

# Nahrung und Ernährung der Flußkrebse

M. PÖCKL

## Abstract

### Food and Feeding of Crayfish.

Throughout their range of freshwater habitats crayfish occupy low trophic levels, feeding primarily on aquatic and semi-aquatic vegetation, benthic invertebrates and associated detritus. This wide-ranging omnivorous feeding habit has been turned to advantage by crayfish culturists and is one of the key factors underlying the successful establishment of culture systems, most notably in the southern USA. Recent developments in the culture of other commercially important crustaceans have, of necessity, been more closely linked to an increased understanding of their dietary requirements. Most research activity in the general field of crustacean nutrition has centred on the food requirements of the marine penaeid shrimps, lob-

sters, and freshwater caridean prawns. The knowledge of the food and feeding requirements of crayfish is limited. Trials with new varieties and combinations of forage crops, and with supplemental feeds, are in progress in the USA, and it has been proposed that such research activities should continue to receive priority. In Europe reports suggest that the commercial rearing of those crayfish species, currently being investigated, will differ from established methods practised in the USA. Production cycles will involve the specialised hatchery production of juveniles, for subsequent on-growing in managed ponds. To optimise such methods will necessitate more detailed study of the nutritional and dietary requirements of juvenile, adult and broodstock crayfish. In this chapter aspects of feeding and nutrition, of particular application in crayfish culture, are reviewed.

*„Jedenfalls liegen die Krebse, solange das Wetter frostfrei ist, an der Mündung ihrer Höhle, versperren den Eingang mit ihren grossen Scheren und halten mit vorgestreckten Fühlern sorgfältig Wacht über alles, was vorbeikommt. Insektenlarven, Wasserschnecken, Kaulquappen oder Frösche, die in ihren Bereich kommen, werden plötzlich angepackt und verspeist, ja es wird bestimmt behauptet, dass selbst die Wasserratte gelegentlich demselben Schicksal anheimfällt. Kommt die Ratte, möglicherweise auf der Jagd nach einem verlaufenen Krebse, dessen Geschmack sie überaus liebt, dem verhängnisvollen Bau zu nahe, so wird sie selbst gepackt und festgehalten, bis sie erstickt ist, worauf dann der glückliche Jäger mit Behagen die Verhältnisse des anticipierten Mahles umkehrt“.*

*„Die Krebse machen sich in der That des Kannibalismus in seiner schlimmsten Form schuldig; ein französischer Beobachter bemerkt pathetisch, dass unter gewissen Umständen die Männchen „méconnaissent les plus saints devoirs“, und nicht damit zufrieden, nach Art gewisser Thiere von höheren moralischen Ansprüchen, ihre Gemahlinnen zu verstümmeln oder zu tödten, sinken sie zur tiefsten Tiefe der utilitarischen Verworfenheit herab und fressen sie schliesslich auf“ (HUXLEY 1880).*

## Einleitung

Unsere heimischen Krebsarten sind vorwiegend nachtaktiv. Bei Einbruch der Dämmerung verlassen sie ihre Verstecke, um sich auf Nahrungssuche zu begeben. Aktionsradius und Freiblust hängen über die Stoffwechselrate von der Wassertemperatur ab und sind im

Sommer am höchsten. Flußkrebse nehmen – im Gegensatz zu verbreiteten Meinungen – auch im Winter bei Wassertemperaturen um 2°C und unter der Eisdecke Nahrung zu sich (HAGER 1996, PÖCKL unveröffentlicht).

In ihrer Anspruchslosigkeit bei der Nahrungswahl sind Flußkrebse unglaublich genügsam und vielseitig. Ihr Nahrungsspektrum reicht von abgestorbenen Pflanzenteilen (Detritus), frischen, lebenden Wasserpflanzen und Algen, verschiedensten Kleintieren, wie Würmern, Egel, Insekten und deren Larven, Kleinkrebsen, Schnecken, Muscheln bis zum mehrere Kilogramm schweren toten Fisch, der in „Gemeinschaftsarbeit“ bis auf die Gräten verzehrt wird, Fröschen und Wasserratten. Der Flußkrebse scheut auch vor seinesgleichen nicht zurück (Kannibalismus). Diese vielseitige Ernährungsweise hat man sich bei der Krebszucht zunutze gemacht und sie ist eine der Schlüsselfaktoren für die erfolgreiche Gründung von Zuchtanlagen. Die seit den letzten 20 Jahren in den USA angewendeten Produktionsmethoden basieren auf der Gründung sich selbst erhaltender Populationen, die Nahe an der Basis des Nahrungsnetzes stehen.

Nun beginnen wir auch unsere Kenntnisse hinsichtlich der Nahrungs- und Ernährungsansprüche der Flußkrebse zu erweitern, weil das Interesse an intensiven Aquakulturmethoden zunimmt. Die optimale Nährstoffzusammensetzung für eine intensive Produktion von Shrimps, Krabben und Hummern ist bereits besser erforscht worden (DALL & MORIARTY 1983).

