

November 2021

GLOBAL 2000



# LARVENZUCHT ZUR FUTTERMITTELHERSTELLUNG FÜR FISCHE, GEFLÜGEL UND SCHWEINE

Endbericht der ARGE Larvenzucht

Mit Unterstützung von Bund, Ländern und Europäischer Union

 Bundesministerium  
Landwirtschaft, Regionen  
und Tourismus

  
**LE 14-20**  
Entwicklung für den Ländlichen Raum

Europäischer  
Landwirtschaftsfonds für  
die Entwicklung des  
ländlichen Raums:  
Hier investiert Europa in  
die ländlichen Gebiete.



# ENDBERICHT

der  
**ARGE LARVENZUCHT**

zum Projekt

## LARVENZUCHT ZUR FUTTERMITTELHERSTELLUNG FÜR FISCHE, GEFLÜGEL UND SCHWEINE

Antragsnummer:  
16.1.1-S2-23/18 und 16.2.1-S2-23/18



Bericht erstellt von:

Projektleitung DI Ruth Pammer BSc BEd

in Rücksprache und mit Einverständnis zur Endversion aller Projektpartner

**Mit Unterstützung von Bund, Ländern und Europäischer Union**

 Bundesministerium  
Landwirtschaft, Regionen  
und Tourismus



Europäischer  
Landwirtschaftsfonds für  
die Entwicklung des  
ländlichen Raums:  
Hier investiert Europa in  
die ländlichen Gebiete.







# INHALTSVERZEICHNIS

<b>1</b>	<b>Allgemeine Angaben</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>Einleitung – Hintergrund und Projektprämissen</b>	<b>7</b>
2.1	Kurze Beschreibung der Ausgangslage und Projektprämissen	7
2.2	Zusätzlicher Hintergrund und Wissensstand zum Zeitpunkt der Projektbeantragung	7
2.3	Grafische Übersicht zum Larvenkreislauf und den im Projekt bearbeiteten Bestandteilen	10
<b>3</b>	<b>Zielbeschreibung und Zielerreichungsinstrumente</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>Zielerreichung</b>	<b>13</b>
	Einleitung	
	Inhalt und Struktur von Kapitel 4	
4.1	Ergebnisse	
	Das ist erreicht!	15
	Kurzversion	
	Längere Version	
	Wissenschaftlich aufbereitete Versionen	
4.2	Einsatzmöglichkeiten der Ergebnisse	
	Das bringt's!	21
4.3	Einschränkungen der Einsatzmöglichkeiten	
	Das geht JETZT!	25
4.4	Nutzen des Projektes für verschiedene Interessenslagen	
	Das hat ein landwirtschaftlicher Betrieb vom Projekt!	29
	Exkurs: Szenario Larvenmast auf landwirtschaftlichen Betrieben	
	Das hat die Natur vom Projekt!	34
	Das hat Österreich vom Projekt!	37
	Exkurs: Pro & Contra Zulassung von weiteren Stoffen („Abfällen“) für die Larvenmast	
4.5	Kommunikation der Ergebnisse	
	So haben wir das Projekt und die Ergebnisse bekannt gemacht!	40
	Kurzversion	
	Langversion mit Links	

<b>5</b>	<b>Empfehlungen für die weitere Bearbeitung des Themenbereichs Insektenprotein für die Nutztierfütterung</b>	<b>44</b>
5.1	Ausblick je Fachbereich	45
5.2	Empfehlungen zur Priorisierung weiterer Entwicklungsschritte	49
	Priorisierter Ausblick: Forschungs- und Entwicklungsarbeit je nach Nutztierart	
	Priorisierter Ausblick: Weitere Aspekte im Themenkomplex Larvenprotein	
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>55</b>
<b>7</b>	<b>Anhang</b>	<b>57</b>

# 1 ALLGEMEINE ANGABEN

## Name und Anschrift

GLOBAL 2000 Umweltforschungsinstitut  
**c/o ARGE Larvenzucht**  
Neustiftgasse 36  
1070 Wien

## Angaben zum Projekt

Projekttitel: Larvenzucht zur Futtermittelherstellung für Fische, Geflügel und Schweine  
Projektnummer: 16.1.1-S2-23/18 und 16.2.1-S2- 23/18  
Laufzeit: 1. Mai 2018 bis 30. November 2021  
Förderwerber: ARGE Larvenzucht

## Im Bericht verwendete Abkürzungen für die Projektpartner (alphabetisch nach Kürzel)

Bio Forschung Austria (Eva Erhart, Marion Bonell; **BFA/EE/MB**)  
Bundesanstalt für Wasserwirtschaft (Franz Lahnsteiner; **BAW**)  
Ecofly (Simon Weinberger; **EF**)  
Forster Michael (Iw. Betrieb; **Forster**)  
GLOBAL 2000 Umweltforschungsinstitut (Peter Schweiger, Ruth Pammer; **G2/PS/RP** oder **G2 UFI**)  
GLOBAL 2000 Umweltschutzorganisation (Viktora Auer; **G2/VA** oder **G2 USO**)  
Fischzucht Hartl (**Hartl**)  
HBLFA Raumberg-Gumpenstein (Reinhard Resch, Eduard Zentner Michael Kropsch;  
**R.-G./RR/EZ/MK**)  
Universität für Bodenkultur TTE (Martin Gierus, Kristina Hartinger; **TTE/MG/KH** oder **TTE**)

Der Begriff „Projektpartner“ bezieht sich im Bericht nicht auf die Personen, sondern auf die Institutionen und wird daher nicht geschlechterspezifisch gehandhabt.

## 2 EINLEITUNG – HINTERGRUND UND PROJEKTPRÄMISSEN

### 2.1

#### Kurze Beschreibung der Ausgangslage und Projektprämissen

Zu Fütterungszwecken wird, mit bekannten negativen Folgen für die Umwelt und in Abhängigkeit vom Weltmarkt, viel Protein importiert. Gleichzeitig besteht Grund für die Vermutung, dass über die Verwertung von landwirtschaftlichen Rest- und Nebenstoffen in Österreich selbst hochwertiges Protein für Fütterungszwecke gewonnen werden könnte. Eine kleinräumige Verwertung und Produktion stützt den ländlichen Raum wirtschaftlich (erhöhte Wertschöpfung) und kann möglicherweise zu einer ökologischeren Fütterung beitragen (Kreislaufwirtschaft).

Die Herstellung von Larvenprotein in Österreich und die Verfütterung des Larvenproteins an Geflügel, Schweine und (räuberische) Fische – also an Nutztiere, die freilebend unter anderem Insekten fressen - zeigt sich daher aus den genannten und weiters auch ernährungsphysiologischen Aspekten heraus als vielversprechend.

Es fehlt allerdings noch praktisches Wissen zu den Auswirkungen der verschiedensten Substrate auf den Nährwert der Larven, zur technischen Verarbeitung des Larvenproteins, zur tatsächlichen stofflichen Zusammensetzung und Nutzbarkeit des Restsubstrats (das nach Fütterung der Larven überbleibt), und zur tatsächlichen Bekömmlichkeit von Larvenprotein in der Fütterung je nach Anteilshöhe in der Futtermischung. Auch eine ernsthafte Betrachtung der bis dato nur vermuteten ökologischen Vorteile von inländisch hergestelltem Larvenprotein ist notwendig.

### 2.2

#### Zusätzlicher Hintergrund und Wissensstand zum Zeitpunkt der Projektbeantragung

##### **Marktsituation - Ökologisches Potential - Ökonomisches Potential für den ländlichen Raum**

Zum Zeitpunkt der Projektbeantragung gab es in Europa noch keine Firmen, die in großem Maßstab Larvenprotein produzierten. Bewegung in dieser Nische war aber bereits spürbar. So wurde in Handelszeitschriften bereits über Firmengründungen mit dem Ziel der Insektenproduktion für den Heim- und Nutztiermarkt (im Gegensatz zur Produktion für die menschliche Ernährung) berichtet. Es wurde ersichtlich, dass diese mit teils so großem finanziellen Volumen ausgestattet sind, dass diese Gründungen als Big Player zu betrachten sind. Das führte zu zwei Schlussfolgerungen, die das Projekt beeinflussten. Zum Ersten war die Zeit für einen Aufbau des Know-Hows in Österreich ganz offensichtlich JETZT, bevor der Markt von den Big Playern dominiert sein würde. Zum Zweiten bedeuten Big Player in der Regel massive, zentrale Produktionsanlagen und diese setzen in der Regel auf massive Produktionsanlagen, die den Zustrom gleichförmigen Inputs benötigen. Diese Form der Larvenproduktion würde bedeuten, dass zwar das ökonomische Potential dieses Sektors von einigen Firmen realisiert werden und bestenfalls auch ernährungsphysiologische Vorteile für die omnivoren Nutztiere bringen würde. Das ökologische Potential bliebe aber weitestgehend ungenutzt. Das größte ökologische Potential der Larvenproduktion liegt in Produktionsstätten mit einem möglichst nationalen Einzugsgebiet ohne allzu lange Transportströme sowie in der Nutzung von jeweils anfallenden Rest- und Nebenstoffen. In der landwirtschaftlichen Produktionskette gibt es zwar in Österreich nur in geringem Ausmaß wahrhaft ungenutzten „Abfälle“, aber es könnten einige Stoffe in ihrem Kreislauf noch einen vorteilhaften Zwischenstopp über die Larvenproduktion,

veredelt zu hochwertigem Protein, einlegen. Je mehr mögliche Zwischenstopps eines Kreislaufs realisiert sind, desto ökologischer ist dieser genutzt (vereinfacht gesagt). Auch wirtschaftlich ist eine Veredelung von Rest- und Nebenstoffen zu wertvollem Protein vielversprechend und ist dieser weitere Nutzungsbaustein wahrscheinlich vorteilhaft für die Wertschöpfung des Sektors.

Diese Überlegungen führten dazu, Larvenmastversuche mit möglichst vielen unterschiedlichen Substraten durchführen zu wollen. Diese sollten zeigen, wie machbar ein wechselnder Einsatz von Substratstoffen in der Mast ist oder sein könnte.

#### **Neue Art der Konservierung: Silierung der Larve - Ökologisches Potential**

Die beiden gängigen Methoden für die Konservierung, Trocknung und Gefrierung, sind energieintensiv und stellen damit einen Teil der Larvennutzung dar, der ganz offensichtlich nicht zum eventuellen ökologischen Vorteil dieser Protein- und Ölquelle beiträgt. Aus diesen Überlegungen und vor dem Hintergrund dessen, dass Österreich in der Wiederkäuerfütterung mit der Silage äußerst erfolgreich ist und die Silage sowohl in der Praxis angewendet, als auch wissenschaftlich aktiv bearbeitet wird, war es naheliegend, Silierungsversuche in den Projektrahmen zu inkludieren. Da der Erfolg dieser Versuche nicht eingeschätzt werden konnte wurde mit Blick auf den Gesamtrahmen des Projektes, und in Einschätzung der Abfolge von Genehmigungen bezüglich des Larveneinsatzes im Nutztiersektor, kein nachfolgender Fütterungsversuch geplant.

#### **Weiteres ökologisches Potential: Restsubstrat - Ökobilanz - Protein-Importe**

Das ökologische Potential der Larvenzucht stand am Beginn der Aktivitäten von Michael Forster und Simon Weinberger im Larvenzuchtbereich. Diese führten schlussendlich zur Gründung der Ecofly GmbH und gaben den ersten Anstoß für das vorliegende Projekt. Wiewohl Ökologie nur im Rahmen wirtschaftlicher Nachhaltigkeit funktioniert, ist der ökologische Gedanke für eine Gute Zukunft für Alle essentiell, kann die Richtung weisen, und ist in der Tat der gesamten Projektpartnerschaft ein Anliegen.

Auf der Hand lag daher neben allen bereits genannten Überlegungen zum ökologischen Potential, dass ein Teil des Kreislaufwirtschaft-Potentials von Larvenprotein die möglichst hochwertige Verwendung des Restsubstrates ist. Das Restsubstrat besteht nach der Mast der Larven aus dem Teil des Ausgangssubstrates, der nicht gefressen wurde, sowie aus den Ausscheidungen der Larven. Der Verdacht auf eine Nutzung als wertvoller Bodenzusatz analog Komposten lag nahe. Zum Einen aus diesem Grund wurden Analysen der Restsubstrate in das Projekt integriert. Zum Anderen wurden diese Analysen integriert, um Daten für die ebenfalls geplante Ökobilanz zu haben. Wir wollten wissen, welcher Anteil der Ausgangssubstrate wo – in Larve, Luft oder Restsubstrat – landet und in welcher Form die Stoffe vorliegen. Die Integration der Ökobilanz (Life Cycle Assessment - LCA), für die die genannten Analysen natürlich nur ein Baustein von vielen sind, liegt ebenfalls auf der Hand: ein ökologisches Potential kann vermutet werden, muss aber auch tatsächlich erhoben und geprüft werden bevor weiter mit diesem Aspekt der Larvenzucht gearbeitet wird. Als positiver Nebeneffekt wird in der LCA, wie es so oft der Fall ist, Ökologie mit Ökonomie verknüpft: das Ergebnis der LCA wird auch die Wettbewerbsfähigkeit allfälliger Futtermittel mit Larvenbestandteilen beeinflussen.

Schlussendlich ist die Proteinversorgung Österreichs mit seinem großen Netto-Protein-Import unter anderem, neben der Abhängigkeit vom Weltmarkt, eine große ökologische Frage. Gängige Proteinquellen, wie z.B. Soja-Schrot, sind mit negativen ökologischen Folgen behaftet und aktuell werden alternative Lösungen in der Proteinversorgung gesucht. Die Produktion von Larvenprotein in Österreich wird nach derzeitiger Einschätzung und beizeitigem Proteinbedarf auch in der Endausbaustufe den österreichischen Import von Protein mengenmäßig nicht ersetzen in dem Sinn, dass jeglicher Import unnötig wird; aber hoffentlich teilweise ersetzen können in dem Sinn, dass der Import verringert wird. Die Produktion von Larvenprotein wäre damit einer von mehreren Bausteinen einer Gesamtlösung und brächte weitere – potentielle – Vorteile für die Wirtschaft

Österreichs und die Umwelt.

### **Vorhandene Literatur und fehlende Daten: Futtermittelherstellung - Fütterungsversuchen**

Daten zur Futtermittelherstellung waren öffentlich nicht in ausreichender Qualität vorhanden für eine Verarbeitung der Larven ohne weitere Entwicklungsarbeit. Statt diesen Wertschöpfungsschritt auszulassen wurde die Herstellung der Mischfutter als sinnvoller Teil des Projektes gesehen. Mit dem Projekt würde dann öffentlich Wissen dazu aufliegen, mit welchen Extrudern (ein- oder zweiwellig) gearbeitet werden muss, und welche weiteren Einstellungen gegeben sein müssen. Auch war aus der Literatur nicht ersichtlich, ob bisher mit ganzen Larven gearbeitet wurde oder grundsätzlich gearbeitet werden kann – was einen Zwischenschritt ersparen würde, wieder ganz zum ökologischen wie auch ökonomischen Vorteil – oder ob die Larven als Mehl vorliegen müssen. Für die Maschinentauglichkeit mussten Mischungen erarbeitet werden, die eine passende Festigkeit und Formbarkeit sowohl mitbringen als auch im Endprodukt, je nach Ziel-Nutztierart, ergeben. Weitere Parameter wie z.B. Geruch, Optik, Schweb-Sink-Eigenschaften (Futtermittel für Fische) würde im Endprodukt passen müssen. Aus diesen Gründen wurde der Entwicklung der Futtermittel großer Raum im Projekt gegeben.

Zur Verfütterung von larvenhaltigem Futter gab es zum Zeitpunkt der Projektbeantragung bereits einige Publikationen, aber auch in diesem Bereich blieben für die Praxis essentielle Fragen offen. Die Studien flossen als Anhaltspunkte, z.B. bezüglich der Vorstellungen zum Anteil der Larvenbestandteile in den Futtermitteln, in das Projekt ein.

### **Mögliche Nutzungsbereiche von Insektenlarven in der Nutztierfütterung - Zulassungssituation**

Wie bereits unter 2.1 angesprochen ist dezidiert und ausschließlich die Fütterung derjenigen Nutztierarten Ziel der Projektpartnerschaft, die von Natur aus Insekten als Nahrungsquelle nutzen.

Das Larvenprotein fällt allerdings seit der BSE-Krise unter ein allumfassendes Verwendungsverbot von tierischen Proteinen in der Nutztierfütterung. Bewegung war zuletzt bei neuen Regelungen für gewisses tierisches Protein wie z.B. eben Larvenprotein, erkennbar. Der genaue Ablauf, sowohl zeitlich als auch inhaltlich gesehen – welche Verwendungen in welcher Reihenfolge, oder überhaupt, genehmigt werden würden, war jedoch bei Weitem noch nicht festgelegt. Der Projektinhalt fußt zum Teil auf damaligen Einschätzungen der Lage und der wahrscheinlichen Entwicklung; allerdings gab es vor nun bereits vier-fünf Jahren (2017/2018) nichts Belastbares für eine handfeste Projektion.

Zum damaligen Stand war die Verwendung von Larvenprotein lediglich in Aquakulturen und für Heimtiere zugelassen. Die Zulassungen für Geflügel und Schweine galten als sehr wahrscheinlich. Der restliche Bereich unterlag unterschiedlichen Einschätzungen und Hoffnungen.

### **Verwendete Insekten: Aspekte der Auswahl - Tierethik auch für Insekten**

Das von der Ecofly GmbH verwendete Insekt ist die Schwarze Soldatenfliege (*Hermetia illucens* L.). Diese Fliege ist bei uns nicht heimisch, wandert allerdings immer wieder über den Sommer ein und stirbt dann im Winter – für den sie nicht gerüstet ist – aus. Ein allfälliges Entkommen der nicht heimischen Schwarzen Soldatenfliege aus Produktionsanlagen führt daher nicht zu einem Vorkommen in Österreich, das nicht auf natürlichem Wege bereits stattfindet.

Die Schwarze Soldatenfliege kann weiters einen großen Teil der Proteine in ihrem Futter zu Biomasse umwandeln und ist nicht wählerisch, was ihre Futterquelle betrifft. Sie zeigt damit eine ausgezeichnete Futtermittelverwertung, und darüber hinaus ein schnelles Wachstum.

Die Verwendung von Larven in der Tierfütterung stellt bei den angezielten Nutztieren die natürliche Nahrungskette zum Teil wieder her. Für die Verarbeitung der Larven ist eine Tötung derselben notwendig. Nach dem Vorsichtsprinzip sollte beim Umgang mit Insekten darauf Bedacht

genommen werden, dass sie möglicherweise Schmerz empfinden.<sup>1</sup> Daher ist es notwendig, eine Methode zu verwenden, die eine zuverlässig schnelle Tötung garantiert. Der Hitzeschock vor der Trocknung wirkt innerhalb von wenigen Sekunden.

### Nicht Teil des Projektes: Trocknung der Larven - Auftrennung in Protein und Öl

Die Trocknung ist die gängige Art der Haltbarmachung der produzierten Larven und ist gängiges Wissen in der Branche, wenn auch in den Details jeweils Betriebsgeheimnis. Zu Beginn des Projektes wurde kein Grund gesehen, diese Techniken zu optimieren und somit wurden diese Schritte im Bereich der Larvenproduktionsfirmen, von denen die Larven bezogen wurden (Ecofly GmbH und Hermetia Baruth GmbH), belassen.

Auch die Auftrennung der Larve in ihre Bestandteile Protein und Öl ist Standard in der Branche und so wurde kein Grund gesehen, diese Schritte in den Projektumfang einzubeziehen.

In den Projektergebnissen finden sich daher keine Informationen zu diesen Produktionsschritten.

## 2.3

### Grafische Übersicht zum Larvenkreislauf und den im Projekt bearbeiteten Bestandteilen

Die Abbildung 1 zeigt die Interaktionen und Kreisläufe im Bereich der Verwendung von Larven in der Nutztierfütterung.

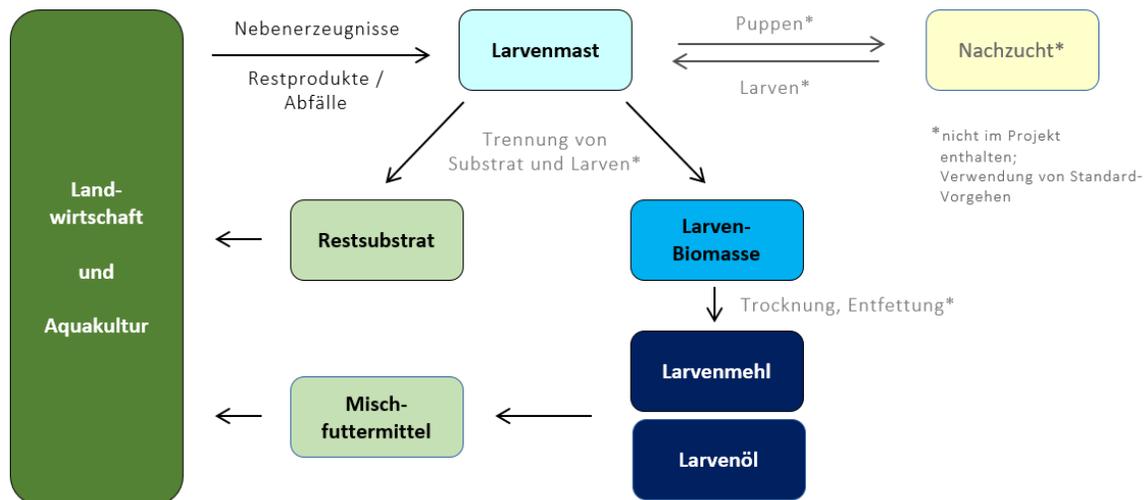


Abbildung 1: Interaktionen und Kreisläufe im Bereich der Verwendung von Larven in der Nutztierfütterung

1 Zitat aus dem Leitfaden "Haltung von Futterinsekten im Zoofachhandel" (S.2) vom Bundesministerium für Frauen und Gesundheit, erstellt von der Arbeitsgruppe "Gewerbliche Tierhaltung" des Tierschutzrates.

