

Algen in der Tierernährung

Vincent Lognone (Pleubian, Frankreich)

1. Einleitung

Zur Gruppe der Algen gehören sehr unterschiedliche photosynthetisierende Pflanzen ohne Wurzeln, Stängel und Leitbündel. Algen kommen als kleine Einzeller vor, aber auch als komplexe, vielzellige Formen, die bis zu 65 m lang werden können. Ihr Lebensraum reicht von Meeren über Binnenseen bis zu terrestrischen Böden, von heißen bis zu eisigen Klimaten. Man unterteilt Algen in verschiedene Algenklassen, wobei die Farbe einen Hinweis auf die Zugehörigkeit liefert. Aber auch der Lebenszyklus und die chemische Zusammensetzung der Reservestoffe sowie der Zellwände werden hier berücksichtigt.

Weltweit werden jährlich 8 Millionen Tonnen Algenfrischmasse umgeschlagen. Die wichtigsten Algenproduzenten sind China, Korea und Japan (Tab. 1), die zusammen drei Viertel der Gesamterzeugung innehaben. 90 % davon entfällt auf Kulturen.

Tabelle 1: Top Ten der Algenproduzenten

Land	Produktionsmenge (t) im Jahr 2000
China	4.646.263
Philippinen	657.044
Japan	619.281
Nordkorea	401.000
Südkorea	385.956
Chile	280.844
Indonesien	223.143
Norwegen	192.426
Indien	100.000
Frankreich	70.354

Weltweit gesehen stellt die Verwendung von Algen als Lebensmittel in Form von „Algengemüse“ wert- und volumenmäßig den größten Absatzmarkt dar. 75 % der Gesamtproduktion entfällt auf diesen Bereich, wobei die südwestlichen Länder Asiens über einen hohen direkten Verbrauch den größten Anteil daran haben. Algen sind dort seit Jahrtausenden bekannt und dank ihrer organoleptischen Eigenschaften ein sehr geschätztes Produkt (Algenblätter).

Im Okzident ist der direkte Verzehr von Algen relativ unbedeutend, nimmt aber in letzter Zeit zunehmend an Popularität zu. Algen sind zwar seit den sechziger Jahren häufig als Nahrungsbestandteil zu finden, aber mehr aufgrund ihrer technologischen Eigenschaften. Agar-Agar, Alginate und Carrageen sind wichtige Komponenten/Zusätze der Nahrungsmittelindustrie. Auch in Kosmetika bzw. in Futtermitteln werden Algen meist in Form von Extrakten als Emulgatoren, Stabilisatoren, Verdickungs- und Gelliermittel eingesetzt. Makroalgen werden aufgrund ihres hohen Gehaltes an Mineralien und Faserstoffen, Mikroalgen wegen ihres Gehaltes an mehrfach ungesättigten Fettsäuren in Form von Mehlen dem Tierfutter beigemischt.

Mit den nachfolgenden Ausführungen sollen einige wichtige Informationen und ein besseres Wissen über den Rohstoff „Alge“ im Hinblick Taxonomie, rechtliche Regelung

sowie ernährungsphysiologische Eigenschaften vermittelt werden. Darüber hinaus sollen einige Beispiele für den Einsatz in der Tierernährung gegeben werden.

2. Artenvielfalt

Algen stellen eine große Artenvielfalt dar. Unter dem Begriff Alge sind nicht nur Prokaryonten und Eucaryonten, sondern auch Mikroalgen und Makroalgen zusammengefasst. Insgesamt gibt es schätzungsweise 30.000 oder 40.000 Arten, die Diatomee (Kieselalge) umfasst sogar 100.000 Arten (Tab. 2).

Tabelle 2: Botanische Einteilung der Algen

Klasse	lat. Bezeichnung	Arten
Braunalgen	Phaeophyceae	<i>Laminaria sp.</i> , <i>Macrocystis sp.</i> , <i>Ascophyllum sp.</i>
Rotalgen	Rhodophyceae	<i>Chondrus sp.</i> ,
Grünalgen	Chlorophyceae	<i>Chlorella sp.</i> , <i>Ulva sp.</i>
Blaualgen	Cyanophyceae	<i>Spirulina sp.</i>
Diatomeen	Bacillariophyceae	