In den USA werden in Versuchen Kombinationen von verschiedenen natürlichen Nahrungsmitteln mit industriell erzeugtem Fertigfutter in der Krebszucht getestet. Mit der Synthese von Fertigfutter wird experimentiert. In der Zucht gibt es Produktionszyklen, die für verschiedene Altersgruppen spezifisch angepaßt sind. Um die Nahrung für Junge, Erwachsene und brutproduzierende Weibchen für intensive aquakulturelle Zwecke optimal zusammenzusetzen, müssen noch weitere Forschungen durchgeführt werden. Die Mehrzahl der Literatur bezüglich Nahrung und Ernährung der Krebse stammt aus Freilandbeobachtungen und es gibt einige hervorragende Reviews (LORMAN & MAGNUSSON 1978; MOMOT et al. 1978).

## Natürliche Nahrungsquellen

Im Verlaufe ihrer Evolution haben die Flußkrebse unspezialisierte, vielseitige Ernährungsgewohnheiten beibehalten. Sie wurden als einzigartig genügsame Allesfresser charakterisiert (HUNER & BARR 1980) und sind in einem unterschiedlichen Ausmaß Pflanzenfresser, Detritusfresser und Räuber (LORMAN & MAGNUSSON 1978). Trotz ihrer Nahrungsopportunität zeigen sie deutliche Vorlieben für bestimmte Nahrungstypen, die je nach ihrem Alter, der Jahreszeit und dem physiologischen Zustand variieren. Einige Unterschiede zwischen den Ernährungsgewohnheiten und der Nahrungspräferenz verschiedener Arten werden erwartet, obwohl kaum vergleichende Untersuchungen durchgeführt worden sind.

Viele Labor- und Freilandstudien sind publiziert worden, wobei die angewendeten Methoden wie folgt unterschieden werden können:

- Mikroskopische Untersuchung des Mageninhaltes
- Aquariumbeobachtung hinsichtlich der Nahrungsakzeptanz und -präferenz
- Aufzeichnungen von Veränderungen in Gewässern hinsichtlich
  - Deckungsgrad und Artenzusammensetzung von Wasserpflanzen und
  - Populationen von Beuteorganismen
- Nahrungs- und Wachstumsversuche in Teichen unter verbesserten Kulturbedingungen

### Pflanzliche Nahrung

Weiche Unterwasserpflanzen, Röhricht und Ufergehölzvegetation, hauptsächlich in Form von Laubblättern, stellen ein Hauptelement der Nahrung erwachsener Krebse dar. Bei schwedischen Teichpopulationen des Edelkrebse *Astacus astacus* ergaben Magenuntersuchungen, daß verrottende Laubblätter, Wurzeln und Rinde den Hauptbestandteil der Nahrung im Frühjahr und Sommer ausmachen (ABRAHAMSSON 1966). Im Sommer stieg der Anteil von grünen Pflanzen in der Nahrung signifikant an. In Teichen sind Seggen (*Carex* sp.), Binsen und Simsen (*Scirpus* sp.), die Grünalge *Ulothrix zonata* und Blätter am

häufigsten von zweisömmrigen und älteren Krebse gefressen worden. Nach dem Verschwinden der Krebse aufgrund der Krebspest stieg das Wachstum der weichblättrigen Unterwasserpflanzen Wasserhahnenfuß *Ranunculus* sp., Laichkraut *Potamogeton* sp., Tausendblatt *Myriophyllum* sp. und der Armelechteralge *Chara* sp. stark und signifikant an, was bedeutet, daß früher die Krebse diese Pflanzen in hohem Ausmaß konsumiert hatten.

Im allgemeinen wird weichblättrige Unterwasservegetation lieber gefressen als dickstämmigere, härtere Röhricht (ABRAHAMSSON 1966; DEAN 1969; MAGNUSSON et al. 1975). Somit beeinflussen Krebse die Artzusammensetzung der Vegetation durch selektiven Verzehr bestimmter Arten. Bei Nahrungspräferenzversuchen bevorzugte ein amerikanischer Flußkrebse namens *Orconectes immunis* die Wasserpest *Elodea* sp. und das Hornblatt *Ceratophyllum* sp. vor der Wasser-schraube *Vallisneria* sp. (SEROLL & COLER 1975). Der Dohlenkrebse *Austropotamobius palipes* präferierte weiche Blätter von Laubgehölzen vor Wasserpflanzen (Wasserpest *Elodea* sp., Wasserstern *Callitriche* sp.) oder grünen krautigen Landpflanzen (Stemmiere *Stellaria* sp.; REYNOLDS 1979).

Detaillierte Zusammensetzung der Nahrung von fließgewässerbewohnenden Populationen des Signalkrebse *Pacifastacus leniunculus trowbridgii* sind zusammengestellt worden (Tab. 1; MASON 1975). Mageninhaltsuntersuchungen haben gezeigt, daß 67,5% der aufgenommenen Nahrung aus Pflanzenmaterial bestand. Laborexperimente haben die Präferenz für bestimmte Laubblätter erbracht (MASON 1975). Erlen- und Ahornblätter wurden lieber aufgenommen als Eichen- und Eschenblätter. Zwischen Erlen- und Ahornblättern gab es keine signifikanten Unterschiede, obwohl Erlenblätter einen beinahe doppelt so hohen Stickstoffgehalt als Ahornblätter haben. Die berechnete Nahrungsaufnahme pro Tag (als Trockengewicht) betrug 0,6-0,7% des Körpertrockengewichtes.

