

Einsatz von Bio-Ausputzgetreide in der Ernährung von Bio-Karpfen

Use of organic fraction grain in the diet of organic carp

FKZ: 09OE087

Projektnehmer:

Christian-Albrechts-Universität
Institut für Tierzucht und Tierhaltung, Fachbereich: Aquakultur
Hermann-Rodewald-Straße 6, 24118 Kiel
Tel.: +49 431 8802584
Fax: +49 431 8802588
E-Mail: cschulz@tierzucht.uni-kiel.de
Internet: www.uni-kiel.de

Autoren:

Schulz, Carsten; Baer, Andreas; Bothstede, Michael

Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages im Rahmen des Bundesprogramms Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft.

Endbericht

Einsatz von Bio-Bruchkorn in der Ernährung von Bio-Karpfen

Prof. Dr. Carsten Schulz^a, Dr. Andreas Baer^a, Michael Bothstede^b

^aChristian-Albrechts-Universität, Institut für Tierzucht und Tierhaltung, Fachbereich: Aquakultur

Olsenhausenstraße 40, 24098 Kiel

Tel.: +49 4834 96539914, Fax: +49 4824 96539999

E-Mail: baer@gma-buesum.de

^bFischzucht Grambek, Schloßstr. 16 A, 23883 Grambek

Gefördert durch das Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft im
Rahmen des Bundesprogramms ökologischer Landbau

Förderkennzeichen: 2809OE087

Inhalt

1. Einleitung und Zielsetzung des Vorhabens.....	3
2. Material & Methoden	4
2.1. Versuchsdesign – Kreislaufanlage	4
2.2. Versuchsdesign – Teichanlage	6
3. Ergebnisse.....	8
3.1 Futtermittel.....	8
3.2. Wachstum - Kreislaufanlage	9
3.3. Körperzusammensetzung - Kreislaufanlage	10
3.4. Wachstum – Freiland.....	11
3.5. Körperzusammensetzung – Freiland	11
3.6. Histologie	12
4. Diskussion	13
5. Schlußfolgerung.....	15
6. Zusammenfassung.....	16
7. Literatur	17

1. Einleitung und Zielsetzung des Vorhabens

in der deutschen Karpfenaquakultur wurden 2007 ca. 16.000t Karpfen erzeugt, wovon knapp 1% unter ökologischen Verbandsrichtlinien als Biofische aufgezogen und vermarktet wird. Nur 14 deutsche Karpfenbetriebe produzieren nach ökologischen Richtlinien, obwohl die Nachfrage nach Bio-Fisch stetig steigt. Neben den Vorgaben an die Haltung der Tiere spielt die Fütterung eine übergeordnete Rolle, da sie generell der größte Kostenfaktor innerhalb der Fischproduktion darstellt und eine Umstellung von konventioneller auf ökologische Produktion erschwert.

Die extensive Karpfenproduktion findet ausschließlich in Teichen statt, in denen die Tiere mit Futtergetreide gefüttert werden und sie sich gleichzeitig von der natürlich im Teich vorkommenden Nahrung (Zoo- und Phytoplankton) ernähren. Die Energie zur Aufrechterhaltung des Stoffwechsels wird durch die Getreidefütterung gedeckt und das für den Muskelzuwachs benötigte Protein wird aus der Naturnahrung bezogen.

Da die ökologischen Futtermittel ein Vielfaches des konventionellen Futtergetreides kosten (130€/t konventionelles Futtergetreide vs. 240-300€/t Biogetreide) ist die Erzeugung von Bio-Karpfen aus ökonomischen Gesichtspunkten meist unrentabel. Alternative kostengünstigere ökologische Futtermittel würde die Erzeugung von Bio-Karpfen für Produzenten attraktiver machen und gleichzeitig der deutschen Karpfenteichwirtschaft neue Impulse verleihen und neue Märkte erschließen.

In der vorliegenden Studie soll der Einsatz von Bio-Bruchkorn als Futtermittel in der Karpfenproduktion eingesetzt werden. Bruchkorn ist ein Abfallprodukt der Getreideherstellung und wird momentan als Futtermittel in der Geflügel und Säugetierhaltung als Futterschrot eingesetzt. Es fällt bei mechanischen Reinigungsprozessen des Getreides an und setzt sich aus zerbrochenen Körnern, Untersaaten sowie Insektenresten zusammen. Durch erste Einsätze von Bio-Bruchkorn in der FISCHZUCHT GRAMBEK lässt sich eine gute Eignung als alternatives ökologisches Futtermittel ableiten.

Mit Hilfe von Fütterungsversuchen unter kontrollierten Haltungsbedingungen im Kreislaufsystem sowie unter realistischen Produktionsbedingungen im Freiland soll das Potential des Bio-Bruchkorns in der Karpfenfütterung getestet werden. Diese Studie trägt dazu

bei, kostengünstige Futteralternativen in der ökologischen Karpfenproduktion zu testen und leistet einen wesentlichen Beitrag zur Optimierung und Effizienzsteigerung der Ökologischen Karpfenproduktion in Deutschland.