- Die Cyanobakterien (Blau-/Blau-Grünalgen) leben vorwiegend aquatisch und zwar eher in Süßwasser als in Meerwasser und können sich aktiv gleitend fortbewegen. Zu ihnen gehört *Spirulina*.
- Bei den Rotalgen kann man grundsätzlich unterscheiden zwischen den Kalkbildnern wie Lithotham und den Carrageen produzierenden Arten wie z. B. *Chondrus crispus*. Sie kommen hauptsächlich in marinen, tropischen Gewässern vor und wachsen dort auf festen Untergründen.
- Die Braunalgen leben ähnlich wie die Rotalgen, bevorzugen aber die gemäßigten Küstenregionen. Braunalgen können eine Länge von 100 m erreichen (z. B. *Macrocystis*), die großen Arten nennt man Tang (Kelp).
- Auch bei den Grünalgen gibt es große Unterschiede zwischen Mikroalgen wie z. B. *Chlorella* und Makroalgen wie z. B. *Ulva*.

Die extreme Artenvielfalt dieser Organismen ist erstaunlich und auch die Tatsache, dass die *Ulva* stammesgeschichtlich der Pappel näher steht als der Braunalge *Ascophyllum nodosum*.

Algen zählen zu den photosynthetischen Organismen, die ihre organischen Moleküle aus Kohlendioxid, Wasser und Mineralien herstellen. Auf diese Art und Weise produzieren sie eine große Menge Sauerstoff, die für das Leben auf der Erde notwendig ist. Cyanobakterien stehen am Beginn der Sauerstoffproduktion auf der Erde und somit auch am Anfang tierischen Lebens.

Algen sind das erste Glied in der Nahrungskette, sie werden über Zooplankton aufgenommen oder direkt von den Fischen verzehrt.

Im Orient stehen Algen seit Menschengedenken auf dem Speisezettel; im Okzident dienen sie seit Jahrhunderten als Lieferant der Rohstoffe Soda, Jod und Hydrokolloiden.

3. Rechtliche Regelung

Gemäß EU-Recht (98/67/EG) dürfen Seealgen und auch kohlensaurer Algenkalk (Maërl aus Kalkalgen wie Lithotham) als Einzelfuttermittel in der Fütterung landwirtschaftlicher Nutztiere eingesetzt werden. Diese beiden Quellen können in Deutschland auch von QS zertifizierten Betrieben verwendet werden, da sie in der umfangreichen Rohstoff-Positivliste der Normenkommission für Einzelfuttermittel (DLG) gelistet sind. Der Einsatz von Algen aus anderer Quelle (z. B. Süßwasser-algen aus industrieller Erzeugung) ist nicht gestattet.

Wie bereits weiter oben erwähnt finden Algenprodukte auch als Futterzusatzstoffe (als Emulgatoren, Stabilisatoren, Verdickungs- und Geliermittel) in der Tierernährung Verwendung und sind über die EU-Richtlinie 70/524/EWG geregelt.

Der bedeutende Jodgehalt der Braunalgenmehle ist der Grund für den begrenzten Einsatz in Futtermitteln, um so die futtermittelrechtlich erlaubten Höchstmengen an Jod in Futtermitteln einzuhalten (70/524/EWG). Die nachstehend genannten Werte sind von einer kürzlich veröffentlichten EU-Verordnung (1334/2003/EG) zur Änderung von Höchstgehalten für einige Spurenelemente nicht betroffen:

- * Pferde: 4 mg/kg
- * Fische: 20 mg/kg
- * Andere Arten: 10 mg/kg

Bei einem erlaubten Maximalgehalt von 10 mg Jod pro kg Futter darf Laminaria, die einen Jodgehalt von 5000 mg/kg hat, im Futter nur mit 2 kg/t eingesetzt werden. Für Fucus, dessen Jodgehalt zwischen 500 und 1000 mg/kg liegt, errechnet sich ein Maximalgehalt von 10 bis 20 kg/t Futter.

4. Ernährungsphysiologische Eigenschaften

4.1 Mineralstoffe

Algen schöpfen aus dem Meer einen unvergleichlichen Reichtum an Mineralien, der sich durch eine große Vielfalt auszeichnet: Makroelemente wie Natrium, Kalzium, Magnesium, Kalium, Chlor, Schwefel, Phosphor, außerdem Spurenelemente wie Jod, Eisen, Zink, Kupfer, Selen, Molybdän, Fluor, Mangan, Bor, Nickel und Kobalt.

Rot-, Braun- und Grünalgen ähneln sich in ihrem Gesamtgehalt an Mineralien. Bei den braunen und roten Algen beträgt der Anteil an Mineralien 36 % in der Trockenmasse und bei den grünen 30 %.

