

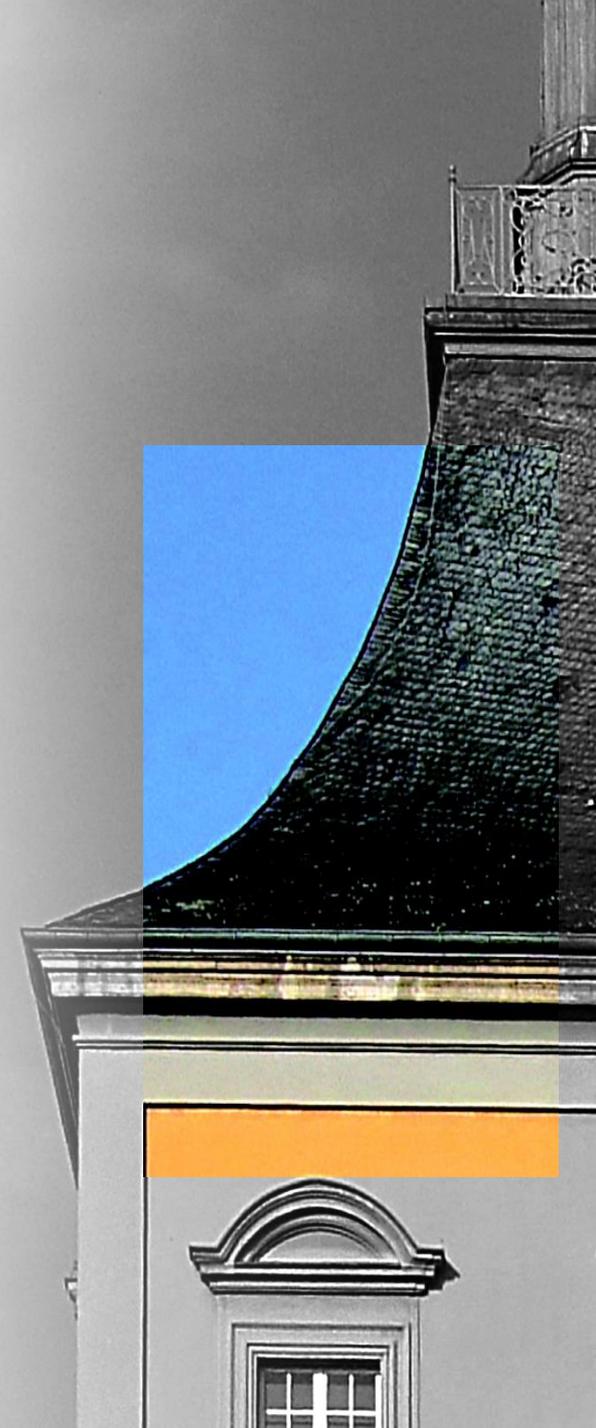


UNIVERSITÄT **BONN**

FOOD AND HEALTH ACADEMY 2018/19  
10.01.2019

# **WIE ESSEN WIR MORGEN – INSEKTEN, ALGEN ODER SONSTIGES GETIER?**

**PROF. DR. PETER STEHLE  
ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE  
UNIVERSITÄT BONN**



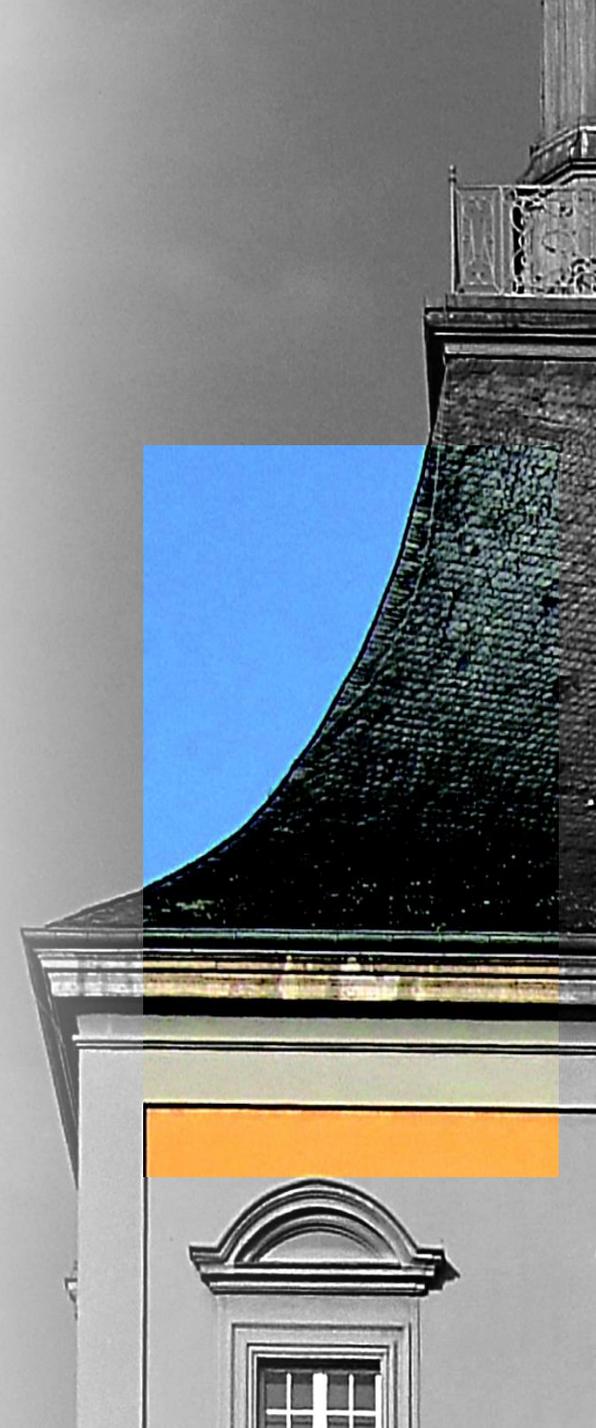


UNIVERSITÄT **BONN**

FOOD AND HEALTH ACADEMY 2018/19  
10.01.2019

# **WIE MÜSSEN WIR MORGEN ESSEN – INSEKTEN, ALGEN ODER SONSTIGES GETIER?**

**PROF. DR. PETER STEHLE  
ERNÄHRUNGSPHYSIOLOGIE  
UNIVERSITÄT BONN**



## ***GLIEDERUNG***

- **Gesellschaftliche Herausforderungen**
- **Alternative Nährstoffquellen**
- **Algen- und Insektenproteine in der Humanernährung**
- **Algen- und Insektenproteine in der Tierernährung**
- **Fazit**

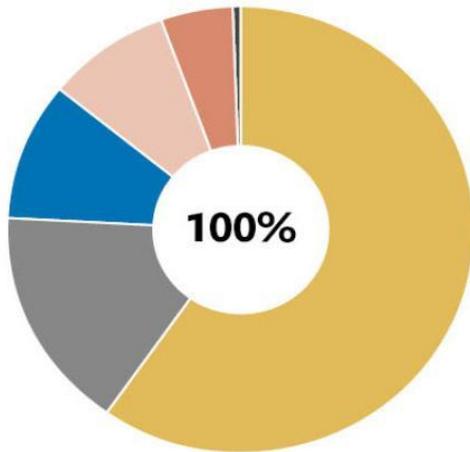
## ***GLIEDERUNG***

- **Gesellschaftliche Herausforderungen**
- Alternative Nährstoffquellen
- Algen- und Insektenproteine in der Humanernährung
- Algen- und Insektenproteine in der Tierernährung
- Fazit