### 3 ZIELBESCHREIBUNG UND ZIELERREICHUNGSINSTRUMENTE

Ziel des Projekts war es, Rest- und Nebenstoffe aus der österreichischen Landwirtschaft und deren weiteren Wertschöpfungskette über die Larvenzucht zu hochwertigem Protein zu veredeln und über diesen neuen Kreislauf-Baustein einen messbaren Beitrag zur ökologisch nachhaltigen Entwicklung in der Landwirtschaft zu leisten sowie zur ländlichen Wertschöpfung beizutragen. Dazu wurde vorgesehen, die Prozessschritte der Larvenzucht für Fütterungszwecke zu untersuchen und bestenfalls für Österreich zu erarbeiten - Larvenzucht, technische Verarbeitung zu Futtermitteln, Fütterungsversuche – und auch die Reststoffe aus der Produktion einer wertvollen Nutzung zuzuführen (Bodenaufbau/Düngung).

Neben den Kern-Zielen mit ihren offensichtlichen Zielinstrumenten –

- **dem Ausloten der Eignung verschiedenster Stoffe für die Larvenzucht** durch Larvenfütterungsversuche (Substratversuche) in der Larvenzucht mit Analyse der Inhaltsstoffe von Ausgangssubstrat, jeweiliger Larvenmasse und Restsubstrat
- **der technischen Verarbeitung von Larven (Larvenprotein und -fett) zu vollwertigem Mischfutter** durch technische Versuche an verschiedenen Extrudern mit unterschiedlichen Einstellungen, Ausgangszuständen des Larvenproteins etc.
- **dem Testen der Futtermittel in Fütterungsversuchen** durch Fütterungsversuche mit wissenschaftlicher Begleitung
- **der weiteren Verwendung der Reststoffe aus der Larvenfütterung** durch Analyse der Restsubstrate und Klassifizierung nach entsprechenden Kategorien der stofflichen Verwertung (Kompost oder Dünger) für eine tatsächliche Absatz-Bereitschaft

wurden folgende Ziele und Zielinstrumente für das Abrunden und Messen der Kern-Ziele bzw. ihrer Erreichung verfolgt und eingesetzt:

- **der Einsatz möglichst regionaler Reststoffe aus der landwirtschaftlichen Wertschöpfungskette** durch eine vorgelagerte Substrat-Studie zu zeitlicher und mengenmäßiger Verfügbarkeit mit regionalen Spezifika inklusive Angaben zu ihren kalorischen Gehalten und teils Beschaffungskosten
- **die Haltbarmachung von Larven über Silierung,** einer im Vergleich zur gängigen Trocknung oder dem Einfrieren energiearmen Konservierungsart mit Tradition in Österreich durch Silierungsversuche mit der zerkleinerten und ganzen Larve
- **die Prüfung und bei allfälliger Gegebenheit der messbar darstellbare Beitrag einer positiven ökologischen Auswirkung von Larvenprotein aus Österreich** durch die Durchführung einer Ökobilanz (Life Cycle Assessment - LCA) mit mehreren ökologischen Parametern
- **die Erhebung der wirtschaftlichen Wettbewerbsfähigkeit von Larvenprotein** durch die Durchführung einer ökonomischen Analyse samt Aufzeigen von

## Entwicklungsperspektiven

- **das Heben des Wissensstandes über Larvenprotein in den relevanten Zielgruppen** durch Öffentlichkeitsarbeit in der nicht fachspezifischen Bevölkerung (positive Konnotation festigen – Ekel vorbeugen), und durch Öffentlichkeitsarbeit in der fachspezifischen Bevölkerung zusätzlich zu den Informationskanälen über Verbände der Fachbranchen

## 4 ZIELERREICHUNG

### Einleitung

Die ARGE Larvenzucht und ihre erfahrenen Projektpartner haben sich mit dem vorliegenden Projekt in ein neues Feld gewagt und in diesem einige der Ziele und Vorstellungen tatsächlich umsetzen können.

In Teilbereichen der Arbeit haben sich während der Bearbeitung – wie es in Neuland üblich ist – neue Felder eröffnet. Diese haben sich teils als Schwierigkeiten gezeigt, die sich rasch lösen ließen, und teils als Bereich, der sich im beantragten Projektrahmen nicht beantworten lässt.

Damit steht die Projektpartnerschaft der ARGE Larvenzucht nicht alleine da. In Europa hat sich zwar - unter anderem durch einige Big Player - eine stabile Produktion von Larvenprotein etabliert. Diese ist jedoch trotz ihrer soliden Entwicklung weit unter dem Maßstab geblieben, den die Branche angezielt und erwartet hatte.

Die Produzenten, die in Europa tätig sind, produzieren also tatsächlich weder in dem prognostizierten Ausmaß, noch wird maßgeblich für mehr als den Pet Food Bereich produziert. Nach Wissen der ARGE Larvenzucht gibt es im Bereich der Aquakultur europaweit erst wenige Produkte auf Insektenbasis.

Aus dem vorliegenden Projekt der ARGE Larvenzucht heraus muss daher einleitend festgestellt werden:

Wir sind der Verwendung des neuen Rohstoffs erfolgreich um einiges nähergekommen und haben einige der ursprünglichen Ziele erreicht.

Und:

Anderes konnte im Projekt-Rahmen nicht zur Gänze erarbeitet werden oder ist durch die Zulassungssituation noch nicht einlösbar.

Gängige Optimierungsschritte, wie sie auch in den Jahrzehnte alten Futtermittelbereichen immer noch stetig erfolgen, werden sich natürlich auch mit dem Ausgangsstoff der Larven laufend entwickeln.

### Inhalt und Struktur von Kapitel 4

Der nachfolgende Teil des Kapitels 4 (Zielerreichung) wird klar aufzählen, in welchen Bereichen die ARGE Larvenzucht mit dem Erkenntnis- und Know-How-Gewinn aus dem berichterstattenden Projekt wo steht. Dieser Teil ist in folgende Abschnitte gegliedert:

- Was wurde erreicht? / Das ist erreicht! (Ergebnisse)
- Bringt das was? / Das bringt's! (Einsatzmöglichkeiten der Ergebnisse)
- Was haben wir alle jetzt davon? / Das geht JETZT! (Einschränkungen der Einsatzmöglichkeiten)

Gefolgt wird diese Übersicht von Zusammenfassungen unter anderen Ansichtsschwerpunkten, so dass Lesende aus jeder Interessens-Ecke einen möglichst raschen und guten Überblick über das Thema gewinnen können.

- Was hat ein landwirtschaftlicher Betrieb vom Projekt?
- Was hat die Natur vom Projekt?
- Was hat Österreich vom Projekt?

Nicht fehlen wird natürlich eine Einschätzung der Lage, welche nächsten Schritte aus Sicht der Projektpartnerschaft zielführend sind. Diese Expertise von Personen, die sich nun seit mehr als drei Jahren intensiv mit der Thematik beschäftigen, befindet sich gesondert im Kapitel 5 (Empfehlungen für die weitere Bearbeitung des Themenbereichs Insektenprotein für die Nutztierfütterung).

## 4.1

### Ergebnisse

#### Das ist erreicht!

#### Kurzversion

Bitte beachten Sie, dass die Kurzversion, gemäß Ihrem Sinn kurz zu sein, keine Details enthält. Für Genaueres, wie z.B. Einschränkungen oder Erklärungen zur Vermeidung allfälliger Missverständnisse, siehe Langversion oder wissenschaftliche Ausführungen.

Wir wissen nun, wie sich die Larvenzusammensetzung mit unterschiedlichen Ausgangssubstraten verändert, und dass wir das Restsubstrat als wertvollen Dünger weiterverwenden können. Die gewonnenen Larven (ihr Protein und Öl) können über Silierung energiearm haltbar gemacht werden.

Wir wissen nun, in welcher Form und in welchem Rationsanteil das über die gängige Methode (Trocknung) gewonnene Larvenprotein und -fett an Broiler der Hühnerrasse Ross verfüttert werden kann. Die technische Verarbeitung zu diesem Futtermittel wurde im Projekt erarbeitet und liegt damit nun als offenes Know-How für alle vor. Auch eine vielversprechende technische Verarbeitung zu Fischfutter wurde erarbeitet (diese kann aber erst 2022 in Fütterungsversuchen getestet werden). Für die Schweinefütterung sind nun die Verdaulichkeitswerte vom Phosphor des Larvenmehls bekannt und können damit praktikable Versuchsrationen erarbeitet werden.

Wir wissen nun, dass in Österreich hergestelltes Larvenprotein unter Einhaltung gewisser Produktionsvoraussetzungen in gewissen Umweltkategorien ökologische Vorteile im Vergleich zu importiertem Sojaschrot zeigt. Die ökonomische Wettbewerbsfähigkeit ist derzeit nur im Pet Food Bereich gegeben, aber noch nicht im Nutztierbereich. Projektionen zeigen, dass diese sich bei zukünftigen Entwicklungen zuerst für den Bereich der Aquakultur ergeben wird.

#### Längere Version

Bitte beachten Sie, dass auch die längere Version noch keine detaillierten Ergebnisse enthält. Diese Version dient dazu, die größten Einschränkungen übersichtlich und schnell erfassbar darzustellen, sowie zur Vermeidung von als möglich eingeschätzten Missverständnissen.

Alle Details - zu den Ergebnissen (DOs wie auch DON'Ts), zur Methodik und zu Weiterem - finden Sie in den wissenschaftlichen Ausführungen.

#### **Futtersubstrat Larvenmast – Larvenmast – Restprodukte der Larvenmast – Konservierung**

Die anfängliche Studie dazu, welche Rest- und Nebenstoffe in Österreich aus ökologischer, ökonomischer und kalorischer Sicht besonders vielversprechend sind, und wann diese im Jahr

anfallen, hatte zu einer ersten Auswahl an Substratmischungen geführt. Da Insekten als Nutztiere betrachtet werden, wird eine ausgewogene Ration als Substrat zur Aufzucht der Larven eingesetzt. Statt also die Larven auf Substraten mit nur einer einzigen Komponente zu füttern, wird eine Mischung benötigt. Zum Beispiel müssen die Werte der einzelnen Nährstoff-Kategorien in bestimmten Zielgebieten liegen und auch der Feuchtigkeitsgehalt muss angemessen sein. Ausgewählt wurden die Substratkomponenten Trockenschlempe, Kartoffel, Brotreste, Nudelbruch, Rapsextraktionsschrot, Maisschrot, Malzkeime, Biertreber, Apfeltrester, Rübenschnitzel, Maisquellwasser und Getreide-Ausputz, die jeweils mit den Basiskomponenten Mais und/oder Weizenkleie verarbeitet wurden. Zusätzlich wurde die Zugabe von Zeolith in drei verschiedenen Mengenangaben geprüft.

Die Ergebnisse aus den Analysen, sowohl des Ausgangssubstrates als auch der auf ihnen gemästeten Larven, geben uns das Wissen darüber, welche Ausbeute an Larven sowohl mengenmäßig (Körpermasse) als auch qualitativ (Zusammensetzung der Larve) bei welcher Substratmischung zu erwarten ist. Nicht alle Ausgangssubstrate zeigen sich für einen (wettbewerbsfähigen) Einsatz als geeignet. Auch können die Veränderungen in der Larvenzusammensetzung nicht linear auf den Energie- und Nährstoffgehalt des Ausgangssubstrats zurückgeführt werden, weswegen der Wissensgewinn auf exakt die untersuchten Substratmischungen beschränkt ist.

Nach Absieben der Larve bleiben vom Ausgangssubstrat diejenigen Komponenten übrig, die nicht gefressen wurden; vermischt mit denjenigen, die wieder ausgeschieden wurden. Ursprünglich wurde vermutet, dass dieses Restsubstrat eine gute Eignung als Bodenhilfsstoff analog von Komposten haben dürfte. Die Analysen zeigten jedoch, dass die Restsubstrate im Vergleich zu üblichen Biotonne- oder Grünabfallkomposten sehr nährstoffreich sind. Die Restsubstrate haben damit hervorragende Qualitäten als organischer Dünger. Es eignen sich alle Restsubstrate für diese Nutzung, unterscheiden sich in den Details aber mehr oder weniger stark linear je nach ihrem Ausgangsstoff. Der Phosphorgehalt ist mit 2 bis 2,8 % durchgehend eher hoch. Der Stickstoff liegt hauptsächlich als organischer Stickstoff vor (Gesamtstickstoffgehalt 2,8 bis 4,3 %; Gehalt an mineralischem Stickstoff 0,4 bis 0,8 %, fast ausschließlich in Form von Ammonium).

Die Larven selbst werden gängigerweise durch Trocknung haltbar gemacht. An diesem Verfahren wurde im Projektrahmen nicht mehr weiter gearbeitet. Durch das Projekt werden die Konservierungsmöglichkeiten nun allerdings durch eine dritte Variante ergänzt, der Silierung. Diese Art der Konservierung ist erstens eine in Österreich grundsätzlich bekannte Konservierungsart (Gras- und Maissilage) und besticht zweitens durch eine im Vergleich zur Trocknung und Gefrierung geringe Energiezufuhr. Bewährt haben sich mehrere Silierungsvarianten aus der ganzen oder zerkleinerten Larve unter Beimengung von mindestens 20 % an zucker- oder stärkehaltigem Substrat mit Feuchtebindungsvermögen, wie z.B. Gerstenschrot, und teils mit Silierhilfsmitteln wie z.B. organische Säuren, Melasse oder Milchsäurebakterien. Welche der Silageverfahren sich für eine tatsächliche Fütterung eignen hängt vom entsprechenden Einsatzgebiet ab. Für diese steht nun eine breite Auswahl an Optionen mit veröffentlichten Daten bereit.

#### **Verarbeitung zu Futtermitteln – Futtermittel-Verwendung: Broiler, Fische, Schweine**

In den Versuchen konnte Mischfutter mit entöltem Larvenmehl und teils mit Larvenfett für die Broilermast hergestellt werden. Aus den hergestellten und nach den bekannten Parametern als vielversprechend eingeschätzten Varianten hat sich im Test über Fütterungsversuche gezeigt, dass sowohl der Proteingehalt als auch der Ölgehalt im Broiler-Mastfutter - in Teilen (!) - durch

Larvenprotein resp. Larvenfett ersetzt werden kann. Die besten Ergebnisse zeigen die Futtermittel-Varianten, in denen sowohl beim Protein als auch beim Öl Anteile substituiert wurden. Wir wissen nun auch, dass die Austauschrate zumindest bei der in der Mast gängigen Hühnerrasse Ross klar nach oben hin begrenzt ist. Die aus dem Projekt heraus empfohlene Rezeptur (Austausch von 15 % Sojaprotein durch Larvenprotein, Austausch von 100 % Sojaöl durch Larvenfett) zeigt bei vielen Parametern keine statistisch relevanten Unterschiede zur Kontrollvariante mit Sojaprotein und Sojaöl, erzielt eine bessere Zunahme der Broiler in der Starter-Phase, ergibt eine positive Abweichung bei den mikrobiellen Metaboliten, und zeigt sich im Fleisch sowohl etwas heller als auch (mit freiem Auge nicht auffallend) verstärkt im Gelbstich.

Die technische Verarbeitung der Larven zu einem Mischfutter für Fische wurde mit einem Einwellenextruder und in einem konischen Doppelschneckenextruder unter Verwendung unterschiedlichster Parameter versucht. Die Verarbeitung der aufgetaut und nicht getrockneten ganzen Larven zeigte sich als nicht praxistauglich (es zeigte sich eine unregelmäßige und nicht zufriedenstellende Förderung der Larven durch die Extruderschnecken im Einlassbereich) während mit dem entölten Larvenmehl gute Ergebnisse erzielt wurden. Alle Mischungen zeigten Extrudate mit zufriedenstellenden Festigkeitseigenschaften bei verschiedenen Extrusionsbedingungen und niedrigen Prozesstemperaturen (unter 100°C). Die Dichte der hergestellten Extrudate konnte über eine Erhöhung der Masstemperatur der Extrusionsmischung auf über 100°C gesenkt werden, sodass an der Wasseroberfläche schwimmende Extrudate entstanden. Die Extrudate wurden mit verringerten Feuchtigkeitswerten hergestellt, um den Energieaufwand für einen eventuell nachfolgenden Trocknungsprozess zu verringern. Das hergestellte Futter wurde allerdings mit Stand Oktober 2021 noch nicht in einem Fütterungsversuch getestet.

Der Fischfütterungsversuch mit der im Projekt erarbeiteten Rezeptur hätte ursprünglich im Rahmen des vorliegenden Projektes stattfinden sollen. Er ist nun in der Planung der Bundesanstalt für Wasserwirtschaft (BAW) festgehalten und wird, so es zu keinen weiteren Änderungen der Rahmenbedingungen kommt, im Jahr 2022 stattfinden. Wiewohl dieser Teil dann nicht mehr den Veröffentlichungsvorschreibungen des Projektes unterliegt werden die Ergebnisse, lt. Zusage des BAW, auf der Projekthomepage (<https://www.global2000.at/insekten-als-futtermittel>) veröffentlicht und auch in die EIP AGRI Datenbank nachgetragen.

Der Verdaulichkeitsversuch bei Mastschweinen (ab 30 kg Lebendmasse) zeigt, dass die Phosphor-Verdaulichkeit des entfetteten Larvenmehls mit ca. 79 % bedeutend höher ist als die von Phosphor aus pflanzlichen Quellen, welcher (ohne Phytasezulage) zwischen 24% (Rapsextraktionsschrot) und 66% (Weizen/Triticale) variieren kann. Gleichzeitig ist der Phosphorgehalt des entfetteten Larvenmehls mit 12,2 g/kg TM auf den untersuchten Substraten allgemein höher als der Phosphorgehalt von z.B. Sojaschrot mit 6,9-7,2 g/kg TM.

Der hohe Phosphor-Gehalt und dessen hohe Verdaulichkeit spricht für eine verstärkte Nutzung des entfetteten Larvenmehls.

### **Rundherum: Ökologischer Beitrag – Wettbewerbsfähigkeit – Produktionsstandorte**

Die ökologische Analyse (Life Cycle Assessment – LCA) hat gezeigt, dass das Larvenmehl, so wie es bei der Ecofly GmbH in der Pilot-Anlage produziert wird, je nach Ausgangssubstrat, das für die Fütterung der Larven verwendet wird, einen geringeren bis deutlich geringeren CO<sub>2</sub>-Fußabdruck aufweisen kann als aus Südamerika importiertes Sojamehl. Neben dem Ausgangssubstrat (Futter für die Insekten und Larven) können auch Maßnahmen wie z.B. eine Umstellung der Strom- und Energieversorgung auf alternative, erneuerbare Energiequellen die Klimawirksamkeit der

Larvenproteinproduktion weiter senken. Literaturstudien zeigen weiters, dass Larvenmehl auch in weiteren Umweltkategorien – z.B. Landnutzung und möglicherweise auch Feinstaub – ökologisch besser abschneiden kann als aus Südamerika importiertes Sojamehl. Eigene Berechnungen zeigen für Larvenmehl in manchen anderen Umweltkategorien (z.B. Verbrauch fossiler Rohstoffe) allerdings auch gewisse Herausforderungen zum Erreichen von einem mit Sojamehl vergleichbaren Fußabdruck. Die Ergebnisse können für andere Produktionsstätten anders ausfallen und daher ist der ökologische Vorteil bei Bezug von Larvenprotein nicht unabhängig von der Quelle des Larvenproteins gesichert.

Ein Vergleich mit Fischmehl ist auf Basis der LCA nicht sinnvoll, da die Herstellung von Fischmehl sich vor allem in Umweltkategorien bedenklich auswirkt, die aufgrund fehlender Methodik mithilfe einer Ökobilanz nicht bewertet werden können (Populationsgrößen und Biodiversität in marinen Ökosystemen durch Ausbeutung von Fischbeständen inkl. Beifang). Da auch die südamerikanische Sojaproduktion massive Auswirkungen im Bereich Biodiversität aufweist, trifft diese Einschränkung in gewissem Umfang auch auf Sojamehl zu.

Die ökonomische Analyse diskutiert die Faktoren, die wesentlichen Einfluss auf den Einsatz von Larvenprotein und –fett im Nutztiersektor haben. Derzeit ist eine Verwendung im Pet Food Bereich wettbewerbsfähig. Im Nutztierbereich zeigen die Projektionen, dass eine Wettbewerbsfähigkeit aller Wahrscheinlichkeit nach zuerst im Bereich der Aquakultur eintreten wird (teilweiser Austausch von Fischmehl in den Rationen) und erst nachgelagert in weiteren Nutztierbereichen (Austausch von z.B. Sojamehl und –öl). Der aktuelle Weltmarktpreis für Insektenprotein liegt ca. 7- bis 20-fach über dem von Sojaprotein. Die preisliche Entwicklung des Larvenproteins und –fettes hängt einerseits stark am Grad der Automatisierung, der im sich noch entwickelnden Sektor erreicht werden wird: die Analyse zeigt den bestimmenden Anteil der Kosten, der in Hochlohnländern für eine großteils manuelle Produktion besteht. Einen zweiten derzeit großen Einfluss auf die Kosten haben die Substratkosten für die Larvenmast. Die Energiekosten spielen bei den derzeitigen Energiepreisen eine noch nachrangige Rolle. Nicht zuletzt ist derzeit eine Verfügbarkeit von Larvenprotein und -fett noch nicht in größeren und für den Nutztiersektor relevanten Mengen gegeben.