Unter den vielen Mineralien sind zwei von besonderem Interesse - nämlich Jod und Kalzium. Für beide Elemente sind weltweit gesehen Mangelerscheinungen in der Bevölkerung bekannt.

4.2 Jod

In unserer Nahrung stellen Getreide und Gemüse eine nur mäßige Jodquelle dar (0,01 bis 0,2 mg/kg in der Bruttomasse). Die wichtigsten Jodquellen sind nach wie vor Fisch und Krustentiere (0,3 bis 3 mg/kg in der frischen

Ware) und auch Lebertran (8 mg/kg). Diese Werte sind aber vergleichsweise gering, wenn man dagegen den Jodgehalt von Algen betrachtet. Die höchsten Werte finden sich in Braunalgen mit den Arten *Laminaria* und *Fucus* mit 1.500 bis 8.000 mg/kg TM bzw. 500 bis 1.000 mg/kg TM. Rot- und Grünalgen weisen zwar nur eine mäßige Jodkonzentration von 100 bis 300 mg/kg TM auf, im Vergleich zu den klassischen Nahrungsquellen ist dies allerdings immer noch als hoch anzusehen.

Das Jod der Algen gibt es in verschiedenen Formen. In mineralischer Form, in organischer Form an Aminosäuren (Mono- und Di-Jod Thyrosin) oder an andere Kohlenstoffmoleküle gebunden. In welcher Form Jod vorliegt, hängt von der Algenklasse ab.

Bei den Braunalgen ist der mineralische Jodgehalt am höchsten (80 % des Gesamtjodgehaltes), wohingegen das Verhältnis bei den Grünalgen genau umgekehrt ist. Rotalgen enthalten etwa 40 % mineralisches Jod und 60 % organisch gebundenes Jod.

4.3 Kalzium

Unter den Makroalgen sind Algen mit einem Ca-Gehalt von 7 % in der Trockenmasse die wichtigste pflanzliche Quelle für Kalzium. Von besonderem Interesse ist hier die Kalkalge Lithotham mit einem Kalzium-Gehalt von 25 bis 34 %. Kalkalgen haben die Besonderheit, dass sie in ihren Zellwänden Kalk in Form von Kalziumkarbonat, das mit Magnesiumkarbonat verbunden ist, einzulagern. Wenn die Alge abstirbt, bleibt ihr Kalkskelett bestehen und bildet ein Meeressediment, das man Maërl nennt und einen wichtigen Betriebszweig an der bretonischen Küste (ungefähr 500.000 Tonnen/Jahr) darstellt. Maërl wird hauptsächlich als Düngemittel genutzt. Seit einigen Jahren wird es auch als Mineralstoff für Futtermittel und für Kosmetik verwendet.

Das Kalzium des Maërls löst sich unter gastrointestinalen Bedingungen hervorragend auf (pH = 1,5). Es ionisiert bei Anwesenheit von Wasser, d. h. es geht in die kleinste atomare Form über, weshalb Kalzium aus Maërl eine gut verfügbare Kalziumquelle darstellt.

4.4 Protein

Meeresalgen weisen einen stark schwankenden Proteingehalt auf (Tab. 3). Während Braunalgen nur über eine geringe Proteinkonzentration (5 bis 11 %) verfügen, so gibt es unter den Rotalgen Sorten mit Proteingehalten von 30 bis 40 %, die quantitativ vergleichbar sind mit denen von proteinreichen Pflanzen (z. B. Soja). Grünalgen, die zurzeit nur wenig geschätzt sind, haben ebenfalls einen nicht unbeachtlichen Proteingehalt, der immerhin bis zu 30 % in der Trockenmasse betragen kann. Die *Spirulina*, eine Süßwasser-Mikroalge, ist für ihren hohen Proteingehalt (70 % in der Trockenmasse) bekannt.