# STETIGE ZUNAHME DER WELTBEVÖLKERUNG

**2015**

**7,35 Milliarden**

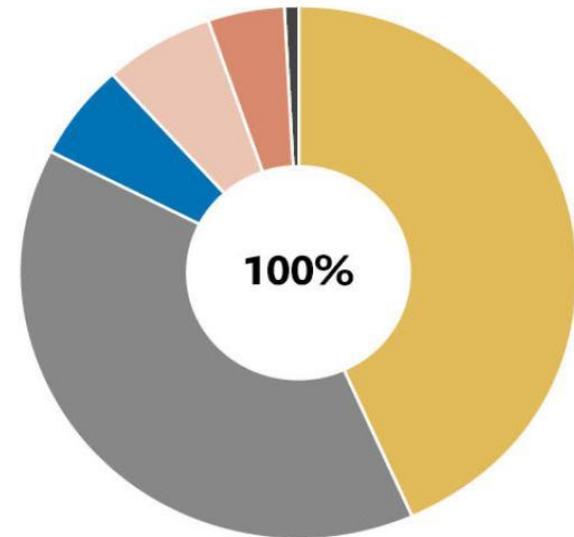


Angaben in Prozent

<b>59,78</b>	Asien	<b>43,60</b>
<b>16,14</b>	Afrika	<b>39,12</b>
<b>10,04</b>	Europa	<b>5,76</b>
<b>8,63</b>	Lateinamerika/ Karibik	<b>6,43</b>
<b>4,87</b>	Nordamerika	<b>4,46</b>
<b>0,53</b>	Ozeanien	<b>0,63</b>

**2100**

**11,21 Milliarden**



JELLE: STIFTUNG WELTBEVÖLKERUNG

- **Gegenwärtig dominierende landwirtschaftliche Produktionsverfahren verändern (schädigen) dauerhaft unsere Umwelt.**
- **Verfügbare Produktionsflächen werden deutlich weniger.**
- **Klimawandel beeinflusst (verringert) Ernteerträge.**



**Andere (neue) Produktionsverfahren sind unverzichtbar!**

# ERNÄHRUNG IST NICHT MEHR GESICHERT

**Ausreichende Versorgung der Weltbevölkerung mit Energie und Eiweiß kann in naher Zukunft nicht mehr gesichert werden.**



**Übernahme der „westlichen“ Ernährungsweise in anderen Regionen der Welt verstärkt (beschleunigt) diese Entwicklung erheblich.**



**Gibt es Lösungsansätze?**



## ***GLIEDERUNG***

- Gesellschaftliche Herausforderungen
- **„Alternative“ Nährstoffquellen**
- Algen- und Insektenproteine in der Humanernährung
- Algen- und Insektenproteine in der Tierernährung
- Fazit

- **Nährstoffe müssen für den Menschen verfügbar sein.**
- **Nährstoffquellen müssen sicher (unbedenklich) sein.**
- **Primärproduktion muss unter umwelt- und klimaschonenden Bedingungen möglich sein.**
- **Kein/nur geringer (zusätzlicher) Landflächenbedarf**

- **Mikro- und Makroalgen**

- ✓ brauchen keine Landflächen
- ✓ sind „kultivierbar“
  - Verwertbarkeit?
  - Unbedenklichkeit?



- **Insekten**

- ✓ brauchen (wenig) zusätzliche Landflächen
- ✓ sind „kultivierbar“
  - Verwertbarkeit?
  - Unbedenklichkeit?



# MAKRONÄHRSTOFFE IN MIKROALGEN

% DES TROCKENGEWICHTS

Alga	Protein	Carbohydrates	Lipids
<i>Anabaena cylindrica</i>	43–56	25–30	4–7
<i>Aphanizomenon flos-aquae</i>	62	23	3
<i>Chlamydomonas reinhardii</i>	48	17	21
<i>Chlorella pyrenoidosa</i>	57	26	2
<i>Chlorella vulgaris</i>	51–58	12–17	14–22
<i>Dunaliella salina</i>	57	32	6
<i>Euglena gracilis</i>	39–61	14–18	14–20
<i>Porphyridium cruentum</i>	28–39	40–57	9–14
<i>Scenedesmus obliquus</i>	50–56	10–17	12–14
<i>Spirogyra</i> sp.	6–20	33–64	11–21
<i>Arthrospira maxima</i>	60–71	13–16	6–7
<i>Spirulina platensis</i>	46–63	8–14	4–9
<i>Synechococcus</i> sp.	63	15	11

Table I

Nutritional profile of Spirulina Powder (composition by 100 g)

= ca. 2kg Algen

**Macronutrients**

Calories	373
<i>Total fat (g)</i>	4.3
Saturated fat	1.95
Polyunsaturated fat	1.93
Monounsaturated fat	0.26
Cholesterol	< 0.1
<i>Total carbohydrate (g)</i>	17.8
Dietary fiber	7.7
Sugars	1.3
Lactose	< 0.1
Protein B	63
<i>Essential amino acids (mg)</i>	
Histidine	1000
Isoleucine	3500
Leucine	5380
Lysine	2960
Methionine	1170
Phenylalanine	2750
Threonine	2860
Tryptophan	1090
Valine	3940
<i>Non-essential amino acids (mg)</i>	
Alanine	4590
Arginine	4310
Aspartic acid	5990
Cystine	590
Glutamic acid	9130
Glycine	3130
Proline	2380
Serine	2760
Tyrosine	2500

**Vitamins**

Vitamin A (as $\beta$ -carotene) <sup>b</sup>	352.000 IU
Vitamin K	1090 mcg
Thiamine HCL (Vitamin B1)	0.5 mg
Rivoflavin (Vitamin B2)	4.53 mg
Niacin (Vitamin B3)	14.9 mg
Vitamin B6 (Pyridox. HCL)	0.96 mg
Vitamin B12	162 mcg

**Minerals**

Calcium	468 mg
Iron	87.4 mg
Phosphorus	961 mg
Iodine	142 mcg
Magnesium	319 mg
Zinc	1.45 mg
Selenium	25.5 mcg
Cooper	0.47 mg
Manganese	3.26 mg
Chromium	<400 mcg
Potassium	1,660 mg
Sodium	641 mg