Die Larvenmast, wie auch ein Broilermastversuch mit larvenproteinhaltigem Futter, wurden mit Emissionsmessungen begleitet. Wir kennen nun die Ammoniak-, Methan-, Distickstoffmonoxid- und Kohlenstoffdioxid-Emissionen in Gramm pro Kilogramm Larven-Biomasse, die bei der Produktion der Larven entstehen. Diese Informationen flossen in die projekteigene LCA ein und stehen für weitere Betrachtungen zur Verfügung.

Die Messungen bei der Broilermast zeigten, dass eine zu hohe Substitution (im Versuch 35 bis 40 % des Sojaproteins durch Larvenprotein ersetzt) im Broilermastfutter bei der Rasse Ross zu höheren Ammoniak- und Geruchskonzentrationen im Stallraum führt. Emissionstechnisch (unter Miteinbeziehung des Abluftvolumenstroms) wurden keine relevanten Unterschiede in der Geruchsbelastung für Anrainer\*innen im Vergleich der Kontroll- und Versuchsgruppe festgestellt. Die Ammoniak-Emissionen waren jedoch in der Versuchsgruppe um 35 % erhöht. Von der Verwendung der diesem Ergebnis zu Grunde liegenden hohen Protein-Substitution wird auch aus tierphysiologischen Gründen (Auswirkungen auf die Tiergesundheit) dringend abgeraten und ist nicht die von der Projektpartnerschaft empfohlene Rezeptur. Eine verstärkte Geruchsproblematik im Umfeld von Mastgeflügelstallungen mit anteiligem Larvenprotein in der Futtermast kann aus den vorliegenden Ergebnissen weitgehend ausgeschlossen werden. Um diese Feststellung zu untermauern sind weitere Mastversuche mit begleitenden geruchstechnischen Erhebungen erforderlich.

## Wissenschaftlich aufbereitete Versionen

### **Futtersubstrat Larvenmast – Larvenmast – Restprodukte der Larvenmast – Konservierung**

Die Recherche zu den Rest- und Nebenstoffen aus der landwirtschaftlichen Produktionskette mit Blick auf ihre Verfügbarkeit und Eignung für die Larvenzucht wurde von Hr. Dr. Peter Schweiger, GLOBAL 2000 Umweltforschungsinstitut, durchgeführt.

Sie finden seinen Abschlussbericht im Anhang als Teil 1.

Die Larvenfütterungsversuche (Substratversuche) wurden zum Teil unter der Verantwortlichkeit von Hr. Michael Forster, Landwirt und Ecofly GmbH, durchgeführt, mit maßgeblicher Mitwirkung von Hr. DI Daniel Fink, Ecofly GmbH (Zusammenstellen der Substrate und Durchführung der Larvenmast).

Die Analysen der Ausgangssubstrate und der jeweiligen Larvenzusammensetzung wurden unter der Verantwortlichkeit von Fr. Dr. Eva Erhart, Bio Forschung Austria, durchgeführt, mit maßgeblicher Mitwirkung von Fr. Mag. Marion Bonell, Bio Forschung Austria. Sie finden die entsprechenden Abschlussberichte im Anhang als Teil 2 und Teil 3.

Die Analysen der Restsubstrate zur Determinierung der weiteren Verwendungsmöglichkeiten als Kompost oder Düngemittel wurden unter der Verantwortlichkeit von Fr. Mag. Marion Bonell, Bio Forschung Austria, durchgeführt.

Sie finden ihren Abschlussbericht im Anhang im Teil 3 enthalten.

Die Konservierung der Larven als zerkleinerte und ganze Larve über verschiedenste Silierungsansätze wurde unter Verantwortlichkeit von Hr. Ing. Reinhard Resch, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, durchgeführt.

Sie finden den Abschlussbericht im Anhang als Teil 4.

### **Verarbeitung zu Futtermitteln – Futtermittel-Verwendung: Broiler, Fische, Schweine**

Die Verarbeitung der ganzen Larve, zermahlener Larve und der schon aufgetrennten Larvenbestandteile Protein und Öl zu Broiler- und Fischfuttermitteln fand unter der Verantwortlichkeit von Hr. Prof. Martin Gierus in Zusammenarbeit mit Hr. Prof. Henry Jäger, Universität für Bodenkultur Wien, statt.

Sie finden den Abschlussbericht zur Futtermittelherstellung im Anhang als Teil 5.

Umfassende Broilermastversuche mit Varianten zwischen Larvenprotein und Larvenfett sowie der ganzen Larve fanden unter der Verantwortlichkeit von Hr. Prof. Martin Gierus, Universität für Bodenkultur Wien, statt, mit maßgeblicher Mitwirkung von Fr. DI Kristina Hartinger, Universität für Bodenkultur Wien.

Ein Broilermastversuch mit Einsatz von Larvenprotein fand zum Zweck der Emissionsmessungen (Ammoniak und Geruch) unter der Verantwortlichkeit von Hr. Ing. Eduard Zentner, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, statt, mit maßgeblicher Mitwirkung von Hr. Michael Kropsch, HBLFA Raumberg-Gumpenstein.

Sie finden diese Abschlussberichte im Anhang im Teil 5 enthalten und als Teil 6.

Der Fischfütterungsversuch hätte ursprünglich im Rahmen des vorliegenden Projektes stattfinden sollen und wird nun erst im Anschluss, voraussichtlich im Jahr 2022, unter der Verantwortlichkeit von Hr. Dr. Franz Lahnsteiner, Bundesanstalt für Wasserwirtschaft (BAW) durchgeführt. Wiewohl dieser Teil dann nicht mehr den Veröffentlichungsvorschriften des Projektes

unterliegt werden die Ergebnisse lt. Zusage des BAW veröffentlicht. Sie finden diese nach Versuchsabschluss auf der Projekthomepage (<https://www.global2000.at/insekten-als-futtermittel>) und im Projekteintrag der EIP AGRI Datenbank.

Der Schweinefütterungsversuch mit den zermahlenden Larven fand unter der Verantwortlichkeit von Hr. Prof. Martin Gierus, Universität für Bodenkultur Wien, statt, mit maßgeblicher Mitwirkung von Fr. DI Kristina Hartinger.

Sie finden seinen Abschlussbericht zu diesem Teil seines Verantwortungsgebietes im Anhang im Teil 5 enthalten.

### **Rundherum: Ökologischer Beitrag – Wettbewerbsfähigkeit – Produktionsstandort**

Die Erstellung des Life Cycle Assessments (LCA) und Berechnung und Bewertung mehrerer ökologischer Parameter und Aspekte wurde von Hr. Dr. Peter Schweiger, GLOBAL 2000 Umweltforschungsinstitut, unter wissenschaftlicher Begleitung von Hr. Philipp Hietler, Österreichisches Ökologie-Institut, durchgeführt.

Sie finden den Abschlussbericht im Anhang als Teil 7.

Der Einblick in die derzeitige Wettbewerbsfähigkeit von Larvenprotein im Nutztier-Sektor wurde von Hr. Simon Weinberger, Ecofly GmbH, erstellt.

Sie finden den Bericht im Anhang als Teil 8.

Am Produktionsstandort der Larvenmast und Insektennachzucht fanden Emissionsmessungen (Ammoniak und Geruch) unter der Verantwortlichkeit von Hr. Ing. Eduard Zentner, HBLFA Raumberg-Gumpenstein, statt, mit maßgeblicher Mitwirkung von Hr. Michael Kropsch, HBLFA Raumberg-Gumpenstein.

Sie finden diesen Abschlussberichte im Anhang in Teil 6 enthalten.

## 4.2

### Einsatzmöglichkeiten der Ergebnisse

#### Das bringt's!

Während im Abschnitt 4.1 (Ergebnisse) weitgehend keine Ausführungen zu den Einsatzmöglichkeiten der Projektergebnisse gegeben sind, wird hier der Frage nachgegangen „Und bringt das was?“ / „Was bringt uns das?“

Auf Einschränkungen der Einsatzmöglichkeiten wird an dieser Stelle bereits verwiesen, mit Details ausgeführt werden diese im entsprechend benannten Folge-Abschnitt 4.3.

#### **Futtersubstrat Larvenmast – Larvenmast – Restprodukte der Larvenmast – Konservierung**

Da im Projekt verschiedenste Ausgangssubstrate getestet wurden können nun auch tatsächlich mehr Ausgangssubstrate in der Larvenmast verwendet werden als die bekannten Standardsubstrate. Jeder Betrieb, der Larven mästen will, kann auf die Daten aus dem Projekt zurückgreifen und weiß, mit welchem Larven-Ergebnis zu rechnen ist und welche Eigenschaften das Restsubstrat zeigen wird.

Zumindest aus dieser Anwendungsvoraussetzung heraus ist dem Bezug von regional und saisonal mitunter unterschiedlich vorhandenen Materialien nun die Tür geöffnet. Auch das Miteinbeziehen von ökonomischen und ökologischen Überlegungen in die Substratauswahl ist nun (besser) möglich.

Achtung: Die Larvenmast wirtschaftlich durchzuführen beruht auf mehr Faktoren und mehr Wissen als den Angaben dazu, welche Ausgangssubstrate verwendet werden können. Diese anderen Wissensbereiche sind nicht Teil des Projektes und deswegen ist kein „Larvenzucht-Manual“ in den Ergebnissen enthalten, sondern die Ergebnisse ergänzen eine Lücke aus bisher gängigem Wissen zur Larvenzucht.

Zu den Restprodukten<sup>2</sup> ist der Gewinn aus dem Projekt heraus besonders eindrücklich: Die Ergebnisse zeigen, dass das Restsubstrat - direkt oder pelletiert - als wertvoller organischer Dünger verwendet werden kann. Die durchgeführte umfangreiche Nährstoffanalyse gibt Auskunft über die Düngewirksamkeit, wodurch das Restsubstrat bereits gezielt eingesetzt werden kann. Diese Verwendungsmöglichkeit trägt zur Kreislaufwirtschaft im ökologischen Sinn bei (kleinräumige Düngemittel-Erzeugung; kein Anfall von Reststoffen, die für weitere Verwendung erst einer weiteren Verarbeitung bedürfen) und trägt ebenso zur Wertschöpfung aus Rest- und Nebenstoffen bei. Somit besteht die Möglichkeit einer Reduktion des Einsatzes von mineralischem Düngemittel.

Die Silierungsversuche bringen uns noch keinen direkten Anwendungsfall: die Verfütterung von siliertem Larvenprotein ist noch nicht erlaubt. Das Wissen, dass Larven erfolgreich siliert werden können, bringt uns allerdings Perspektiven für die Zukunft.

Wir wissen aus der Ökobilanzierung, dass die thermische Haltbarmachung zu knapp mehr als 4 % zum CO<sub>2</sub>-Fußabdruck beiträgt und die Silierung hier Einsparungen bringen könnte – etwas das wahrscheinlich scheint, aber noch berechnet werden müsste. Der Anteil der Trocknung ist sichtbar nicht der Löwenanteil an der gesamten Klimawirksamkeit, aber ist Teil des vermeidbaren Anteils

<sup>2</sup> Bei der Insektenzucht und Larvenmast fällt als Restprodukt lediglich das Restsubstrat an. Das Restsubstrat besteht aus den Teilen des Ausgangssubstrats, das nach der Verfütterung an die Larven noch vorhanden ist und aus den Ausscheidungen der Larven.

der Klimawirksamkeit.

Zusätzlich ist die Silierung aber auch eine Art der Haltbarmachung, die – im Gegensatz zu Trocknung – auf landwirtschaftlichen Betrieben selbst durchgeführt werden könnte. Dieses Potential wäre interessant in einem Rahmen, in dem landwirtschaftliche Betriebe selbst Larvenmast betreiben (z.B. mit ihren eigenen anfallenden Rest- und Nebenstoffen und zur direkten Verfütterung an ihre Nutztiere). Dieses Szenario ist nicht als derzeitige valide (wirtschaftliche) Option zu sehen, aber sollte aus Sicht der Projektpartnerschaft unter Berücksichtigung verschiedenster Zukunftsszenarien nicht unerforscht bleiben. Das Silierungsergebnis liefert jedenfalls einen weiteren Hinweis darauf, dass diese Zukunftsoption beizeiten ernsthaft bearbeitet werden sollte.

Die Silierungsergebnisse sind eventuell bereits jetzt von Nützlichkeit für Entwicklungsorganisationen. In einigen nicht-europäischen Ländern wird Larvenzucht und ihre Verfütterung mit weniger Reglement bereits betrieben. Gleichzeitig ist die Technik der Silierung noch nicht überall verbreitet und stellt dies möglicherweise eine nützliche Erweiterung der Konservierungstechnik dar.

### **Verarbeitung zu Futtermitteln – Futtermittel-Verwendung: Broiler, Fische, Schweine**

Für die Broilermast ist zu sagen: Das Projekt hat uns die Bestätigung gebracht, dass wir Larvenprotein und Larvenfett zu gewissen Anteilen in der Broilermast der gängigen Rasse Ross einsetzen können. Somit vermindert sich der Einsatz von importierten Proteinträgern für die Nutztierernährung.

Sowohl die technischen Daten zur Herstellung des Futters als auch die Zusammensetzung des erprobten Mischfutters und die Ergebnisse aus dem Fütterungsversuch liegen offen auf. Für einen tatsächlichen Einsatz in der Broilermast fehlt nun nach der Freigabe auf EU-Ebene<sup>3</sup> noch die Umsetzung auf nationaler Ebene und eine tatsächliche gewerbliche Produktion. Letztere wird sich eher entwickeln, wenn die Rezeptur<sup>4</sup> bereits geklärt ist und der Absatzmarkt bereitsteht.

Die Versuche zur Fischfutterherstellung bringen uns, dass wir vielversprechendes Futter haben, mit dem ein Fütterungsversuch gestartet werden kann. Es besteht keine Sicherheit, dass sich das Futter in diesem bewährt, aber die Ausgangsparameter passen.

Der Verdaulichkeitsversuch mit Schweinen lieferte bisher fehlende Daten zum Larvenmehl. Die Nutzung des verdaulichen Phosphors bei der Formulierung der Ration hat den Vorteil, dass die stark unterschiedliche Verdaulichkeit zwischen den unterschiedlichen Futtermitteln berücksichtigt wird. Die Unterschiede werden durch den variablen Phosphor-Gehalt sowie die Anwesenheit nativer Phytase verursacht. Mit den Verdaulichkeitswerten kann der Zusatz von mineralischem Phosphor in Schweinerationen genauer abgestimmt werden, was wiederum eine Minimierung der Ausscheidung von unverdaulichem und ggf. auch überschüssigen Phosphor zur Folge hat. Das kommt der Umwelt zugute, da es die natürlichen Ressourcen schont, und ist angesichts der Endlichkeit der Ressource „mineralischer Phosphor“ auch für die Nutztierfütterungsbranche wertvoll.

Die Werte sind nun bekannt und gleichzeitig sehr gut: Der hohe Gehalt und die Verdaulichkeit des Phosphors befürwortet eine verstärkte Nutzung des entfetteten Larvenmehls, welches nicht nur

<sup>3</sup> Änderung des Anhangs 4 der VO(EG)2001/999 gemäß der VO(EU)2021/1372

<sup>4</sup> Die derzeitige Rezeptur ist technisch herstellbar sowie physiologisch vorteilhaft und damit einsatzfähig. Wie bereits an anderen Stellen darauf hingewiesen wird sich aber, wie in den übrigen Teilen der Futtermittelbranche, auch die Verwendung von Larvenprotein und –öl wohl immer weiterentwickeln und nicht am Status Quo verharren.

eine Alternative zu importiertem Sojaschrot darstellt, sondern auch als hochverdauliche Phosphorquelle angesehen werden kann.

### **Rundherum: Ökologischer Beitrag – Wettbewerbsfähigkeit – Produktionsstandort**

Die ökologische Analyse zeigt uns, dass mit dem Bezug von Larvenprotein aus Österreich tatsächlich ein ökologischer Vorteil gegenüber importiertem Sojamehl aus Südamerika realisiert werden kann. Die Analyse zeigt uns gleichzeitig, dass dieser positive Effekt nicht unabhängig von der Art der hiesigen Produktion ist und daher Larvenprotein punkto ökologischem Vorteil nicht als einheitliche Masse betrachtet werden kann, sondern von den Produktionsbedingungen abhängt. Das muss bedacht sein, wenn man aus betrieblicher Sicht einen Wettbewerb punkto Nachhaltigkeit aus dem Einsatz von Larvenprotein generieren will oder wenn Förderkriterien von staatlicher oder Verbandsseite aus ins Auge gefasst werden.

Aus der ökologischen Analyse wissen wir nun auch, welche Bereiche den größten Anteil an Belastung in den unterschiedlichen Umweltkategorien (Klimawirksamkeit, Frischwasser Eutrophierung, Verbrauch fossiler Rohstoffe, Feinstaubbildung etc.) bedeuten. Daraus lässt sich ableiten, an welchen Stellschrauben am ehesten gedreht werden muss um eine erhöhte Nachhaltigkeit zu erzielen. Neben an anderer Stelle bereits genannten Maßnahmenvorschlägen ist als weiteres Beispiel klar ersichtlich, dass theoretisch betrachtet ein Einsatz von Substraten, die aus LCA-Sicht als Abfälle zu betrachten wären, einen ökologischen Vorteil bringen könnte. Derzeit dürfen z.B. Küchenabfälle nicht an die Larven verfüttert werden, wobei die Umweltwirkung solcher Stoffklassen jeweils von Fall zu Fall mittels LCA ermittelt werden müsste. Im Falle einer vorteilhaften Bewertung würde eine in der Zukunft möglicherweise erfolgende Zulassung solcher Stoffklassen jedenfalls die Menge des Larvenproteins stark erhöhen, das auf ökologisch vorteilhafte Weise produziert werden kann.

Die ökonomische Analyse zeigt auf, wo die Produktion von Larvenprotein und -fett derzeit sowohl mengenmäßig steht, als auch wie sie derzeit in Bezug auf die Wettbewerbsfähigkeit im Vergleich zu Sojamehl und Fischmehl steht. Zusätzlich wird zusammengefasst dargestellt, welche preisliche Entwicklungen Studien für Larvenmehl, Sojaschrot und Fischmehl sehen. Aus der Analyse lassen sich weiters einige (grobe, erste) Schlüsse ziehen:

- Ein Einsatz von Larvenprotein und -fett in der Nutztierfütterung steht noch nicht direkt vor der Tür. Das bedeutet, dass der Einsatz nicht notgedrungen von offenen Forschungsfragen oder fehlender rechtlicher Entwicklung verlangsamt sein wird. Momentan geht die Zulassungssituation teils weit über die Wettbewerbsfähigkeit hinaus: die Verfütterung von Larven ist in Form von Processed Animal Protein (PAP) grundsätzlich mittlerweile für Fische, Geflügel wie auch Schweine erlaubt. Auf Forschungs- und Entwicklungsseite aus stehen mittlerweile einige einsatzbereite Rezepturen für die Mischfutterherstellung und ihren Einsatz bereit - unter anderem aus dem vorliegenden Projekt heraus – oder kurz vor Fertigstellung. Die offenen Fragen ließen sich bei weiterer Bearbeitung voraussichtlich zeitgerecht beantworten.  
Bei allfälligen Ressourcenkonflikten würde die ökonomische Analyse trotzdem darauf deuten, dass die Erarbeitung des Larveneinsatzes in der Aquakultur vorrangig betrieben werden sollte vor der Erarbeitung eines Einsatzes beim Schwein oder Geflügel.
- Eine Zulassung von derzeit als Abfall geltenden Stoffen für den Bereich der Larvenfütterung hätte voraussichtlich einen substantiellen Einfluss auf den ökonomischen Aspekt der Larvenproduktion und damit dem Einsatz von Larvenprotein und -fett in der

Nutztierfütterung<sup>5</sup>.

So mit dem Einsatz von Larvenprotein und -fett im Nutztiersektor allfällige ökologische Vorteile erzielt werden sollen um neben betrieblichen z.B. auch nationale Ziele zu erfüllen ist dieser Bereich als Stellschraube für den tatsächlichen Einsatz mit zu bedenken.

- Der bestimmende Anteil der Personalkosten in Hochlohnländern wie Österreich, der bei einer in hohem Grad manuell durchgeführten Larvenproduktion gegeben ist, bedeutet, dass in Ländern wie Österreich Larvenproduktion eher mit hohem Automatisierungsgrad wettbewerbsfähig sein wird. Ein hoher Automatisierungsgrad kann einen höheren Grad an Startkapital bedeuten und zeigt möglicherweise an, dass es statt vieler kleiner Betriebe eher weniger, dafür eher größere, Betriebe geben wird. Die Nutzung von regionalen Reststoffen ist durch die voraussichtliche wirtschaftlich sinnvolle Betriebsgröße eingeschränkt, auch falls die Betriebe im internationalen Vergleich immer noch als klein eingeordnet werden würden.

Die Geruchsemissionen liefern den Hühnermastbetrieben das Wissen, dass der physiologisch angemessene Einsatz von Larvenprotein und -fett vermutlich zu keiner vermehrten Geruchsproblematik für Anrainer\*innen führt, im Vergleich zu handelsüblichem Futter. Die Ammoniak-Emissionen sind noch einmal in einem Fütterungsversuch mit einer physiologisch passenden Rate an Larvenprotein und -fett weiter zu prüfen.