Tabelle 3: Rohnährstoffgehalte von Algen (% der Trockenmasse)

	Rohfaser	Rohprotein	Rohfett
Braunalgen	33-47	5-11	1,5-6,5
Rotalgen	33-37	10-30	0,6-3,4
Grünalgen	33-38	10-30	1,8-2,0
Blualgen	13-17	60-71	6,0-7,0

4.5 Vitamine

Trotz großer saisonaler Schwankungen ist die Zusammensetzung an Vitaminen in den Algen wegen ihrer vorbildlichen Ausgewogenheit sehr interessant. Hauptaugenmerk liegt auf dem Provitamin A (Rotalgen), auf Vitamin C (Braun- und Grünalgen) und auf Vitamin E (Braunalgen). Die B-Vitamine (B₂ und B₃ insbesondere) sind im allgemeinen gut vertreten. Eine Besonderheit stellt Vitamin B₁₂ dar: Algen enthalten einen nicht unbeachtlichen Gehalt dieses Vitamins, wohingegen andere Pflanzen so gut wie kein Vitamin B₁₂ aufweisen. Mit Ausnahme von Vitamin B₁₂ liegen nur wenige Erkenntnisse über die Bioverfügbarkeit von Vitaminen in Algen vor. Im Falle von Vitamin B₁₂ sind die Meinungen geteilt. Neuere Untersuchungen deuten jedoch darauf hin, dass Vitamin B₁₂ aus Algen eine gute Bioverfügbarkeit aufweist.

Vitamin C kommt in beträchtlichen Mengen in bestimmten Rot- und Grünalgen vor, die Gehalte schwanken hier zwischen 50 und 300 mg/100 g TM (vergleichbar mit der Tomate), womit man mit ungefähr 10 g die empfohlene Tagesdosis (30 mg) deckt.

Das Provitamin A in den Algen besteht hauptsächlich aus β -Carotin und β -Carotin. Rot- und Braunalgen haben die höchsten Gehalte (2 bis 17 mg/100 g), womit man ebenfalls die empfohlene Tagesdosis decken kann.

Obwohl in Algen einige Vitamine in beachtlichen Mengen enthalten sind, liegt das Hauptaugenmerk nicht auf dem absoluten Vitamingehalt sondern vielmehr auf ihrem Verhältnis zueinander.

4.6 Fett

Der Fettgehalt von Algen ist sehr gering (1 bis 3 % TM). Lediglich bei den von unserer Küste stammenden Algen, *Ascophyllum nodosum*, kann der Gehalt bei bis zu 5 % liegen. In der Qualität unterscheiden sich die Algenfette von den Fetten in Pflanzen. Sie weisen deutlich höhere Gehalte an essenziellen Fettsäuren auf. Dies scheint besonders für *Ascophyllum nodosum* charakteristisch zu sein.

Auch Grünalgen, deren Fettsäuren-Zusammensetzung ähnlich der von höheren Pflanzen ist, zeigen einen viel höheren Gehalt an Oleinsäure (C 18:1) und an essenzieller Alpha-Linolensäure (ω 3-C18:3), welche vom Menschen nicht synthetisiert werden kann.

Eine Besonderheit der Rotalgen ist, dass sie zu einem großen Teil mehrfach ungesättigte Fettsäuren bis zu einer Kettenlänge von 20 Kohlenstoffatomen enthalten, denn diese Fettsäuren sind hauptsächlich in der Tierwelt zu finden. Bei *Porphyra* besteht die bekannte Eicosapentaensäure (ω 3-C20:5) zu 50 % aus mehrfach ungesättigten Fettsäuren. Arachidonsäure (ω 6:C20:4) kommt auch vor. Die mehrfach ungesättigten Fettsäuren mit 18 Kohlenstoffatomen wie die Linolensäure und Linolsäure sind ebenfalls enthalten (10 % des gesamten Fettsäuregehaltes bei *Porphyra*).

Bei den Braunalgen ist die Zusammensetzung der Fettsäuren vergleichbar mit der der Rotalgen.

4.7 Rohfaser

Der Gehalt an Rohfaser bezogen auf die Trockenmasse ist bei Algen sehr hoch (32 bis 50 %). Die unlösliche Roh-

faser, die für eine Verringerung der Passagerate im Intestinaltrakt bekannt ist, besteht zu einem erheblichen Teil aus Zellulose. Die unlöslichen Faserstoffe sorgen in klassischer Weise für eine verringerte Passagerate im Intestinaltrakt (Tab. 4).

Tabelle 4: Rohfaser-Gehalte in Algen

	Gesamt (% TM)	Lösliche Rohfaser (% TM)	Unlösliche Rohfaser (% TM)
<i>Ascophyllum nodosum</i>	47,4	35,4	12,0
<i>Laminaria digitata</i>	37,3	32,6	4,7
<i>Himanthalia elongata</i>	32,7	25,7	7,0
<i>Undaria pinnatifida</i>	35,3	30,0	5,3
<i>Porphyra tenera</i>	34,7	17,9	16,8
<i>Palmaria palmata</i>	33,5	18,9	14,6
<i>Gracilaria verrucosa</i>	36,6	26,9	9,7
<i>Ulva sp.</i>	38,1	21,3	16,8
<i>Enteromorpha sp.</i>	33,4	17,2	16,2

Sehr interessant ist, dass der Anteil der löslichen Faserstoffe bei den Grün- und Rotalgen 51 bis 56 % des gesamten Faserstoffanteils beträgt und bei den Braunalgen 67 bis 87 %.

