Geschwindigkeiten zwar ebenfalls, jedoch bei geringerem Biomasseaufbau. Grünkompost brachte ähnlich hohe Biomasseerträge wie Hüh-

Eine Substitution von Fischmehl mit Hermetiamehl von bis zu 50 Prozent wird von karnivoren Fischen gut vertragen und führt nicht zu kranken oder kümmernden Tieren.

Test unterschiedlicher Substrate

Eine deutsche Arbeitsgruppe analysierte vor Kurzem, ob eine Massenproduktion von *Hermetia illucens* unter den klimatischen Bedingungen Zentraleuropas machbar und wirtschaftlich rentabel ist (Stamer, 2005; Stamer et al., 2007). Für diese Untersuchungen wurde die erste stabile Zuchtkolonie der Fliege in Europa aufgebaut. In standardisierten Serienversuchen wurden verschiedene Substrate (Schweinegülle, Hühnermist, Brotabfälle, Grünkompost aus Tomatenpflanzenschnitt, Rindermist) daraufhin untersucht, wie sie von der Fliege in ihren unterschiedlichen Entwicklungsstadien verwertet werden. Die Erkenntnisse wurden mit den Ergebnissen aus Versuchen mit dem Referenzsubstrat – einer mineralisierten Getreidemehlmischung – verglichen. Im Hinblick auf die Verwertbarkeit der Substrate wurde unter anderem festgestellt, wie hoch die Ent-

wicklungsgeschwindigkeit der Larven bis zur Präpuppe und wie groß die erzielte Präpuppenbiomasse zum Zeitpunkt der Auswanderung aus dem Substrat war. Die übrigen Substrate schnitten schlechter ab und führten außerdem zu hohen Mortalitätsraten und heterogenen Einzelgewichten der auswandernden Präpuppen.

Die erzielten Proteingehalte schwankten um den Wert von etwa 40 Prozent in Abhängigkeit vom Substrat, lagen jedoch – mit einer Ausnahme – unter den Literaturwerten. Der Fettgehalt betrug 35 Prozent.

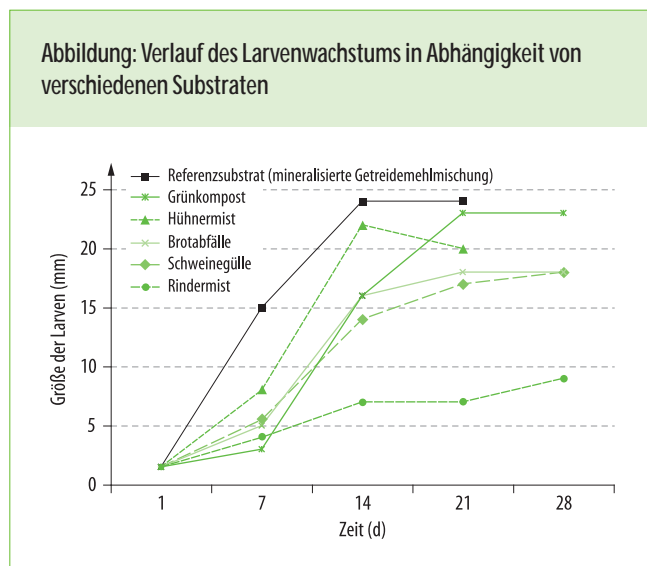
Fütterungsversuche mit Hermetiamehl

Zur Massenvermehrung und für die Herstellung größerer Mengen an Hermetiamehl wurden große Substratmengen aus Grünkompost angesetzt und etwa 250 Kilogramm Präpuppen (Frischgewicht) zur Weiterverarbeitung gewonnen. Mit dem Grünkompost konnte der Geruchsproblematik, die bei Verwendung von Hühnermist aufgetreten war, begegnet werden. Die Präpuppen wurden gefriergetrocknet und zu einem Mehl mit etwa 41 Prozent Proteingehalt vermahlen.

Dieses Hermetiamehl war Grundlage zur Herstellung zweier Versuchsdiäten mit unterschiedlich hoher Fischmehlsubstitution (Testfutter 1 mit 50 Prozent Substitution, Testfutter 2 mit 75 Prozent Substitution), die an der Universität Göttingen in einem Feldversuch an 1800 Forellen getestet wurden (Wessels et al., eingereicht). Die Testdiäten wurden in Bezug auf ein Kontrollfutter – pelletiertes Öko-Forellenfutter der Firma Gründleinsmühle – mit gleichem Energie- und Rohproteingehalt erstellt und mit der Referenz verglichen (siehe Tabelle 1, S. 32). Dabei ergaben sich für einige Aminosäuren in den Versuchsdiäten verminderte Werte gegenüber dem Kontrollfutter, vor allem für Lysin und Threonin.

Nach Versuchsende wurden bei den Forellen Untersuchungen zu Futtermittelverwertung, Wachstumsleistung, Schlachtkörperbewertung und Sensorik durchgeführt. Die Substitution des

Abbildung: Verlauf des Larvenwachstums in Abhängigkeit von verschiedenen Substraten



Tab. 1: Zusammensetzung der Test- und Kontrollfuttermischungen

Inhaltsstoff	Kontrollfutter (g/kg)	Testfutter 1 (g/kg) (50%-Substitution)	Testfutter 2 (g/kg) (75%-Substitution)
Hermetiamehl	–	350	525
Fischmehl	700	350	175
Sojamehl	45	175	265
Weizenmehlmehl	178	118	28
Fischöl	70	–	–

Fischmehls mit Hermetiamehl beeinflusste Wachstumsleistung und Morphometrie¹ negativ, ebenso Schlachtkörpergewicht und Ausschlagungsgrad, Letzteren jedoch nicht signifikant (siehe Tabelle 2). Die Untersuchung der Gesamtkörperzusammensetzung ergab keine signifikanten Unterschiede in Bezug auf Protein-, Fett- und Aschegehalt zwischen den drei Gruppen (Fütterung mit Kontrollfutter, Testfutter 1, Testfutter 2). Auch ein Sensoriktest mit 18 Versuchspersonen erbrachte keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich des Geschmacks der unterschiedlich gefütterten Forellen, wobei die Tendenz zu erkennen war, dass die mit Hermetiamehl aufgezogenen Fische einen besseren Geschmack aufwiesen.