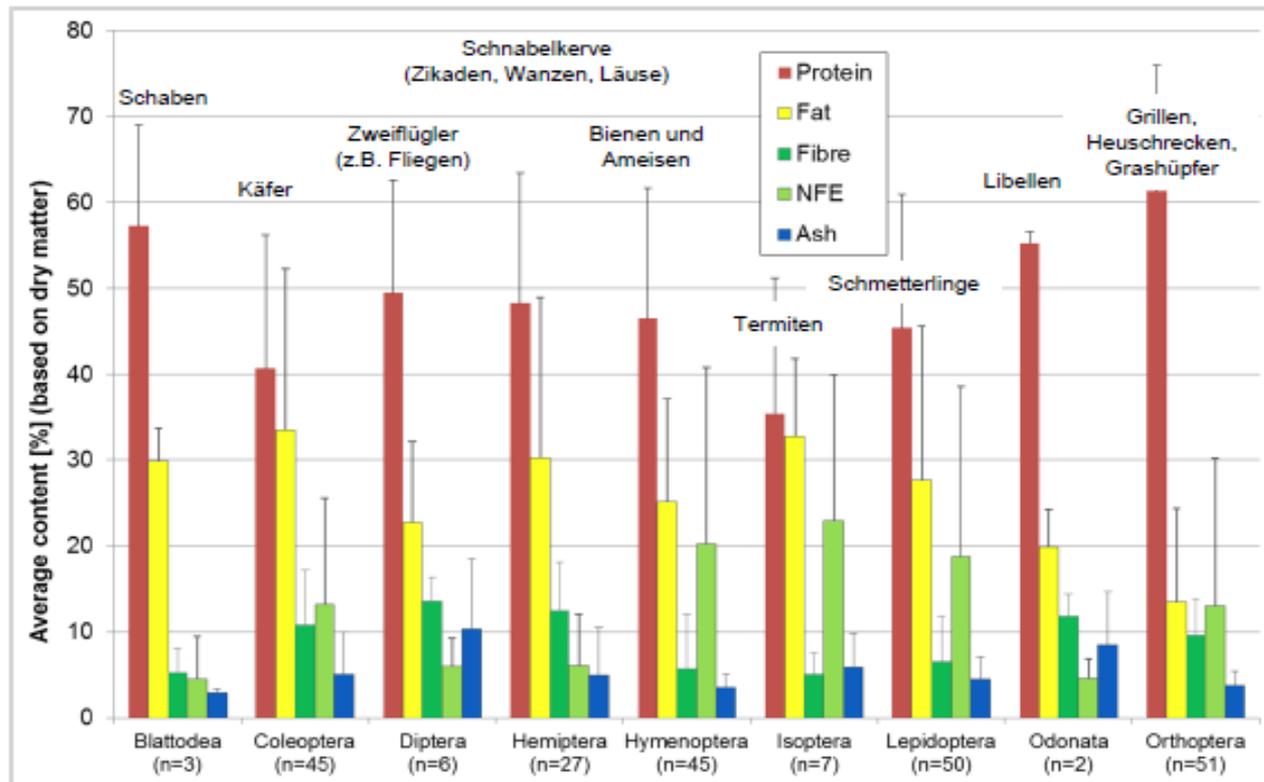
**Phytonutrients**

Phycocyanin (mean) <sup>b</sup>	17.2%
Chlorophyll (mean) <sup>b</sup>	1.2%
Superoxide dismutase (SOD)	531,000 IU
Gamma linolenic acid (GLA)	1080 mg
Total carotenoids (mean) <sup>b</sup>	504 mg
$\beta$ -carotene (mean) <sup>b</sup>	211 mg
Zeaxanthin	101 mg

<sup>a</sup> Most data are based on recent analysis by third-party laboratory.<sup>b</sup> In Earthrise Nutritional LLC.

## Durchschnittliche Zusammensetzung verzehrter Insekten

## 2. Nährstoffprofile



(n = Datenmenge; NFE – nitrogen-free extract (Kohlenhydrate));  
bezogen auf Trockenmasse; Quelle: Rumpold & Schlüter 2013 (angepasst))

- **Hohe Schwankungen von Spezies zu Spezies**
- **Abhängig von Züchtungsbedingungen (Ernährung)**
- **In quantitativ relevanten Mengen nachweisbar:**
  - **Kupfer, Eisen, Magnesium, Mangan, Phosphor, Selen, Zink**
  - **Riboflavin (B<sub>2</sub>), Pantothersäure, Biotin, (Folsäure, Cobalamin [B<sub>12</sub>])**

**Insekten, Algen etc. weisen (wie andere LM)  
potenzielle Gesundheitsrisiken auf:**

- **Antinutritiva**
- **Toxisches Potenzial (z.B. Anhäufung von pflanzl. Toxinen, Schwermetallen)**
- **Mikrobielle Verunreinigungen (z.B. Pathogene, Sporen)**

# ALTERNATIVE NÄHRSTOFFQUELLEN - UNBEDENKLICH?

Potential hazard	Insects	Microalgae	Seaweed	Duckweed	Rapeseed
Heavy metals	X	X	X	X	X
Pesticides	X	X	X	X	
Pathogens	X	X		X	
Allergens	X	X			X
ANFs			X		X
Toxins		X			
Natural toxins	X				
Mycotoxins	X				
Veterinary residues	X				
Dioxins			X	X	
Iodine			X		
Phenols				X	
Processing contaminants	X	X	X	X	X

⇒ **Kontrollierte Aufzucht und Verarbeitung unabdingbar**

Van der Spiegel et al, 2013

- **Nesseltiere (Quallen)**

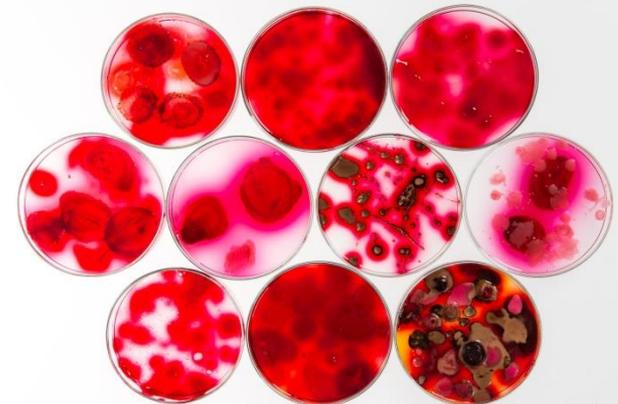
- ✓ brauchen keine Landflächen
- sind „kultivierbar“?
- Verwertbarkeit?
- Unbedenklichkeit?



Spiegeleiqualle

- **Produkte aus Stammzellen (in vitro-Fleisch)**

- ✓ brauchen nur ein Labor!?
- ✓ Verwertbarkeit
- Unbedenklichkeit



## Algen und Insekten

- Ergänzende Versorgung mit
  - Mikronährstoffen (Vitamine und Mineralstoffe)
  - Energie
  - Fetten
- Quantitative Versorgung mit Protein (Human- und Tierernährung)



**Qualität des Proteins ausreichend?**

## ***GLIEDERUNG***

- Gesellschaftliche Herausforderungen
- „Alternative“ Nährstoffquellen
- **Algen- und Insektenproteine in der Humanernährung**
- Algen- und Insektenproteine in der Tierernährung
- Fazit

# PROTEINGEHALT VON ESSBAREN INSEKTEN

% DES TROCKENGEWICHTS

• Schaben	57,3	• Motten	45,4
• Raupen	40,7	• Grillen	61,3
• Fliegen	49,5	• Termiten	35,3
• Ameisen	46,5	• Wanzen	48,3