Spezielle lösliche Polysaccharide in Rotalgen (*Gracilaria verrucosa*, *Chondrus crispus*, *Porphyra umbilicalis*, *Palmaria palmata*) sind Agar-Agar, Carrageen und Xylane (Tab. 5). Agar-Agar und Carrageen sind Sulfatpolymere der Galaktose und der Anhydrogalaktose. Xylane sind neutrale Polymere der Xylose.

Bei den Braunalgen (*Ascophyllum nodosum*, *Fucus vesiculosus*, *Himanthalia elongata*, *Undaria pinnatifida*) sind Laminaran, Alginate und Fucane die löslichen Faserstoffe (Tab. 5). Das Laminaran (β -Glucan) besteht aus neutralen Polymeren der Glukose. Die Alginate sind die Polymere der Mannuron- und Guronsäure.

Tabelle 5: Lösliche NSPs in Algen

Algen	NSPs der Zellwände	Speicher-NSPs
<i>Laminaria digitata</i>	Fucane	Laminaran
<i>Laminaria saccharina</i>	Alginate	
<i>Fucus vesiculosus</i>		
<i>Himanthalia elongata</i>		
<i>Undaria pinnatifida</i>		
<i>Ascophyllum nodosum</i>		
<i>Gracilaria verrucosa</i>	Agar-Agar	
<i>Porphyra umbilicalis</i>		
<i>Chondrus crispus</i>	Carrageen	
<i>Palmaria palmata</i>	Xylan	
<i>Ulva sp.</i>	Ulvan	
<i>Enteromorpha sp.</i>		

Die löslichen Faserstoffe stehen im Allgemeinen im Zusammenhang mit dem Hydrationsverhalten (Absorption, Retention, Quellen), das die Passage des Nahrungsbreis im Magen-Darm-Trakt beeinflusst und die hypocholesterinämisch und hypoglykämische Effekte zeigen. Bezogen

auf die Abbaubarkeit durch Bakterien im Intestinaltrakt kann man drei Kategorien unterscheiden:

- die leicht und vollständig abbaubaren Substanzen wie Xylan und Laminaran,
- die schlecht abbaubaren Bestandteile wie Agar-Agar, Carrageene, Ulvane und Fucane,
- die teilweise abbaubaren Alginat, aus denen durch β -Eliminierung Oligomere entstehen.

Die ebenfalls anfallenden Oligomere, Oligo-Alginat und Oligo-Laminarane zeigen in vitro sogenannte bifidogene Effekte, die eine präbiotische Nutzung möglich erscheinen lassen.

In der folgenden Tabelle 6 sind die unlöslichen NSPs von Algen aufgelistet.

Tabelle 6: Unlösliche NSPs in Algen

Algen	Polysaccharide der Zellwände
<i>Laminaria digitata</i> <i>Laminaria saccharina</i> <i>Fucus vesiculosus</i> <i>Himantalia elongata</i> <i>Undaria pinnatifida</i> <i>Ascophyllum nodosum</i>	Cellulose
<i>Gracilaria verrucosa</i> <i>Chondrus crispus</i> <i>Palmaria palmata</i>	Cellulose Fucane
<i>Porphyra umbilicalis</i>	Mannane Xylane
<i>Ulva sp.</i> <i>Enteromorpha sp.</i>	Cellulose Glucoxylane Glucuronane

5. Verwendung

In Küstenregionen werden Algen in großem Umfang für die Fütterung von Tieren verwendet. Im ersten Weltkrieg führte der Hafer- und Futtermangel dazu, dass stattdessen Algen als Rohstoffe verwendet wurden. In den Jahren 1960 bis 1980 wurden bedeutende Mengen Fucusmehl für die Tierernährung produziert. In letzter Zeit sind auch für spezifische Anwendungen in der Tierernährung technische Produkte entwickelt worden.