2. Material & Methoden

2.1. Versuchsdesign – Kreislaufanlage

Versuchstiere

Jeweils 30 einsömmrige Karpfen (K_1) mit einem durchschnittlichen Stückgewicht von 48g wurden in einem Becken (350l) innerhalb eines Kreislaufsystems in der Forschungseinrichtung Gesellschaft für Marine Aquakultur mbH in Büsum gehalten. Um eine statistische Auswertung der Ergebnisse zu gewährleisten wurden für jede Fütterungsgruppe 3 Becken belegt und zufällig im Kreislaufsystem verteilt, so dass jede Fütterungsgruppe aus 90 Tieren bestand (3 x 30; Abb.1).

Abb. 1: Anordnung der Becken im Kreislaufsystem in der Gesellschaft für Marine Aquakultur.



Versuchszeitraum

Zur Wachstumskontrolle wurden die Tiere über einen Zeitraum von 8 Wochen gefüttert und alle 14 Tage das Gruppengewicht ermittelt. Des Weiteren wurden die täglichen Wasserwerte (Wassertemperatur, Sauerstoffgehalt, pH, Nitrit und Ammonium) aufgezeichnet.

Fütterung

Zum Einsatz kamen drei verschiedene Futtermittel, Bio-Futtergetreide, Bio-Bruchkorngetreide sowie ein konventionelles Alleinfuttermittel (Aller Aqua, Classic 30/7, 4,5mm). Beide Getreidefuttermittel wurden zu Pellets gepresst (4mm Durchmesser), um mögliche Staubverluste zu minimieren. Die Nährstoffzusammensetzung der Futtermittel wurde im Labor untersucht und ist der Tabelle 1 zu entnehmen.

Die Tiere wurden zweimal täglich gefüttert. Vormittags wurden die Tiere bis zur scheinbaren Sättigung gefüttert, wobei sehr genau darauf geachtet wurde, dass kein Futter ungefressen im Becken verblieb. Nachmittags wurden rote, aufgetaute Mückenlarven gefüttert, um die natürliche Nahrung im Teich unter den künstlichen Bedingungen zu imitieren. Die jeweilige Menge an Mückenlarven wurde anhand der morgendlichen aufgenommenen Getreideration berechnet. Die Karpfen sollten einen täglichen Proteinanteil von insgesamt 30% in der Gesamtnahrung auffinden. Das Alleinfuttermittel wurde nur morgens bis zur scheinbaren Sättigung gefüttert ohne eine zusätzliche Gabe von Mückenlarven, da es ausreichend Nährstoffe enthält, um ein gesundes und schnelles Wachstum zu garantieren.

Proben – Ganzkörperanalyse und Futtermittelanalyse

Für die Ganzkörperanalyse wurden vor dem Versuchsbeginn 5 Tiere aus dem Bestand entnommen und bei -80°C tiefgefroren, um spätere Analysen durchzuführen. Diese Werte dienten als Anfangskontrolle. Nach Beendigung des Versuchs wurden aus jedem Becken 3 Fische entnommen, so dass für jede Fütterungsgruppe 9 Fische (3x3) für die Analytik zur Verfügung standen. Die Fische wurden mit CO₂ und Eiswasser tierschutzkonform getötet.

Für die Analyse der Futterzusammensetzung und der Ganzkörperzusammensetzung wurden alle Proben für 96 h Gefriergetrocknet und homogenisiert. Die Proteinbestimmung erfolgte nach dem Kjeldahl Verfahren (N x 6,25). Aufschluss, Destillation und Titration wurde mit Geräten der Firma Büchi (Büchi Digestion Unit K-435 und Destillation Unit B-324) durchgeführt. Rohfettgehalte wurden durch Extraktion mit Petrolether in einer Soxhlet-Einheit ermittelt. Der Trockensubstanzgehalt wurde durch Trocknung bei 105°C bis auf ein konstantes Gewicht bestimmt. Der Rohaschegehalt wurde durch vollständige Verbrennung

der Probe in einem Muffelofen bei 550°C über 4h ermittelt. Mittels eines Bombenkalorimeters (IKA®Kalorimeter 200c) erfolgte die Bestimmung des Bruttoenergiegehaltes.

Histologie

Für die histologischen Untersuchungen wurden aus den Fütterungsgruppen jeweils 3 gleichgroße Fische zum Versuchsende entnommen. Die Tiere wurden tierschutzkonform getötet und es wurden Teile des distalen und proximalen Darmgewebes entnommen. Die Darmproben wurden nach einem Fixierungsbad in Histofix mit Ethanol über 24h dehydriert und in Paraffin eingebettet. Anschließend erfolgte das Schneiden der Proben mit dem Mikrotom in ca. 5µm dünne Schichten und die Anfärbung mit Haematoxylin-Eosin. Die Proben wurden dann unter dem Mikroskop (Olympus CKX 41) ausgewertet und auftretende Veränderungen dokumentiert.