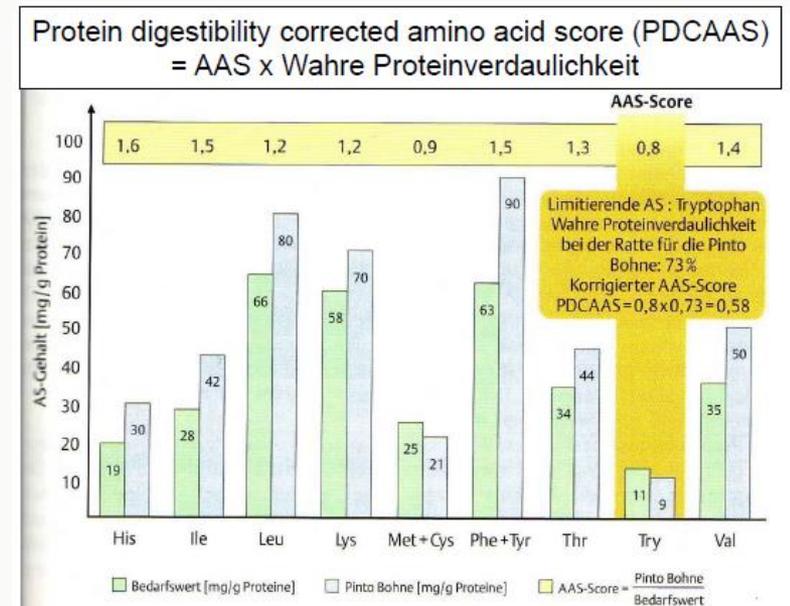
Rumpold & Schlüter, 2013

***Zu beantworten:***

➤ **ausreichende Qualität für menschliche Ernährung?**

- **Bausteine für die endogene Proteinsynthese (Funktionsproteine, Körpermasse...)**
- **Unentbehrlichkeit von Aminosäuren**
- **Lieferanten von Stickstoff, Schwefel (und Selen)**
- **Vorstufen für die endogene Synthese einer Vielzahl von Metaboliten, Hormonen, Mediatoren...**
- **Energiebereitstellung**

- **Qualität und Quantität der im Protein gebundenen Aminosäuren bestimmen dessen Wertigkeit in der Humanernährung (“Biologische Wertigkeit”)**



Biesalski & Grimm: Taschenatlas der Ernährung, 4. Auflage, Thieme, Stuttgart, 2007

**Bestimmung der Aminosäuren-Zusammensetzung – Vergleich mit „Standard“-Protein**

# PROTEINWERTIGKEIT

## BIOLOGISCHE METHODEN/PARAMETER

Vergleichende (experimentelle) Studien, welche die Wirkung verschiedener Proteinquellen auf das **Wachstum** (z. B. PER) oder die N-Retention (z. B. NPR) untersuchen, z. B.

**Protein Efficiency Ratio (PER) =**

$$\frac{\text{Gewichtszunahme (g)}}{\text{Proteinaufnahme (g)}}$$

**Net Protein Utilization (NPU) =**

$$\frac{\text{Retinierter N}}{\text{N-Aufnahme}} \times 100$$

**Wahre Proteinverdaulichkeit =**

$$\frac{\text{N-Aufnahme} - (\text{N}_{\text{Fäzes}} - \text{N}_{\text{Fäzes endogen}})}{\text{N-Aufnahme}} \times 100$$

# PROTEINE AUSGEWÄHLTER ALGEN- SPEZIES: AMINOSÄURENPROFILE

g/100g

Source	Ile	Leu	Val	Lys	Phe	Tyr	Met	Cys	Try	Thr	Ala	Arg	Asp	Glu	Gly	His	Pro	Ser	
WHO/FAO	4.0	7.0	5.0	5.5	6.0			3.5	1.0										
Egg	6.6	8.8	7.2	5.3	5.8	4.2	3.2	2.3	1.7	5.0	–	6.2	11.0	12.6	4.2	2.4	4.2	6.9	
Soybean	5.3	7.7	5.3	6.4	5.0	3.7	1.3	1.9	1.4	4.0	5.0	7.4	1.3	19.0	4.5	2.6	5.3	5.8	
<i>Chlorella vulgaris</i>	3.8	8.8	5.5	8.4	5.0	3.4	2.2	1.4	2.1	4.8	7.9	6.4	9.0	11.6	5.8	2.0	4.8	4.1	
<i>Dunaliella bardawil</i>	4.2	11.0	5.8	7.0	5.8	3.7	2.3	1.2	0.7	5.4	7.3	7.3	10.4	12.7	5.5	1.8	3.3	4.6	
<i>Scenedesmus obliquus</i>	3.6	7.3	6.0	5.6	4.8	3.2	1.5	0.6	0.3	5.1	9.0	7.1	8.4	10.7	7.1	2.1	3.9	3.8	
<i>Arthrospira maxima</i>	6.0	8.0	6.5	4.6	4.9	3.9	1.4	0.4	1.4	4.6	6.8	6.5	8.6	12.6	4.8	1.8	3.9	4.2	
<i>Spirulina platensis</i>	6.7	9.8	7.1	4.8	5.3	5.3	2.5	0.9	0.3	6.2	9.5	7.3	11.8	10.3	5.7	2.2	4.2	5.1	
<i>Aphanizomenon</i> sp.	2.9	5.2	3.2	3.5	2.5	–	0.7	0.2	0.7	3.3	4.7	3.8	4.7	7.8	2.9	0.9	2.9	2.9	

Becker 2006

**Aminosäuren-Zusammensetzung der untersuchten Algen unterscheidet sich nur geringfügig von anderen Nahrungsproteinen (Ausnahme Cystein)**

# PROTEINE AUSGEWÄHLTER ALGEN-SPEZIES: IN VIVO-STUDIEN

Alga	Processing	BV	DC	NPU	PER
Casein		87.8	95.1	83.4	2.50
Egg		94.7	94.2	89.1	–
<i>Scenedesmus obliquus</i>	DD	75.0	88.0	67.3	1.99
<i>Scenedesmus obliquus</i>	SD	72.1	72.5	52.0	1.14
<i>Scenedesmus obliquus</i>	Cooked-SD	71.9	77.1	55.5	1.20
<i>Chlorella</i> sp.	AD	52.9	59.4	31.4	0.84
<i>Chlorella</i> sp.	DD	76.6	89.0	68.0	2.00
<i>Coelastrum proboscideum</i>	DD	76.0	88.0	68.0	2.10
<i>Spirulina</i> sp.	SD	77.6	83.9	65.0	1.78
<i>Spirulina</i> sp.	DD	68.0	75.5	52.7	2.10

AD: air dried; DD: drum dried; SD: sun dried.