Bis zu 50 Prozent Fischmehl ersetzbar

Die Fütterungsversuche zeigten, dass dem Einsatz von Hermetiamehl in der Forellenfütterung Grenzen gesetzt sind. Der geringere Massenzuwachs und die niedrige Wachstumsrate können auf den hohen Fettgehalt des Futters sowie auf die anfänglich beobachtete weniger gute Futteraufnahme aufgrund geringerer Schmackhaftigkeit zurückgeführt werden. Defizite bei einigen Aminosäuregehalten können ebenfalls zu diesen Ergebnissen beigetragen haben. Die nicht signifikanten Unterschiede bei Ausschlagung und Korpulenzfaktor lassen jedoch den Schluss zu, dass eine Substitution von Fischmehl mit Hermetiamehl von bis zu 50 Prozent in der Diät gut vertragen wird und nicht zu kranken oder kümmernden Fischen führt. Für ein optimales Ergebnis in der Forellenfütterung scheint es erforderlich zu sein, das Hermetiamehl zu entölen. Dadurch könnten der Fettanteil vermindert und der relative Proteingehalt erhöht werden. Wird zu-

1 Verhältnisse von zum Beispiel Kopf- zu Rumpflänge oder Körperhöhe zu Körperlänge

dem in der weiteren Entwicklung das Futter extrudiert (Druck-/Dampfbehandlung während der Verarbeitung), sind ebenfalls Steigerungen der Futterleistung zu erwarten.

Weitere Forschungen sind notwendig, um die Produktionsprozesse zur Industriereife zu bringen. Die industrielle Produktion würde wirtschaftlich, wenn vorhandene Infrastrukturen genutzt werden könnten, um Transport- und Energiekosten zu minimieren, und wenn eine Integration mit Landwirtschaft und Lebensmittelindustrie gelänge. ■

Literatur

Beard, R. L., D. S. Sands (1973): Factors effecting degradation of poultry manure by flies. *Environmental Entomology* 2, S. 801–806

Bondari, K., D. C. Sheppard (1981): Soldier fly larvae as feed in commercial fish production. *Aquaculture* 24, S. 103–109

Sheppard, D. C., G. L. Newton, S. A. Thompson, S. Savage (1994): A value added manure management system using the black soldier fly. *Bioresource Techniques* 50, S. 275–279

Sheppard, D. C., L. Newton, S. Thompson (1992): Manure management for house fly control, volume reduction and feed production, using the black soldier fly. *Proceedings of the National Organic Farming Symposium*. Pacific Grove, USA

Stamer, A. (2005): Erschließung alternativer Proteinquellen zum Fischmehl für Forellenfuttermittel. Endbericht zum Forschungsvorhaben 040E020. Abrufbar unter: www.orgprints.org/10376/01/10376-040E020-naturland-stamer-2005-aquakultur.pdf

Stamer, A., R. Neidig, G. Hörstgen-Schwark (2007): Protein concentrates for animal feedstuff derived from fly-massproduction: Hermetiammeal as an alternative to fishmeal. *Book of Abstracts, Deutscher Tropentag 2007*, Witzhausen

Wessels, S., R. Neidig, A. Stamer, G. Hörstgen-Schwark (eingereicht): Evaluation of mass-reared black soldier flies (*Hermetia illucens*) as fishmeal substitute in rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum) production. *Aquaculture Research*

Tab. 2: Wirkungen unterschiedlicher Fischmehlsubstitutionen auf Wachstums- und Leistungsparameter von Forellen

	Kontrollfutter (g/kg) n = 514	Testfutter 1 (g/kg) (50%-Substitution) n = 437	Testfutter 2 (g/kg) (75%-Substitution) n = 546
Überlebensrate (%)	83,6 ± 5,5	88,6 ± 9,1	89,6 ± 9,1
Massenzuwachs (g)	92,8	70,7	62,2
spezifische Wachstumsrate (%) ¹	1,12 ± 0,27	0,89 ± 0,19	0,81 ± 0,25
Feed Converting Ratio (FCR) ²	1,22 ± 0,11	1,31 ± 0,35	1,68 ± 0,21
Ausschlagung (%) ³	70,5 ± 2,15	69,4 ± 6,28	68,9 ± 2,10
Korpulenzfaktor (g/cm ³) ⁴	1,09 ± 0,07	1,03 ± 0,12	1,04 ± 0,08

1 spezifische Wachstumsrate: $[\text{In Endgewicht (g)} - \text{In Anfangsgewicht (g)}] / \text{Anzahl Versuchstage}$ | 2 Feed Converting Ratio (FCR): $\text{Futteraufnahme Trockensubstanz (g)} / \text{Gewichtszunahme Frischsubstanz (g)}$ | 3 Ausschlagung: $\text{ausgeschlachtetes Körpergewicht (g)} / \text{Endgewicht (g)} \times 100$ | 4 Korpulenzfaktor: $\text{Endgewicht (g)} / \text{Körperlänge}^3 (\text{cm}^3) \times 100$