Damit die Krebse in Gefangenschaft überleben, wird die Verwendung einer breiten Palette pflanzlicher Materialien empfohlen. Diese reicht von weichblättrigen Unterwasserpflanzen, z.B. Wasserpest *Elodea* sp. (BOVB-

JERG 1956; KOSSAKOWSKI & KOSSAKOWSKI 1983), Wasserpflanzen, deren Stengel und Blüten aus dem Wasser reichen, z. B. Wasserkresse *Nasturtium* sp. (RUNDQVIST & GALL 1977; CUELLAR & COLL 1979), Nicht-Wasserpflanzen, einschließlich Salatblättern, Nessel, Karotten, Erdäpfeln, Spinat, Bananen, Tomaten und Blättern von Laubgehölzen (CUELLAR & COLL 1979; MASON 1979; KLOSTERMAN & GOLDMAN 1983). Pflanzenmaterial wird häufig im Labor als Krebsnahrung in Verbindung mit Fleisch oder Fisch angeboten (WESTIN & GYDEMO 1986) oder als Kontrolldiät bei Nahrungsaufnahmeexperimenten (D'ABRAMO et al. 1985).

### Tierische Nahrung

Bei der tierischen Nahrung nehmen niedere Lebewesen aufgrund der leichteren Verfügbarkeit die erste Stelle ein. Die am häufigsten genannten Beuteorganismen von Flußkrebsen sind Würmer, Egel, Schnecken und Muscheln (Weichtiere oder Mollusken), Wasserinsekten, Kleinkrebse und Amphibienkaulquappen (ABRAHAMSSON 1966; MORIARTRY 1971, 1973; MASON 1975; REYNOLDS 1979). Auch Kannibalismus ist ein wichtiger Ernährungstyp in Krebspopulationen (MASON 1979; RHODES 1980) und von besonderer Signifikanz in Populationen mit einem hohen Erwachsenenanteil (ABRAHAMSSON 1966). Die Identifizierung von Beuteorganismen anhand von Mageninhaltsanalysen ist schwierig, nachdem die Nahrung in der Magenmühle nahezu zur Unkenntlichkeit zerrieben worden ist. Polarimetrische und spezifische Chitinuntersuchungstechniken finden Anwendung, um amorphes tierisches Gewebe von Pflanzenfragmenten zu unterscheiden (MASON 1975).

Tiere, die häufig im Labor als Krebsnahrung angeboten worden sind, reichen von marinen Ruderfußkrebsen (Copepoden) (MASON 1974), Krill (Euphausiiden) (MASON 1979), Schnecken (Gastropoden) (COVICH 1977), Fischen (BURBA 1983; KLOSTERMAN & GOLDMAN 1983; WHEATLY & MCMAHON 1983), Bachflohkrebsen *Gammarus fossarum*, Flußflohkrebsen *G. roeseli*, Insektenlarven, Regenwürmer (PÖCKL unveröffentlicht) und Abfall (WESTMAN 1973).

Höhere Tiere, wie Fische, Frösche etc. sind eher ein Ausnahmefall in der Ernährung, da gesunde Tiere nur selten gefangen werden können. Verletzte, kranke oder frisch verendete Fische und Frösche sind jedoch eine leichte Beute und werden mit Heißhunger verzehrt. Aas rührt der Krebs nur im äußersten Notfall an (HAGER 1996).

### Altersabhängige Unterschiede in der Ernährung

Freiland- und Laboruntersuchungen haben gezeigt, daß junge Krebse hauptsächlich aquatische wirbellose Tiere fressen, während Erwachsene in erster Linie Vegetation und Detritus zu sich nehmen. Für den Signalkrebs *P. leniusculus* wurde ein deutlicher Wechsel der Ernährung zwischen verschiedenen Jahresklassen nachgewiesen (MASON 1975). Jungtiere ernährten sich vorwiegend von Wasserinsekten, ältere Jahresklassen konsumierten einen höheren Anteil von Pflanzenmaterial (Tab. 2). In Nahrungspräferenzversuchen beim Dohlenkrebs *A. pallipes* konnten ähnliche Trends beobachtet werden (REYNOLDS 1979). Junge Krebse (Carapaxlänge 10-30 mm) konsumierten hauptsächlich Tiere, ältere Flußkrebsen (Carapaxlänge 31-46 mm) überwiegend Pflanzen.