Statistische Auswertung

Die Einflüsse der unterschiedlichen Futtermittel auf die untersuchten Wachstums- und Gesundheitsparameter wurden hinsichtlich signifikanter Unterschiede mit Hilfe des Statistik Programms SPSS 17.0 für Windows untersucht. Die Daten wurden auf Normalverteilung (Kolmogorov-Smirnov Test) und auf Varianzgleichheit (Kruskal-Wallis Test) getestet. Für den multiplen Mittelwertvergleich wurde der parametrische Tukey Test verwandt bzw. der nicht-parametrische Dunnett-T3 Test. Bei allen Tests wurde das Signifikanzniveau auf $P < 0.05$ gesetzt.

2.2. **Versuchsdesign – Teichanlage**

Versuchstiere

In der FISCHZUCHT GRAMBEK (Grambek, Deutschland) sind 25 einsömmrige Karpfen mit einem durchschnittlichen Stückgewicht von 40g in jeweils einem Netzkäfig mit einem Volumen von 4,8m³ (1,8m x 1,8m x 1,5m) gehalten worden (Abb. 2). Die Netzkäfige waren fest im Teich verankert. Jede Versuchsgruppe umfasste 3 Netzkäfige, so dass die Ergebnisse aus

einer statistisch auswertbaren Grundgesamtheit stammten (1x3). Insgesamt umfasste eine Fütterungsgruppe 75 Fische (3 x 25 Tiere).

Abb. 2: Anordnung der Netzkäfige in der FISCHZUCHT GRAMBEK



Versuchszeitraum

Die Tiere wurden über einen Zeitraum von 6 Monaten gefüttert und alle 4 Wochen das Gruppengewicht ermittelt, um das Wachstum zu dokumentieren. Der Versuch startete im Monat April. Täglich wurden die Wassertemperatur sowie die Mortalität aufgezeichnet.

Fütterung

Zum Einsatz kamen Biofuttergetreide und Bio-Bruchkorngetreide. Beide Futtermittel wurden als Pellets (4mm Durchmesser) angeboten, um mögliche Staubverluste zu minimieren. Die Tiere wurden mittels eines Pendel-Futterautomaten gefüttert. Die natürliche Nahrung im Teich diente ebenfalls als Nahrungsquelle.

Proben – Ganzkörperanalyse und Futtermittelanalyse

Am Versuchsende wurden jeweils 3 Fische aus jedem Netzkäfig genommen und für die Ganzkörperanalyse aufbereitet. Als 0-Probe diente die 0-Proben-Analyse der Tiere aus der Kreislaufanlage, da beide Versuche Zeitgleich begannen und mit Fischen derselben Herkunft durchgeführt wurden. Die Probenaufbereitung erfolgte wie oben beschrieben.

Histologie und Statistik

Die histologischen Untersuchungen sowie die statistische Auswertung erfolgte wie oben beschrieben.

3. Ergebnisse

In Tabelle 1 sind die durchschnittlich beobachteten Wasserwerte des Fütterungsversuchs unter kontrollierten Haltungsbedingungen zusammengefasst. Die durchschnittliche Wassertemperatur in den Netzgehegen des Freilandversuchs betrug $18\text{ °C} \pm 2.4\text{ °C}$, weitere Wasserparameter wurden nicht erfasst.

Tab.1: Durchschnittliche Wasserwerte des Fütterungsversuchs unter kontrollierten Haltungsbedingungen

Temperatur (°C)	Sauerstoffgehalt(%)	pH	Nitrit (mg/l)	Ammonium (mg/l)
22.0 ± 1.9	87.6 ± 3.9	$8,0 \pm 0.1$	0.7 ± 1.4	$0,4 \pm 0.8$

3.1 Futtermittel

In Tabelle 2 ist die Nährstoffzusammensetzung der einzelnen Futtermittel zusammengestellt. Die Aminosäurezusammensetzung der beiden Getreidefuttermittel ist in Tabelle 3 aufgeführt.