Die Emissionsmessungen entlang der Larvenmast liefern Daten, die in die Ökobilanzierung einfließen. Der ökologische Vorteil von regionaler bzw. nationaler Larvenmast als Proteinquelle gegenüber anderen gängigen Proteinquellen ist ohne die Betrachtung des gesamten Zyklus nur eine Vermutung; und kann erst durch diese als wahr oder unwahr erkannt werden. Für die Life Cycle Analyse kann teils auf vorhandene Daten(banken) zurückgegriffen werden. Teils müssen diese Daten erst generiert werden oder führen eigene Daten zu einem an die untersuchte Situation enger angepassten Ergebnis.

<sup>5</sup> Diese Einschätzung besteht auf der Annahme, dass weiterhin wenig Nutzungskonkurrenz bestehen und das Upcycling dieser Stoffe weiterhin kostengünstig bleiben würde.

### 4.3

#### Einschränkungen der Einsatzmöglichkeiten, und: Das geht JETZT!

Bitte beachten Sie, dass hier nicht die Projektergebnisse an sich benannt werden, sondern der Fokus auf der klaren Darlegung von „Das geht JETZT“ liegt. Benannt werden dazu einleitend jeweils die Einschränkungen, die sich aus den Projektergebnissen heraus erschließen, sowie weiters derzeitige rechtliche, wirtschaftliche, und sonstige Einschränkungen, die der Projektpartnerschaft bekannt sind.

Diese Einbettung der Projektergebnisse ist nicht explizit Teil des Projektes und erhebt der Abschnitt 4.3 daher keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Bitte beachten Sie, dass zum Zweck der Übersichtlichkeit in diesem Abschnitt keine Details zu den hier benannten Projektergebnissen gegeben werden. Diese finden Sie bei Interesse im Abschnitt 4.1 Ergebnisse in der Kurz-, Lang- oder in den „Wissenschaftlich aufbereiteten Versionen“.

#### **Futtersubstrat Larvenmast – Larvenmast – Restprodukte der Larvenmast – Konservierung**

Eine klare Einschränkung bei der Zucht und Mast von Insekten ist punkto Input zur Larvenmast das Verbot der Fütterung von gewissen Rest- und Nebenstoffen, da die Insekten als Nutztiere gelten sofern sie zum Zweck der Futtermittelproduktion gehalten werden. Nach EU-Futtermittelrecht ist es nicht zugelassen, biogene Abfälle an Nutztiere zu verfüttern, wenn diese nicht als Futtermittel zugelassen sind. Küchenabfälle oder Altbrot aus Gastronomie und Handel sind darum zum Beispiel nicht einsetzbar. Diese Einschränkung betrifft jedoch nur den EU-Raum. Außerhalb europäischer Grenzen werden Lebensmittelabfälle vielerorts an Nutztiere wie u.a. Nutzinsekten verfüttert.

Zusätzliche Einschränkungen in der praktischen Verwendung von Stoffen als Ausgangssubstrat ergeben sich aus den Ergebnissen der Larvenfütterungsversuche des vorliegenden Projektes. Diese zeigen, dass die Zusammensetzung des Ausgangssubstrates für die Larven keinen linearen Einfluss auf die Larvenzusammensetzung haben und dass die Einsatzergebnisse von unerforschten Substraten daher nicht genau vorhergesagt werden können. Allgemein lässt sich lediglich sagen, dass sich Substratmischungen mit hohem Rohfasergehalt beispielsweise aufgrund der schlechten Verdaulichkeit von Lignin als wenig geeignet (wenig effizient in der Umwandlung in Larvenbiomasse) zeigen.

#### **Das geht JETZT:**

Die Verfütterung von allem, was als Futtermittel gilt, an Insekten ist legal (vgl. VO(EU)2017/893 Artikel 6). Die Daten aus den Larvenfütterungsversuchen des vorliegenden Projekts zeigen für viele Substratmischungen auf, mit welchen Ergebnissen (in der Mast und bezüglich Restsubstrat) bei ihrem Einsatz gerechnet werden kann.

Punkto Larvenmast stellen neben den gesetzlichen Einschränkungen die technischen Voraussetzungen für eine Insektenzucht und -mast im großen Maßstab eine Hürde dar. Bisher gibt es erst wenige großtechnische Insektenzuchtanlagen in Europa, und damit zum einen weder eine klar nachbaubare, geschweige denn „bestellbare“ Variante. Durch den fehlenden Standard gestalten sich derzeit auch die Genehmigungen der Anlagen aufwändiger. In Hochlohnländern ist

zusätzlich ein relativ hoher Grad an Automatisierung notwendig, um Larvenprotein wirtschaftlich herstellen zu können. Dieser notwendigerweise hohe Grad an Automatisierung, bedingt durch hohe Personal(neben)kosten, bedeutet einen hohen Bedarf an Anfangsinvestitionen und stellt damit das Aufkommen von lokalen Verarbeitungsbetrieben in Hochlohnländern infrage.

Zum Restsubstrat aus der Larvenmast sind keine Einschränkungen zu nennen.

#### Das geht JETZT:

Die Restsubstrate eignen sich als organischer Dünger und weisen einen besonders hohen Phosphor-Gehalt auf. Es sind bereits zugelassene Produkte im Handel erhältlich.

In Zukunft wird aller Wahrscheinlichkeit nach eine Hygienisierung des Restsubstrats für das kommerzielle Inverkehrbringen notwendig sein.

Wiewohl punkto Konservierung die Silierung der (ganzen sowie der zerkleinerten) Larve erfolgreich war, ist diese Art von Futtermittel noch relativ weit von einer Einsatzbereitschaft entfernt. Derzeit fehlt in Ermangelung eines Fütterungsversuchs der wissenschaftliche Nachweis, dass silierte Insektenlarven als Futtermittel für Nutztiere tatsächlich geeignet sind. Positive Ergebnisse aus exakten Fütterungsversuchen sind auch erst eine Voraussetzung für die Silierung als zugelassenes Konservierungsverfahren für Larven. Nach den Fütterungsversuchen müsste sich daher erst noch eine interessierte Seite um diese Zulassung bemühen und den Zulassungsprozess erfolgreich durchlaufen, bevor die Silierung tatsächlich einsatzbereit ist.

#### Das geht JETZT:

Die Planung von Fütterungsversuchen auf der Basis der exakten Daten, die zu den unterschiedlichen, erfolgreichen Siliermischungen und Silierhilfsmitteln nun existieren.

Anmerkung: Sämtliche erprobte Siliermischungen befinden sich im Rahmen der VO(EU) 1831/2003 Zusatzstoffe in der Tierernährung, der Vorschrift 70/524/EWG Zugelassene Mikroorganismen als Futtermittelzusatz und der Vorschrift 90/220/EWG Kulturen von Mikroorganismen. Sie sind daher in Europa einsetzbar. Unter den Versuchsmischungen/Silierhilfsmitteln befinden sich auch Mischungen/Produkte, die für den Ökologischen Landbau lt. VO(EU) 2092/1991 einsetzbar sind, soweit sich die jährliche Liste der zugelassenen Zusatzstoffe (Betriebsmittelkatalog) nicht verändert.

### **Verarbeitung zu Futtermitteln – Futtermittel-Verwendung: Broiler, Fische, Schweine**

**Die Fütterungsversuche bei Broilern** haben gezeigt, dass zu hohe Austauschraten von Sojaprotein durch Larvenprotein dem physiologischen Wohl der Hühnerrasse Ross abträglich sind. Die Erfolge aus anderen Versuchen mit hohen Austauschraten konnten also nicht reproduziert werden. Ein blinder Fleck in den bisherigen Fütterungsversuchen könnte unter anderem das Trocknungsverfahren der Larven sein, das wesentlichen Einfluss auf die Verdaulichkeit des Proteins haben könnte, so dass in der Rationsberechnung nicht nur vom Aminosäuregehalt und -muster der Larven ausgegangen werden kann.

Der Einsatz von entöltem Larvenmehl der *Hermetia illucens* in der Fütterung von Masthähnchen der Rasse Ross in der Höhe von bis zu 15 % des Rohproteins von Sojaextraktionsschrot in allen Mastphasen hat keine für Geflügel nachteilige Effekte gezeigt. Der 100%ige Austausch von Sojaöl durch Larvenfett in der Fütterung von Masthähnchen zeigt ebenfalls keine Auswirkungen.

Der Verwendung des erprobten Mischfutters in der Fütterung steht durch die Änderung des Anhangs 4 der VO(EG)2001/999 via der VO(EU)2021/1372 ab dem 7.9.2021 zumindest aus Zulassungssicht nichts mehr im Weg. Für den tatsächlichen Einsatz dieses Mischfutters in der Praxis müsste dieses Mischfutter allerdings in Produktion gehen und muss sich davor der Markt der Larvenproteinproduktion weiterentwickeln bzw. muss der Weltmarktpreis für Soja noch

steigen, bevor die Verfütterung von Larvenprotein an Geflügel wirtschaftlich rentabel ist. Auch allfällige positive Wirkungen von Larvenprotein, die vermutet werden und sich in zukünftigen Fütterungsversuchen zeigen könnten, würden diese Timeline beeinflussen. Die ökonomische Analyse zeigt diese und andere bestimmende Achsen detailreicher auf.

#### Das geht JETZT:

Zusammen mit dem Vorhandensein von erprobten Mischfutter-Rezepturen zeigt sich für die Futtermittelbranche zusammen mit der Zulassung ab Winter 2021 Planungssicherheit in Bezug auf die weitere Entwicklung der alternativen Proteinquelle Larve in der Mastgeflügel fütterung.

**Zur Fischfutterherstellung** werden komplexe Mischungen extrudiert, die aus Protein, Stärke und den benötigten Zusatzstoffen bestehen. Die physikalischen Eigenschaften der Futterpellets müssen diversen Ansprüchen genügen und damit unter anderem wünschenswerte Sinkfähigkeit im Wasser, die Fähigkeit, nach dem Extrudieren Fischöl zu absorbieren, und Resistenz gegenüber externen Belastungen bei Verpackung und Transport zeigen. Diese Parameter sind stark vom Extrusionsprozess abhängig. Die Projektergebnisse zeigen auf, welche Extrusionsparameter zu den gewünschten Ergebnissen führen.

Verarbeitet wurde das entfettete Larvenmehl genauso wie die ganze Larve. Deren Nutzung wäre vorteilhaft, da weniger Ressourcen für die Vorbehandlung eingesetzt würden. Für die erforderlich feine Vermahlung zeigte sie aber im Rahmen der üblichen und im Versuch eingesetzten Techniken einen zu hohen Fettgehalt. Der Einsatz von entfettetem Larvenmehl wird daher wohl auch in Zukunft vorgezogen werden.

Der Projektumfang ist auf die Herstellung eines vielversprechenden Pellets beschränkt und umschließt keinen Fütterungsversuch. Die Testung des im Projekt erarbeiteten Fischfutters ist allerdings vom Bundesamt für Wasserwirtschaft für das Jahr 2022/23 vorgesehen. Der tatsächliche Beginn ist abhängig von der rechtlichen Möglichkeit zur Versuchsfutterherstellung und wird von der Ecofly GmbH betrieben. Bei einem allfällig positiven Ergebnis steht der Verwendung in der Fütterung durch die Änderung des Anhangs 4 der VO(EG)2001/999 via der VO(EU)2021/1372 ab dem 7.9.2021 aus gesetzlicher Sicht nichts mehr im Weg.

Für den tatsächlichen Einsatz dieses Mischfutters in der Praxis müsste dieses Mischfutter allerdings in Produktion gehen und muss sich davor der Markt der Larvenproteinproduktion noch weiterentwickeln bzw. der Weltmarktpreis für Fischmehl steigen, bevor die Verfütterung von Larvenprotein an Fische wirtschaftlich rentabel ist. Die ökonomische Analyse zeigt diese und andere bestimmende Achsen detailreicher auf.

#### Das geht JETZT:

Der Einsatz des erzeugten, vielversprechenden Fischfutters in einem Fütterungsversuch.

Zum **Verdaulichkeitsversuch von Larvenmehl beim Mastschwein** ist einschränkend zu erwähnen, dass der Versuch primär auf die Erfassung der Phosphorverdaulichkeit ausgelegt war (Richtlinien der GfE, 1994). Dies bedeutet, die Verdaulichkeit wurde mittels einer semi-synthetischen Ration untersucht, um im Vergleich zur Zulage der zu testenden Substanz, möglichst wenig Phosphor in der Grundration vorzulegen. Somit sind die Daten zur Verdaulichkeit des Proteins eine Annäherung an praxisrelevante Rationen, unterliegen aber grundsätzlich einer anderen Methode<sup>6</sup>.

#### Das geht JETZT:

Die nun vorliegenden Daten liefern einen Anhaltspunkt über die Phosphor-Verdaulichkeit des Larvenmehls für Schweine, welche es aufgrund von bisher fehlenden Vergleichsdaten in folgenden Versuchen zu bestätigen gilt, um damit praxisübliche Rationen zu berechnen.

<sup>6</sup> Eine realistische Bestimmung der Proteinverdaulichkeit schließt sich bei der Verwendung des Protokolls zur Bestimmung der Phosphorverdaulichkeit methodisch aus.

## **Rundherum: Ökologischer Beitrag – Wettbewerbsfähigkeit – Produktionsstandort**

Zur ökologischen Analyse ist an diesem Punkt stark zu unterstreichen, dass die Ergebnisse der vorliegenden Ökobilanz (Life Cycle Assessment – LCA) die Produktionsbedingungen der (ehemaligen) Pilot-Anlage der Ecofly GmbH betreffen. Diese sind in der LCA genau beschrieben und erlaubt die LCA allgemeine Schlüsse und begründete Ableitungen. Die für die Larvenproduktion in einer Pilotanlage bei der Ecofly GmbH berechnete Umweltwirkung kann somit nicht für Larvenprodukte generell verallgemeinert werden. Für andere, in ihren Prozessabläufen oder auch in ihrer Dimensionierung abweichende Larvenproduktionen müssen eigene Ökobilanzen durchgeführt werden.

Eine weitere Einschränkung im Bereich der Ökobilanzierung betrifft die Vergleichsmöglichkeiten bzw. die Sinnhaftigkeit von Vergleichen des Larvenproteins mit anderen Protein-Arten, die in der Nutztierfütterung gängig sind. Während ein Vergleich mit aus Südamerika importiertem Sojamehl als größtenteils adäquat betrachtet werden kann, kann aufgrund derzeit noch fehlender Bewertungsmethodik für den Bereich Biodiversität (in dem die bedenklichen Auswirkungen der Fischmehlproduktion maßgeblich liegen) auf Basis der LCA-Berechnungen kein adäquater Vergleich von Larvenprotein mit Protein aus Fischmehl gezogen werden. Dieses Beispiel dient gleichzeitig als guter Hinweis darauf, dass mit Ökobilanzierungen grundsätzlich umsichtig umgegangen werden muss. Einen einzelnen Wirkungsbereich herauszugreifen ist nur sinnvoll für die Beantwortung gezielter Fragestellungen; niemals kann dieser einzelne Wirkungsbereich für eine allgemeine Aussage über die ökologische Wertigkeit des betrachteten Produktes herangezogen werden.

### **Das geht JETZT:**

Das Ableiten von Aussagen und Empfehlungen wie sie in den Kapitel(abschnitten) 4.2, 4.4 und 5 dargestellt sind.

Die Emissionsmessungen im Zuge der Broilermast haben für die Mastgeflügelbetriebe gezeigt, dass, bei Fütterung mit dem empfohlenen Anteil an Larvenprotein, die Geruchsbelastung im Außenbereich mit hoher Wahrscheinlichkeit nicht höher liegt, als bei konventioneller Fütterung. Die Auswirkung auf die Ammoniakkonzentration lässt sich aus dem Projekt heraus hingegen nicht abschließend bewerten, da im Versuch mit einer höheren Rate an Larvenprotein gefüttert wurde als sich schlussendlich als empfehlenswert herausgestellt hat.

### **Das geht JETZT:**

Die Aussage, dass mit hoher Wahrscheinlichkeit die Geruchsbelastung im Umfeld von Mastgeflügelstallungen durch den Austausch von Sojaprotein durch Larvenprotein in der empfohlenen Einmischrate (Austausch von 15 % des Sojaproteins) nicht steigt.

Die ökonomische Analyse zeigt sehr präzise auf, dass der Einsatz von Larvenprotein und –fett in der Nutztierfütterung vorrangig durch die ökonomische Wettbewerbsfähigkeit (Vergleich zu Fischmehl und Sojaschrot) beschränkt ist, sowie durch die derzeit noch geringe vorhandene Menge von Larvenprotein und –fett, und nicht durch den Stand der Forschung.

Projektionen zeigen, dass sich die ökonomische Wettbewerbsfähigkeit bei zukünftigen Entwicklungen zuerst für den Bereich der Aquakultur ergeben wird.

### **Das geht JETZT:**

Die ökonomische Wettbewerbsfähigkeit ist im Pet Food Bereich gegeben. Aus der ökonomischen Analyse lassen sich einige Schlüsse ziehen (vgl. Kapitel 4.2)

## 4.4

### Nutzen des Projektes für verschiedene Interessenslagen

Bitte beachten Sie, dass Sie hier Zusammenfassungen gemäß dem jeweilig behandelten Bereich - Landwirtschaftlicher Betrieb, Natur, Österreich – vorfinden. Es sind daher nur jeweils die Aspekte der Projektergebnisse angeführt, die für diesen Bereich von Bedeutung sind.

So finden Sie z.B. zur Silierung der Larven im Abschnitt „Natur“ nicht eine Gesamtübersicht zur Silierung von Larven, sondern nur Informationen zu den Aspekten der Larvensilierung, die für die Natur relevant sind.

Der Abschnitt 4.4 strukturiert damit zu einem großen Teil die Informationen, die in den Abschnitten 4.1 bis 4.3 (in denen die Ergebnisse und ihre Anwendungen insgesamt behandelt werden) bereits gegeben wurden, lediglich um. Vereinzelt werden Bereiche jedoch detaillierter als an den vorherigen Stellen ausgeführt.

### Das hat ein landwirtschaftlicher Betrieb vom Projekt!

#### **Futtersubstrat Larvenmast – Larvenmast – Restprodukte der Larvenmast – Konservierung**

Durch die Larvenfütterungsversuche hat sich die Palette der Rest- und Nebenstoffe, die für die Larvenmast herangezogen werden können, insofern erweitert, als nun die Auswirkung vieler Mischungen auf die Larvenmast-Ergebnisse (in Qualität und Quantität) und die Restsubstrate (punkto weiterer Verwendungsmöglichkeit als Dünger) bekannt ist. Den landwirtschaftlichen Betrieben entstehen dadurch folgende Perspektiven:

- Teils eine weitere Absatzmöglichkeit der auf ihrem Betrieb entstandenen Rest- und Nebenstoffe an Larvenzucht- und Larvenmast-Betriebe.

Einschränkend ist zu erwähnen, dass derzeit keine nennenswerte Nachfrage von dieser Seite besteht. Und auch in Zukunft - die Produktion von Larvenprotein ist ein wachsender Markt – besteht die Nachfrage möglicherweise nicht auf der Ebene einzelner Betriebe. Eine zusätzliche Nachfrage nach Rest- und Nebenstoffen kann jedoch auch auf übergelagerter Ebene zu erhöhten Rohstoffpreisen führen, die dem einzelnen landwirtschaftlichen Betrieb zugute kommen könnten.

- Durch die Erforschung unterschiedlichster Substrate ist dem landwirtschaftlichen Betrieb zumindest von dieser Seite her die Tür dazu geöffnet worden, Larven auf dem eigenen Betrieb, mit vor Ort anfallenden Rest- und Nebenstoffen, zu mästen. Durch das Projekt hat er detaillierte Kenntnis darüber, wie einsetzbar die untersuchten Stoffe für die Larvenmast sind.

Die Wirtschaftlichkeit eines solchen Szenarios hängt natürlich von mehr Faktoren ab (vgl. Exkurs „Szenario Larvenmast auf landwirtschaftlichen Betrieben“, S. 32).

Durch die Analyse der Restsubstrate aus der Larvenmast wissen wir nun, dass das Restsubstrat (das aus dem besteht, was vom Ausgangssubstrat nach dem Fraß noch übriggeblieben ist, und mit den Ausscheidungen der Larven vermischt ist) bestens als organisches Düngemittel geeignet ist.

- Als Nebenprodukt aus der Larvenzucht wird den landwirtschaftlichen Betrieben damit

analog zum allfälligen Ausbau der Proteinerzeugung aus Larven ein zusätzliches Düngemittel (lose und pelletiert) in der Palette der organischen Düngung zur Verfügung stehen. Insgesamt sticht beim Restsubstrat in seiner Düngewirkung der Phosphorgehalt hervor, der in etwa vergleichbar ist mit dem Phosphor-Gehalt von Schweinegülle und Geflügelmist. Nicht Teil des Projektes ist eine Bewertung des ökologischen Fußabdruckes des Düngers, so dass punkto Nachhaltigkeit (Werbewert) keine Aussage getroffen werden kann. Auch ist noch nicht bekannt, in welchem preislichen Rahmen sich der Dünger bewegen wird.

Die erforschte Haltbarmachung des Larvenproteins via Silierung war der erste wichtige Schritt hin zu einer Zulassung dieses Verfahrens für eine Larvenproteinkonservierung.

- Eine erfolgreiche Zulassung der Larven-Silierung öffnet landwirtschaftlichen Betrieben noch ein Stück weiter das Zukunftsszenario, Larven auf dem eigenen Betrieb, mit vor Ort anfallenden Rest- und Nebenstoffen, wirtschaftlich vorteilhaft zu mästen und zu vertreiben. Eine Zulieferung der Larven an Unternehmen, die die Konservierung über Trocknung betreiben, kann sich negativ auf die Wirtschaftlichkeit der Mast auswirken und könnte dieser Kostenfaktor (Konservierung) durch eine betriebseigenen durchgeführte Silage möglicherweise geringer gehalten werden. Silage ist sowohl grundsätzlich einzelbetrieblich möglich als auch - auf österreichischen landwirtschaftlichen Betrieben - in den Grundsätzen eine bereits bekannte und gekonnte Kulturtechnik.