Auch bei jungen Edelkrebsen *A. astacus* stellten aquatische wirbellose Tiere die bevorzugte Beute dar, während von den Erwachsenen hauptsächlich Pflanzenmaterial bevorzugt wurde. Aktive Tiere, wie Wasserflöhe (Cladoceren) und Ruderfußkrebsen (Copepoden), waren im Nahrungsspektrum von Krebsen mit einer Körperlänge von über 60 mm fast nicht mehr vorhanden. Man vermutet, daß sie für diese größeren Krebse schwierig zu fangen sind, weil deren Bewegungen langsamer werden und nicht so präzise durchgeführt werden wie bei den Jungen (ABRAHAMSSON 1966). Die Nahrung von jungen Galizischen Sumpfkrebsen *Astacus leptodactylus* bestand sowohl in ihrer natürlichen Umgebung wie in Zuchtteichen beinahe ausschließlich aus Wasserflöhen *Daphnia* sp. und Zuckmückenlarven (Chironomiden) (TCHERKASHINA 1977).

Außer der Ernährung durch kleine Wirbellose, Larven und Zooplankton sind Jungkrebse auch in der Lage, Algen und feine Nahrungspartikel aus dem Wasser zu filtrieren

(BUDD et al. 1978, 1979). Höhere Überlebensraten von jungen amerikanischen Flußkrebse namens *Orconectes immunis*, die in einer Suspension der Grünalge *Chlorella* gehalten wurden, sind – im Vergleich zur Kontrollgruppe (d. h. ohne *Chlorella*-Suspension) – belegt (BUDD et al. 1978). Der Filtermechanismus besteht wahrscheinlich aus der Maxille und dem ersten Maxilliped. Weitere Arbeiten erscheinen erforderlich, um die Rolle derartiger Filtermechanismen für die gesamte Nahrungsaufnahme und das Überleben der Krebse zu überprüfen. Es wird vermutet, daß die Fähigkeit zur Nahrungsfiltrierung eine Sicherheitsmaßnahme darstellt: Auf diese Weise können die Krebse in der Häutungsphase (und kurz danach), während der sie schutzlos Räubern ausgeliefert wären, in ihrem sicheren Versteck bleiben und weite Ausflüge zur Nahrungssuche vermeiden (BUDD et al. 1978, 1979).

### Detritus

Detritus, das sind in Abbau befindliche pflanzliche und tierische Fragmente samt den dazugehörigen Mikroorganismen (Bakterien, Pilze, Algen, Protozoen), ist ein wichtiger Nahrungsbestandteil von Krebsen sowohl in ihren natürlichen Habitaten (MASON 1975; MOMOT et al. 1978; REYNOLDS 1979; RHODES 1980) als auch in Zuchtteichen (MORRISSY 1979; MILLS & MCCLOUD 1983; HUNER & BARR 1984; AVAULT & HUNER 1985). In natürlichen Krebspopulationen kann Detritus 13,2-21,6% des gesamten Nahrungsgewichtes ausmachen (MOMOT et al. 1978).

Der Nährwert von Pflanzendetritus ist direkt vom Kohlenstoff-Stickstoffverhältnis (C:N) des Materials abhängig. Wenn Pflanzen absterben, nützen die Mikroorganismen den Kohlenstoff als Energiequelle und setzen Kohlendioxid frei. Durch Abbau und Mineralisation wird Stickstoff freigesetzt und steht für den mikrobiellen Stoffwechsel zur Verfügung. Mit der Zeit entsteht ein Nettoverlust von Kohlenstoff für das System. Ein C:N Verhältnis von 17:1 oder weniger ist in der Praxis ein geeigneter Hinweis für einen günstigen Nährwert des Detritus, und gilt als zufriedenstellende Nahrungsquelle für Flußkrebse (AVAULT et al. 1983, HUNER & BARR 1984).

Die  $^{14}\text{C}$  Methode hat ein verkehrt proportionales Verhältnis zwischen der Krebsgröße und der Aufnahme von Mikroorganismen aus Pflanzendetritus erbracht (WIERNICKI 1984). Kleine Individuen (2,0 cm Körperlänge) des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse *Procambarus clarkii* nahmen fast gleich große Mengen an Mikroorganismen (50,3%) wie an Pflanzenresten (49,7%) eines 15 Tage alten Pflanzendetritus auf. 5,0 cm lange Krebse konsumierten 13,8%, und 9,0cm lange Krebse 19,2% an Mikroorganismen; den Rest bildeten Pflanzenfragmente. Diese Unterschiede könnten die Effizienz wiedergeben, mit der die Mundwerkzeuge kleine Partikel in den Verdauungstrakt befördern. Die Mundwerkzeuge kleiner Krebse tragen zwei- bis dreimal soviel Borsten als diejenigen großer Krebse.

### Nahrung und Nahrungserwerb in Zuchtteichen

Eine intensive Flußkrebseproduktion in bewirtschafteten Teichsystemen existiert gegenwärtig nur in den Südstaaten der USA. Die Industrie konzentriert sich auf den Bundesstaat Louisiana und präsentiert bis jetzt die einzige profitable Krebszucht großen Maßstabes (AVAULT & HUNER 1985). Der Rote Amerikanische Sumpfkrebse *P. clarkii* wird kommerziell am häufigsten ausgenutzt, und die Zucht wird in bewirtschafteten Feuchtgebieten durchgeführt. Die Teiche sind flach, kaum tiefer als 0,5 m, und die Fläche beträgt durchschnittlich 10-20 ha. Flache Teiche und Reisfelder werden natürlichen Sümpfen und Marschen vorgezogen, weil Wasserstände und Fütterung effizienter kontrolliert werden können (HUNER & BARR 1980).