Tab. 2: Nährstoffzusammensetzung der Testfuttermittel (% TM)

	Bio- Bruchkorngetreide	Bio- Futtergetreide	Alleinfuttermittel	Chironomiden
Protein	15.4	13.9	30	62.2
Fett	2.9	2.6	7	6.9
Nfe	79.1	81.3	43	0
Asche	2.6	2.2	7	30.9
Energie (MJ/kg)	18.7	18.5	18.1	16.9

Tab. 3: Aminosäurezusammensetzung der Getreidefuttermittel (in % TS)

	Bio-Bruchkorngetreide	Bio-Futtergetreide
Methionine	0.21	0.19
Cystine	0.28	0.25
Lysine	0.45	0.40
Threonine	0.40	0.36
Arginine	0.72	0.63
Isoleucine	0.47	0.41
Leucine	0.91	0.80
Valine	0.59	0.53
Histidine	0.31	0.27
Phenylalanine	0.62	0.55
Glycine	0.56	0.49
Serine	0.62	0.52
Proline	1.24	1.12
Alanine	0.51	0.46
Asparaginsäure	0.78	0.68
Glutaminsäure	3.46	2.87

3.2. Wachstum - Kreislaufanlage

Über den gesamten Versuchszeitraum traten keinerlei Verluste auf. Innerhalb des Versuchszeitraums verdoppelte sich bei allen Fütterungsgruppen das Körpergewicht. Die 3 Versuchsgruppen zeigten in dem Versuchszeitraum keine signifikanten Unterschiede in der spezifischen Wachstumsrate, in der Futteraufnahme oder dem Futterquotienten (Tab. 4).

Tab. 4: Wachstums- und Futterparameter der beiden getesteten Futtermittelgruppen (\pm Standardfehler) unter kontrollierten Haltungsbedingungen.

	Bio- Bruchkorngetreide	Bio- Futtergetreide	Alleinfuttermittel
Startgewicht (g)	47 ± 0.9	47 ± 2.2	46 ± 0.6
Endgewicht (g)	110 ± 0.7	106 ± 2.9	114 ± 7.3
Spezifische Wachstumsrate(%/Tag)*	1.51 ± 0.05	1.45 ± 0.03	1.62 ± 0.12
Futterquotient**	1.45 ± 0.01	1.45 ± 0.03	1.34 ± 0.09
Futterraufnahme (%/Tag)***	2.06 ± 0.06	1.99 ± 0.04	2.03 ± 0.05

*Die spezifische Wachstumsleistung wurde mit folgender Formel berechnet: $(\ln(\text{Endgewicht}) - \ln(\text{Startgewicht})) / \text{Fütterungszeitraum (Tage)} * 100$

** Für die Berechnung des Futterquotienten wurden nur die verfütterten Getreidemengen verwandt und die Mückenlarven nicht berücksichtigt.

*** Die Futterraufnahme wurde mit folgender Formel berechnet: $(100 * I / [(W_0 + W_e) / 2 * t])$, I= verfütterte Futtermenge (g); W_0 = Startgewicht (g); W_e = Endgewicht (g); t= Fütterungszeitraum (Tage)

3.3. Körperzusammensetzung - Kreislaufanlage

Die Körperzusammensetzung zeigte keine signifikanten Unterschiede in dem Protein- und Aschegehalt, jedoch in dem Fettgehalt ($P < 0.05$). Die Fische, die mit dem kommerziellen Forellenfutter gefüttert wurden, hatten signifikant geringere Gesamtfettanteile im Körper im Vergleich zu den getreidegefütterten Forellen. Innerhalb der Trockenmasse konnten weitere signifikante Unterschiede zwischen der Alleinfuttergruppe und den übrigen Futtergruppen dokumentiert werden ($P < 0.05$, Tab. 6).

Tab. 6: Körperzusammensetzung der jeweiligen Fütterungsgruppen des 8 wöchigen Fütterungsversuchs in der Kreislaufanlage (in % OS ± Std. Fehler). Unterschiedliche Indices markieren statistisch signifikante Unterschiede zwischen einzelnen Gruppen ($P < 0.05$). Die 0- Probe zeigte folgende Zusammensetzung: Trockenmasse 27.7%, Protein 18.2%, Fett 4.6%, Asche 4.0%.

	Bio-Bruchkorngetreide	Bio-Futtergetreide	Alleinfuttermittel
Trockenmasse	26.9 ^a ± 1.4	26.8 ^a ± 0.8	24.0 ^b ± 1.0
Protein	13.9 ± 0.4	14.5 ± 0.3	14.7 ± 0.2
Fett	9.3 ^a ± 0.6	9.5 ^a ± 0.3	5.8 ^b ± 0.7
Asche	2.4 ± 0.2	2.5 ± 0.1	2.7 ± 0.02
Energie (MJ/kg)	25.9 ^a ± 0.6	25.8 ^a ± 0.2	23.1 ^b ± 0.5

3.4. Wachstum – Freiland

Während des Versuchszeitraums traten keinerlei Verluste auf. Die Fische zeigten äußerlich keinerlei Mangelercheinungen, gesundheitliche Schäden oder Verletzungen auf. Im Laufe des Versuchszeitraums vervierfachten die Fische ihr Körpergewicht (Tab.5).

Tab.5: Wachstums- und Futterparameter der beiden getesteten Futtermittelgruppen (\pm Standardfehler) im Freilandversuch.