Die Wirtschaftlichkeit eines solchen Szenarios hängt natürlich von mehreren Faktoren ab (vgl. Exkurs „Szenario Larvenmast auf landwirtschaftlichen Betrieben“, S. 32). Auch ist vor der genaueren Betrachtung dieses Aspekts noch weiterführende Forschung notwendig, um Antworten auf die tatsächliche Einsetzbarkeit der silierten Larven in der Fütterung verschiedener Nutztierarten zu gewinnen.

#### **Verarbeitung zu Futtermitteln – Futtermittel-Verwendung: Broiler, Fische, Schweine**

Für den Bereich der Broiler-Fütterung betreffen die wichtigsten Aussagen zu den Fütterungsversuchen die Höhe des empfehlenswerten Einsatzes von Larvenprotein und Larvenfett.

- In den Fütterungsgruppen, in denen 15% des Rohproteins durch Larvenprotein ausgetauscht wurden (Austausch von Sojaprotein aus Sojamehl), was einem Anteil von 5% Larvenmehl in der Gesamtration entspricht, zeigten die Masthähnchen in allen Fütterungsphasen vergleichbare Leistungen bezogen auf das Tiergewicht, die Zunahme und die Futteraufnahme im Vergleich zur Kontrollgruppe. Wurde mehr Larvenmehl gefüttert zeigten sich deutlich schlechtere Leistungen. Das Sojaöl konnte ohne nachteilige Auswirkungen zu 100 % durch Larvenfett ausgetauscht werden.

Die Tür zur Verwendung von Larvenprotein in der Masthähnchenproduktion ist damit geöffnet und kann abgeschätzt werden, in welchem Ausmaß Larvenprotein eine Rolle spielen kann in der Proteinversorgung des Mastbetriebes der Zukunft (unter Verwendung der Rasse Ross).

Das beschriebene Futter ist auf absehbare Zeit jedoch nicht am Markt erhältlich. Der Verwendung des erprobten Mischfutters in der Fütterung steht durch die Änderung des Anhangs 4 der VO(EG)2001/999 via der VO(EU)2021/1372 ab dem 7.9. 2021

zumindest aus Zulassungssicht nichts mehr im Weg. Für den tatsächlichen Einsatz dieses Mischfutters in der Praxis müsste dieses Mischfutter allerdings in Produktion gehen und muss sich davor der Markt der Larvenproteinproduktion weiterentwickeln bzw. muss der Weltmarktpreis für Soja noch steigen, bevor die Verfütterung von Larvenprotein an Geflügel wirtschaftlich rentabel ist. Auch allfällige positive Wirkungen von Larvenprotein, die vermutet werden und sich in zukünftigen Fütterungsversuchen zeigen könnten, könnten diese Timeline beeinflussen. Die ökonomische Analyse zeigt diese und andere bestimmenden Achsen detailreicher auf.

Die Fortschritte, die das Projekt derzeit im Bereich der Fisch- und Schweinefütterung mit Larvenprotein und Larvenfett bringt, sind noch einen Schritt weiter von der Einsetzbarkeit auf Mastbetrieben und Fischwirtschaften entfernt als die Fortschritte im Masthähnchen-Bereich. An dieser Stelle werden infolge keine Details zu diesen Bereichen gegeben.

### **Rundherum: Ökologischer Beitrag – Wettbewerbsfähigkeit – Produktionsstandort**

Die ökologische Analyse hält für den landwirtschaftlichen Betrieb maßgeblich zwei Aussagen parat:

- Wenn über die Verwendung von Larvenprotein ein Wertebewertungspunkt ökologischer Vorteilhaftigkeit bezogen werden soll, dann muss beim Bezug von Larvenprotein auf die Quelle geachtet werden. Nicht jedes in Österreich, Europa oder anderswo produzierte Larvenprotein zeigt zwangsläufig ausschließlich ökologische Vorteile gegenüber aus Südamerika importiertem Sojamehl. Die Ergebnisse der Ökobilanz müssen von Fall zu Fall, aufgeschlüsselt nach den verschiedenen Umweltkategorien, bewertet und dargestellt werden.
- Der hohe Anteil, den das Ausgangssubstrat, das für die Larven verwendet wird, an vielen Umweltkategorien hat, spricht dafür, dass die Larvenmast direkt am Betrieb als ökologisch möglicherweise vorteilhaftes Zukunftsszenario Substanz hat. Der am Ausgangssubstrat hängende Fußabdruck hängt in vielen Bereichen maßgeblich vom Grad der Weiterbearbeitung ab, der dem Substrat als Rucksack bleibt. So zeigt natürlich Getreideausspitz einen geringeren Fußabdruck als Nudelbruch aus dem gleichen Getreide (v.a. wenn in diesem zusätzlich auch noch Eier enthalten sind).

Greifbar nahe ist das Szenario der betrieblichen Larvenmast (aus Sicht der Projektpartnerschaft) aber noch nicht und hängt dieses von mehr Faktoren ab (vgl. Exkurs „Szenario Larvenmast auf landwirtschaftlichen Betrieben“, S. 32).

Ein Teil des Projektes bestand aus Larvenprotein-Fütterungsversuchen, die mit Messungen zu Geruchs- und Ammoniak-Emissionen begleitet wurden.

Wesentlich, vor dem Hintergrund eines großflächigen Einsatzes von Nicht-Sojaprotein in der heimischen Landwirtschaft ist ja nicht nur, dass die Geflügelwirtschaft Informationen darüber erhält, welche Rationsgestaltung im ernährungsphysiologischen Optimalbereich der Tiere liegt, sondern auch ob und wie sich die Futtermittel auf die Emissionen auswirken. Eine Quelle zahlreicher Nachbarschaftskonflikte ist die Beeinträchtigung durch Geruch aus angrenzenden Nutztierstallungen. Um hier keine zusätzlichen Probleme zu erzeugen ist es essentiell, dass die eingesetzten alternativen Proteinquellen nicht zu höheren Belastungen führen als bisher übliche Praxisfuttermittel. Die Betrachtung der Ammoniakemissionen und -Immissionen steht zusätzlich im Fokus bei der Beurteilung der Auswirkungen landwirtschaftlicher Nutztierhaltung auf sensible Ökosysteme (Stichwort Eutrophierung von FFH bzw. Natura 2000 Gebieten). Auch beim Larvenprotein muss daher das Ziel sein, dass der Soja-Austausch keine höheren Einträge verursacht als die etablierte Mastgeflügel fütterung.

- Die Emissionsmessungen im Zuge des Projekts bringen den Hühnermastbetrieben die hohe Wahrscheinlichkeit, dass ein physiologisch angemessener Einsatz von Larvenprotein und -fett keine erhöhte Geruchsproblematik im Außenbereich für Anrainer\*innen mit sich bringt.  
Die Ammoniak-Emissionen sind hingegen für eine Fütterung mit einer physiologisch passenden Rate an Larvenprotein und -fett noch zu evaluieren, da im Projekt eine höhere Larvenproteinration untersucht wurde<sup>7</sup> und keine weiteren Messpunkte für eine Abschätzung des Verlaufs vorliegen.

Auch die ökonomische Analyse ist in einem Aspekt nützlich für den landwirtschaftlichen Betrieb:

- Die ökonomische Analyse erlaubt den landwirtschaftlichen Betrieben, die sich mit dem Einsatz von Larvenprotein und -fett als Zukunftsfeld in ihrer Branche beschäftigen, eine ungefähre Einordnung der zeitlichen Dimension, die bis dahin vergeht.

#### **Exkurs: Szenario Larvenmast auf landwirtschaftlichen Betrieben**

An mehreren Stellen wurde im bisherigen Abschnitt 4.4 „Das hat ein landwirtschaftlicher Betrieb vom Projekt“ die Vorstellung eines Zukunftsszenarios angesprochen, in dem die Larvenmast direkt auf landwirtschaftlichen Betrieben stattfindet.

Dieses Szenario ist aus derzeitiger Sicht nicht im greifbaren Zukunftsraum angesiedelt und steht noch nicht auf Berechnungen, sondern auf nicht erforschten Möglichkeiten. Da die ARGE Larvenzucht allerdings im Laufe des Projekts interessierte Anfragen zu diesem Szenario von landwirtschaftlicher Seite erhalten hat, werden hier Aspekte dieses Szenarios diskutiert.

Aus einigen Gesichtspunkten scheint es tatsächlich interessant, dieses Szenario nicht aus dem Blick zu verlieren und nach weiterer Entwicklung des Sektors Larvenprotein auf seine Wirtschaftlichkeit und sonstige Nützlichkeit zu prüfen.

Folgende Einschränkungen scheinen dabei aus derzeitiger Sicht absolut:

Die Nachzucht der Larven ist sowohl in Bezug auf die technische Ausstattung und das laufende Handling und notwendige Know-How herausfordernder als die Mast der Larven. Es scheint daher wahrscheinlich, dass in jeglicher Variante lediglich die Mast am Betrieb stattfinden wird, und daher ein stetiger Zukauf der Larven von Zuchtbetrieben sowohl im Angebot vorhanden als auch leistbar sein müsste.

An dieser Stelle will die ARGE Larvenzucht auch nochmals darauf hinweisen, dass weder die Larvenzucht noch Larvenmast an sich Bestandteil des Projektes ist. Für diese Produktion ist damit an keiner Stelle des Endberichts ein „Handbuch“ zu finden.

Die Haltbarmachung der Larven via Trocknung würde wohl ebenso, aus technischen Gründen und zur Qualitätssicherung – die Trocknung hat nach derzeitigem Wissen wahrscheinlich einen Einfluss auf die Verdaulichkeit des Larvenproteins – vom landwirtschaftlichen Betrieb ausgelagert sein. Eine wirtschaftliche Mast scheint daher erst im Rahmen einer auf dem landwirtschaftlichen Betrieb in Eigenleistung durchführbaren Silierung weiter in greifbare Nähe zu rücken. Die Silierung

<sup>7</sup> Diese ernährungsphysiologisch zu hohe Rate zeigte eine erhöhte Ammoniak-Emission im Vergleich zur etablierten Mastflügelfütterung.

von Larvenprotein ist möglich (vgl. Projektergebnisse), allerdings ist das silierte Larvenprotein momentan weder in Fütterungsversuchen getestet, noch ist abgesichert, ob in einem anschließenden Zulassungsverfahren das Larvenprotein durch eine Silierung als PAP („Processed Animal Protein“) gelten könnte. Momentan ist nur die Verfütterung von PAP an (bestimmte) Nutztiere zugelassen.

Interessant scheint das Szenario von Larvenmast auf landwirtschaftlichen Betrieben unter diesen Gesichtspunkten:

Einige der Ausgangsstoffe, die in der Larvenmast verwendet werden können, sind Rest- und Nebenstoffe die teils direkt auf landwirtschaftlichen Betrieben anfallen. Eine eigene Veredelung dieser Rest- und Nebenstoffe zu Protein könnte das Einkommen von Landwirtschaftsbetrieben stärken.

Die Mast der Larven erfordert wie jeder Betriebszweig Wissen und Ausstattung, ist jedoch grundsätzlich auch in kleinem Maßstab durchführbar und muss gerade in diesem grundsätzlich auch nicht hoch automatisiert sein.

Der Einsatz des erzeugten Larvenproteins ist möglicherweise auch einmal naturnah möglich – als lebendige Larve, so wie sie auch freilebend vom Schwein, Geflügel oder Fisch gefressen wird. Das könnte ernährungsphysiologische Vorteile für die Tiere zeigen und würde sich positiv auf eine allfällige Wirtschaftlichkeit des präsentierten Szenarios auswirken. Voraussetzung eines Einsatzes der „frischen“ Larve ist die Nähe zwischen Mastort und Einsatzort, da sie nicht haltbar ist. Aus diesem Grund ist die Wahrscheinlichkeit eines praxistauglichen Einsatzes von frischen Larven höher, wenn die Larvenmast und -verfütterung als Eigenversorgung bei Mischbetrieben stattfindet, oder wenn die mästenden Betriebe in Regionen mit einer Vielfalt an Betriebszweigen liegen, die einen nahen Absatz bieten. Der Lebend-Einsatz wird naturgemäß eher für kleine oder Bio-Betriebe praxistauglich sein als für Großbetriebe.

Falls die Zulassung der Verfütterung von lebenden Larven nicht eintritt, könnte die bereits besprochene Silierung der Larven eine Haltbarmachungsart darstellen, die die Grenzen der Wirtschaftlichkeit eventuell nicht zu weit herausfordert.

Die Natur könnte von einer kleinräumig verteilten Veredelung von Rest- und Nebenstoffen zu Futterprotein, samt dem damit kleinräumig anfallendem Nebenprodukt Dünger, profitieren. Diese Möglichkeit beruht auf der Annahme verminderter Transportwege und dem Einsatz von eher nicht hochgradig verarbeiteten Ausgangsstoffen. Die Ökobilanz der Endprodukte hängt aber auch in diesen Fällen - wie bei größeren Produktionsstätten - maßgeblich von weiteren Faktoren ab.

Abschließend und zusammenfassend lässt sich sagen:

Mögliche ökologische Vorteile dieses Szenarios müssen im Allgemeinen erst erhoben werden und können stets nur im Einzelfall überprüft werden.

Ebenso ungeprüft ist die Möglichkeit der Wirtschaftlichkeit, für die der Einfluss jeden Punktes als unsicher im Raum steht. Der Ausgang einer tatsächlichen Prüfung auf Rentabilität der verschiedenen Szenarien, in denen Larven auf landwirtschaftlichen Betrieben unterschiedlichster Voraussetzung gemästet werden, ist völlig offen.

Der Projektpartnerschaft ist derzeit nicht bekannt, wo Larven in größerer Menge verlässlich bezogen werden könnten. Die eigene Nachzucht am Betrieb erscheint wenig empfehlenswert.

## Das hat die Natur vom Projekt!

Die Natur hat vom Projekt, dass nun neben ökonomischen Überlegungen auch informierte ökologische Überlegungen aktiv in den Entscheidungsprozess rund um die Larvenmast einfließen können. Die Projektpartnerschaft hält es für sinnvoll, dass soziale und ökologische Gesichtspunkte im Rahmen der Wirtschaftlichkeit in unternehmerische Entscheidungen miteinbezogen werden.

- Durch die Larvenfütterungsversuche hat sich die Palette der Rest- und Nebenstoffe, die für die Larvenmast herangezogen werden können, insofern erweitert, als nun die Auswirkung vieler Mischungen auf die Larvenmast-Ergebnisse (in Qualität und Quantität) und die Restsubstrate (punkto weiterer Verwendungsmöglichkeiten) bekannt sind.
- Aus der ökologischen Analyse wissen wir weiters, dass gar nicht oder geringfügig weiterverarbeitete Substrate ökologisch vorteilhafter (geringerer Fußabdruck in diversen Umweltkategorien) sind als Substrate, die einer aufwendigen Verarbeitung unterliegen.

Weiters ist die Konservierung von Larvenprotein durch Silierung von Bedeutung aus Sicht des Umweltschutzes.

- Sie ist eine vergleichsweise energiearme Alternative zur gängigen Haltbarmachung via Trocknung. Wir wissen aus der ökologischen Analyse, dass die Haltbarmachung zu knapp über 4 % zum CO<sub>2</sub>-Fußabdruck beiträgt und die Silierung hier Einsparungen bringen könnte. Dieser Anteil ist sichtbar nicht der Löwenanteil an der gesamten Klimawirksamkeit, aber ist Teil des vermeidbaren Anteils der Klimawirksamkeit.

Aus dem Verdaulichkeitsversuch von Larvenmehl bei Mastschweinen wissen wir, dass der hohe Phosphorgehalt des Larvenmehls gleichzeitig zu einem höheren Grad verdaulich ist, als es Phosphor pflanzlichen Ursprungs ist. Beim Einsatz von Phosphor pflanzlichen Ursprungs in der Ration wird der Phosphor-Anteil der Ration mit mineralischem Phosphor erhöht. Weniger Einsatz von mineralischem Phosphor und eine damit einhergehende Ressourcenschonung durch die hohe Phosphor-Verdaulichkeit beim Larvenmehl bedeutet weniger Abbau von Rohphosphat. Das Wissen um die genaue Verdaulichkeit ermöglicht den gezielten Einsatz von Phosphor für die Bedarfsdeckung des Schweines und somit auch weniger Ausscheidung von unverdaulichem bzw. überschüssigem Phosphor durch das Tier.

Darüber hinaus zeigt die ökologische Analyse sehr deutlich, dass die Verwendung von in Österreich hergestelltem Larvenprotein in der Nutztierfütterung ökologische Vorteile gegenüber aus Südamerika importiertem Sojamehl bewirken kann.

Das gilt unter der Voraussetzung, dass als Ausgangssubstrat für die Larvenfütterung keine hochgradig verarbeiteten Produkte zum Einsatz kommen, und gilt umso mehr, je mehr folgende Maßnahmen in der Produktion des Larvenproteins berücksichtigt werden: Abdecken des Strom- und Wärmenergie-Bedarfs aus erneuerbaren Energiequellen, möglichst hohe Wärme-Rückkoppelung in der Larvenzucht und Larvenmast, größtmögliche Reduktion von Emissionen klimawirksamer Gase (z.B. CH<sub>4</sub> und N<sub>2</sub>O) oder anderwertig umweltwirksamer Gase (NH<sub>3</sub>).

Die ökologischen Vorteile im Vergleich von Larvenprotein zu Protein von aus Brasilien importiertem Sojamehl zeigen sich auf der Basis der untersuchten Produktionsstätte und der Ausgangssubstratmischung Weizenkleie mit Gerstenschrot (Details ersichtlich im Endbericht zur LCA im Anhang) in den verschiedenen Umweltkategorien unterschiedlich

Die Werte für Larvenprotein stammen aus der im Rahmen dieses Projekts durchgeführten Ökobilanzierung, die Werte für brasilianisches Sojamehl aus der Literatur inkl. auf Basis mehrerer Annahmen vorgenommener Anpassungen (siehe Endbericht Arbeitspaket 6 Ökologische Analyse) unter der Annahme von 47 % Proteingehalt.

Die Ökobilanz zeigt folgenden ökologischen Vorteil in der Kategorie des CO<sub>2</sub>-Fußabdruckes:

- CO<sub>2</sub>-Fußabdruck (in kg CO<sub>2</sub>-eq/kg Protein): 3,25 vs. 17,1 (Larvenprotein vs. Sojaprotein)

In folgenden Kategorien besteht die begründete Annahme, dass das Larvenprotein Vorteile gegenüber Sojamehl zeigt:

- Landnutzung (in m<sup>2</sup>\*Jahr/kg Protein): 4,0 vs. 7,5 (Larvenprotein vs. Sojaprotein)
- Feinstaub (in kg PM<sub>10</sub>-eq/kg Protein): 0,013 vs. 0,031 (Larvenprotein vs. Sojaprotein)

In manchen Bereichen zeigen die vorliegenden Informationen noch gewisse Herausforderungen für Larvenprotein, um eine mit Sojaprotein vergleichbare Umweltwirkung zu erreichen<sup>8</sup>:

- Versauerung (in kg SO<sub>2</sub>-eq/kg Protein): 0,027 vs. 0,021 (Larvenprotein vs. Sojaprotein)
- Aufzehrung fossiler Ressourcen (in kg-Erdöl-eq): 1,1 vs. 0,7 (Larvenprotein vs. Sojaprotein)
- Wasserverknappung (in m<sup>3</sup>): 0,25 vs. 0,04 (Larvenprotein vs. Sojaprotein)

Hingewiesen sei auch auf Bereiche, die mit den quantifizierenden Daten einer Ökobilanzierung nicht erfasst werden können. Diese Bereiche umfassen z.B. die Auswirkung von Larvenprotein oder Sojamehl auf

- Biodiversität (Schlagwort Regenwald-Vernichtung)

Nicht zuletzt profitiert die Natur von der Ökobilanz, weil durch genaue Betrachtung und verfügbare Daten Greenwashing schwieriger wird und Produkte mit tatsächlichen Vorteilen für die Umwelt über ihren Werbevorteil auch tatsächlich Vorteile im Wettbewerb haben. Den Kund\*innen wird ermöglicht, einem allfällig vorhandener Wunsch nach ökologisch bedachtem Konsum nachzukommen und diese Kaufkraft wird nur den Unternehmen, die diesen auch tatsächlich bieten, zugeführt.

Unter der Prämisse, dass die Larvenproduktion in einer Art und Weise stattfindet, die ökologische Vorteile z.B. gegenüber anderen Proteinquellen zeigt, sowie für den Austausch von anderen Protein- und Ölquellen verwendet wird statt für einen Ausbau der tierischen Produktion, hat auch die Natur einen potentiellen Vorteil aus der ökonomischen Analyse. Dieser Vorteil setzt das Vollziehen noch einiger weiterer Schritte voraus und ist daher nur ein möglicher Nutzen und Nutzen auf Umwegen, stellt aber die Basis für die weitere Entwicklung dar.