Um die Produktivität zu erhöhen, pflanzen einige Farmer Reis, Roggen oder Hirse als Versteckpflanzen auf den Teichboden. Das Getreide wird nicht geerntet, sondern bleibt als Substrat, wenn die Teiche wieder überflutet werden. Andere Bauern pflanzen Reis in der Absicht, das Korn zu ernten, und lassen das Stroh als Basis für den Detritus. Einige Reisstopfel treiben wieder aus, und grüne Schösslinge dienen als Nahrung für die Krebse. Jedoch stellt Reisdetritus, mikrobieller Aufwuchs und Plankton die Hauptnahrung

der Krebse in diesen Teichen dar (AVAULT & HUNER 1985). Eine Kombination von Reis und Alligatorschilf *Alternanthera philoxeroides* brachte die besten Ergebnisse hinsichtlich des Gesamtgewichtes der pro Hektar geernteten Krebse. Alligatorschilf hat einen ziemlich hohen Nährwert und es kann 20% Rohproteine enthalten.

Ein Vergleich hinsichtlich der Flußkrebseproduktion in Abhängigkeit von der Teichbehandlung bzw. dem Nahrungsangebot wird in Tabelle 3 wiedergegeben. Eine empfehlenswerte Ernährungsstrategie wäre somit die Verwendung von Reis mit einem zusätzlichen Angebot von billigen Nahrungspellets oder verschiedenem Heu- und Strohmaterial, wenn der Detritus in den Teichen zur Neige geht (AVAULT & HUNER 1985).

#### Landwirtschaftliche Nebenprodukte als Zusatzfutter

Eine Vielfalt landwirtschaftlicher Nebenprodukte ist als potentielle Nahrungsquelle für den Roten Amerikanischen Sumpfkrebs *P. clarkii* unter Teichbedingungen untersucht worden: Reisstroh, Reishheu, Zuckerrohrabfall, Ranken der Süßkartoffel und Roggenheu (GOYERT et al. 1975; RIVAS et al. 1979). Bei Wachstumsuntersuchungen zeigten Krebse, die mit getrockneten Süßkartoffelranken gefüttert worden waren, die höchsten Werte, gefolgt von Süßkartoffelschnipseln, Reisstoppeln und Reishheu.

Erfolgreiche Versuche sind auch mit billigen Pellets erzielt worden, wie sie als Futter für Rinder aus landwirtschaftlichen Abfällen hergestellt werden (CANGE et al. 1982). Auch Würfel aus Luzernpellets brachten Krebsernten von 1500 kg/ha. Frische Sojabohnenstoppel brachten gute Wachstumsergebnisse, weil das Protein aus den frischen Blättern sofort genutzt werden kann. Mit der Verwendung der restlichen Masse hatten die Tiere in Abwesenheit anderer Nahrung Schwierigkeiten, so daß die Wachstumsrate nicht gehalten werden konnte (GOYERT et al. 1975). Direkte Messungen des C:N Verhältnisses des in Abbau befindlichen Materials wurden durchgeführt, um ihren Nährwert für die Krebszucht zu bestimmen (AVAULT et al. 1983).

Außerhalb der USA ist eine Intensivkrebseproduktion in bewirtschafteten Teichsystemen größtenteils noch in Erprobung, und effiziente Ernährungsregimes müssen erst entwickelt werden. In Europa wurde eine Reihe von Futtermitteln vorgeschlagen, um die natürliche Produktion von einheimischen und eingebürgerten Krebsarten in Teichen zu steigern (GODDARD 1980; ARRIGNON 1981): Getreide, gekochtes Wurzelgemüse, weichblättrige Vegetation und Fisch. Pellets für die Krebszucht sind ebenfalls käuflich erwerbbar, ihre Anwendung ist aber wenig verbreitet. Auch der Einsatz von Stickstoffdüngern zur Förderung des Wachstums von Wasserpflanzen an Rändern von Seen und größeren Teichen ist empfohlen worden (ARRIGNON 1981). Aufgrund der weiten Nahrungsakzeptanz seitens der Krebse ist vorgeschlagen worden, für die Krebsproduktion effizient die organischen Abfallprodukte von Nahrungsmittelkonzernen zu nützen. Das könnte ein wertvoller Beitrag zur Umwandlung von Bio-Abfall in wertvolles Protein darstellen (GOLDMAN 1973).