	Bio-Bruchkorngetreide	Bio-Futtergetreide
Startgewicht (g)	40 \pm 2.3	40 \pm 2.3
Endgewicht (g)	149.3 \pm 6.1	160 \pm 14.1
Spezifische Wachstumsrate(%/Tag)*	0.87 \pm 0.03	0.92 \pm 0.06
Futterquotient (Futter (kg)/Zuwachs (kg)**	8.3 \pm 0.45	7.6 \pm 0.95
Futteraufnahme (%/Tag)***	6.3 \pm 0.2	6.0 \pm 0.4

*Die spezifische Wachstumsleistung wurde mit folgender Formel berechnet: $(\ln(\text{Endgewicht}) - \ln(\text{Startgewicht})) / \text{Fütterungszeitraum (Tage)} * 100$

** Für die Berechnung des Futterquotienten wurden nur die verfütterten Getreidemengen verwandt und die Mückenlarven nicht berücksichtigt.

*** Die Futteraufnahme wurde mit folgender Formel berechnet: $(100 * I / [(W_0 + W_e) / 2 * t])$, I= verfütterte Futtermenge (g); W_0 = Startgewicht (g); W_e = Endgewicht (g); t= Fütterungszeitraum (Tage)

3.5. Körperzusammensetzung – Freiland

Die Körperzusammensetzung zeigte signifikante Unterschiede in dem Protein-, Fett- und Aschegehalt zwischen den Fütterungsgruppen ($P < 0.05$, Tab. 7).

Tab. 7: Körperzusammensetzung der jeweiligen Fütterungsgruppen des 6 monatigen Fütterungsversuchs in der Teichwirtschaft (in % OS \pm Std. Fehler). Unterschiedliche Indices markieren statistisch signifikante Unterschiede zwischen einzelnen Gruppen ($P < 0.05$). Die 0-Probe zeigte folgende Zusammensetzung: Trockenmasse 27.7%, Protein 18.2%, Fett 4.6%, Asche 4.0%.

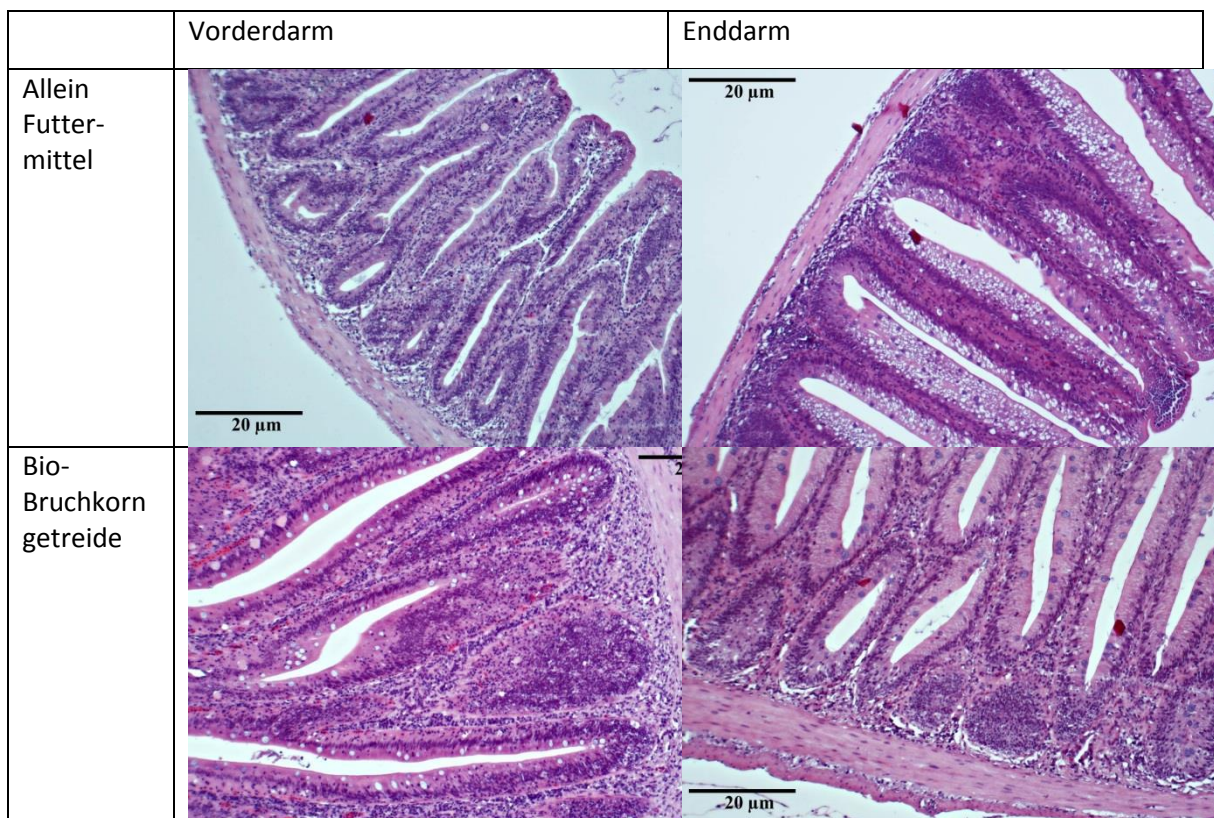
	Bio-Bruchkorngetreide	Bio-Futtergetreide
Trockenmasse	29.9 \pm 0.3	32.1 \pm 1.9
Protein	15.2 ^a \pm 0.2	12.9 ^b \pm 0.04
Fett	11.6 ^a \pm 0.05	14.2 ^b \pm 0.4
Asche	2.8 ^a \pm 0.2	8.5 ^b \pm 0.01
Energie (MJ/kg)	27.3 \pm 0.2	28.3 \pm 0.6