Im Kern geht es darum, dass die ökonomische Analyse aufzeigt, wie sehr die Freigabe von derzeit als Abfall klassifizierten Stoffen für die Fütterung von Larven einen positiven Einfluss auf die ökonomische Wettbewerbsfähigkeit von Larvenprotein und -fett haben könnte - und damit auf den tatsächlichen Einsatz dieser Proteinquelle (vgl. Kapitel 4.2). Diese Erkenntnis nimmt allfällig Einfluss auf das Betreiben einer solchen Zulassung entweder von staatlicher Seite aus – um zum Beispiel nationale Umweltziele zu erreichen – oder auf die Bemühungen anderer Interessensseiten. Ein aktives Betreiben von Anliegen sichert zwar nicht deren Umsetzung, stellt

<sup>8</sup> Diese Vergleichbarkeit hängt von den Produktionsbedingungen der Larven ab. Eine kritische Betrachtung der eingeflossenen Werte auf Seite der Sojaproduktion könnte ebenso eine Verlagerung in der Bewertung bringen. Im Bereich des CO<sub>2</sub>-Fußabdruckes wurden Studien gefunden, die den Fußabdruck von Soja als sehr niedrig auswiesen, z.B. auf Basis zu eng gewählter Systemgrenzen. Studienergebnisse und Datenbankeinträge zur Umweltwirkung von Soja in den anderen Umweltkategorien als CO<sub>2</sub> (z.B. Frischwasser-Eutrophierung) wurden allerdings noch keiner genauen Prüfung unterzogen.

aber doch fast immer eine Grundvoraussetzung für diese dar.

## Das hat Österreich vom Projekt!

Bitte beachten Sie, dass die Projektpartnerschaft der Meinung ist, dass „Österreich“ in seiner Gesamtheit sowohl von positiven Beiträgen zur Natur als auch zu landwirtschaftlichen Betrieben profitiert. Im nachfolgenden Abschnitt werden die Projektergebnisse, die diese Bereiche betreffen zur Vermeidung von Wiederholungen nicht mehr benannt, da sie bereits eigene Abschnitte füllen.

In dem weltweiten Zukunftssektor der Larvenproteinerzeugung wurde mit Teilen des vorliegenden Projektes für Österreich ein Startvorteil unterstützt, der sich durch das Einzelunternehmerische Engagement in diesem Bereich ergeben hat.

Das Projekt unterstützt die heimische Produktion von Larvenprotein über die nunmehr erweiterte Palette an erforschten Ausgangssubstraten (Wirkung auf Qualität und Quantität der erzielten Larven) und über die Klärung der weiteren Verwendungsmöglichkeit (Vermarktungsmöglichkeit) des Restsubstrates, das nach der Mast übrig bleibt.

Das Projekt unterstützt die heimische Produktion von Larvenprotein weiters über die Zurverfügungstellung des technischen Know-Hows der Verarbeitung von Larvenprotein zu Broiler- und Fischfuttermittel, deren Testung in Fütterungsversuchen, und die Kommunikation dieser Ergebnisse an die relevanten Stellen (landwirtschaftliche Betriebe/Verbände). Ohne erfolgreiche Verarbeitung von Larvenprotein kein Futtermittel, ohne Futtermittel kein Absatz, ohne Absatz keine Larvenprotein-Produktion.

Wirtschaftlich gesehen liegt auf der Hand, dass Österreich von der Wertschöpfung profitiert, die durch eine Veredelung von Rest- und Nebenstoffen

- zu wertvollem Protein, das in der Heim- und Nutztier-Fütterung verwendet werden kann, und
- zu wertvollem Fett, das in der chemisch-pharmazeutischen Industrie sowie in der Heim- und Nutztier-Fütterung Verwendung finden kann, und
- zu einem ebenfalls wertvollen, anfallenden Reststoff (dem Restsubstrat aus der Larvenmast), der als Dünger verwendet werden kann

entsteht.

Die Konservierung von Larven durch Silierung wurde weltweit bisher kaum erforscht und Österreich nimmt daher mit der vorliegenden Studie eine sichtbare Rolle in einem neuen Wissenschaftsfeld ein.

Die hohe Phosphorverdaulichkeit von Larvenmehl beim Mastschwein hat das Potential, für die Branche sehr interessant zu sein. Üblicherweise wird in den Futtrationen mineralischer Phosphor zugesetzt, um den Anteil des verdaulichen Phosphors auf das erforderliche Maß zu erhöhen, da die Verdaulichkeit von Phosphor aus den pflanzlichen Quellen im Regelfall ungenügend ist. Zwar wird mit Einsatz von Phytase die Verfügbarkeit von Phosphor erhöht, der Einsatz von Phytase als Futtermittelzusatzstoff ist z.B. im Biolandbau allerdings nicht erlaubt. Zudem ist mineralischer Phosphor eine endliche Ressource, was sich auch zunehmend in den Preisen zeigt. Eine Förderung des Aufbaus von verfügbaren und einsatzfähigen Larvenfuttermitteln ist damit voraussichtlich ein Vorteil für die Wettbewerbsfähigkeit und Umweltverträglichkeit der Schweine-Branche. Ein Forschungsschwerpunkt zu diesem Thema

stärkt Österreich insgesamt als Forschungsland.

Die ökologische Analyse zeigt, dass Österreich mit einer Nutzung von inländisch produziertem Larvenprotein anstelle von aus Südamerika importiertem Sojamehl unter gewissen Voraussetzungen den negativen Beitrag der Futtermittelproduktion zur Klimakatastrophe reduzieren kann. Auch andere Umweltbereiche können sich durch das Verwenden dieser alternativen Proteinquelle weniger beeinträchtigt zeigen. Voraussetzung für jegliche positive Wirkung ist, dass das Larvenprotein nicht als Proteinquelle für zusätzliche Nutztiermast verwendet wird, sondern Anteile von aus Südamerika importiertem Sojamehl vermindert.

Die auf Basis der vorliegenden Daten durchgeführte ökologische Analyse zeigt weiter diejenigen Stellschrauben auf, an denen auch von öffentlicher Seite angesetzt werden könnte, sei es durch einen legislativen Rahmen oder Förderkriterien, um die Umweltwirkung einer Larvenzucht möglichst gering zu halten. In den Ökobilanz-Szenarien (Sensitivitätsanalyse) wurden zum Beispiel die Auswirkungen der Substratwahl und der Energiequelle berechnet und dargelegt. Weitere Ansätze, wie zum Beispiel eine erhöhte Wärme-Rückkoppelung, könnten bei Bedarf weiterverfolgt und untersucht werden.

Aus der Substratstudie können Schlüsse gezogen werden, in welcher Höhe die inländische Produktion von Larvenprotein aus Rest- und Nebenstoffen gedeckelt ist, wenn nicht weitere Futterquellen zugelassen werden (wie z.B. die derzeit als Abfälle klassifizierten Lebensmittelreste aus der Gastronomie).

#### **Exkurs: Pro & Contra Zulassung von weiteren Stoffen („Abfällen“) für die Larvenmast**

Die in einem gewerblichen Rahmen und zum Zweck der Herstellung von verarbeitetem tierischen Protein gemästeten Larven gelten als Nutztiere<sup>9</sup> und unterliegen damit den allgemein gültigen futtermittelrechtlichen Einschränkungen bezüglich der Stoffe, die an sie verfüttert werden dürfen<sup>10</sup>. Dazu zählen z.B. Küchen- und Speiseabfälle, Mist, und tierisches Eiweiß (z.B. Schlacht-Abfälle).

Bei der Erstellung des Futtermittelrechts wurde zum damaligen Zeitpunkt wahrscheinlich kein großes Augenmerk auf Insekten als Nutztiere gerichtet und stellt sich mit dem Aufkommen der Larvenprotein-Erzeugung die Frage, ob die Regelung auch für diese Tiere Sinn macht. Falls dem nicht so ist stellt sich weiters die Frage, ob im Gegenzug etwas gewonnen wäre durch eine Freigabe gewisser Futtermittel für Insekten.

Im Sinne der Kreislaufwirtschaft und des Upcyclings scheint es sinnvoll, Rest- und Nebenstoffe (gemeinhin „Abfälle“) für die Fütterung von Tieren zu verwenden, die auch in freier Wildbahn solche Stoffe nicht als Abfall, sondern als Nahrungsquelle betrachten würden.

Auch würde der Einbezug von solchen Stoffen in die Insektenfütterung die Menge des Larvenproteins erhöhen, das hergestellt werden kann ohne Verdrängungskonflikte auszulösen durch die Nachfrage auf auch anders genutzte Stoffe.

<sup>9</sup> vgl. Definition des Begriffs „Nutztier“ in Artikel 3 Nummer 6 der VO(EG)2009/1069

<sup>10</sup> Verfütterungsverbote nach Artikel 7 und Anhang IV der VO(EG)2001/999 und gemäß Anhang III der VO(EG)2009/767, sowie Verfütterungsvorschriften nach VO(EG)2009/1069

Auf der Gegenseite der Überlegungen steht, dass solche Stoffe teils eine sehr inhomogene Masse sind. Ihr Nährwert und ihre Konsistenz sind nicht stetig und stellt dies ein Problem in der Verwendung dar. Auch die Qualitätskontrolle ist aus diesem Grund herausfordernd: so sind z.B. Schwermetallbelastungen bei sich stetig verändernden Zusammensetzungen mit gängigen Stichproben-Verfahren nur schwer zu monitoren und auszuschließen.

Aus ökologischer Sicht ist ferner nicht jeder „Abfall“ ein Ausgangssubstrat für die Larvenzucht, das nur einen geringen ökologischen Rucksack mitbringt. Der Bewertung der „Nachhaltigkeit“ kann ohne eine Ökobilanz mit ihrem sehr gesamtheitlichen Blick daher nicht so einfach vorgegriffen werden. Auch wenn es auf den ersten Blick nicht intuitiv ist, das Upcycling von „Abfällen“ infrage zu stellen – wenn Reststoffe mit hohem Rucksack weiterverwendet werden ohne diesen Rucksack anzuerkennen trägt diese Verwendung langfristig gesehen dazu bei, ökologisch problematische Stoffströme zu verfestigen.

Die ökologische Bilanz in unterschiedlichen Umweltkategorien wird neben der Betrachtung des bisherigen Produktweges und -rucksackes auch davon abhängen, welcher sonstigen Nutzung die jeweiligen Stoffe zugeführt werden. Organische Rest- und Nebenstoffe führen immerhin nicht zu endlagernden Deponien, sondern unterliegen auch jetzt bereits unterschiedlichster Nutzung (z.B. Kompostierung, Verbrennung zur Energiegewinnung, Herstellung von Nährmedien, Gewinnung von Pektin und Farbstoffen). Die Art der Nutzung bzw. Weiterverwendung beeinflusst die Ökobilanz und kann daher nicht summa summarum abgehandelt werden. Bei Nachnutzungen, die nicht als besonders hochwertiges Upcycling betrachtet werden können (z.B. Verbrennung) wäre dabei ein vergleichsweise vorteilhaftes Ergebnis zu erwarten für eine Umwandlung zu Protein, das für die Fütterung nutzbar ist.

Die Wettbewerbsfähigkeit von Larvenprotein zu anderen Proteinquellen könnte sich durch eine Zulassung von gemeinhin als Abfällen wahrgenommenen Stoffen unterstützt zeigen, da diese Stoffe gemeinhin kostengünstiger zu beziehen sind (da sie auf anfallender Seite „entsorgt“ werden müssen) als Rest- und Nebenstoffe aus der landwirtschaftlichen Produktionskette.

Fazit:

Die Ökobilanz des vorliegenden Projektes zeigt sehr deutlich den hohen Einfluss des Ausgangssubstrates für die Larven auf die Gesamt-Umweltbilanz des Larvenproteins.

Sollte eine Ökobilanzierung der für die Insekten interessanten Abfälle tatsächlich einen geringen Fußabdruck derselben ergeben, würde die Zulassung bedeuten, dass ökologisch vorteilhafte Proteinquellen für die weitere Nutztierfütterung (Geflügel, Schwein, Fisch) in erhöhter Menge produziert werden können. Das setzt natürlich auch die Lösung der Problematik zur Qualität und Qualitätskontrolle voraus.

Die wirtschaftliche Wettbewerbsfähigkeit von Larvenprotein zu anderen Proteinquellen stellt noch eine Hürde dar, die sich erst im weiteren Verlauf ebnen wird. Eine günstige Substratquelle durch „Abfallentsorgung“ kann diesen Verlauf günstig beeinflussen.

## 4.5

### Kommunikation der Ergebnisse

So haben wir das Projekt & die Ergebnisse bekannt gemacht!

#### Kurzversion

Zur Nutzung des im Projekt erarbeiteten Know-Hows wurde Wert darauf gelegt, mit den Verbänden BIO AUSTRIA und ZAG (Zentrale Arbeitsgemeinschaft der österreichischen Geflügelwirtschaft) in Austausch zu sein. Auch wurde Wert darauf gelegt, in ihren Mitgliederzeitschriften sowie anderen fachlichen Zeitschriften zu publizieren um den Praktikerbereich zu erreichen, und über wissenschaftliche Publikationen den Forschungsbereich.

Um einer allfälligen Abwehr-Reaktion der Konsument\*innen (Ekel) entgegenzuwirken wurde das Thema von Insekten in der Nutztierfütterung über allgemeine Öffentlichkeitsarbeit breiter angesprochen. Eine positive Konnotation im Vorfeld kann im Falle allfällig weiteren Interesses des nicht-landwirtschaftlichen Teils der Gesellschaft vorteilhaft sein.

#### Langversion mit Links

Das Projekt und die ARGE Larvenzucht wurden von Beginn an auf dieser Homepage der Öffentlichkeit vorgestellt:

<https://www.global2000.at/insekten-als-futtermittel>

Die Projekt-Homepage wurde mehrmals um Zwischenergebnisse erweitert und bietet mit Projektabschluss den Download des vorliegenden Endberichts an.

Auf dieser Homepage finden sich auch die für das Projekt erstellten Medien und Berichte.

- **Grafik** vom Projektbeginn 2018 (siehe *Abbildung 2*)
- **Video** aus den Projektanfängen zu den Beweggründen für das Projekt und dessen Inhalt: <https://youtu.be/Yx0APJ9jF7E>
- **Broschüre** (Praktiker-) zum Projektende zum Projektinhalt und den Projekt-Ergebnissen: [https://www.global2000.at/sites/global/files/LARVENPROJEKT\\_GLOBAL\\_2000.pdf](https://www.global2000.at/sites/global/files/LARVENPROJEKT_GLOBAL_2000.pdf)
- **Grafik** am Projektende zum Projektinhalt und den Projekt-Ergebnissen – als vereinfachte Grafik für den nicht landwirtschaftlichen Öffentlichkeitsbereich zum alleinigen Download (*Abbildung 3*) und in der (Praktiker-)Broschüre als erweiterte Grafik (*Abbildung 4*) enthalten.

Unter anderem mit diesen Unterlagen wurde von der GLOBAL 2000 Umweltschutzorganisation Öffentlichkeits-Arbeit betrieben. Die Grafiken sind in den kommenden Seiten dem Bericht beigelegt und die Broschüre kann über den Link aufgerufen werden. Das Ergebnis der Öffentlichkeitsarbeit liegt als Pressespiegel dem Endbericht als Anhang, Teil 9, bei.

Weiters wurden das Projekt und seine Ergebnisse aktiv an den Verband BIO AUSTRIA und die Zentrale Arbeitsgemeinschaft der österreichischen Geflügelwirtschaft (ZAG) herangetragen. Mit der ZAG und von ihr geladenen Vertretern und Vertreterinnen aus der Landwirtschaftskammer und dem Veterinärwesen wurden bereits am 11. Juni 2021 die Ergebnisse im Masthähnchenbereich besprochen (Zoom-Austausch). Die ZAG-Mitglieder wurden über das ZAG-Journal in der Ausgabe 3/2019 über das Projekt und dessen Hintergründe informiert sowie in der Ausgabe 04/2021 über die Ergebnisse. Die Beiträge liegen im Anhang dem Pressespiegel (Teil 9 des Anhangs), bei.

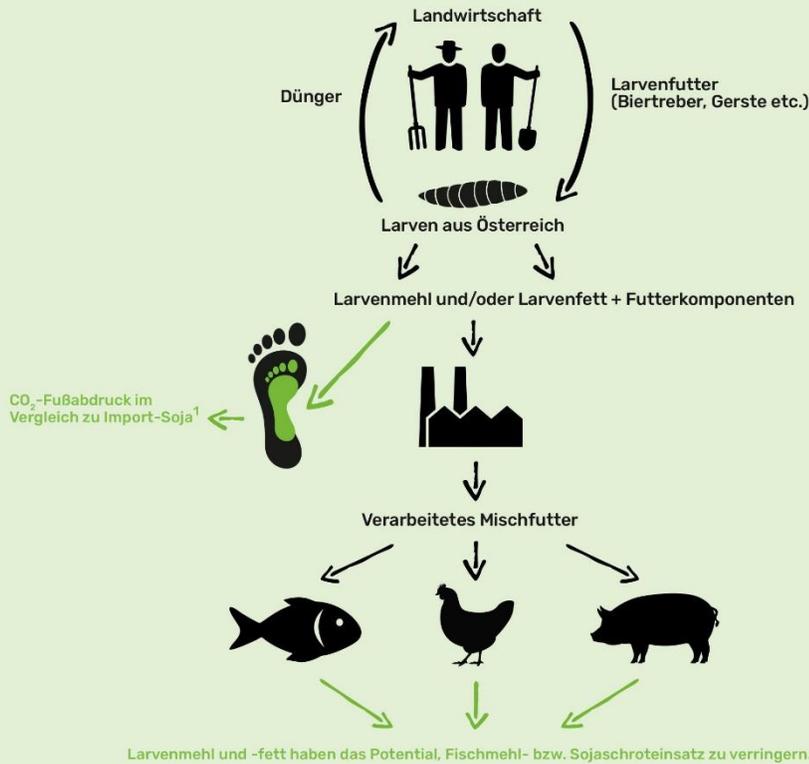


Abbildung 2: Grafik zum Projektauftritt 2018

Die Ergebnisse, die aus der Projektarbeit entstanden, wurden bis Projektende und bis zur Erstellung des vorliegenden Endberichts in folgender Art und Weise wissenschaftlich publiziert:

- Recycling of organic residues by black soldier fly larvae – influence of substrate on larval composition**  
 Eva Erhart\*, Marion Bonell, Manfred Sager, Kim Hissek, Dieter Haas, and Wilfried Hartl  
 Bio Forschung Austria, Vienna, Austria (e.erhart@bioforschung.at)  
 EGU21-1606  
<https://doi.org/10.5194/egusphere-egu21-1606>
- Einfluss unterschiedlicher Futtersubstrate auf die Nährstoffzusammensetzung von Larven der Schwarzen Soldatenfliege *Hermetia illucens* (L.) sowie des Restsubstrates**  
 Marion Bonell, Eva Erhart, Manfred Sager, Dieter Haas, Sarah Scheiblmair, Stefan Wiesinger & Wilfried Hartl  
 Bio Forschung Austria, Vienna, Austria (m.bonell@bioforschung.at)  
 75. ALVA-Tagung, LFZ Franzisko Josephinum, Wieselburg, 2021

# LARVEN ALS FUTTERMITTEL



## Von der Larvenmast zur Verwertung in der Landwirtschaft – Futtermittel und Dünger: Projektergebnisse

**¹** Larvenprotein aus Österreich ist unter gewissen Produktionsbedingungen ökologisch vorteilhafter als z.B. Sojamehl aus Südamerika:  
Larvenmehl aus Österreich:  
ca. 2 bis 5 kg CO<sub>2</sub>-eq/kg  
Sojamehl aus Brasilien: ca. 6 bis >8 kg CO<sub>2</sub>-eq/kg

**²** **Fisch:** Futtermischung mit Ersatz von 50 % Protein aus Fischmehl durch Larvenprotein einsatzbereit für Fütterungsversuch.

**Huhn:** Futtermischung mit Ersatz von 15 % Protein aus Sojaextraktionsschrot durch Larvenprotein und Ersatz von 100 % des Sojaöls durch Larvenfett in allen Mastphasen erfolgreich.

**Schwein:** Bestimmung der Verdaulichkeit liefert essentielle Informationen, die Höhe des Einsatzes in der Ration ist noch offen.

Mit Unterstützung von Bund, Ländern und Europäischer Union

 Bundesministerium  
Landwirtschaft, Regionen  
und Tourismus

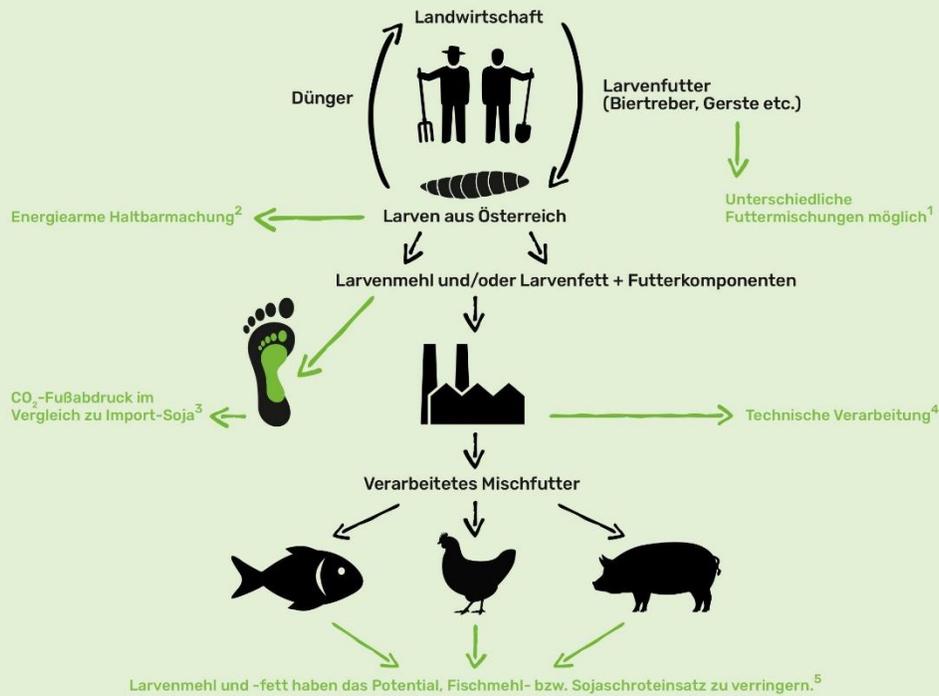
 LE 14-20  
Entwicklung für den Ländlichen Raum

Europäischer  
Landwirtschaftsfonds für  
die Entwicklung des  
ländlichen Raums:  
Hier investiert Europa in  
die ländlichen Gebiete.