#### Zusammenfassung

Abends und während der Nacht verläßt der Krebs seine Wohnhöhle und geht auf Nahrungssuche. Die großen peitschförmigen Antennen tasten die Umgebung ab, während die kleinen Fühler als Geruchsorgan das Auffinden der Nahrung erleichtern. Die Beute wird meist mit den kleinen Scheren der Schreitbeine erfaßt. Flinke und wehrhafte Beutetiere werden durch den Zugriff der großen Scheren am Entkommen gehindert. Die Nahrung wird zuerst den Kieferfüßchen übergeben. Allmählich wandert das immer feiner zerzupfte Material zu den plattenartigen, gezähnten Mundgliedmaßen. Durch seitliche Bewegung der Kauladen wird die Nahrung zerquetscht und durch den Schlund dem Kaumagen zugeführt. Ihre vielseitige Ernährungsweise, sie fressen neben Tiere auch Pflanzen, Pflanzenteile und Detritus, hat man sich in der Krebszucht zunutze gemacht. Mit zunehmendem Interesse an Aquakulturmethoden für Flußkrebse wird an optimalen Nährstoffzusammensetzungen für die intensive Produktion geforscht.

Tab. 1:  
Gesamtnahrung und Anteile von pflanzlichem und tierischem Material, das von einer flußbewohnenden Population des Signalkrebse *Pacifastacus leniusculus* konsumiert worden ist (nach MASON 1975).

Altersklasse (Jahre)	Gesamtnahrung (kg Trockengewicht)	Tier. Nahrung (kg Trockengewicht)	Pflanzl. Nahrung (kg Trockengewicht)	Anteil der tier. Nahrung (% an der Gesamtnahrung)	Anteil d. pflanzl. Nahrung (% an der Gesamtnahrung)
0	0,83	0,52	0,31	6,2	1,8
1	4,46	2,32	2,14	27,8	12,3
2	8,07	3,07	5,00	36,7	28,8
3	5,30	1,32	3,98	15,8	22,9
4+	7,09	1,13	5,96	13,5	34,3
Gesamt	25,75	8,36	17,39	100,0	100,0

Tab. 2:  
Nahrungsbestandteile mit Ausnahme von Pflanzendetritus (mit einer einzigen Ausnahme war in den Mägen aller untersuchten Krebse, die Nahrung enthielten, Pflanzendetritus vorhanden) für unterschiedlich alte Exemplare des Signalkrebse *Pacifastacus leniusculus trowbridgii* (nach MASON 1975).

Alter der Tiere Nahrung	Unter 1 Jahr		Ein-Jährige		Zwei-Jährige		Erwachsene	
	Fälle	%	Fälle	%	Fälle	%	Fälle	%
Diatomeen (Kieselalgen)	2	3,8	1	2,6	1	2,9	2	12,3
Wasser-Leberblümchen	-	-	1	2,6	-	-	1	6,3
Samen/Samenhülsen	1	1,9	-	-	2	5,9	4	25,0
Rotatoria (Rädertiere)	-	-	1	2,6	-	-	-	-
Copepoda (Ruderfußkrebse)	1	1,9	1	2,6	-	-	-	-
Tardigrada (Bärtierchen)	1	1,9	-	-	-	-	-	-
Hydracarina (Wassermilben)	2	3,8	1	2,6	-	-	-	-
Baetidae (Eintagsfliege)	5	9,6	5	13,2	4	11,8	3	18,8
Heptageniidae (Eintagsfliege)	2	3,8	3	7,9	1	2,9	-	-
Rest Ephemeroptera	7	13,5	3	7,9	5	14,7	-	-
Gesamt-Ephemeroptera	14	26,9	11	28,9	10	29,4	3	18,8
Plecoptera (Steinfliegen)	3	5,8	3	7,9	1	2,9	1	6,3
Sialidae ( <i>Sialis</i> ) (Schlammfliegen)	-	-	1	2,6	-	-	-	-
Trichoptera (Köcherfliegen)	1	1,9	2	5,3	5	14,7	-	-
Coleoptera (Käfer)	-	-	-	-	2	5,9	2	12,5
Tipulidae (Schnaken)	-	-	1	2,6	-	-	-	-
Simuliidae (Kribbelmücken)	1	1,9	2	5,3	3	8,8	1	6,3
Chironomidae (Zuckmücken)	26	50,0	13	34,2	9	26,5	2	12,5
<b>Mollusca (Weichtiere):</b>								
<i>Oxytrema silicula</i>	-	-	-	-	1	2,9	-	-
Gesamtprobe	52	99,8	38	99,8	34	99,9	16	100,2

Tab. 3:  
Produktion des Roten Amerikanischen Sumpfkrebse *Procambarus clarkii* bei verschiedenen Behandlungen der Teiche (nach GODDARD 1988).