Die Braunalge *Macrocystis pyrifera* dient zur Herstellung von komplexen Oligoelementen. Sie wird in feuchter Form mit Sulfaten der Spurenelemente Kupfer, Zink, Eisen und Mangan vermischt. Die Mischungen werden dehydriert und zermahlen. Diese Produkte, die man SQM nennt, sollen die Bioverfügbarkeit der Spurenelemente verbessern. Die Alginat, die in den Zellwänden der Algen angesiedelt sind, führen zur Chelatbildung mit den zweiwertigen und vielwertigen Ionen. Die Stabilität dieser Komplexe ist auf die Struktur der Alginat zurückzuführen. Die Guluronat-Blöcke bilden Chelate, während die reinen Mannuronat-Blöcke und die Guluronat-/Mannuronat-Blöcke weniger stabile Komplexe bilden. Im Laufe der Verdauung werden die Spurenelemente dann durch die herrschenden physisch-chemischen Bedingungen wieder freigesetzt.

Eine andere Braunalge, *Ascophyllum nodosum*, wird als technische Komponente verwendet, um Futtermittel für

Garnelen zu binden. Das Algenmehl wird mit Kalziumfänger gemischt. Der Ionenaustausch (Kalzium ersetzt Natrium) entsteht, während sich das Mehl im Wasser auflöst. Die rheologischen Eigenschaften der Alginat werden somit aktiviert: Verdickung und Gelierung. Konkret heißt das, dass die Algensuspension mit dem Futter gemischt wird und das ganze unter Zugabe von Kalzium geliert. Dieses Verfahren vermeidet eine Dispersion des Futters im Meereswasser, womit die Aufnahme des Futters durch die Garnelen begünstigt und der Umweltverschmutzung vorgebeugt wird.

Die Verwendung mancher Algen als Wurmmittel in der traditionellen Medizin ist heute nicht mehr ganz zeitgemäß, obwohl die Algenart *Alsidium helminthocorton*, auch „Mousse de Korsika“ genannt, seit Jahrhunderten bei Kindern gegen den Madenwurm eingesetzt wird. Das gleiche gilt für *Diginea simplex*, welche in getrockneter oder abgekochter Form in Asien verwendet wird, und auch für die *Ulva* auf Kuba und die *Durvillea* in Neuseeland.

Zwei Stoffwechselprodukte, die als Wurmmittel genutzt werden, finden sich häufig auch im Gewebe bestimmter Algenkörper: Kainsäure (2-Carboxymethyl-4-Isopropenyl-Prolin) und Domoinsäure (3-Carboxyl-4-(5-Carboxylmethylhexa-1,3 Dienyl)-Prolin), die von ihrer Struktur her den Aminosäuren ähneln und hier insbesondere der Glutaminsäure. Diese Moleküle wirken gegen Würmer.

In der Aquakultur werden Mikroalgen nur zum Zeitpunkt des Schlupfes verwendet. Sie dienen als Ernährungsgrundlage für die Lebendnahrung der Larven/Fingerlinge.

Die Mikroalge *Haematococcus pluvialis* produziert bis zu 5 % der Trockenmasse an Astaxanthin. Dieser Farbstoff wird zur Färbung von Lachsen verwendet. Mikroalgen werden u. a. auch dem Legehennenfutter beigemischt, um den Gehalt an mehrfach ungesättigten Fettsäuren in den Eiern zu erhöhen.

6. Zusammenfassung

Seit Jahrhunderten werden Algen traditionell in der Tierernährung eingesetzt. Aktuell ist ihre Verwendung eher nebensächlich - aufgrund relativ hoher Kosten des Rohstoffes. Trotzdem werden Algen als Zusatzstoff aufgrund ihrer technologischen und ernährungsphysiologischen Eigenschaften mit einigen Kilogramm pro Tonne Futter eingesetzt. Unter diesem Gesichtspunkt sollten Algenmehle nach ihren rheologischen Eigenschaften und ihrem Aktivgehalt standardisiert werden.

Zukünftig scheint der Sektor der Aquakultur ein vielversprechendes Einsatzgebiet zu sein. In der Tat ist der Fischfang zur Vermarktung von Fischmehlen und -ölen bereits heute sehr wichtig und wird in den kommenden Jahren nicht den Bedarf in der Aquakultur decken können. Man muss also alternative, für die Ernährung von Krustentieren und Fischen geeignete Futterrohstoffe finden.

Anschrift des Verfassers

Vincent Lognone
CEVA
Presqu'île de Pen - Lan B.P. 3
L'Armor Pleubian
22610 Pleubian - Frankreich
E-mail: algue@cera.fr