**BV: Biologische Wertigkeit (N-Bilanz), DC: Verdaulichkeit; NPU: Netto-Proteinverwertung; PER: Proteineffizienz**

**Becker 2004, Richmond 2004**

# Marine Algae-Derived Bioactive Peptides for Human Nutrition and Health

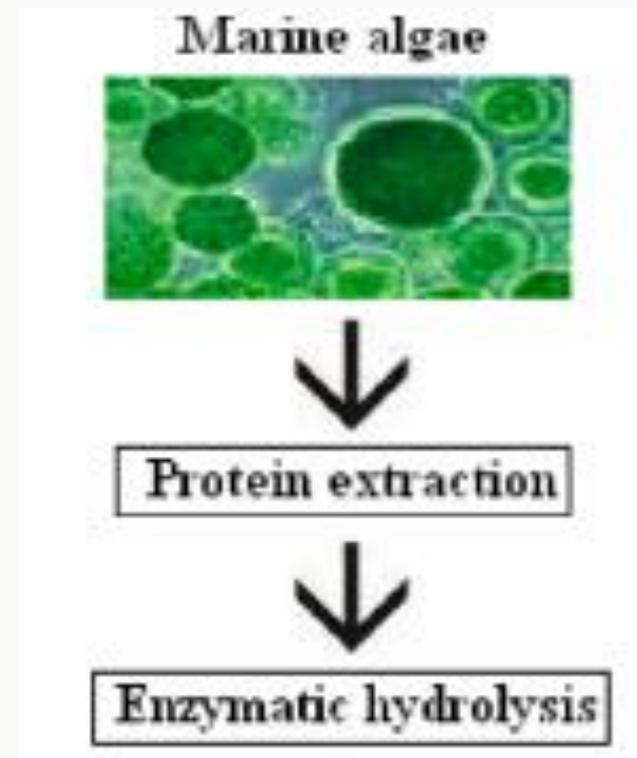
*J. Agric. Food Chem.* 2014, 62, 9211–9222

Xiaodan Fan, Lu Bai, Liang Zhu, Li Yang, and Xuewu Zhang\*

College of Light Industry and Food Sciences, South China University of Technology, Guangzhou, China

**„Bioaktive“ Peptidfraktionen** (*Zwischenprodukte aus der enzymatischen Spaltung*) sollen spezifische gesundheitsfördernde oder heilende Wirkungen besitzen:

- anticancerogen
- antihypertensiv
- antisklerotisch
- immunmodulatorisch
- .....



# Marine Algae-Derived Bioactive Peptides for Human Nutrition and Health

*J. Agric. Food Chem.* 2014, 62, 9211–9222

Xiaodan Fan, Lu Bai, Liang Zhu, Li Yang, and Xuewu Zhang\*

College of Light Industry and Food Sciences, South China University of Technology, Guangzhou, China

**Beispiel:**

***Anticancer peptides***

**Cave!**

**Bisher stehen nur *in vitro*-Daten zur Verfügung!**

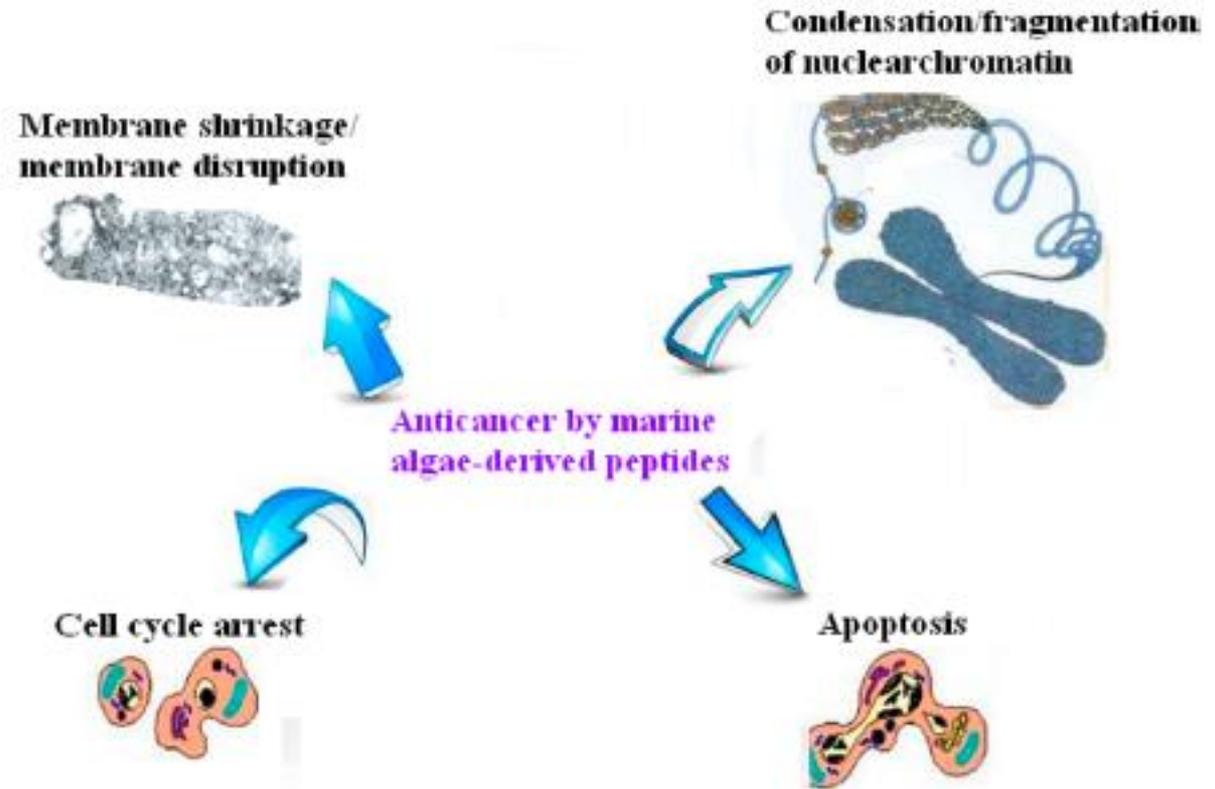


Figure 2. Anticancer mechanisms of marine algae-derived bioactive peptides. Apoptosis and cell cycle arrest could be involved.

# Use of a Four-Parameter Logistic Model to Evaluate the Quality of the Protein from Three Insect Species when Fed to Rats<sup>1</sup>

*J. Nutr.* 119: 864–871, 1989.

MARK D. FINKE,†\* GENE R. DEFOLIART\* AND NORLIN J. BENEVENGA†‡

Departments of †Nutritional Science, \*Entomology, and ‡Meat and Animal Science, University of Wisconsin, Madison, WI 53706

## *Erfassung des ernährungsphysiologischen Wertes von Proteinen der*

➤ **Mormonengrille**

➤ **Hausgrille**

➤ **Raupe des Ringelspinner**

im Vergleich mit **Lactalbumin** und

**Sojaprotein**

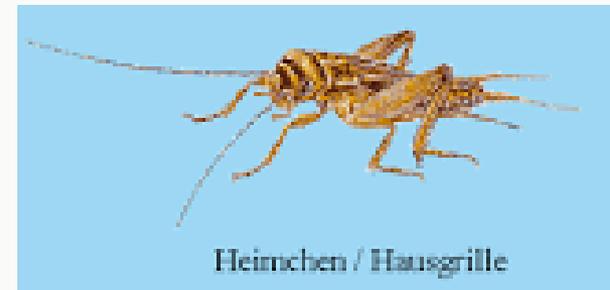
# Use of a Four-Parameter Logistic Model to Evaluate the Quality of the Protein from Three Insect Species when Fed to Rats<sup>1</sup>

*J. Nutr.* 119: 864–871, 1989.

MARK D. FINKE,<sup>†\*</sup> GENE R. DeFOLIART\* AND NORLIN J. BENEVENGA<sup>†‡</sup>

Departments of <sup>†</sup>Nutritional Science, <sup>\*</sup>Entomology, and <sup>‡</sup>Meat and Animal Science, University of Wisconsin, Madison, WI 53706

- Analytische Bestimmung des Aminosäuren-Spektrums
- In vivo-Studie (Rattenmodell)
  - 5 Testproteine (Pulver) in unterschiedlichen Mengen
  - Messvariable: Futteraufnahme, Gewichtszunahme, N- Retention



# Use of a Four-Parameter Logistic Model to Evaluate the Quality of the Protein from Three Insect Species when Fed to Rats<sup>1</sup>

*J. Nutr.* 119: 864–871, 1989.