Substrat/Behandlung der Teiche	Krebsernte (kg/ha)	Literatur
Natürliche Vegetation	800	CHIEN & AVAULT (1979)
Gepflanzter Reis ( <i>Oryza sativa</i> )	1058-2652	CHIEN & AVAULT (1979); CANGE et al. (1982); GARCES & AVAULT (1985)
Gepflanzter Reis und natürliche Vegetation	2117	GARCES & AVAULT (1985)
Gepflanzter Reis und Alligatorschilf	2852	GARCES & AVAULT (1985)
Nur Vieh-Pellets (9% Protein)	881	CANGE et al. (1982)
Gepflanzter Reis und Vieh-Pellets:		
(1) Pellets von März bis Mai	2016	CANGE et al. (1982)
(2) Pellets von September bis Mai	2130	CANGE et al. (1982)

## Literatur

- ABRAHAMSSON S.A. (1966): Dynamics of an isolated population of the crayfish *Astacus astacus* LINNÉ. — *Oikos* **17**: 96-107.
- ARRIGNON J. (1981): L'écresse et son élevage. — Gauthier-Villars, Paris.
- AVAULT J.W. Jr. & J.V. HUNER (1985): Crawfish culture in the United States. — In: HUNER J.V. & E.E. (Eds.): Crustacean and mollusc aquaculture in the United States, AVI Publishing Co. Westport, Connecticut, 1-62.
- AVAULT J.W. Jr., ROMAIRE R.P. & M.R. MILTNER (1983): Red swamp crayfish, *Procambarus clarkii*, 15 years research at Louisiana State University. — *Freshwat. Crayfish* **5**: 362-369.
- BOVBERG R.V. (1956): A laboratory culture method for crayfish. — *Ecology* **37**: 613-614.
- BUDD T.W., LEWIS J.C. & M.L. TRACEY (1978): The filter-feeding apparatus in crayfish. — *Can. J. Zool.* **56**: 685-707.
- BUDD T.W., LEWIS J.C. & M.L. TRACEY (1979): Filtration feeding in *Orconectes propinquus* and *Cambarus robustus*. — *Crustaceana Suppl.* **5**: 131-134.
- BURBA A. (1983): Chemical regulation in crayfish behaviour during post embryonic development. — *Freshwat. Crayfish* **5**: 451-458.
- CANGE S.W., MILTNER M. & J.W. Jr. AVAULT (1982): Range pellets as supplemental crayfish feed. — *Prog. Fish-Cult.* **44**: 23-24.
- CHIEN Y.H. & J.W. AVAULT (1979): Double cropping rice, *Oryza sativa* and the red swamp crayfish *Procambarus clarkii*. — *Freshwat. Crayfish* **4**: 262-272.
- COVICH A.P. (1977): How do crayfish respond to plants and Mollusca as alternative food resources? — *Freshwat. Crayfish* **3**: 165-179.
- CUELLAR L. & M. COLL. (1979): First essays of controlled breeding of *Astacus pallipes* (LEREBOLLET). — *Freshwat. Crayfish* **4**: 273-286.
- D'ABRAMO L.R., WRIGHT J.S., WRIGHT K.H., BORDNER C.E. & D.E. CONKLIN (1985): Sterol requirements of cultured juvenile crayfish *Pacifastacus leniusculus*. — *Aquaculture* **49**: 245-255.
- DALL W. & D.J.W. MORIARTRY (1983): Functional aspects of nutrition and digestion. — In: MANTEL L.H. (Eds): The biology of crustacea, Vol. 5, Internal anatomy and physiological regulation, Academic Press, New York, 215-261.
- DEAN J.L. (1969): Biology of the crayfish *Orconectes causeyi* and its use for the control of aquatic weeds in trout lakes. — *Tech. Papers*, No. 24, U.S. Bur. Sport Fish Wildl.
- GARCÉS C.A. & J.W. AVAULT Jr. (1985): Evaluation of rice (*Oryza sativa*), volunteer vegetation and Alligator weed (*Alternanthera phyloxeroides*) in various combinations as crawfish forages. — *Aquaculture* **44**: 177-186.
- GODDARD J.S. (1980): Crayfish culture. — *Proc. Inst. Fisheries Management 11th Annual Study Course*. Univ. Sussex, U.K., 123-130.
- GODDARD J.S. (1988): Food and Feeding. — In: HOLDICH D.M. & R.S. LOWERY (Eds.): *Freshwater crayfish: biology, management and exploitation*. Croom Helm: London. 145-166.
- GOLDMAN C.R. (1973): Ecology and physiology of the Californian crayfish *Pacifastacus leniusculus* (DANA) in relation to its suitability for introduction into European waters. — *Freshwat. Crayfish* **1**: 106-120.
- GOYERT J.C., AVAULT J.W., RUTLEDGE J.E. & T.P. HERNANDEZ (1975-6): Agricultural by-products as supplemental food for crayfish. — *Louisiana Agriculture* **19**: 10-11.
- HAGER J. (1996): Edelkrebse: Biologie, Zucht, Bewirtschaftung. — L. Stocker Verl. Graz.
- HUNER J.V. & J.E. BARR (1980): Red swamp crayfish: biology and exploitation. Louisiana State Univ. — Sea Grant, Center for Wetland Resources, Publication LSU-T-80-001, 148.
- HUNER J.V. & J.E. BARR (1984): Red swamp crayfish: biology and exploitation. Baton Rouge, Louisiana, USA. — Louisiana Sea Grant College Program, Center for Wetland Resources, Louisiana State University.
- HUXLEY T.H. (1880): Der Krebs. Eine Einleitung in das Studium der Zoologie. — F.A. Brockhaus, Leipzig.
- KLOSTERMAN B.J. & C. GOLDMAN (1983): Substrate selection behaviour of the crayfish *Pacifastacus leniusculus*. — *Freshwat. Crayfish* **5**: 254-267.
- KOSSAKOWSKI J. & G. KOSSAKOWSKI (1983): An attempt to raise juvenile crayfish *Pacifastacus leniusculus* DANA. — *Freshwat. Crayfish* **5**: 555-556.
- LORMAN J.G. & J.J. MAGNUSSON (1978): The role of crayfish in aquatic ecosystems. — *Fish. Bull.* **6**: 8-10.
- MAGNUSSON J.J., CAPELLI G.M., LORMAN J.G. & R.A. STEIN (1975): Consideration of crayfish for macrophyte control. — In: BREZONIK P.L. & J.L. FOX (Eds.): The proceedings of a symposium on water quality management through biological control, Rep. No. ENV.07-75-1. Univ. of Florida. Gainesville, 66-74.
- MASON J.C. (1974): Aquaculture potential of the freshwater crayfish *Pacifastacus leniusculus*. — Technical Report, No. 440. Fishery Research Board of Canada.
- MASON J.C. (1975): Crayfish production in a small woodland stream. — *Freshwat. Crayfish* **2**: 449-479.
- MASON J.C. (1979): Effects of temperature, photoperiod, substrate and shelter on survival, growth and biomass accumulation of juvenile *Pacifastacus leniusculus*. — *Freshwat. Crayfish* **4**: 73-82.
- MILLS B.J. & P.I. McCLOUD (1983): Effects of stocking and feeding rates on experimental pond production of the crayfish *Cherax destructor*. — *Aquaculture* **34**: 51-72.
- MOMOT W.T., GOWING H. & P.D. JONES (1978): The dynamics of crayfish and their role in the ecosystem. — *Am. Midl. Nat.* **99**: 10-35.
- MORIARTRY C. (1971): The crayfish (*Astacus pallipes*) of