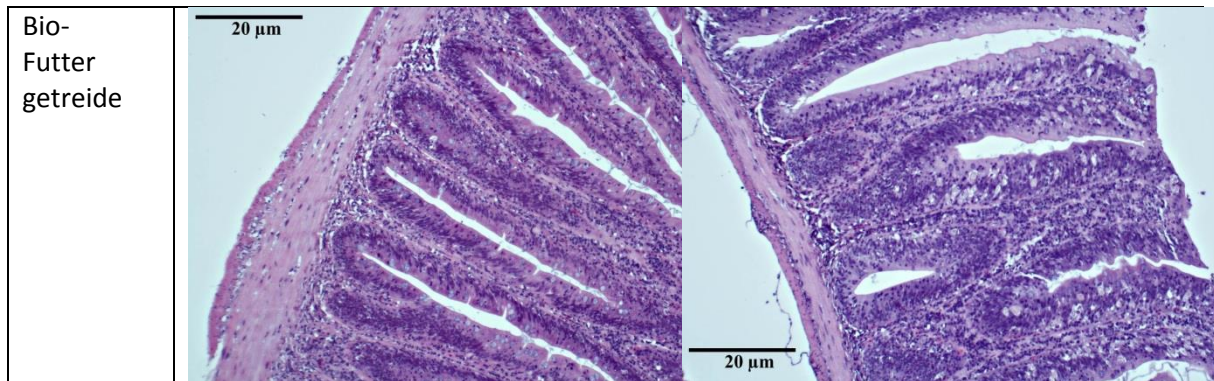
3.6. Histologie

Die histologischen Untersuchungen zeigten keine Auffälligkeiten im Darmgewebe zwischen den Fütterungsgruppen. Alle untersuchten Darmabschnitte wiesen natürliche, gesunde Gewebestrukturen auf (Abb.3). Das Gewebe zeigte die typische Grundstruktur: a) gefaltete Mucosa, b) Submucosa, c) Muscularis und d) Serosa. Die Tunica mucosa, bestehend aus einem einschichtigen Plattenepithel und der Lamina propria, war stark gefaltet, was zu einer Vergrößerung der Oberfläche führt und die Nährstoffaufnahme positiv beeinflusst. Innerhalb der Tunica mucosa konnten zahlreiche gleichmäßig verteilte Becherzellen sowie Enterozyten (absorbierende Darmzellen) beobachtet werden.

Zwischen den einzelnen Darmabschnitten und den verschiedenen Fütterungsgruppen konnten keine morphologischen Unterschiede festgestellt werden.

Abb.3 : Histologische Präparate vom Vorder- und Enddarm der einzelnen Fütterungsgruppen.





4. Diskussion

Der Einsatz von Bio-Bruchkorn in dem vorliegenden Fütterungsversuch erzielte dieselben Wachstumsraten verglichen mit herkömmlichem Bio-Futtergetreide. Verglichen mit Literaturdaten ist das Wachstum im gegenwärtigen Versuch unter kontrollierten Haltungsbedingungen mit einer spezifischen Wachstumsrate von ca. 1.5 eher gering anzusehen (Kaushik, 1995). Dieses kann jedoch durch den Einsatz höherwertiger Futtermittel, dem Alter der Fische, den Haltungsbedingungen sowie unterschiedlichen genetischen Voraussetzungen in den jeweiligen Studien erklärt werden. Im Allgemeinen kann die beobachtete Wachstumsrate als normal eingeschätzt werden, da die Fische ihr Gewicht während des Versuchszeitraums mehr als verdoppelt haben und sie einem speziellen Nahrungsangebot in der Kreislaufanlage ausgesetzt waren, welches sie so nicht in der Natur vorfinden werden.