MARK D. FINKE,†\* GENE R. DEFOLIART\* AND NORLIN J. BENEVENGA†‡

Departments of †Nutritional Science, \*Entomology, and ‡Meat and Animal Science, University of Wisconsin, Madison, WI 53706

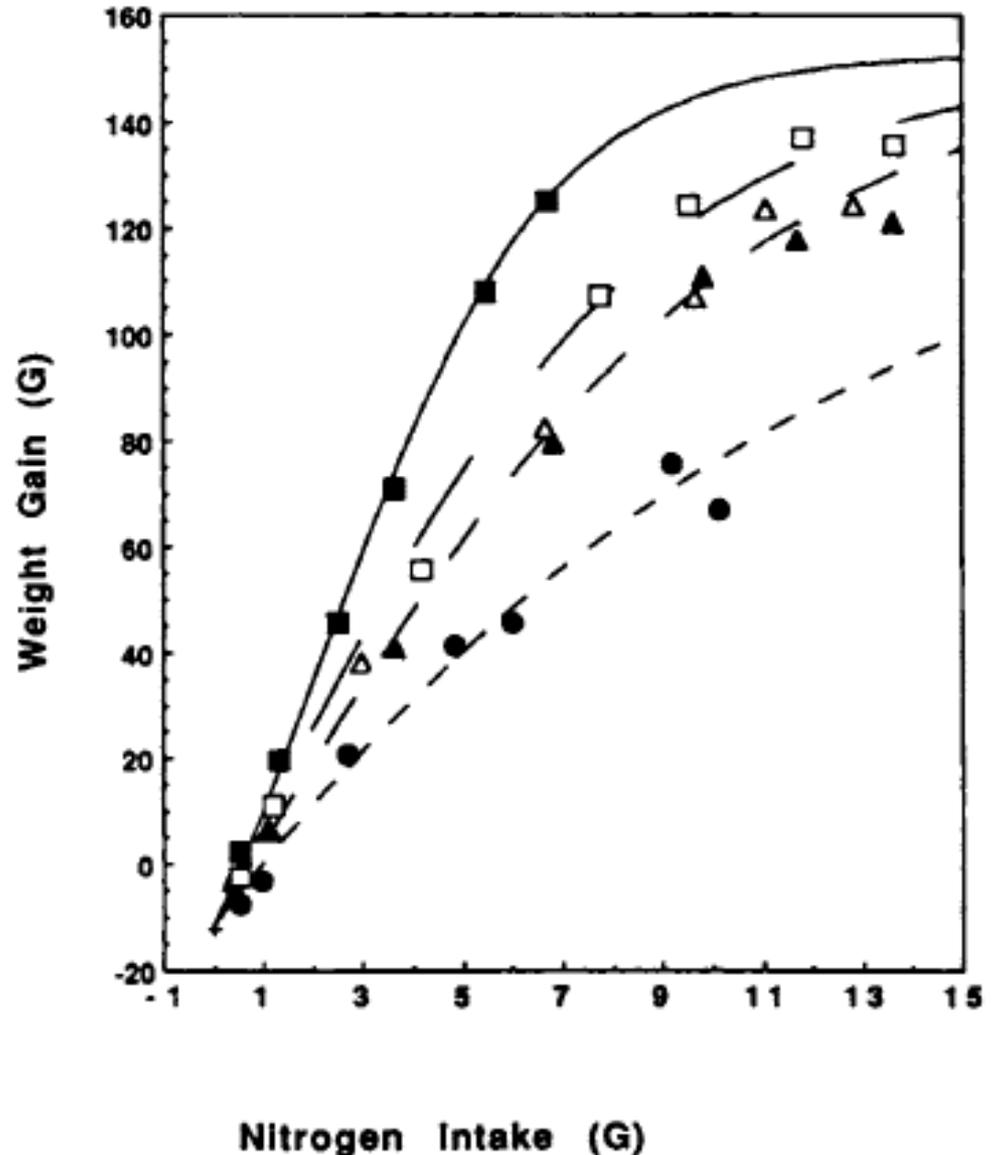
## Aminosäurenspektrum:

- **Erste limitierende Aminosäure:**  
Methionin/Cystein
- **Chemical Score** (Ratio Limitierende AS in mg/g Protein : RDA in mg/g Protein x 100):
  - Mormonengrille 58
  - Hausgrille 52
  - Raupe 38 **(LA 80, SP 48)**



# Nahrungsaufnahme, Gewichtszunahme und N-Retention bei TCM (Raupen)-Fütterung im Vergleich deutlich geringer

*J. Nutr.* 119: 864–871, 1989.



**FIGURE 1** Body weight gain of rats fed graded levels of protein from one of five different protein sources. Lactalbumin (■), house cricket meal (□), soy protein (△), Mormon cricket meal (▲), Eastern tent caterpillar meal (●) and protein free (+). The lines are the best fits using the logistic model.

# Use of a Four-Parameter Logistic Model to Evaluate the Quality of the Protein from Three Insect Species when Fed to Rats<sup>1</sup>

*J. Nutr.* 119: 864–871, 1989.

*MARK D. FINKE,†\* GENE R. DEFOLIART\* AND NORLIN J. BENEVENGA†‡*

*Departments of †Nutritional Science, \*Entomology, and ‡Meat and Animal Science, University of Wisconsin, Madison, WI 53706*

## **Schlussfolgerungen**

- Die „Biologische Wertigkeit“ der Insekten-Proteine ist (nur) geringfügig niedriger als diejenige von Soja-Protein, jedoch deutlich geringer im Vergleich zu Lactalbumin.
- Aufgrund des hohen Fasergehaltes ist die Verdaulichkeit des TCM (Raupen)-Proteins deutlich eingeschränkt.

# Nutritional evaluation of protein from *Clanis bilineata* (Lepidoptera), an edible insect<sup>†</sup>

*J Sci Food Agric* 2012; **92**: 1479–1482

Zhenqiang Xia,<sup>a</sup> Shengjun Wu,<sup>a</sup> Saikun Pan<sup>a</sup> and Jin Moon Kim<sup>b\*</sup>

- ***Clanis bilineata* (CB)** ist eine Motte (Kategorie Schwärmer); lebt hauptsächlich von Blättern der Sojabohne
- Regelmäßiger Konsum von Larven in Asien (6000 t/J in China)
- Hoher Proteingehalt (685 g/kg TG)



## *Erfassung des ernährungsphysiologischen Wertes*

- Analytische Bestimmung des Aminosäuren-Spektrums
  - Vergleich mit Ei- und Milchproteinen
- *In vivo*-Studie (Rattenmodell)

- Gewichtszunahme
- N-Bilanz
- Net protein retention (NPR)
- True digestibility (TD)

**Table 1.** Composition of experimental diets

Ingredient (g kg <sup>-1</sup> diet)	Diets		
	Casein	Protein-free	CBP
Casein	100	–	–
CBP	–	–	100
Rice oil	100	100	100
Cellulose	10	10	10
Vitamin mixture	10	10	10
Mineral mixture	35	35	35
L-Cystine	3	3	3
Choline bitartrate	2.5	2.5	2.5
Sucrose	100	100	100
Cornstarch <sup>a</sup>	639.5	739.5	639.5

<sup>a</sup> Cornstarch was added to make up 1 kg of diet.