Abbildung 3: Grafik zum Projektabschluss 2021 (vereinfachte Version)

# LARVEN ALS FUTTERMITTEL



## Von der Larvenmast zur Verwertung in der Landwirtschaft – Futtermittel und Dünger: Projektergebnisse

**1** Die Auswirkungen unterschiedlichster Rest- und Nebenstoffe (z.B. Biertreber und Bioethanol-Schlempe) in der Larvenfütterung auf die Mastergebnisse und das Restsubstrat sind nun bekannt.

**2** Silierung von Insektenlarven ist nur erfolgreich, wenn mindestens 20 % an zucker- oder stärkehaltigem Substrat mit Feuchthebindungsvermögen (z.B. Gerstenschrot) beigemischt wird.

**3** Larvenprotein aus Österreich ist unter gewissen Produktionsbedingungen ökologisch vorteilhafter als z.B. Sojamehl aus Südamerika:  
Larvenmehl aus Österreich:  
ca. 2 bis 5 kg CO<sub>2</sub>-eq/kg  
Sojamehl aus Brasilien: ca. 6 bis >8 kg CO<sub>2</sub>-eq/kg

**4** Die technische Verarbeitung der ganzen Larve sowie von Larvenmehl und Larvenfett zu Mischfutter ist für Hühner und speziell Fische technisch herausfordernd.

**5 Fisch:** Futtermischung mit Ersatz von 50 % Protein aus Fischmehl durch Larvenprotein einsatzbereit für Fütterungsversuch.

**Huhn:** Futtermischung mit Ersatz von 15 % Protein aus Sojaextraktionsschrot durch Larvenprotein und Ersatz von 100 % des Sojaöls durch Larvenfett in allen Mastphasen erfolgreich.

**Schwein:** Bestimmung der Verdaulichkeit liefert essentielle Informationen, die Höhe des Einsatzes in der Ration ist noch offen.

IMPRESSUM: Medieninhaberin, Eigentümerin und Verlegerin: Umweltschutzorganisation GLOBAL 2000, Neustiftgasse 36, 1070 Wien, Tel. (01) 812 57 30, E-Mail: office@global2000.at, www.global2000.at, ZVR: 593514598. Für den Inhalt verantwortlich: Ruth Pammer; Redaktion: Viktoria Auer, Annette Stolz, Carin Unterkircher; Layout: Alexandra Lechner; Bilder: shutterstock – Cover/Jim Barraud, S.2/Hanan Azhar, S.3/VoodooDot/Kazakova\_Maryia/Aygun\_Ali/sumberarto/Denys\_Drozd/barka/Zhenyakot, S.5/borevina

Abbildung 4: Grafik zum Projektabschluss 2021 (erweiterte Version; Verwendung innerhalb der „Praktiker“-Broschüre)

- **Qualität von fermentierten Larven der Schwarzen Soldatenfliege**

Reinhard Resch<sup>1</sup> & Kristina Kube<sup>2</sup>

<sup>1</sup>HBLFA Raumberg-Gumpenstein, Irdning-Donnersbachtal, Austria  
([reinhard.resch@raumberg-gumpenstein.at](mailto:reinhard.resch@raumberg-gumpenstein.at)); <sup>2</sup>Universität für Bodenkultur, Institut für  
Tierernährung, Tierische Lebensmittel und Ernährungsphysiologie (TTE), Wien, Austria

75. ALVA-Tagung, LFZ Franzisco Josephinum, Wieselburg, 2021

Die Publikationen liegen dem Endbericht im Anhang als Teil 10 bei.

## 5 Empfehlungen für die weitere Bearbeitung des Themenbereichs Insektenprotein für die Nutztierfütterung

### 5.1

#### Ausblick je Fachbereich

##### **Input zur Larvenmast – Larvenmast – Restprodukte der Larvenmast – Konservierung**

Die Substratstudie des vorliegenden Projektes hat für eine Reihe an Mischungen gezeigt, wie sich verschiedenste Rest- und Nebenprodukte aus der landwirtschaftlichen Produktionskette auf die Larvenmast und das Restprodukt (Dünger) auswirken. Da die Ergebnisse bisher noch nicht kausal auf die Zusammensetzung der Ausgangsmischungen zurückgeführt werden können wird empfohlen, dass vor der konkreten Nutzung von bisher nicht erforschten Mischungen – z.B. mit Anteilen von Apfeltrester – analoge Versuche gemacht werden. Diese umschließen:

- Nährstoff-Analyse des neuen Ausgangssubstrates
- Nährstoff-Analyse der damit gefütterten Larven samt Erhebung der Leistungsdaten aus der Mast
- Nährstoff-Analyse des Restsubstrates

Einschränkend soll erwähnt sein, dass die Schwankungsbreite der Ergebnisse teils gering ist und daher vor allfälligen weiteren Substratversuchen anhand der nun vorliegenden Literatur geklärt werden sollte, welche der Analysen tatsächlich für den jeweiligen Fall als sinnvoll zu betrachten sind.

Die Produktion von Larvenprotein und -fett, und die Produktion von Mischfutter mit Larvenprotein und -fett, unterliegt neben der Fütterung der Insekten und Larven, wie bei anderen Nutztieren auch, einer laufenden Entwicklung: die Optimierungen in Fütterung, Zucht, Verarbeitung und Verwendung als Proteinbestandteil in Mischfutter für andere Nutztiere wird niemals zur Gänze abgeschlossen sein. Da es sich bei dem Thema Insektenzucht und -mast noch um einen sehr neuen Wirtschaftszweig in der Landwirtschaft handelt, ist davon auszugehen, dass in den nächsten Jahren bedeutende Fortschritte erreicht werden können.

Im Groben zeigen sich folgende Zukunftsfelder:

- **Zuchtfortschritt:** Aktuell werden in Europa ausschließlich die Wildstämme der Insekten verwendet. Analog zur Transformation vom Wildschwein zum Hausschwein ist zu erwarten, dass züchterische Optimierungen große Erfolge in gewünschten Parametern bringen.  
Bei vielen Nutztieren bewegen sich die noch erreichbaren Fortschritte im einstelligen Prozentbereich, da die Zucht und Haltung bereits seit vielen Jahren optimiert wird. Im Insektenbereich sind dagegen Effizienzsteigerungen von 30 % keine Seltenheit.
- **Technische Umsetzung/Automatisierung:** Sobald sich ein allgemeiner Standard durchsetzt, und nicht mehr jede Anlage ihre eigene Automatisierung erforschen und umsetzen muss, werden die Anlagenkosten sinken und sich auch die Betriebskosten voraussichtlich laufend optimieren.
- **Verarbeitungswege und Qualität des Larvenproteins:** Es ist beispielsweise bekannt, dass sich zu hohe Temperaturen bei der Trocknung negativ auf die Verdaulichkeit des Mehls auswirken können. Es ist nicht auszuschließen, dass durch weitere Optimierung

Insektenprotein mit noch höherer biologischer Wertigkeit hergestellt werden kann. Zumindest eine gleichbleibende Qualität von Larvenmehl muss Abnehmern garantiert werden können um keine Probleme in der Verfütterung an Fische, Geflügel und Schweine zu erzeugen.

Die Verwendung der Restsubstrate als organischer Dünger wird als derzeit geklärt angesehen und wird für diesen Bereich daher aus derzeitiger Sicht kein weiterer Forschungs- oder Entwicklungsbedarf gesehen. Zu anderweitiger Verwendung von Restsubstraten besteht ein Vorschlag, der im Teil zur Futtermittel-Verwendung besprochen wird.

Anders stellt sich das für den Bereich der Konservierung von Larven über Silierung dar. Nach dem im Projekt nun erfolgten Nachweis, dass nicht entfettete Insektenlarven durch sachgemäße Silierung konserviert werden können, sollte folgenden Forschungsfragen nachgegangen werden:

- Wie sind die Nährstoffverfügbarkeit, Futterakzeptanz, Futteraufnahme und Leistung von silierten Larven-Futtermitteln? Ein Fütterungsversuch z.B. an Broilern müsste dazu angelegt werden.
- Kann ein für die Mischration günstiger Anteil an zerkleinerten Larven direkt in verschiedenen losen Futtermischungen erfolgreich siliert werden? Dazu wäre ein exakter Silierversuch erforderlich, um Qualitätsentwicklungen nach der Silierung verfolgen zu können.
- Die Larven wiesen bei den im Projekt an anderer Stelle erfolgten Analysen erhöhte Gehalte an biogenen Aminen auf. Es besteht der Verdacht, dass Nicht-Protein-Stickstoff (NPN) in den Larven zu Verdauungsstörungen bei z.B. Broilern führt und daher die Beimischrate von Larvenprotein im Mischfutter limitiert. In einem Fütterungsversuch mit Larvenmehl an Broilern könnte die Proteinverdaulichkeit von silierten (und getrockneten) Larven genauer beleuchtet werden, um die Rolle von NPN und biogenen Aminen im Verdauungstrakt besser zu verstehen. Dieses Verständnis fördert den effizienten Einsatz des Proteins.

#### **Verarbeitung zu Futtermitteln – Futtermittel-Verwendung: Broiler, Fische, Schweine**

Die Futtermittelverarbeitung wird sich als Teil der Futtermittelbranche stetig weiterentwickeln. Aus derzeitiger Sicht steht allerdings kein akuter oder konkreter Forschungs- oder Entwicklungsbedarf an. Es soll hier lediglich darauf hingewiesen werden, dass

- bei allfälliger Entwicklungsarbeit besonders der Versuch, die möglichst unverarbeitete Larve verwenden zu können, als ökologisch vorteilhaft zu sehen wäre.

Die Verarbeitung der aufgetaut und nicht getrockneten ganzen Larve zeigte sich im Rahmen des durchgeführten Versuchs mit den derzeitigen Methoden und maschinellen Ausführungen (Einwellenextruder und konischer Doppelschneckenextruder) als nicht praxistauglich, da keine zufriedenstellende (regelmäßige) Förderung der Larven durch die Extruderschnecken im Einlassbereich erreicht wurde.

Die Ergebnisse aus dem Broiler-Fütterungsversuch, inklusive deren Vergleich mit Literaturdaten, führen zur folgenden Empfehlung weiterer Forschungsschwerpunkte im Bereich des Einsatzes von Larvenprotein und –fett in der Broilermast:

- Es sollte der Frage nachgegangen werden, ob vom Standardwert für die Umrechnung, wieviel vom Insekten-Rohprotein für z.B. Broiler verdaulich ist, abgegangen werden muss.

Aus der im vorliegenden Projekt stattgefundenen Arbeit mit Broilern geben drei Faktoren Anlass zu dieser Empfehlung:

1. Bei Chitin-Anteilen im Rohprotein wird meistens der Anteil an Nicht-Protein-Stickstoff ungenügend berücksichtigt.
  2. Das Vorhandensein von Chitin kann bei höheren Zusätzen von Larvenprotein bei der Broilermast zu Problemen mit der Rohprotein-Verdaulichkeit an sich führen, so dass es zu Leistungseinbußen kommt. Begründet ist das mit der Beobachtung, dass bei höherem Einsatz von Larvenprotein die Aminosäurenverdaulichkeit sinkt.
  3. Verschiedene Insektenarten können unterschiedliche Aminosäurenprofile zeigen.
- Präzisere Aussagen in den Fütterungsstudien zur Rohprotein-Verdaulichkeit des jeweiligen Larvenproteins und ein einheitliches Analysenverfahren wären sinnvoll für eine bessere Vergleichbarkeit und reproduzierbare Ergebnisse.

Im vorliegenden Projekt wurde eine vielversprechende Rezeptur eines Fischfutters entwickelt. Die nächsten empfohlenen Schritte sind:

- Durchführung von Fischfütterungsversuchen mit der im Projekt erarbeiteten Rezeptur, inklusive allfällig weiterer Fütterungsversuche mit unterschiedlichen Anteilen von Larvenprotein und –fett in der Ration.

Im vorliegenden Projekt erfolgte auch ein Phosphor-Verdaulichkeitsversuch von Larven bei Mastschweinen. Als nächste Schritte werden empfohlen:

- Fütterungsversuche mit Rationen, die auf Basis der Ergebnisse aus dem Verdaulichkeitsversuch von Phosphor erstellt werden
- Versuche zur „Anreicherung“ von verdaulichem Phosphor in der Larve über Fütterungssubstrate für die Larve
- Versuche dazu, ob über den Umweg der Larve pflanzlicher Phosphor in höherem Grad für die Schweinefütterung verdaulich zur Verfügung steht als über die direkte Verfütterung an Schweine: (Bsp.: anstatt Rapsextraktionsschrot an Schweine zu füttern, könnte man die Larve mit diesem Substrat aufziehen und die Larven an die Schweine füttern).

#### Rundherum: Ökologischer Beitrag – Wettbewerbsfähigkeit – Produktionsstandort

Aus dem Bereich der ökologischen Analyse und innerhalb dieses Bereichs bleibend zeigen sich folgende Punkte als noch offen für eine weitere Bearbeitung:

- Um das LCA-Ergebnis breiter anwenden zu können wäre es vorteilhaft, wenn spezifische Daten zur Larvenproduktion von mehreren Betriebsstätten analysiert werden könnten. Daraus würde sich zeigen, ob die vorliegende Berechnung auf größer skalierte Stätten übertragbar ist und welchen Einfluss die unterschiedlichen Produktionsabläufe der Nachzucht und Larvenmast auf die Umweltwirkung haben.
- Die Nachnutzung des aus der Larvenzucht und -mast verbleibenden Restsubstrates als Dünger ist nicht Teil der vorliegenden LCA. Die Bewertung des Düngers sollte in einem weiteren Schritt in einer ökologischen Analyse berücksichtigt werden. Das Ziel und der Wert einer Ökobilanz ist immerhin maßgeblich, ein Produkt über seinen gesamten

Lebenszyklus zu betrachten, um verzerrt positive oder negative Schlüsse bestmöglich ausschließen zu können.

- Im Bereich der ökologischen Analyse bedarf es grundsätzlich einer methodischen Weiterentwicklung, da derzeit eine direkte Vergleichbarkeit der Umweltwirkung einer Larvenproduktion mit manchen anderen, funktionsentsprechenden Produkten (Fischmehl) nur bedingt möglich ist. Der hauptsächliche Umwelt-Impact von Fischmehl liegt in dessen Auswirkung auf die Produktion und Biodiversität mariner Ökosysteme. Derzeit fehlen in der Ökobilanz geeignete Methoden, um diese Umweltwirkung abzubilden bzw. zu quantifizieren.

Zur Wettbewerbsfähigkeit von Larvenprotein im Vergleich zu gängigen Proteinquellen wie (importiertem) Sojamehl und Fischmehl wurde die im Bericht enthaltene ökonomische Einbettung erstellt. Einen gezielten Bedarf an weiterführenden Analysen gibt es im Bereich der einzelnen Unternehmen und wird in diesem verbleiben. Auch den für breitere Teile der Öffentlichkeit interessanten, ökonomischen Aspekten der Larvenproteinerzeugung wird an dieser Stelle nicht weiter vorgegriffen. Die Partnerschaft sieht sich für diesen Bereich nicht als qualifizierter Geber von Anstößen sondern als Rezipient von vorliegenden Arbeiten, deren Zusammenfassung zur eigenen Verortung des Forschungsbereichs notwendig war.

Die Messungen zu den Emissionen aus der Verfütterung von Larvenprotein an Broiler wurde im vorliegenden Projekt, auf Basis vielversprechender Literatur, mit einem höheren Anteil an Larvenprotein durchgeführt als sich im Nachhinein als ernährungsphysiologisch verträglich herausgestellt hat. Infolgedessen werden für diesen Bereich als nächstfolgende Schritte diese Punkte gesehen:

- Klärung, ob bei Fütterung von Mastgeflügel mit einer ernährungsphysiologisch ausgewogenen Larvenproteinbeimengung keine erhöhten Ammoniakemissionen – im Vergleich zu gängigem Praxisfutter – auftreten. Dies ist nicht nur relevant hinsichtlich des Eintrags in FFH- und Natura 2000 Gebiete, sondern auch bezüglich des Beitrags von Ammoniak zur Feinstaubbildung. Insbesondere das Grazer Becken und der Großraum süd-, südöstlich von Graz sind Feinstaubsanierungsgebiete – und hier befindet sich auch der Großteil der steirischen Mastgeflügelbetriebe. Ammoniak kann durch Eintragung in höhere Luftschichten über weite Strecken transportiert werden und zeichnet als Feinstaubvorläufersubstanz für einen wesentlichen Anteil der Grazer Feinstaubbelastung mitverantwortlich.  
Ergänzend erscheint es sinnvoll, im Rahmen zukünftiger Ammoniakemissionserhebungen den Geruch zu betrachten – zur Absicherung der in gegenständlichem Projekt ermittelten Ergebnisse.
- Generell ist anzustreben, Fütterungsversuche mit anteiligem Larvenprotein in der Ration auf weitere Nutztiergruppen auszudehnen – relevant erscheint hier Legegeflügel sowie die Mastschweine- und Ferkelfütterung.

## 5.2

### Empfehlungen zur Priorisierung weiterer Entwicklungsschritte

In diesem Abschnitt soll ein Ausblick geboten werden, der den Lesenden die weiteren Schritte in einem Zeitverlauf gereiht bietet.

Dieser Abschnitt umfasst mehr Aspekte des Themenkomplexes Larvenprotein als die reine Betrachtung je nach konkretem Projektarbeitsbereich aus dem vorhergehenden Kapitelabschnitt 5.1.

Die vorgestellte Reihung erfolgte mit Blick darauf, in Einzelbereichen möglichst rasch zu einer praktischen Anwendung zu kommen. Darin fließen Bewertungen des legislativen Rahmens und wahrscheinlich erscheinendem Fortschritts ebenso ein wie Abschätzungen anderer Entwicklungen. Naturgemäß ist die vorgestellte Reihung subjektiv sowie umso weniger aktuell, je mehr Zeit seit der Erstellung und Veröffentlichung des Endberichts vergangen ist (November 2021).

Der Ausblick beschränkt sich auf die den Projekthalten und Projektzielen nahen Bereiche und stellt nicht den Anspruch, den gesamten Themenkomplex Larvenprotein zu behandeln.

#### Priorisierter Ausblick: Forschungs- und Entwicklungsarbeit je nach Nutztierart

Da die Bearbeitung der Themen zu den jeweiligen Nutztierarten oftmals institutionell oder personell getrennt voneinander stattfindet scheint eine Empfehlung einer konsekutiven Bearbeitung entlang einer Timeline auf den ersten Blick nicht praxisnahe. Im Arbeitsbereich von Projektbetreiber\*innen oder Förderstellen stellt sich das mitunter jedoch anders dar und werden daher die Gedanken der Partnerschaft zu einer möglicherweise sinnvollen Timeline vorgestellt.

Mit der Änderung des Anhangs 4 der VO(EG)2001/999 via der VO(EU)2021/1372 steht ab dem 7.9.2021 aus Zulassungssicht der Verfütterung von verarbeitetem Larvenprotein neben Fisch auch an Geflügel und Schweine nichts mehr im Weg.

Die Wirtschaftlichkeit eines Einsatzes von Larvenprotein wird aller Voraussicht nach für die Fischzucht schneller gegeben sein als für den Geflügelbereich<sup>11</sup>. Es wird daher empfohlen, alle offenen Forschungs- und Entwicklungsschritte aus diesem Bereich zu priorisieren.

1. Fischfütterungsversuch mit der im vorliegenden Projekt entwickelten Rezeptur.  
(vorgesehen von der Ecofly GmbH – Bereitstellung des Versuchsfutters – und von der Bundesanstalt für Wasserwirtschaft für 2021 bis 2022)
2. Allfällig notwendige weitere Versuche zur Verfeinerung der Versuchsergebnisse, bis die Rate bekannt ist, bis zu der Fischmehl vorteilhaft oder ohne unerwünschte Effekte mit Larvenprotein und -fett ausgetauscht werden kann.

Empfehlungen für die weiteren Entwicklungsschritte bis hin zu einem im Handel verfügbaren Mischfutter sieht die Partnerschaft als außerhalb ihres Arbeitsbereiches liegend an.

Aus Zulassungssicht ist nach der vollständigen Erschließung der Larvennutzung als Fischfutter die Erschließung der tatsächlichen Verfütterung an Geflügel und Schweine zu verfolgen. Die finanzielle

<sup>11</sup> Annahme auf Basis der ökonomischen Analyse, die Teil des vorliegenden Projektes ist.

Wettbewerbsfähigkeit von Larvenprotein im Vergleich zu Sojamehl dürfte allerdings noch etwas auf sich warten lassen, und muss sich auch die Produktion von Larvenprotein erst so weit aufbauen, dass noch weitere Märkte bedient werden können als die lukrativeren Absatzmärkte des Pet Food Bereichs, und nachgelagert, der Fischzucht.