Die Fische im Freilandversuch zeigten ein deutlich langsames Wachstum welches sich in der niedrigeren spezifischen Wachstumsrate widerspiegelt. Zum einen liegt die Ursache an dem klimatisch durchwachsenen Sommer, der nicht die optimalen Wassertemperaturen für ein schnelles Wachstum brachte. Zum anderen muss davon ausgegangen werden, dass die Naturnahrung innerhalb der Netzkäfige deutlich limitiert vorhanden gewesen ist. Dadurch stand den Karpfen in nur unzureichender Menge Protein zur Verfügung, welches sich negativ auf das Wachstum ausübte.

Der Futterquotient, der bei den im Kreislauf gehaltenen Fische beobachtet werden konnte, trat in anderen Futtermittelstudien ebenfalls in der beobachteten Höhe auf und er kann als

Indikator für die Güte des verwandten Futters dienen (Przybyl und Mazurkiewicz, 2004). Je niedriger der Quotient desto höherwertig ist das verwandte Futter in Bezug auf die Nährstoffverfügbarkeit und die Nährstoffzusammensetzung.

Die getreidegefütterten Testfische im Kreislaufsystem zeigten keinerlei Unterschiede in der Körperzusammensetzung oder Auffälligkeiten in der Gesundheit. Der signifikant erhöhte Fettgehalt der getreidegefütterten Karpfen verglichen mit dem niedrigeren Fettgehalt der Alleinfutter gefütterten Karpfen, lässt sich durch den erhöhten Kohlenhydratanteil im Getreide verglichen zum konventionellen Alleinfuttermittel erklären. Die Fische verstoffwechselten die Kohlenhydrate einerseits innerhalb ihres Energiehaushaltes, andererseits wurde durch die ad libitum Fütterung ein Überangebot an Nährstoffen bereitgestellt und die Tiere haben dieses in Form von Fett im Körper gespeichert. Dieses zeigten auch die Untersuchungen von Nagai und Ikeda (1971). Sie dokumentierten, dass Kohlenhydrate keine vorrangige Bedeutung gegenüber Proteinen und Fetten als Energiequelle haben und mit steigendem Kohlenhydratgehalt im Futter die Leberverfettung zunimmt. Andererseits führt eine erhöhte Kohlenhydratzufuhr zu einer effektiveren Proteinnutzung und somit zu einem erhöhten Muskelwachstum (Takeuchi, 1979). Daher ist ein ausgewogenes Nährstoffverhältnis im Futter hinsichtlich des Wachstums äußerst wichtig. Der Rohproteinbedarf im Futter für Karpfen liegt bei 30%-40% und hängt im Wesentlichen vom Alter bzw. Größenklasse der Fische ab (Ogino, 1980a). Karpfen, die mit dem Alleinfuttermittel gefüttert wurden, haben keinerlei erhöhten Körperfettgehalt, obwohl auch sie ad libitum gefüttert wurden. Dieses lässt sich durch die Futterzusammensetzung erklären. Die im Alleinfuttermittel enthaltenen Kohlenhydrate und Fette stellen die Energie für die Stoffwechselprozesse zur Verfügung und somit kann das angebotene Protein idealerweise direkt zum Muskelaufbau verwendet werden. Der Kohlenhydratanteil im Alleinfuttermittel beträgt nur die Hälfte verglichen mit den Getreidefuttermitteln. Daraus resultiert ein signifikant erniedrigter Körperfettgehalt, da die Fische die Kohlenhydrate vorrangig als Energiequelle für die Aufrechterhaltung des Stoffwechselkreislaufs verwenden. Bei den Fischen im Freilandversuch spiegelt die Körperzusammensetzung die unausgewogene Futterzusammensetzung deutlich wieder. Im Laufe der Zeit verfetten die Fische, deutlich an den hohen Körperfettgehalten zu erkennen, da sie sich fast ausschließlich von Kohlenhydraten ernährten und unzureichend Protein aufnahmen.

Die histologischen Untersuchungen zeigten, dass keinerlei erkennbare anatomische Unterschiede innerhalb des Darmgewebes zwischen den einzelnen Fütterungsgruppen, sowohl in der Kreislaufanlage als auch im Freiland, auftraten, welches durch die ähnliche Futterzusammensetzung erklärt werden kann. Es kann von daher ausgegangen werden, dass die Fische keinerlei Mangel Bezüglich der Ernährung erlitten haben oder die Nahrung negative Auswirkungen auf die Darmaktivitäten ausübt. Diese Schlussfolgerung lässt sich auch anhand der Gewichtszunahmen und der gesundheitlichen Entwicklung der Fische belegen.

Durch die in der vorliegenden Studie erbrachten Ergebnisse des Fütterungsversuchs kann eine positive Schlussfolgerung für das Bruchkorngetreide ausgesprochen werden. In der Gesamtheit betrachtet ist das Bruchkorngetreide dem ökologischen Futtergetreide gleichzusetzten und ökonomisch betrachtet vorzuziehen. Bruchkorngetreide ist im Einkauf wesentlich günstiger als ökologisch erzeugtes Futtergetreide.