**AS-Muster:  
Vergleich mit Ei- bzw.  
Milchprotein**

- **Gehalt an Met, Cys, Tyr und His höher**
- **Prozentualer Anteil von essenziellen AS höher als in Milch**

**Table 2.** Amino acid profiles of CB larvae, eggs and milk

Amino acid (g kg <sup>-1</sup> )	CB larvae	Eggs	Milk
Isoleucine <sup>a</sup>	19.2 ± 1.1	24.0 ± 0.9	10.4 ± 0.6
Leucine <sup>a</sup>	24.4 ± 1.7	40 ± 2.1	22.1 ± 1.1
Lysine <sup>a</sup>	23.0 ± 1.8	32.4 ± 1.4	18.7 ± 0.7
Methionine <sup>a</sup>	23.9 ± 1.2	13.9 ± 0.9	5.9 ± 0.4
Cysteine <sup>b</sup>	17.9 ± 1.1	9.4 ± 0.5	2.5 ± 0.3
Phenylalanine <sup>a</sup>	23.8 ± 1.9	23.7 ± 1.9	10.2 ± 0.8
Tyrosine <sup>b</sup>	23.5 ± 2.1	18.8 ± 1.3	10.6 ± 0.7
Threonine <sup>a</sup>	15.4 ± 1.1	22.0 ± 1.6	9.1 ± 0.09
Tryptophan <sup>a</sup>	6.6 ± 0.6	8.5 ± 0.7	3.4 ± 0.02
Valine <sup>a</sup>	27.5 ± 2.3	26.7 ± 2.2	12.1 ± 1.3
Arginine <sup>a</sup>	20.9 ± 1.7	28.1 ± 3.0	7.6 ± 1.0
Histidine <sup>a</sup>	19.5 ± 1.5	10.3 ± 0.7	5.6 ± 0.5
Alanine	27.3 ± 2.5	24.5 ± 2.2	7.5 ± 0.6
Aspartic acid	22.3 ± 1.8	43.9 ± 3.7	16.1 ± 1.4
Glutamic acid	56.4 ± 4.1	59.7 ± 5.1	47.6 ± 3.9
Glycine	21.1 ± 1.6	14.9 ± 1.5	4.1 ± 0.5
Proline	21.4 ± 1.5	16.6 ± 1.3	26.6 ± 2.2
Serine	21.2 ± 1.4	33.1 ± 2.6	12.9 ± 1.2
Total	415.3	450.5	232.8

Values are mean ± SD of triplicate analyses.

<sup>a</sup> Essential amino acids in humans.

<sup>b</sup> Amino acids required by infants and growing children.

# Nutritional evaluation of protein from *Clanis bilineata* (Lepidoptera), an edible insect<sup>†</sup>

*J Sci Food Agric* 2012; **92**: 1479–1482

Zhenqiang Xia,<sup>a</sup> Shengjun Wu,<sup>a</sup> Saikun Pan<sup>a</sup> and Jin Moon Kim<sup>b\*</sup>

**Table 5.** Protein intake (PI), body weight gain (WG), net protein retention (NPR), true digestibility (TD) and nitrogen balance (NB) of rats fed casein, CBP and protein-free diets for total period of 10 days

Parameter	Dietary groups		
	Casein	CBP	Protein-free
PI (g day <sup>-1</sup> per rat)	12.9 ± 1.1	16.8 ± 0.3	–
WG (g)	26.14 ± 3.2	35.61 ± 2.9	–13.05 ± 0.9
NPR	3.0 ± 0.02	2.9 ± 0.02	–
TD (%)	96.1 ± 9.3	95.8 ± 8.1	–
NB (g day <sup>-1</sup> per rat)	1.39 ± 0.07	1.37 ± 0.05	–

Values are mean ± SD of triplicate analyses.

# Nutritional evaluation of protein from *Clanis bilineata* (Lepidoptera), an edible insect<sup>†</sup>

*J Sci Food Agric* 2012; **92**: 1479–1482

Zhenqiang Xia,<sup>a</sup> Shengjun Wu,<sup>a</sup> Saikun Pan<sup>a</sup> and Jin Moon Kim<sup>b\*</sup>

## Schlussfolgerungen:

***„The results of the present study indicate that CB larvae are a nutritionally promising new food resource for humans.“***



# INSEKTENPROTEIN ALS LEBENSMITTELZUTAT



# Made aus Maden



# INSEKTENPROTEIN ALS LEBENSMITTELZUTAT



**Großtechnische Produktion von Insekten-Larven  
bereits möglich**

## ***GLIEDERUNG***

- Gesellschaftliche Herausforderungen
- „Alternative“ Nährstoffquellen
- Algen- und Insektenproteine in der Humanernährung
- **Algen- und Insektenproteine in der Tierernährung**
- Fazit

## *Hintergrund*

- Die Verwendung von alternativen Nährstoffquellen (Algen, Insekten) in der Tierernährung „spart“ Substrate (z.B. Sojaprotein) für die menschliche Ernährung ein
- **Insektenproduktion:** Verwendung von Lebensmittelabfällen als Nährsubstrate möglich

# Marine macroalgae as sources of protein and bioactive compounds in feed for monogastric animals

Margareth Øverland,\*  Liv T Mydland and Anders Skrede

J Sci Food Agric, 2018

**Makroalgen-Biomasse als Nährsubstrat für Monogastrier (Huhn, Schwein) und Aquakulturen**

**Table 2.** Ranges of proximate composition of marine macroalgae<sup>a</sup>

Chemical constituent	Brown macroalgae <sup>b</sup>	Green macroalgae <sup>c</sup>	Red macroalgae <sup>d</sup>
Water, g kg <sup>-1</sup> of wet biomass	610–940	780–920	720–910
Crude protein <sup>e</sup>	24–168	32–352	64–376
Crude lipids	3–96	3–28	2–129
Polysaccharides	380–610	150–650	360–660
Ash	150–450	110–550	120–422