Bis zum tatsächlichen Einsatz von Larvenprotein in der Geflügel- und Schweine-Fütterung dürfte also beträchtlich mehr Zeit vergehen, als zur Klärung der tatsächlichen Einsetzbarkeit notwendig ist. Unter Berücksichtigung der Zeit, die man bis zu einem tatsächlichen Einsatz in der Praxis hat, wird die Bearbeitung eines allgemeineren Bereichs empfohlen, der als wertvoll für jeden weiteren Einsatz von Larvenprotein in der Nutztierfütterung zu beurteilen ist.

3. Es sollte der Frage nachgegangen werden, ob vom Standardwert für die Umrechnung, wieviel vom Insekten-Rohprotein z.B. für Broiler verdaulich ist, abgegangen werden muss.

Aus der im vorliegenden Projekt stattgefundenen Arbeit mit Broilern geben drei Faktoren Anlass zu dieser Empfehlung:

- Bei Chitin-Anteilen im Rohprotein wird meistens der Anteil an Nicht-Protein-Stickstoff ungenügend berücksichtigt.
  - Das Vorhandensein von Chitin kann bei höheren Zusätzen von Larvenprotein bei der Broilermast zu Problemen mit der Rohprotein-Verdaulichkeit an sich führen, so dass es zu Leistungseinbußen kommt. Begründet ist das mit der Beobachtung, dass bei höherem Einsatz von Larvenprotein die Aminosäurenverdaulichkeit sinkt.
  - Verschiedene Insektenarten können unterschiedliche Aminosäurenprofile zeigen.
4. Präzisere Aussagen zur Rohprotein-Verdaulichkeit des jeweiligen Larvenproteins in den Fütterungsstudien und ein einheitliches Analysenverfahren wären sinnvoll für eine bessere Vergleichbarkeit und reproduzierbare Ergebnisse.

Im Bereich der Geflügel- und Schweinefütterung ist mit vorliegendem Projekt der Einsatz in der Broilermast am weitesten fortgeschritten. Aus diesem Grund wird eine Priorisierung von zukünftigen Forschungsaktivitäten im Bereich der Broilermast (statt im Bereich z.B. von Legehennen, Gänsen etc.) vorgeschlagen.

5. Es werden weitere Fütterungsversuche bei Mastbroilern auf Basis der in den Projektversuchen erfolgreichen Rezeptur, sowie dem Erkenntnisgewinn aus dem vorherig genannten Punkt heraus, empfohlen.  
Die begleitende Messung der Geruchs- und Ammoniakemissionen ist empfohlen, da (wie im Bericht bereits ausführlich dargelegt) für einen tatsächlichen, teilweisen Austausch von Sojaprotein und -öl mit Larvenprotein und -fett in der Fütterung der Emissionsbereich aus vielerlei Gründen (Anrainer\*innen, Schutzgebiete, Klimawirksamkeit) nicht unbetrachtet bleiben kann.

Je nach der weiteren Entwicklung des legislativen Status Quo und des mittlerweile international produzierten Wissens sieht die Projektpartnerschaft eine jetzt noch nicht absehbare Priorisierung in der Erschließung der Fütterung an die anderen Nutztiere.

6. Fütterungsversuche bei Schweinen, Legehennen, und anderem Geflügel.

Die Verfütterung von unverarbeiteten Larven an Schweine würde als möglichen Vorteil mit sich bringen, dass die Herstellung des Mischfutters technisch nicht anspruchsvoll ist und daher um diese Zwischenstelle beschleunigt eingesetzt werden könnte.

Auch ist aus dem vorliegenden Versuch ersichtlich, dass die Verdaulichkeit des Phosphors im Larvenmehl beim Schwein höher ist, als es im Regelfall die Phosphorverdaulichkeit aus pflanzlichen Quellen ohne Zusatz von Phytase ist. Die im Projekt untersuchten Larven zeigten unterschiedliche aber durchgehend hohe Anteile an Phosphor. Sollten die Preise für mineralischen Phosphor empfindlich steigen, könnte dieser Aspekt ein weiterer Grund dafür sein, den Einsatz von Larven bei Schweinen prioritär gegenüber anderen weiteren Nutztierarten zu erarbeiten.

Weiters ist der Zusatz von Phytasen zur Futtermittelration im biologischen Landbau nicht erlaubt und ist daher in diesem Bereich eine Verringerung des Anteils von nicht verdaulichem Phosphor in der Futtermittelration – was z.B. eben über die Verwendung von Larvenmehl möglich wäre – zukunftsweisend.

Die Verfütterung an Legehennen wird abschließend noch vor der Erforschung bei anderem Geflügel genannt, weil der Legehennenbereich im Vergleich zu den restlichen Geflügelarten wirtschaftlich von größerer Bedeutung ist.

Für eine Empfehlung zeitlich wenig einordnen lässt sich die Erforschung von zwei anderen Zweigen aus der Insekten- und Larvenmast.

- Fütterungsversuche mit siliertem Larvenprotein
- Fütterungsversuche beim Schwein mit dem Restsubstrat, zur Prüfung allfällig erhöhter Phosphorverdaulichkeit

Ursprünglich war im Projekt punkto Schweine ein Fütterungsversuch mit dem Restsubstrat aus der Larvenmast geplant. Für diese Fütterung wurde eine erhöhte Phosphorverdaulichkeit vermutet auf der Basis, dass die Larven über mehr Phytase-Fähigkeit verfügen als andere Nutztiere, den Phosphor teils wieder ausscheiden, und daher im Restsubstrat mehr Phosphor aufgeschlossen vorliegt<sup>12</sup> als im Ausgangssubstrat vorhanden wäre bei direkter Verfütterung an andere Nutztiere. Angesichts der Knappheit und Preisentwicklung von mineralischem Phosphor ist eine erhöhte Nutzbarkeit von biologisch vorliegendem Phosphor interessant.

In Anbetracht dessen, dass zum einen eine Zulassung von Restsubstrat als Futtermittel nicht absehbar ist und im Gegenteil dieser Schritt durch legislative Entwicklungen immer unwahrscheinlicher schien, wurde im Laufe der Projektlaufzeit davon abgegangen. Die Erkenntnisse aus den Broilermastversuchen, die eine Lücke in der Literatur zur Verdaulichkeit zeigten, führten dann schlussendlich zu einer Änderung des Versuchs im Rahmen des Projekts hin zu einem Verdaulichkeitsversuch von Larvenmehl beim Schwein – mit Schwerpunkt Phosphor-Verdaulichkeit.

Es wird nicht empfohlen, dem ursprünglich geplanten Fütterungsversuch nachzugehen, solange sich die Zulassungssituation nicht in eine entsprechende Richtung entwickelt.

<sup>12</sup> Die im vorliegenden Projekt erarbeiteten Daten zeigen, dass der Phosphor-Gehalt im Restsubstrat höher ist als in den Larven selbst.

## Priorisierter Ausblick: Weitere Aspekte im Themenkomplex Larvenprotein

In diesem Abschnitt sollen zum Schluss nun auch noch Gedanken zur Timeline anderer Aspekte aus dem Themenkomplex Larvenprotein vorgestellt werden als Aspekte der Entwicklung eines Futtermittels für Nutztiere im engeren Sinn.

Die Projektpartnerschaft beschränkt sich dabei auf diejenigen Aspekte aus dem Themenkomplex Larvenprotein, die Teil des Projekts waren oder aus diesem heraus in den Fokus eigener Diskussion gerückt sind.

In Anbetracht der in den vorhergehenden Kapiteln dargelegten Zeit, die noch vergehen wird bis es zu einem tatsächlichen Einsatz von Larvenprotein abseits des Pet-Food-Bereichs und nachfolgend in der Aquakultur (in der Nutztierfütterung) kommen wird, wird keiner der kommenden vorgestellten Bereiche als dringlich betrachtet.

Da sehr unterschiedliche Stellen mit den jeweiligen Themenaspekten in Berührung kommen ist eine konsekutive Bearbeitungsabfolge entlang einer Timeline größtenteils auch nicht praxisnahe.

Sollte es dennoch bei einer interessierten Seite zu Engpässen in der Bearbeitung dieser Themenaspekte kommen – z.B. auf Lobbying-Seite - wird empfohlen, zuerst einige Schritte zu betreiben oder fördern, die von öffentlicher Seite her notwendig sind.

- Vorteilhafte Schritte vonseiten des öffentlichen Sektors im Bereich der Legislative:
  - Die rasche Umsetzung der Änderung des Anhangs 4 der VO(EG)2001/999 – VO(EU)2021/1372, die ab dem 7.9.2021 gilt - in nationales Recht erleichtert kommende Fütterungsversuche.
  - Eine intensive Befassung mit der Reglementierung von Insektenzucht-, Larvenmast- und Insektenverarbeitungsanlagen mit einer für einen absehbaren Zeitraum stabilen Einigung führt zu Sicherheit im Aufbau dieser neuen Branche als Teil von Österreichs Wirtschaft.

Aus Sicht der Partnerschaft ist eine Berücksichtigung der Ergebnisse aus der vorliegenden Ökobilanz ein nicht zu vernachlässigender Teil einer etwas längerfristig geltenden und daher zwangsläufig auch zukunftsbedachten Reglementierung.

Beispiel: Bei der Erstellung der Rahmenbedingungen einer Anlagengenehmigung könnte ein gewisser Grad an Wärmerückkoppelung Teil des Kriterienkatalogs sein.

- Ein Befassen der relevanten Stellen mit der Beurteilung und Problematik rund um die Zulassung von (einigen) bisher futtermittelrechtlich nicht zugelassenen Stoffen für den spezifischen Bereich der Larvenmast ermöglicht es Österreich, auf EU-Ebene als Befürworter und Vorreiter aktiv zu sein, oder im allfällig gegensätzlichen Fall (Ablehnung) informierter Kommentator zu sein. Es wird darauf hingewiesen, dass die Partnerschaft das Ergebnis einer Ökobilanzierung als nicht zu vernachlässigenden Teil einer Entscheidungsbasis in dieser Angelegenheit sieht.<sup>13</sup>

<sup>13</sup> Mehr Details zum Thema der Verwendung von Stoffen in der Larvenzucht, die momentan nicht für die Fütterung von Larven zugelassen sind, finden sich im Exkurs „Pro & Contra Zulassung von weiteren Stoffen („Abfällen“) für die Larvenmast“ auf Seite 36

- Spezialfall Restsubstrat: Mit der derzeitigen Entwicklung der legislativen Lage auf EU-Ebene scheint eine Zulassung der Verfütterung von Restsubstraten<sup>14</sup> an Schweine mittelfristig unrealistisch.

Dieser Ausblick ist für Fütterungsversuche mit Restsubstraten wenig attraktiv, da der zielführende Erkenntnisgewinn fehlt, wenn eine tatsächliche Anwendung unwahrscheinlich ist. Fütterungsversuche wären allerdings nötig, um den Verdacht einer möglichen Mobilisierung von pflanzlichem Phosphor für die Schweinefütterung, über den Umweg der Larven, einer Prüfung zu unterziehen.

Gleichzeitig wird rein auf Verdachtsbasis, ohne vorliegende Fütterungsstudien, ein Betreiben des Themas wahrscheinlich auf legislativer Seite als wenig zielführend erachtet.

Die Auflösung dieser Patt-Stellung könnte sinnvoll sein in Anbetracht der Bedeutung der Thematik rund um die Phosphor-Verdaulichkeit und der nicht gegebenen Verwendbarkeit von Phytase-Zusätzen in der biologischen Sparte der Schweinefütterung, sowie angesichts der Endlichkeit der Ressource „mineralischer Phosphor“.

Für die Forschungsseite würde ein Signal vonseiten der relevanten Stellen reichen, dass Fütterungsversuche begrüßt bzw. als sinnvoll erachtet werden. Dazu bedarf es wohl vorab einer gezielten Beschäftigung der relevanten Stellen mit der Problematik und dem Potential der Verfütterung von Restsubstraten an Schweine.

Weitere vorteilhafte Schritte, die im besten Fall bereits vor einem tatsächlichen Einsatz von Larvenprotein und -fett gesetzt wurden, bestehen bezüglich dem Wissensstand über die tatsächliche Situation ökologischer Vorteile bei möglichen Beziehern von Larvenprotein. Ein landwirtschaftlicher Betrieb, der neben anderen Gründen auch aus dem Grund Larvenprotein oder -fett einsetzen will, um einen „grünen“ Werbewert zu lukrieren, muss wissen können, dass nicht jedes Larvenprotein einen ökologischen Mehrwert im Vergleich zu anderen Proteinquellen zeigt.

- Die Ökobilanz hat klar aufgezeigt, dass sich Larvenprotein als ökologisch vorteilhafter gegenüber anderen Proteinquellen zeigen kann, aber dass diese Bewertung abhängig ist von der Art der Produktion und ohne Anpassungen nicht auf andere österreichische, europäische, oder internationale Larvenproteinproduktion umlegbar ist.

Als Teil von Förderungen oder Vorschriften jedweder Seite sieht die Partnerschaft folgenden – nicht ausschließlichen – Bestandteil:

Sämtliche zukünftige Förderungen und Vorschriften im Bereich des Larvenproteins sollten daraufhin überprüft werden, ob Aspekte aus der Ökobilanzierung zutreffend berücksichtigt werden können.

Beispiel 1: Eine Förderung von Produktion, Verarbeitung oder Verwendung von Larvenprotein könnte an die spezifische Ökobilanz der Produktionsstätte, der Verarbeitungsstätte oder dem spezifischen, verwendeten Larvenprotein gekoppelt sein.

Beispiel 2: Bei der Erstellung der Rahmenbedingungen einer Anlagengenehmigung könnte ein gewisser Grad an Wärmerückkoppelung Teil des Kriterienkatalogs sein.

<sup>14</sup> Das, was vom Ausgangssubstrat (Futtersubstrat) der Larven nach deren Mast überbleibt, vermischt mit den Ausscheidungen der Larven.

Erst an dieser Stelle wird nun die Silierung als mögliche Konservierungsart von Larvenprotein genannt. Die Projektpartnerschaft hält viel vom Ansatz der Larvenprotein-Silierung und weist darauf hin, dass eine Bearbeitung dieses Themenaspektes auch bereits im Anschluss an das Projekt Vorteile zeigen würde und dieser Bereich an keinem Punkt einer Timeline mehr oder weniger sinnvoll gesetzt ist.

In Hinblick darauf, dass bis zum tatsächlichen Einsatz der Larvenverfütterung an Nutztiere aus diversen Gründen<sup>15</sup> noch einige Zeit vergehen wird, scheint auch die Zeit vorhanden, sich - ohne Verzögerungseffekt auf die ersten Einsatzbereiche im Nutztierbereich - der Larvensilierung bereits von Beginn an zu widmen. Im Bereich der Silierung sieht die Partnerschaft folgende Abfolge:

- Klärung der wissenschaftlich offenen Fragen entsprechend dem Ausblick, wie er im Kapitelabschnitt 5.1 zur Silierung von Larvenprotein gegeben wurde.
- Im Fall von positiven Fütterungsversuchen: Klärung der rechtlichen Situation in Hinsicht auf Futtermittel-Hygiene und die Verfütterung von unverarbeitetem tierischen Protein, oder - falls zu diesem Zeitpunkt weiterhin gilt, dass Larven lediglich in der Form von Processed Animal Protein (PAP) verfüttert werden dürfen – allenfalls Beantragung der Zulassung der Silierung als gültiges Verfahren zur Klassifizierung des Larvenproteins als Processed Animal Protein (PAP) gemäß VO(EG)2001/999, welche im Anhang IV, Kapitel IV, Abschnitt D derselben Verordnung geregelt sind.

An letzter Stelle wird nun noch einmal auf den Ansatz hingewiesen, dass Larvenprotein als Produktionszweig auf landwirtschaftlichen Betrieben angesiedelt wird, bei denen dieser Zweig die bestehende Betriebsausrichtung entweder seitens der Produktion (anfallende Rest- und Nebenstoffe) oder seitens der Verwendung (Verfütterung an Fische, Geflügel, Schweine) ergänzt. In der Besprechung dieses Szenarios (Exkurs „Szenario Larvenmast auf landwirtschaftlichen Betrieben“, S. 32) wurde dargelegt, warum die Partnerschaft dieses Szenario als noch wenig greifbar ansieht.

Es wurde auch dargelegt, warum dieses Szenario aus Sicht der Partnerschaft noch nicht völlig ad acta gelegt werden sollte. Für eine zeitliche Einordnung, ab wann sich konkret weitere Schritte in der Betreibung bzw. Erforschung und Erarbeitung dieses Szenarios empfehlen, sieht die Partnerschaft keine Ansatzpunkte. Festzuhalten ist, dass sich dieses Szenario wohl zu keinem Zeitpunkt von selbst ergeben wird, da für die Realisierung zu viele direkt auf dieses Szenario zugeschnittene Schritte gesetzt werden müssen. Das gilt für den legislativen Bereich, den wirtschaftlichen Bereich (ökonomische Analysen verschiedenster Szenarien und notwendigen Voraussetzungen für gezielte weitere Erarbeitung) sowie auch den praktischen Umsetzungsbereich.

- Zur Klärung bzw. Erforschung der notwendigen Bereiche, die für eine ökonomisch und ökologisch vorteilhafte Larvenmast auf bestehenden landwirtschaftlichen Betrieben noch offen sind, wird auf den Exkurs zu diesem Thema auf Seite 32 verwiesen.

<sup>15</sup> vornehmlich aus Gründen der Produktion und Wettbewerbsfähigkeit

## 6 ZUSAMMENFASSUNG

Die Larvenaufzucht (Schwarze Soldatenfliege) auf einem österreichischen Betrieb wurde forschungsaktiv interdisziplinär untersucht. Das hergestellte Larvenmehl zeigte Potential für eine Einsetzbarkeit als Futtermittel im Nutztiersektor. Die durchgeführte Ökobilanz ergab für Larvenmehl tatsächliches Potential, insgesamt eine ökologisch weniger bedenkliche Proteinquelle zu sein als zum Beispiel Sojaschrot aus Südamerika oder Fischmehl.

Die ökologischen Vorteile zeigten sich abhängig von der Produktionsweise - vor allem vom eingesetzten Ausgangssubstrat - und sind damit nicht für alle produzierten Larvenproteine und Larvenfette gleichsetzbar. In einigen Umweltkategorien zeigte sich Verbesserungsbedarf.

Die Verfütterung von Larvenprotein und Larvenfett an Nutztiere (Geflügel, Fische, Schwein) ist eingeschränkt (Protein) bis zur Gänze (Fett) möglich. Ein wirtschaftlich wettbewerbsfähiger Einsatz wird sich für Fische (Austausch von Fischmehl) früher ergeben als für Geflügel und Schweine (Austausch von Sojaschrot). Die Produktionsmenge von Larven müsste für einen großflächigen Einsatz erst ausgebaut werden.

Ein physiologisch angemessener Einsatz in der Nutztierfütterung führt voraussichtlich nicht zu einer erhöhten Geruchsbelastung in der Stallumgebung. Die Ammoniakemissionen stiegen in einem Fütterungsversuch mit Masthähnchen bei einem physiologisch zu hohem Einsatz von Larvenprotein.

Das aus der Larvenmast übriggebliebene Restsubstrat kann als organischer Dünger verwendet werden.

Als neuer Sektor sind im Bereich der Larvenproduktion auch noch einige gänzlich neue Ansätze zu finden - zum Beispiel der Einsatz von silierten Larven als Futtermittel mit dem Vorteil energiesparenderer Konservierung im Vergleich zur gängigen Trocknung.

Im vorliegenden Bericht finden Sie neben den Projektergebnissen auch Informationen zum gesetzlichen Status Quo rund um die Larvenaufzucht und den Einsatz der Larvenprodukte, einen Ausblick mit Empfehlungen zu jedem im Projekt bearbeiteten Forschungs- und Einsatzzweig, und einen Ausblick mit Gedanken zu weiteren Bearbeitungsschritten, auch außerhalb des Projektbereichs, und Gedanken zu deren Reihung.

Die Projektergebnisse sind, abseits der Berichte zu den einzelnen Projektteilen, die im wissenschaftlichen Detailgrad und Format gegeben sind, in einer Kurz- und einer Langversion vorgestellt. Weiters sind die Projektergebnisse auch gesondert gebündelt, damit sie auch aus der Sicht unterschiedlicher Interessenslagen (landwirtschaftlicher Betrieb, Natur, Österreich) unkompliziert griffbereit sind.



## 7 ANHANG

Der Anhang wird aufgrund des Umfangs als gesondertes Dokument aufbereitet, an den Fördergeber übermittelt und zum Download angeboten (Projekthomepage <https://www.global2000.at/insekten-als-futtermittel> sowie EIP AGRI Projektdatenbank).

Der Anhang umfasst 12 Teile.

Teil 1 – Abschlussbericht Rest- und Nebenstoffe (G2/PS)

Teil 2 – Abschlussbericht Larvenfütterungsversuche (EF und Forster)

Teil 3 – Abschlussbericht Analysen Ausgangssubstrate, Larven, Restsubstrate (BFA/EE und MB)

Teil 4 – Abschlussbericht Larvenkonservierung über Silierung (R.-G./RR)

Teil 5 – Abschlussbericht Futtermittelherstellung, Broilermastversuch, und Verdaulichkeitsversuch beim Schwein (TTE/MG und KH)

Teil 6 – Abschlussbericht Emissionsmessung (R.-G./EZ und MK)

Teil 7 – Abschlussbericht Ökobilanz (G2/PS)

Teil 8 – Abschlussbericht Wettbewerbsfähigkeit Larvenprotein (EF)

Teil 9 – Pressespiegel (G2 USO)

Teil 10 – Wissenschaftliche Publikationen (BFA/EE und MB; R.-G./RR)