- an Irish Lake. — Ir. Fish. Invest., A (Freshwater) **6**: 12-20.
- MORIARTY C. (1973): A study of *Austropotamobius pallipes* in Ireland. — Freshwat. Crayfish **1**: 57-67.
- MORRISY N.M. (1979): Experimental pond production of marron *Cherax tenuimanus* (SMITH). — Aquaculture **16**: 319-344.
- REYNOLDS J.D. (1979): Ecology of *Austropotamobius pallipes* in Ireland. — Freshwat. Crayfish **4**: 215-219.
- RHODES C.P. (1980): Studies on the growth and feeding biology of the crayfish *Austropotamobius pallipes* (LEREBOLLETT). — Ph.D. thesis. Univ. Nottingham.
- RIVAS R., ROMAIRE R., AVAULT J.W. & M. GIAMALVA (1979): Agricultural forages and byproducts as feed for crawfish, *Procambarus clarkii*. — Freshwat. Crayfish **4**: 337-342.
- RUNDQUIST J. & G. GALL (1977): Watercress-crayfish polyculture as an economic means of stripping nutrients from enriched waters. — Freshwat. Crayfish **3**: 141-159.
- SEROLL A. & R.A. COLER (1975): Demonstrated food preferences of *Orconectes immunis* (HAGEN) (Decapoda, Astacidae). — Crustaceana **29**: 319-320.
- TCHERKASHINA N.Y. (1977): Survival, growth and feeding dynamics of juvenile crayfish (*Astacus leptodactylus cubanicus*) in ponds and the River Don. — Freshwat. Crayfish **3**: 95-100.
- WESTIN L. & R. GYDEMO (1986): Influence of light and temperature on reproduction and moulting frequency in the crayfish, *Astacus astacus*. — Aquaculture **52**: 43-50.
- WESTMAN K. (1973): Cultivation of the American crayfish *Pacifastacus leniusculus*. — Freshwat. Crayfish **1**: 211-220.
- WHEATLY M.G. & B.R. McMAHON (1983): Respiration and ionregulation in the euryhaline crayfish *Pacifastacus leniusculus* on exposure to high salinity: an overview. — Freshwat. Crayfish **5**: 43-55.
- WIERNICKI C. (1984): Assimilation efficiency by *Procambarus clarkii* fed *Elodea* (*Egera densa*) and its products of decomposition. — Aquaculture **36**: 203-215.

**Anschrift des Verfassers:**

Wiss. Rat Dr. Manfred PÖCKL  
Naturschutzsachverständiger  
Amt der NÖ Landesregierung  
Am Schierberg 1  
A-3381 Golling a. d. Erlauf  
Austria  
e-mail: [manfred.poeckl@noel.gv.at](mailto:manfred.poeckl@noel.gv.at)

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Stapfia](#)

Jahr/Year: 1998

Band/Volume: [0058](#)

Autor(en)/Author(s): Pöckl Manfred

Artikel/Article: [Nahrung und Ernährung der Flußkrebse 157-166](#)