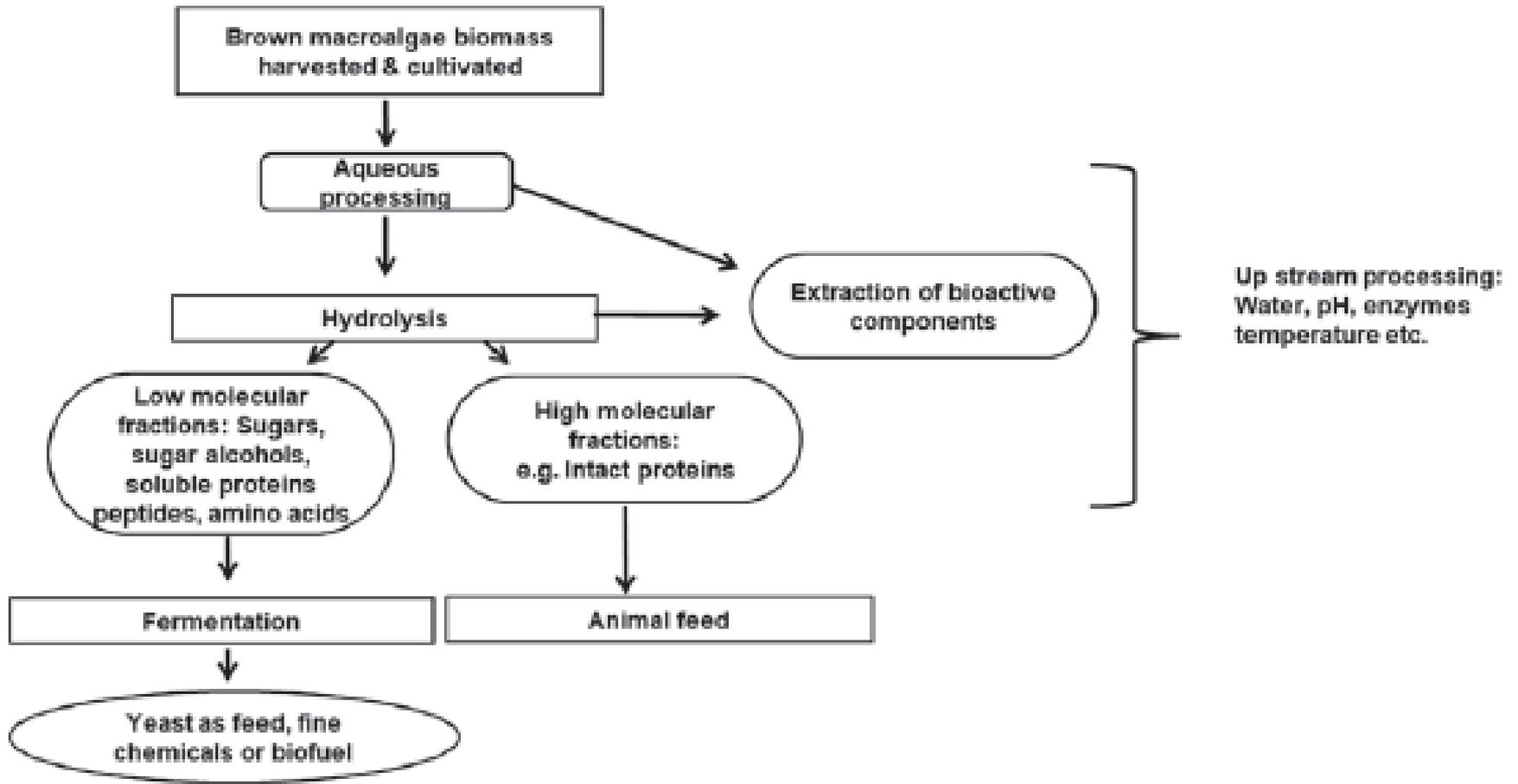
<sup>a</sup> Values are in g kg<sup>-1</sup> of DM unless otherwise specified.

<sup>b</sup> Values are for typical brown macroalgal species: e.g., *Laminaria*, *Saccharina*, *Fucus*, *Ascophyllum*, *Alaria*, *Pelvetia* and *Undaria* spp. reported in the literature.<sup>6,10,13,21,26,28–31</sup>

<sup>c</sup> Values are for typical green macroalgal species: e.g., *Ulva*, *Cladophora*, and *Enteromorpha* spp. reported in the literature.<sup>5,6,13,28,30,31</sup>

<sup>d</sup> Values are for typical red macroalgal species: e.g., *Palmaria*, *Chondrus*, *Porphyra*, *Vertebrata*, and *Gracilaria* spp. reported in the literature.<sup>5,6,10,13,26,28–31</sup>

<sup>e</sup> All values for CP have been recalculated using the recommended nitrogen-to-protein factor of five.<sup>32</sup>



## **N Balance Studies Emphasize the Superior Protein Quality of Pig Diets at High Inclusion Level of Algae Meal (*Spirulina platensis*) or Insect Meal (*Hermetia illucens*) when Adequate Amino Acid Supplementation Is Ensured**

Carmen Neumann, Susanne Velten and Frank Liebert \*

*Animals* 2018, 8, 172; doi:10.3390/ani8100172

**Einsatz von Algen-Mehl und Insekten-Mehl in der Nutztierernährung (Schwein)**

- **Algen- und Insekten-Biomasse als alleinige Quelle für Nährstoffe in der Tierernährung generell nicht ausreichend**
- ⇒ **Zusatz einzelner Nährstoffe (Aminosäuren) notwendig**
- **Fütterung mit alternativen Substraten führt zu einer veränderten Nährstoff-Zusammensetzung des Produktes**
- ⇒ **„good or bad“ für die Humanernährung?**

## ***GLIEDERUNG***

- Gesellschaftliche Herausforderungen
- „Alternative“ Nährstoffquellen
- Algen- und Insektenproteine in der Humanernährung
- Algen- und Insektenproteine in der Tierernährung
- **Fazit**

### *Essen wir morgen (weltweit) Algen-, Insektenprodukte als Ergänzung (oder Alternative) unseres heutigen Speiseplanes?*

- **Ja, werden wir wohl müssen. Unsere traditionellen Ernährungsweisen erlauben es nicht, 10 Mrd. Menschen zu ernähren!**
- **Andere Konzepte („anderes Getier“) sind bisher nicht in Sicht.**

## *Was würde dies für die Qualität unserer Ernährung bedeuten?*

- Eine ergänzende oder alleinige (Eiweiß) Verwendung von Insekten- und Algenprodukte garantiert (verbessert) die Versorgung mit unentbehrlichen Lebensmitteln.
- Möglicherweise besitzen diese Produkte noch spezifische funktionelle Eigenschaften.

## *Sind diese „neuen“ Lebensmittel sicher?*

- **Bei kontrollierter „landwirtschaftlicher“ Produktion und nachfolgender Veredlung ja. In Abhängigkeit vom Produktionsverfahren, der Bearbeitung und Lagerung können (wie bei traditionellen Lebensmitteln) für den Menschen ungünstige Verunreinigungen und Kontaminanten auftreten. Diese müssen verhindert/entfernt werden.**

***Also – auf los geht es los!***



**Guten Appetit!**



**Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit**

# FETTSÄURENPROFIL VON INSEKTEN

% GESAMTFETTSÄUREN

Fatty acid composition [% fatty acids]	SFA	MUFA	PUFA	SFA/UFA
Coleoptera (n=16)	40.15	35.68	26.27	0.65
Diptera (n=2)	34.65	43.29	16.72	0.58
Hemiptera (n=3)	38.44	33.67	28.55	0.62
Hymenoptera (n=6)	28.00	<b>46.64</b>	25.43	0.39
Isoptera (n=4)	<b>41.97</b>	22.00	36.04	0.72
Lepidoptera (n=15)	37.58	22.39	40.42	0.60
Orthoptera (n=4)	28.83	22.92	<b>47.22</b>	0.41
Sojamehl (22.2% Fett)	14.69	25.59	59.72	0.17

SFA – gesättigte Fettsäuren  
 MUFA – einfach ungesättigte Fettsäuren  
 PUFA – mehrfach ungesättigte Fettsäuren  
 UFA - ungesättigte Fettsäuren