5. Schlußfolgerung

Da keinerlei negative oder signifikant schlechtere Ergebnisse weder bei den Wachstumsparametern, noch bei den Gesundheitsparametern im Vergleich zu herkömmlich ökologisch erzeugten Futtermitteln in beiden Fütterungsversuchen beobachtet werden konnten, lässt sich einer grundsätzlichen Eignung des Bruchkorngetreides als Futtermittel in der ökologischen Karpfenproduktion nichts entgegensetzen. Im Gegenteil, dem getesteten Bruchkorn sollte eine erhöhte Aufmerksamkeit seitens der Karpfenproduzenten entgegengebracht werden. Das hier getestete Bio-Bruchkorngetreide bietet eine hervorragende Möglichkeit die deutsche ökologische Karpfenproduktion deutlich zu optimieren und es bietet zusätzlich einen wirtschaftlichen Anreiz von der konventionellen zur ökologischen Produktionsmethode zu wechseln und somit die ökologische Produktion zu vergrößern.

6. Zusammenfassung

Die ökologische Karpfenproduktion ist mit ca. 1% an der gesamten deutschen Karpfenproduktion beteiligt. Durch hohe Futtermittelpreise für ökologische Futtermittel ist es für den Produzenten schwer, wirtschaftlich rentabel zu arbeiten. Daher können alternative günstige ökologische Futtermittel den Anreiz schaffen, von einer konventionellen Produktionsmethode zu einer ökologischen zu wechseln und somit eine Steigerung der Karpfen-Ökoproduktion in Deutschland zu erzielen.

In der vorliegenden Untersuchung wurde Bio-Bruchkorn als Futtermittel getestet. Bruchkorn ist ein Abfallprodukt der Getreideherstellung und wird momentan als Futtermittel in der Geflügel und Säugetierhaltung als Futterschrot eingesetzt. Es fällt bei mechanischen Reinigungsprozessen des Getreides an und setzt sich aus zerbrochenen Körnern, Untersaaten sowie Insektenresten zusammen.

Das Bio-Bruchkorn wurde in zwei Fütterungsversuchen an Karpfen im Vergleich zu Bio-Getreidefuttermittel getestet. Zum einen in einer geschlossenen Kreislaufanlage unter kontrollierten Haltungsbedingungen, zum anderen in einer Teichwirtschaft, die nach ökologischen Richtlinien arbeitet. Die Wachstumsergebnisse und Körperzusammensetzungen der Tiere wurden statistisch ausgewertet und mit einander verglichen.

Die Ergebnisse beider Versuche zeigen, dass Bio-Bruchkorn eine sehr gute Alternative zum herkömmlich eingesetzten Biofuttermittel ist. Es zeigten sich keinerlei schlechtere Wachstumsergebnisse oder signifikant schlechtere Futtermittelnutzungen beim Bio-Bruchkorn im Vergleich beider Testfuttermittel. Die Fische litten unter keinerlei Mangel und wiesen gute Gewichtszunahmen sowie Futtermittelnutzungen auf.

Als Fazit lässt sich somit sagen, dass das hier getestete Bio-Bruchkorn eine sehr gute Alternative zu herkömmlichen Getreidefuttermitteln ist. Ein großer Vorteil dieses Futtermittels ist neben der guten Nährstoffzusammensetzung der Preis. Das Bio-Bruchkorn ist als eigentliches Abfallprodukt wesentlich günstiger als ökologisches Futtergetreide (ca. 30-50% günstiger) und somit können bei einem Einsatz von Bio-Bruchkorn in der ökologischen Karpfenproduktion höhere finanzielle Gewinne erwirtschaftet werden.

7. Literatur

Kaushik, S.J. (1995) Nutrient requirements, supply and utilization in the context of carp culture. *Aquaculture*, 129, 225–241.

Nagai, M., Ikeda, S., 1971. Carbohydrate metabolism in fish. 2. Effect of dietary composition on metabolism of Glucose-6-C-14 in carp. *Bulletin of the Japanese society of scientific fisheries*. Volume 37,(5),

Ogino C., 1980a. Protein requirements of carp and rainbow trout. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 46, 385-388.

Przybyl, A., Mazurkiewicz, J. 2004., Nutritive value of cereals in feeds for common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Czech J. Anim. Sci.*, 49, (7), 307–314

Taekeuchi, T., Watanabe, T., Ogino, C., 1979. Availability of carbohydrate and lipid as dietary energy-sources for carp. *Bulletin of the Japanese society of scientific fisheries*. Volume: 45 (8), 977-982

Wang, Y., Guo, J.L., Li, K., Bureau. P., 2006. Effects of dietary protein and energy levels on growth, feed utilization and body composition of cuneate drum (*Nibea miichthioides*). *Aquaculture*. Volume 252. Issue 2-4.